



HAL
open science

Une typologie multifonctionnelle des prairies des systèmes laitiers AOP du Massif central combinant des approches agronomiques et écologiques.

Pascal P. Carrère, Laurent Seytre, Mathilde Piquet, J Landriaux, Jeremy Riviere, C Chabalier, Dominique Orth

► To cite this version:

Pascal P. Carrère, Laurent Seytre, Mathilde Piquet, J Landriaux, Jeremy Riviere, et al.. Une typologie multifonctionnelle des prairies des systèmes laitiers AOP du Massif central combinant des approches agronomiques et écologiques.. Fourrages, 2012, 209, pp.9-21. <hal-02649218>

HAL Id: hal-02649218

<https://hal.inrae.fr/hal-02649218v1>

Submitted on 29 May 2020

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

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



Copyright - All rights reserved

Une typologie multifonctionnelle des prairies des systèmes laitiers AOP du Massif central combinant des approches agronomiques et écologiques

P. Carrère¹, L. Seytre², M. Piquet³, J. Landrieaux⁴, J. Rivière³, C. Chabalier⁴, D. Orth⁵

Une bonne connaissance des potentiels agronomiques et écologiques des prairies est un atout pour relever les défis qui se posent aux filières. La typologie multifonctionnelle présentée donne une vision des aptitudes à rendre des services de ces surfaces, fournissant une base de discussion avec les éleveurs pour envisager des adaptations de leurs pratiques.

RÉSUMÉ

La typologie multifonctionnelle recense 60 types de prairies organisés dans une clé générale (www.prairies-aop.net) et décrits à partir de relevés botaniques et de la bibliographie. Suite au programme PRAIRIES AOP, une version simplifiée à la demande des acteurs décrit les 23 types les plus couramment rencontrés dans les exploitations laitières des zones AOP du Massif central : potentiels agroécologiques, services rendus (agronomiques, écologiques et pour la qualité des fromages), dynamique de végétation, atouts et risques.... Cet article précise le contexte du développement d'un tel outil en lien avec les enjeux de la filière fromage AOP Massