



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 Française pour la Production Fourragère

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

www.afpf-asso.org



AFPf – Maison Nationale des Eleveurs – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 – Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Française pour la Production Fourragère

Apprécier les compromis entre services à travers la typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central

J.-N. Galliot¹, S. Hulin², E. Bonsacquet³, P. Carrère¹

La richesse et la diversité des prairies du Massif central sont le résultat d'une longue histoire entre facteurs du milieu et pratiques des agriculteurs. Ces formations végétales présentent des qualités diversifiées (agronomiques, environnementales et pour la qualité des produits) qui peuvent être synthétisées dans une typologie, laquelle permet ainsi d'optimiser leur valorisation.

RÉSUMÉ

La typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central permet i) de caractériser à partir de critères simples la diversité des prairies (60 types) et ii) d'organiser les connaissances sur le fonctionnement et les potentiels de ces surfaces : performances agronomiques (quantité et qualité de la production) et environnementales (richesse et rareté de la flore), services rendus (stockage de carbone et qualité des fromages)... Cet outil contribue ainsi à accompagner la transition des systèmes d'élevage vers des modes de production plus durables et basés sur l'herbe. L'analyse de l'impact des pratiques au regard des performances et services de chaque type constitue un support de discussion avec les éleveurs pour envisager les adaptations de leurs pratiques aux potentiels de production de leurs prairies.

SUMMARY

Assessing trade-offs in ecosystem services with a multifunctional classification system for grasslands in the Massif Central

The multifunctional classification of grasslands in the Massif Central aims to characterise the diversity of grasslands and structure our knowledge about their processes and potential. The tool described here provides information to help livestock farmers transition towards more sustainable, grass-based production. The classification system currently covers 60 different grassland types, and the classification key is based on simple criteria such as field characteristics and farming practices. Here, we discuss 6 common and representative grassland types utilised in PDO cheese production in the Massif Central: we compared agronomic productivity (forage quantity and quality), environmental properties (species richness and the occurrence of rare species), and ecosystem services (carbon storage levels and cheese quality). The impact of farming practices was also analysed; the results can help inform discussions with farmers, to help them better match their practices with the production potential of their grasslands.

De tous temps les surfaces toujours en herbe ont constitué des éléments pivots des systèmes d'élevage de montagne. Dans le Massif central, elles représentent 60% de la Surface Agricole Utile (SIDAM et DRAAF, 2016) contre 37% environ à l'échelle nationale (AGRESTE, 2014). Au-delà de leur seule production de fourrage, elles contribuent aussi à la structuration du paysage et abritent une biodiversité

exceptionnelle qu'il convient de préserver (AMIAUD et CARRÈRE, 2012). Elles concourent ainsi à répondre à une attente majeure de la société qui demande aux systèmes d'élevage de remplir des fonctions multiples associant efficacité économique, respect de l'environnement, qualité organoleptique et sanitaire des produits, bien-être des animaux et attractivité des territoires.

AUTEURS

1 : Université Clermont Auvergne-INRA-VetAgro-Sup - UMR Ecosystème Prairial, F-63000 Clermont-Ferrand ; jean-noel.galliot@inra.fr

2 : Pôle fromager AOP Massif central, F-15000 Aurillac

3 : SIDAM (Service InterDépartemental pour l'Animation du Massif central), 9, allée Pierre de Fermat, F-63170 Aubière

MOTS CLÉS : Agroécologie, biodiversité, fertilisation, fertilité du sol, gestion des prairies, gestion du territoire, hétérogénéité spatiale, Massif central, multifonctionnalité des prairies, pratiques de gestion des prairies, production fourragère, qualité des produits, qualité organoleptique, richesse spécifique, services écosystémiques, typologie des prairies.

KEY-WORDS : Agroecology, biodiversity, ecosystem services, fertilisation, forage production, grassland multi-functionality, grassland typology, land management, Massif central, organoleptic quality, pasture management, pasture management practices, product quality, soil fertility, spatial heterogeneity, species richness.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Galliot J.-N., Hulin S., Bonsacquet E., Carrère P. (2019) : «Apprécier les compromis entre services à travers la typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central», *Fourrages*, 237, 67-74.

Ces végétations prairiales sont des formations végétales herbacées, le plus souvent spontanées, mais intimement liées à l'activité humaine et intégratrices des conditions du milieu naturel (sol, topographie, climat), d'où leur dénomination de végétations semi-naturelles (CARRÈRE *et al.*, 2015 ; LE HÉNAFF, 2017). Ces interactions entre facteurs du milieu et pratiques de gestion ont, au cours du temps, conduit à sélectionner une communauté végétale en équilibre plus ou moins stable avec les perturbations de leur environnement (LORTIE *et al.*, 2004), ce qui inclut les pratiques de gestion. Ce processus sélectif crée un « potentiel » qui s'exprimera pour réaliser les performances de la prairie dans une situation pédoclimatique donnée et pour une année climatique donnée. Il en découle donc que la composition botanique des prairies (en un lieu donné et à un instant donné) est un indicateur non seulement des conditions de milieu et de pratiques actuelles, mais également des conditions antérieures (la prairie résultant d'une histoire). Ces formations végétales sont cependant à même d'évoluer sous l'impact de facteurs perturbant cet équilibre avec leur environnement, qu'il s'agisse d'une modification des pratiques agricoles ou d'une modification du milieu (par exemple, changement climatique). Ces facteurs, ou modifications de ces facteurs, vont donc modifier les performances des surfaces toujours en herbe. Ainsi, **dans des conditions pédoclimatiques données, il apparaît que les deux principaux facteurs influençant la dynamique de ces milieux sont la disponibilité des éléments minéraux et l'importance des perturbations** - i.e. l'intensité de prélèvement par fauche ou pâturage - (CARRÈRE *et al.*, 2019).

Pour accompagner l'évolution des systèmes d'élevage de moyenne montagne vers une triple performance économique, environnementale et sociale, nous avons fait l'hypothèse que la diversité entre les parcelles au sein des systèmes fourragers, en tant qu'élément majeur du fonctionnement de l'exploitation, est à même de garantir la qualité, la typicité des produits et la durabilité de ces exploitations. Pour ce faire, nous avons développé **une démarche permettant tout à la fois de caractériser la communauté végétale par une approche phytosociologique et d'évaluer son potentiel agroécologique**. Il en a résulté la *Typologie multifonctionnelle des prairies en zones fromagères AOP du Massif-central*¹, TMP_{AOP} (figure 1, HULIN *et al.*, 2011), conçue comme un outil permettant d'organiser les connaissances acquises sur la diversité prairiale et permettant également une première caractérisation des services résultant du fonctionnement de ces écosystèmes. La démarche de construction de cette typologie est décrite dans CARRÈRE *et al.* (2012). Ce présent article en est un complément dans le sens où il présente et **compare les performances** agronomiques (production de biomasse, matière azotée totale), botaniques (richesse spécifique et rareté), **ainsi que quatre services environnementaux** (stockage de carbone, couleurs de fleurs) **ou relatifs à la qualité des produits** (couleur de pâte et teneur en acide gras d'intérêt) **pour six types de prairies issus de cette typologie**.

1 : <http://www.prairies-aop.net>

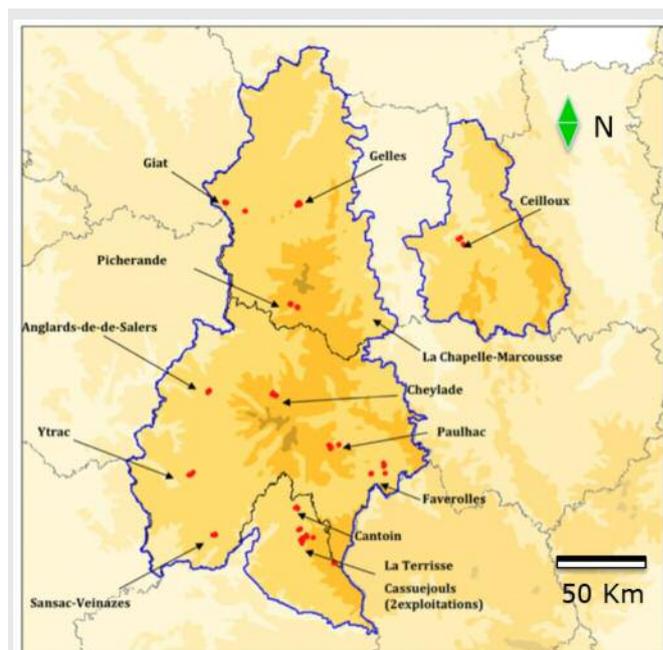


FIGURE 1 : Zone d'application de la *Typologie multifonctionnelle des prairies des zones fromagères AOP du Massif central* (réseau de 75 parcelles de référence dans 15 exploitations ; HULIN *et al.*, 2011).

FIGURE 1 : Area in which the multifunctional classification system was applied: grasslands in the AOP-cheese-producing region of the Massif central (network of 75 reference plots across 15 farms ; HULIN *et al.*, 2011).

1. Matériels et méthodes

■ La typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central

La typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central est un outil issu du Casdar Prairies AOP (HULIN *et al.*, 2011) qui a permis de recenser, d'organiser et de caractériser 60 types de prairies présents en zones AOP fromagères de ce massif. Ce travail est issu d'une double approche croisant à la fois des données phytosociologiques et agronomiques acquises sur un **réseau de 75 parcelles** de référence.

L'identification des types a mobilisé la méthode de la **phytosociologie sigmatiste** (BRAUN-BLANQUET, 1932). Au total, 193 relevés de végétation ont été réalisés à l'échelle d'une station écologique (zone homogène, faciès) caractérisée par les facteurs structurants du milieu (altitude, orientation, pente, nature du sol). Les espèces ont été identifiées de façon exhaustive au moment du relevé et l'espace occupé par chacune d'elle (recouvrement) a été traduit par le coefficient d'abondance-dominance. L'analyse de chaque relevé phytosociologique a permis de les rattacher à la nomenclature de référence proposée par BARDAT *et al.* (2004), d'après la présence d'espèces indicatrices de conditions du milieu. Cette première étape conduite par L. Seytre du Conservatoire Botanique du Massif central a permis d'identifier les communautés

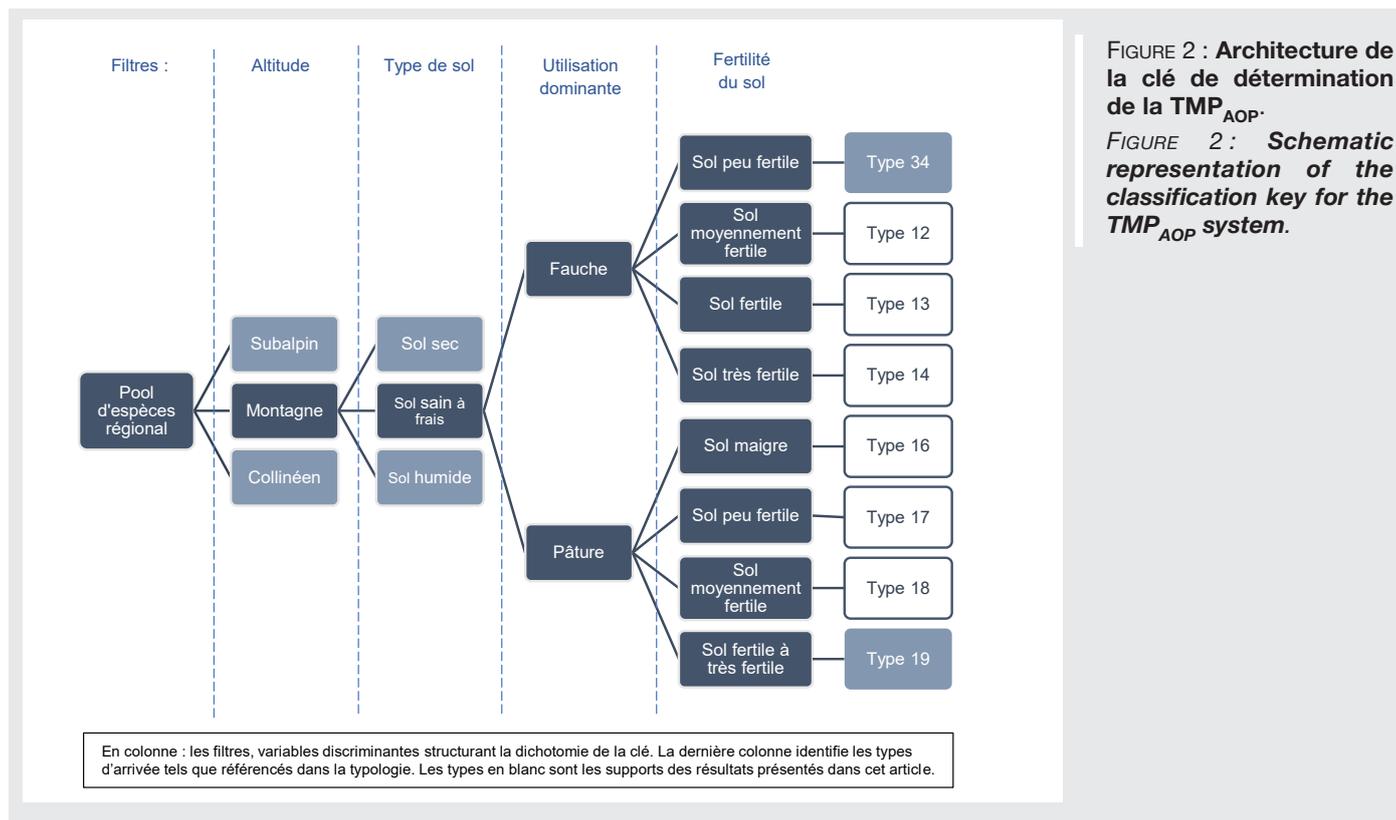


FIGURE 2 : Architecture de la clé de détermination de la TMP_{AOP}.
 FIGURE 2 : Schematic representation of the classification key for the TMP_{AOP} system.

végétales rencontrées et de les replacer dans un contexte régional (SEYTRE *et al.*, 2011).

Dans un second temps, les données agronomiques acquises sur le même réseau de parcelles ont été confrontées aux types de végétation pré-identifiés. Les rendements, valeurs nutritives, catégories botaniques et types fonctionnels de graminées (CRUZ *et al.*, 2010) mesurés à 3 périodes durant 2 années ont ainsi permis la stabilisation du périmètre de ces types. L'analyse croisée des données phytosociologiques et agronomiques a ainsi permis d'aboutir à l'identification des types, qui ont été décrits puis structurés en une clé de détermination.

La discrimination entre les types identifiés fait transparaître les processus d'interactions biotiques et abiotiques (figure 2). Cette discrimination filtre les espèces du pool d'espèces régionales possibles aux cortèges floristiques caractéristiques des types décrits (CARRÈRE *et al.*, 2012). Cela nous a permis de construire une clé de détermination très simple d'accès et nécessitant des informations facilement accessibles (altitude, gestion, portance, fertilité du sol). Nous avons considéré trois seuils d'altitude (500-900 m, 900-1300 m et >1300 m) qui correspondent pour le Massif central aux étages collinéen, montagnard et subalpin. Le critère de fertilité du sol englobe à la fois la fertilité intrinsèque de la prairie (approchée par la profondeur de sol : <20 cm, 20-60 et >60 cm) et la fertilisation apportée que ce soit par les restitutions animales (approchées par le nombre d'UGB.jour/ha) ou les amendements (estimés en nature - organique ou minérale - et quantité).

■ Acquisition des données

Les **six types de prairies retenus** comme support illustratif de cet article (cf. figure 2) sont emblématiques des prairies semi-naturelles de moyenne montagne (900 à 1300 m) dans les systèmes laitiers herbagers de zone AOP. Nous les avons sélectionnés afin qu'ils illustrent les deux pratiques d'utilisation dominantes (3 types fauchés, 3 types pâturés) et qu'ils s'échelonnent selon un gradient de fertilité (sol maigre à très fertile). Ce panel fournit une quantification des performances des types, ce qui permet d'aborder la question des compromis entre services.

Les types ont été décrits en mobilisant les données acquises sur un réseau de parcelles de référence (n=1 à n=4) qui ont été suivies pendant 2 années à 3 périodes clés du premier cycle de végétation : mise à l'herbe (P1 : 400°.j), milieu de premier cycle (P2 : 700°.j) et pic de biomasse (P3 : 1200°.j). Cela permet de suivre la dynamique d'accumulation de biomasse au printemps dans le faciès dominant de la parcelle.

Des relevés agronomiques (n=61) ont été réalisés à chaque période (voir CARRÈRE *et al.*, 2012 pour le détail du protocole). Le rendement a été mesuré à travers des pesées de biomasse (hauteur >5 cm) sur 4 quadrats (0,70x0,70 m²). Après séchage (48 h à 60°C), le taux de matière sèche a été calculé et les rendements ont été traduits en tonnes de matière sèche par hectare. Les valeurs nutritives des fourrages ont été mesurées par analyse spectrale et validées par dosage chimique (matière azotée totale, parois totales, parois lignocellulosiques et digestibilité pepsine-cellulase). Des relevés phytosociologiques ont également été réalisés autour du pic de floraison (mai-juin) dans le faciès de végétation dominant de

Type	Nb de parcelles suivies	Nb de relevés agronomiques	Nb de relevés phytosociologiques
12	3	15	7
13	2	9	3
14	2	9	7
16	2	7	15
17	1	5	4
18	4	16	10
Total	14	61	46

TABEAU 1 : Récapitulatif des données acquises sur les parcelles de références pour chacun des 6 types de prairies étudiés.

TABLE 1 : Data collection statistics for the reference plots for each of the 6 grassland types studied.

chaque parcelle (tableau 1). Pour compléter ces données, des relevés phytosociologiques supplémentaires ont été réalisés à l'extérieur du réseau de parcelles dans des végétations du même type.

Ces données issues des relevés agronomiques et phytosociologiques ont permis de calculer **4 variables descriptives des types** :

- **La production annuelle en année moyenne** (t MS/ha) a été estimée selon une approche proposée par les experts du programme d'après les sorties de Herb'sim (DURU *et al.*, 2010). Pour chaque parcelle, cette production correspond à 150% de la production à 1 100°.j issue de la régression polynomiale d'ordre 2 sur les 2 années de suivi.

- **La matière azotée totale** (MAT, g/kg MS) a été calculée d'après la régression polynomiale d'ordre 2 sur les 2 années, à 500°.j pour les pâturages et 900°.j pour les fauches. Ces deux dates correspondent aux sommes de température clefs des deux types d'exploitation d'après les partenaires du programme.

- **La richesse spécifique** a été évaluée en dénombrant les espèces recensées dans les relevés phytosociologiques (nombre d'espèces/relevé).

- **L'indice de rareté** des cortèges floristiques a été calculé pour chaque espèce sur la base des informations présentes dans l'*Atlas de la flore d'Auvergne* (ANTONETTI *et al.*, 2006). A l'échelle spécifique, cet indice correspond au nombre de mailles où l'espèce a été relevée dans le Massif central sur le nombre total de mailles dans ce territoire ($n=1\ 180$). A l'échelle de la communauté végétale, il correspond à la moyenne des indices des espèce du relevé, soit :

$$I_r = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{m_t n}$$

avec I_r l'indice de rareté du relevé, m_i le nombre de mailles pour l'espèce i dans l'*Atlas*, n le nombre d'espèces dans le relevé et m_t le nombre total de mailles dans l'*Atlas*, soit 1 180.

Cet indice varie de 0 (cortège composé d'espèces plutôt communes) à 1 (cortège composé d'espèces plutôt rares) à l'échelle de la zone étudiée.

■ Estimation des services écosystémiques

Sur la base de la classification proposée par le MEA en 2005, les services écosystémiques attendus pour un type donné ont été estimés à dire d'experts et organisés en trois catégories dans la typologie : les services relevant i) de la production fourragère, ii) des propriétés de l'écosystème et iii) de la qualité des produits. Les indicateurs des services sont présentés sous forme de pictogrammes qui traduisent des ordres de valeur.

Les indicateurs de services écologiques et environnementaux ont été établis par expertise en combinant mesures et observations effectuées dans le réseau de parcelles mais aussi sur les connaissances présentes dans la bibliographie scientifique. A titre d'exemple, le potentiel de stockage de carbone des sols (note sur 4) est basé sur le flux de carbone entrant dans les sols pour une année moyenne. Il est considéré que les prairies de fauche ont un potentiel de stockage de carbone plus faible à cause des exportations de biomasse et que les prairies pâturées se différencient entre elles selon le pourcentage de légumineuses qu'elles comportent (KLUMPP *et al.*, 2011). L'indicateur de diversité des couleurs de fleurs (note sur 4) est estimé à partir la liste des espèces présentes. Il est intégrateur de la diversité végétale : plus le nombre de couleurs présentes dans une prairie est élevé, plus le nombre d'espèces végétales est important (ORTH *et al.*, 2008). Ainsi la notation est répartie sur le dégradé de couleur de vert (1/4) à bleu/violet (4/4), en passant par le blanc/jaune (2/4) et rouge/rose (3/4).

Une originalité majeure de la typologie est de **proposer des indicateurs traduisant le potentiel des prairies pour la qualité des fromages**. Ces indicateurs (notés sur 4) ont été construits à partir d'une simulation à dire d'experts qui faisait l'hypothèse d'une qualité de fromage issue de l'ingestion par les vaches de l'herbe sur pied du type considéré au moment de son utilisation principale (par exemple : premier cycle de pâturage, ou herbe mature en fauche tardive). La couleur de la pâte se base sur la teneur potentielle en caroténoïdes dans l'herbe ingérée (NOZIERE *et al.*, 2006). Les variations dans les fromages de ces composés liposolubles présents en grande quantité dans les plantes prairiales sont bien décrits (CALDERON *et al.*, 2007 ; GRAULET *et al.*, 2012). En effet, la teneur en caroténoïdes de l'herbe diminue i) avec l'avancée du stade de la végétation (plus l'herbe est mature moins elle est riche en caroténoïdes) et ii) avec la baisse du pourcentage de graminées. Les teneurs des fromages en acides gras d'intérêt nutritionnel (acide alpha-linoléique, oméga-3) diminuent quant à eux avec l'avancée du stade de végétation mais augmentent avec la diversité floristique (LEIBER *et al.*, 2005 ; COPPA *et al.*, 2011).

■ Analyse des données

Les performances des types ont été analysées selon un test de comparaison de moyennes entre les types de prairies et un test de comparaisons appariées pour les gradients de fertilité au sein de ces deux catégories.

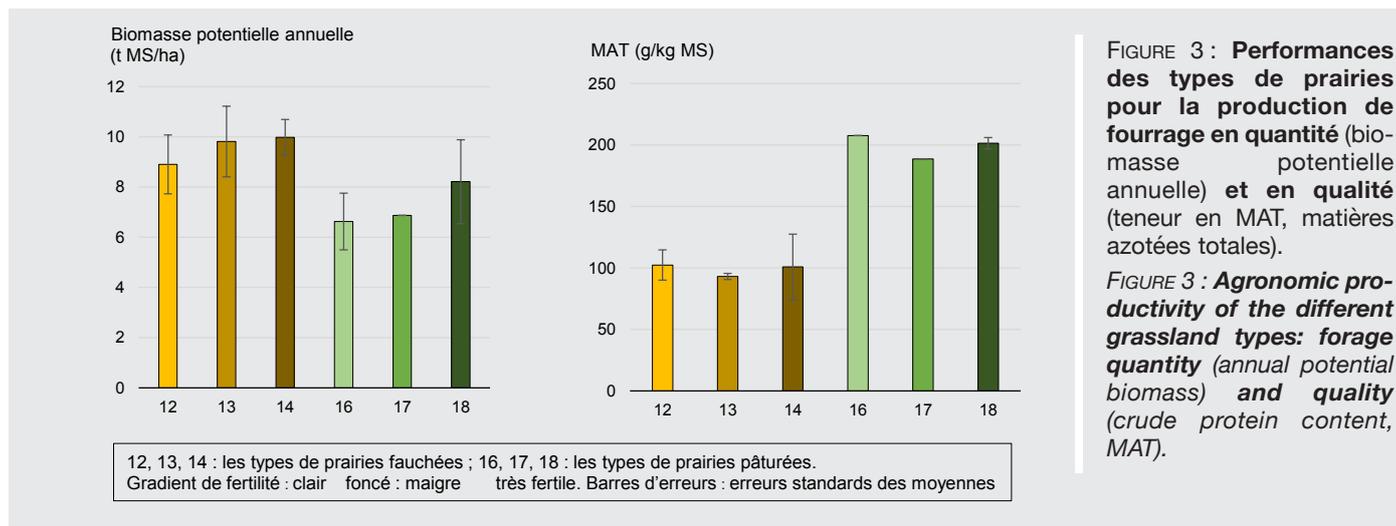


FIGURE 3 : Performances des types de prairies pour la production de fourrage en quantité (biomasse potentielle annuelle) et en qualité (teneur en MAT, matières azotées totales).
FIGURE 3 : **Agronomic productivity of the different grassland types: forage quantity (annual potential biomass) and quality (crude protein content, MAT).**

2. Résultats

■ Les performances agronomiques des types

Les prairies de moyenne montagne étudiées affichent des rendements annuels potentiels de $8,4 \pm 1,4$ t MS/ha (figure 3). Ces rendements s'échelonnent de 6,63 t MS/ha pour le type 16 à 9,98 t MS/ha pour le type 14. Le type d'utilisation (pâturage ou fauche) ne semble pas influencer cette production (p -value=0,1273). Par ailleurs, nous n'observons **pas de différence significative selon le gradient de fertilité des types** au sein de chacune des deux catégories (p -values toutes supérieures à 0,05). Ainsi, la fertilité du sol aurait tendance à augmenter les rendements mais ces différences ne sont pas significatives avec les données présentes dans la typologie.

La qualité nutritive du fourrage des types de prairies considérés, décrite à travers la teneur en MAT, est en moyenne de $149,0 \pm 55,5$ g/kg MS. Celle-ci varie de 93,09 (type 13) à 207,65 g/kg MS (type 16). Ces teneurs sont stables au sein des types de prairies pâturées et fauchées (p -values toutes $> 0,05$). **La différence significative de MAT entre pâturage et fauche ($p < 0,001$) est due à la date**

(somme de température) retenue pour caractériser les types de chacune des deux catégories. En effet, la MAT chutant au cours de la saison (INRA, 2018), les fauches décrites à 900°.j (date moyenne de fauche des types ciblés) dans la typologie ont des qualités nutritives inférieures à l'herbe pâturée à 500°.j (date moyenne de pâturage des types ciblés).

■ Performances botaniques des types

Les prairies de moyenne montagne considérées (figure 4) hébergent en moyenne 35 espèces (richesse spécifique moyenne de $35,4 \pm 4,4$ espèces) et avec un indice de rareté moyen de $0,25 \pm 0,09$. Les indices de rareté moyens des types s'échelonnent de 0,15 (type 14 avec un cortège formé d'espèces plutôt banales) à 0,40 (type 16 composé d'espèces plus rares à l'échelle du Massif central). Du point de vue de la richesse spécifique, les six types contiennent en moyenne entre 27,9 (type 14) et 39,3 espèces (type 17). **La richesse spécifique est significativement plus grande en pâturage qu'en fauche** (moyenne de 38,41 et 32,35 respectivement, $p < 0,001$). Il en est **de même pour l'indice de rareté** (moyenne de 0,32 en pâturage et 0,20 en fauche, $p < 0,001$). Cependant, au sein des fauches ou des pâturages, la richesse spécifique ne varie pas de manière significative, sauf entre les types 12

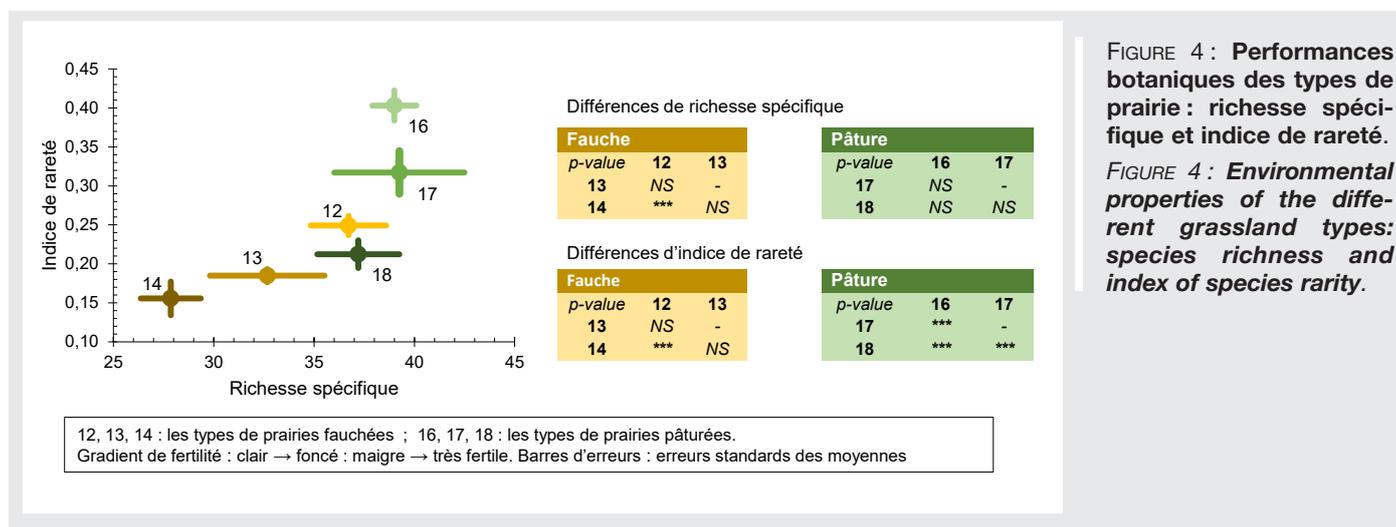


FIGURE 4 : Performances botaniques des types de prairie : richesse spécifique et indice de rareté.
FIGURE 4 : **Environmental properties of the different grassland types: species richness and index of species rarity.**

et 14 ($p < 0,05$). À l'inverse, **l'indice de rareté chute significativement avec le gradient de fertilité** au sein des 2 catégories, et particulièrement au sein des pâtures. Ainsi, l'indice de rareté semble plus discriminant que la richesse spécifique pour les types considérés, au moins pour les types pâturés.

■ Les services

Les hypothèses ayant présidé à la construction des indicateurs de service se reflètent directement dans les valeurs des différents types : le stockage de C est plus fort en pâture (note de 3/4 ou 4/4) qu'en fauche (note de 2/4) et la couleur de la pâte est plus jaune pour les fourrages récoltés en type 14, souvent plus précocement, et donc très riches en feuilles vertes. Les pâtures affichent des scores de couleur de fleurs plus élevés que les prairies fauchées mais, dans les deux cas, on constate un gradient très net en fonction de l'intensification de la pratique : plus la gestion est intensive et moins le score de couleur de fleurs est élevé (banalisation de la flore et exploitation précoce du fourrage). Les différences sont moins notables en ce qui concerne les teneurs en acide gras d'intérêt (tableau 2).

3. Discussion

L'élaboration de la typologie, outre sa capacité à organiser et rendre plus lisible la diversité des prairies, a **permis des échanges entre les partenaires en croisant les regards disciplinaires** (botanistes, écologues et agronomes). En associant une approche botanique (abordée sous l'angle de la phytosociologie) et agronomique (abordée sous l'angle des pratiques et des performances), il a été possible d'identifier en quoi la diversité végétale permet d'exprimer le potentiel herbager à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation (CARRÈRE *et al.*, 2012). La démarche engagée permet de passer d'une approche purement descriptive (la végétation en place) à une approche fonctionnelle qui traduit un potentiel de production ou de réalisation d'un service donné à valoriser dans un système herbager. Ainsi, l'éleveur revient au centre du jeu car ses pratiques passées ont déterminé la végétation présente sur la parcelle (création d'un potentiel). Par exemple, des

prises à l'herbe précoces favoriseront une végétation composée d'espèces compétitives (CRUZ *et al.*, 2010), alors que des exploitations plus tardives sélectionneront des espèces plus conservatives. En retour, les décisions de gestion prises par l'exploitant à un instant donné détermineront ce qu'il sera à même d'en retirer (réalisation du potentiel). Ainsi, la quantité et la qualité de la biomasse récoltée seront différentes si la parcelle est exploitée de façon précoce ou de façon tardive (cf. THEAU *et al.*, 2010).

Cette double approche, croisant le regard du botaniste (évaluation du potentiel) et de l'agronome (appréciation du réalisé), permet de faire évoluer leurs perceptions et d'enrichir le regard qu'ils portent sur les prairies, en lui donnant une dimension dynamique et fonctionnelle. Dans une approche finaliste, tirer le meilleur parti de ces surfaces prairiales implique de **réévaluer le couple « végétation-gestion » pour faire évoluer les pratiques et les adapter au potentiel des prairies**.

Les typologies, en associant le côté descriptif de la botanique et la dimension fonctionnelle de la réponse de la végétation aux pratiques, permettent de valoriser la diversité végétale. **Par exemple, en combinant les végétations à phénologies contrastées dans son système fourrager, l'éleveur élargira la gamme de fourrage produit** (en qualité en quantité) **et augmentera la souplesse de ce système**. Pour valoriser complètement le potentiel offert par la biodiversité, il convient de produire des outils complémentaires permettant d'optimiser les pratiques de gestion (voir THEAU *et al.*, 2010) ou de réaliser des diagnostics (compromis entre services).

■ Apprécier les compromis entre services

La typologie des prairies, en illustrant les performances et les services des types dont certains ont été présentés dans cet article, permet d'apprécier les compromis entre services **à l'échelle des parcelles**. Par exemple, le type 14, le plus productif, est celui avec la richesse spécifique et l'indice de rareté les plus faibles. Inversement, le type le moins productif (type 16) est celui avec l'une des richesses spécifiques les plus élevées et l'indice de rareté le plus fort. Par ailleurs, les pelouses pâturées d'altitude (types 16 et 17) hébergent une flore variée et plutôt rare à l'échelle du Massif central. Avec l'intensification des pratiques, ces milieux ont tendance à évoluer vers un type plus fertile (type 18), moins intéressants d'un point de vue botanique pour un gain de production de fourrage mineur. Cependant, ce type fertile offre un stockage de carbone plus important et une couleur de pâte de fromage plus intense que les types plus maigres. Ces éléments sont cohérents avec l'analyse conduite par AMIAUD et CARRÈRE (2012) sur la multifonctionnalité des prairies et l'impact de la gestion sur leur capacité à rendre des niveaux de service attendus.

Par ailleurs, les parcelles de fauche remplissent des fonctions de stocks dans les systèmes fourragers. À ce titre, la production annuelle estimée, mentionnée précédemment, correspond à la biomasse totale sur pied des prairies (biomasse supérieure à 5 cm). En réalité, la part

Service	Fauche			Pâturation		
	12	13	14	16	17	18
Type de prairie						
Stockage de carbone	2	2	2	3	3	4
Couleur de fleurs	4	2	1	4	3	2
Couleur de la pâte des fromages	1	2	4	1	1	2
Teneur en acides gras d'intérêt	3	1	3	3	3	2

Les notes de chaque service sont données sur 4

TABLEAU 2 : Valeurs des indicateurs de 4 services pour les 6 types de prairies considérés (source : TMP_{AOP}).

TABLE 2 : Indicator values for 4 ecosystem services provided by the 6 grassland types (source : TMP_{AOP}).

de cette biomasse réellement accessible est moindre et dépend pour grande partie du mode de récolte. On peut en effet considérer, pour les types de prairies en question, que la biomasse accessible constitue 60% de ce potentiel en prairie pâturée par des bovins (40% de pertes dues à des refus, tris, etc.) et 80% en prairie fauchée (20% de pertes dues à la récolte). Ces estimations ont été proposées d'après l'expertise des partenaires du programme Prairies AOP. Ainsi, pour apprécier la quantité de fourrage à disposition sur une exploitation en système herbager, il sera nécessaire de prendre en compte ces pertes, lors de la réalisation d'un bilan fourrager par exemple.

■ L'effet de la fertilité du sol

La typologie permet de mettre en évidence l'effet de la fertilité du sol **sur les performances et les services des types**. Ainsi, l'indice de rareté est plus discriminant que la richesse spécifique, au moins pour les types pâturés. En effet, le nombre d'espèces au sein des types pâturés reste sensiblement le même, mais **la rareté des espèces en question chute significativement avec la fertilité**. Ceci traduit une banalisation de la flore avec l'augmentation de la fertilité, comme mis en évidence dans d'autres études (JACQUEMYN *et al.*, 2003 ; MAUCHAMP *et al.*, 2014). A ce titre, **l'indicateur couleur de fleurs semble être un indicateur simplifié mais pertinent, qui chute avec le gradient de fertilité**, illustrant la perte et la banalisation de la flore mis en évidence dans l'étude des performances botaniques.

Cependant, nous n'avons pas pu mettre en évidence d'influence de la fertilité du sol sur les rendements ou la MAT avec les données actuellement présentes dans la typologie. Ceci peut être imputé en grande partie au manque de représentativité de ces données du fait du faible nombre de parcelles disponibles dans cette première étude (n=1 à n=4). Toutefois, la littérature présente des tendances que l'on pourrait retrouver ici avec un nombre de parcelles plus importantes : d'une part la productivité primaire des parcelles fauchées est plus élevée que celle des pâtures, d'autre part la production augmente avec la fertilité des types quelle que soit leur gestion, du fait d'une disponibilité en nutriments plus élevée (HERBEN et HUBER-SANNWALD, 2002). De plus, la gamme de fertilité ayant pu être investiguée dans cette étude n'est pas similaire pour les pâtures et pour les fauches. En effet, l'absence de données des types 19 (pâturée très fertile) et 34 (fauche peu fertile) limite la comparaison entre les types de prairies fauchées et pâturées, tant en termes de performances agronomiques que botaniques. Des données sont en cours d'acquisition pour caractériser ces types et seront intégrées dans la future mise à jour de la typologie (cf. ci-dessous).

Enfin, les services environnementaux et pour la qualité des produits décrits ici ne répondent pas de manière identique à l'augmentation de la fertilité. En extrapolant le raisonnement à l'ensemble des services décrits dans la typologie, on se rend rapidement compte qu'**aucun type ne présente une note maximale pour tous les services**. Ce

constat renforce la **nécessité de maintenir la diversité du parcellaire au sein des systèmes d'exploitation**, avec certaines parcelles qui assurent des productions de fourrage de qualité pour les animaux tandis que d'autres peuvent présenter des services environnementaux intéressants, ou alimenter les troupeaux dans des circonstances particulières (par exemple intérêt des zones humides en année sèche). La prise en compte de ces différents éléments nous a conduits à élargir nos investigations à l'échelle du Massif central pour mieux décrire ces différents types, quelquefois peu présents dans les exploitations mais pouvant potentiellement présenter un intérêt en matière agricole ou environnementale.

■ Actualisation de la typologie dans le projet AEOLE

Le programme Prairies AOP a été à l'origine d'une mobilisation importante des acteurs de la recherche et du développement autour des prairies du Massif central. Il s'est poursuivi à travers le Casdar ATOUS (2014-2017) et le projet AEOLE actuellement en cours (2016-2019). Ce dernier vise à une importante mise à jour de la typologie présentée ici. Il s'agit en particulier, en s'appuyant sur le recul d'expertise des acteurs acquis depuis 10 ans, d'actualiser les indicateurs présentés précédemment. Cela concerne en particulier la mobilisation de connaissances nouvelles dans les domaines de la qualité des produits en lien avec les rations à base d'herbe. Il s'agira notamment de **prendre en compte le type de fourrage** (herbe verte ou foin) issu des différents types. A titre d'exemple pour les indicateurs présentés dans cet article, la teneur en caroténoïdes chute fortement pour un foin séché au sol par beau temps, car ces pigments sont photosensibles (PARK *et al.*, 1983). Par ailleurs, la teneur en ALA est susceptible d'être inférieure de l'ordre de 50 à 75% dans un foin par rapport à de l'herbe pâturée à un stade jeune (MARTIN *et al.*, 2009). **Il paraît donc indispensable de discriminer les prairies fauchées par rapport aux prairies pâturées, le pâturage restant le meilleur moyen de valoriser les composés d'intérêt présents dans les plantes prairiales**. Le même raisonnement sera appliqué aux indicateurs de service environnemental, le stockage de carbone par exemple (DERRIEN *et al.*, 2016). A terme, ce sont plus de 70 types qui seront recensés dans la typologie. Cela va assurer une couverture du Massif central plus large et une validité de cet outil étendue à tous les systèmes herbagers de ce massif². La prochaine version de la typologie sortira en octobre 2019.

Conclusion

La typologie des prairies du Massif central permet de rassembler les connaissances sur la diversité des prairies présentes sur ce massif. Ces données permettent un conseil précis pour une utilisation adaptée au type de prairie dans un objectif de triple performance, alliant

2 : <http://www.sidam-massifcentral.fr/projets/securisation-systemes/aeole>

production agricole, préservation de l'environnement et valorisation des produits. A l'échelle de l'exploitation agricole, la diversité des prairies appréciée *via* la typologie est synthétisée grâce à l'outil de diagnostic DIAM. Celui-ci permet alors de conduire un triple diagnostic pour apprécier les compromis entre production, environnement et qualité des produits et analyser ainsi la cohérence du système. L'enjeu est de pouvoir ensuite, sur cette base, proposer un accompagnement individuel adapté à la stratégie de chaque exploitant en fonction des types de prairies présents sur son parcellaire.

Accepté pour publication,
le 12 février 2019

Remerciements : Les auteurs remercient l'ensemble des membres des comités techniques des projets *Prairies AOP*, *ATOUS* et *AEOLE*, pour leur participation à la collecte des données et à la validation de la pertinence de la typologie. Ce travail a bénéficié d'un financement au titre des *Casdar Prairies AOP* et *ATOUS*, et d'un accompagnement financier par le *MAAF* et la région *Auvergne - Rhône-Alpes* dans le cadre de la *Convention de Massif central 2015-2020*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRESTE : Site de la statistique, l'évaluation et la prospective agricole ; www.agreste.agriculture.gouv.fr, [consultation en date du 10/10/18]
- AMIAUD B., CARRÈRE P. (2012) : «La multifonctionnalité de la prairie pour la fourniture de services écosystémiques», *Fourrages*, 211, 229-238.
- BARDAT J., BIRET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.C., ROYER J.M., ROUX G., TOUFFET J. (2004) : *Prodrome des végétations de France*, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 61, 171 p.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932) : *Plant sociology*, McGraw-Hill Book Company, New York and London.
- CARRÈRE P., SEYTRÉ L., PIQUET M., LANDRIEAUX J., RIVIÈRE J., CHABALIER C., ORTH D. (2012) : «Une typologie multifonctionnelle des prairies des systèmes laitiers AOP du Massif central combinant des approches agronomiques et écologiques», *Fourrages*, 209, 9-21.
- CARRÈRE P., FUMANAL B., HERBETTE S., ANTONETTI P., LATHUILLÈRE L., CORDONNIER S., LE CORGUILLE L., PRADINAS R., GIRONDE M. (2015) : «C3-b : Les grands types de milieux en Auvergne», *La biodiversité en Auvergne - état de conservation des espèces*, *Revue d'Auvergne*, 615-616, 81-109.
- CARRÈRE P., LE HENAFF P.M., VÉNY N. (2019) : «La diversité des prairies d'Auvergne résulte d'une histoire», *Revue d'Auvergne* (à paraître).
- COPPA M., MARTIN B., PRADEL P., LEOTTA B., PRIOLO A., VASTA V. (2011) : «Effect of a hay-based diet or different upland grazing systems on milk volatile compounds», *J. Agric. Food Chem.*, 59, 4947-4954.
- CRUZ P., THEAU J.P., LECLoux E., JOUANY C., DURU M. (2010) : «Functional typology of perennial forage grasses: a classification based on several characteristics», *Fourrages*, 201, 11-17.
- DERRIEN D., DIGNAC M.F., BASILE DOELSCH I., BAROT S., CÉCILLON L., CHENU C., CHEVALLIER T., FRESCHET G.T., GARNIER P., GUENET B., HEDDE M., KLUMPP K., LASHERMES G., MARON P.A., NUNAN N., ROUMET C., BARRÉ P. (2016) : «Stocker du C dans les sols: Quels mécanismes, quelles pratiques agricoles, quels indicateurs ?», *Etude et Gestion des Sols*, 23, 193-223.
- GRAULET B., PIQUET M., DURIOT B., PRADEL P., HULIN S., CORNU A., PORTELLI J., MARTIN B., FARRUGGIA A. (2012) : «Variations des teneurs en micronutriments de l'herbe des prairies de moyenne montagne et transfert au lait», *Fourrages*, 209, 59-68.
- HERBEN T., HUBER-SANNWALD E. (2002) : «Effect of management on species richness of grasslands : sward-scale processes lead to large-scale patterns. Multi-function grasslands», J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe et G. Lemaire (éds.), *Grassland Science in Europe*, 7, 635-643.
- HULIN S., CARRÈRE P., CHABALIER C., FARRUGGIA A., LANDRIEAUX J., ORTH D., PIQUET M., RIVIÈRE J., SEYTRÉ L. (2011) : *Typologie multifonctionnelle des prairies. Diagnostic prairial en zones fromagères AOP du Massif central*, éd. Pôle fromager AOP Massif central, 148 p.
- INRA (2018) : *Alimentation des ruminants*, Editions Quae, Versailles, 728 p.
- JACQUEMYN H., BRYNS R., HERMY M. (2003) : «Short-term effects of different management regimes on the response of calcareous grassland vegetation to increased nitrogen», *Biological Conservation*, 111, 137-147.
- KLUMPP K., TALLEC T., GUIX N., SOUSSANA J.F. (2011) : «Long-term impacts of agricultural practices and climatic variability on carbon storage in a permanent pasture», *Global Change Biology*, 17, 3534-3545.
- LE HÉNAFF P.M. (coord.) (2017) : *Les prairies du Mézenc - Guide de reconnaissance des prairies de l'AOP Fin Gras du Mézenc*, guide technique, Conservatoire botanique national du Massif central, Chavanac-Lafayette, 67 p.
- LEIBER F., KREUZER M., NIGG D., WETTSTEIN H.R., LEO SCHEEDER M.R. (2005) : «A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows' milk of alpine origin», *Lipids*, 40, 191-202.
- LORTIE C.J., BROOKER R.W., CHOLER P., KIKVIDZE Z., MICHALET R., PUGNAIRE F.I., CALLAWAY R.M. (2004) : «Rethinking plant community theory», *Oikos*, 107 (2), 433-438.
- MARTIN B., HURTAUD C., GRAULET B., FERLAY A., CHILLIARD Y., COULON J.B. (2009) : «Herbe et qualités nutritionnelles et organoleptiques des produits laitiers», *Fourrages*, 291-310.
- MAUCHAMP L., MOULY A., BADOT P.-M., GILLET F. (2014) : «Impact of management type and intensity on multiple facets of grassland biodiversity in the french jura mountains», *Applied vegetation science*, 17, 645-657.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005) : *Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the condition and trends working group*, Island Press.
- NOZIÈRE P., GRAULET B., LUCAS A., MARTIN B., GROLIER P., DOREAU M. (2006) : «Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products», *Anim. Feed Sci. Technol., Special Issue: Modifying Milk Composition*, 131, 418-450. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.06.018>
- ORTH D., BALAY C., BONAFOS A., DELEGLISE C., LOISEAU P. (2008) : «Proposition d'une démarche simple pour évaluer la diversité floristique d'une prairie permanente», *Fourrages*, 194, 233-252.
- PARK Y.W., ANDERSON M.J., WALTERS J.L., MAHONEY A.W. (1983) : «Effects of processing methods and agronomic variables on carotene contents in forages and predicting carotene in alfalfa hay with near-infrared-reflectance spectroscopy», *J. Dairy Sci.*, 66, 235-245.
- SEYTRÉ L., D. ORTH, J. LANDRIEAUX, M. PIQUET, S. HULIN, A. FARRUGGIA, C. CHABALIER, P. CARRÈRE (2011) : «Apport de la phytosociologie à la typologie multifonctionnelle des prairies dans les systèmes laitiers des AOP fromagères du Massif central», *Actes des Rencontres végétales du Massif central*, 28-30 avril 2010, 39-46.
- SIDAM et DRAAF (2016) : *Atlas cartographique du Massif central*, en ligne : <http://www.sidam-massifcentral.fr/massif-central/atlas-cartographique> ; coll. Draaf Auvergne Rhone Alpes.
- THEAU J.P., CRUZ P., FALLOUR D., JOUANY C., LECLoux E., DURU M. (2010) : «Une méthode simplifiée de relevé botanique pour une caractérisation agronomique des prairies permanentes», *Fourrages*, 201, 19-25.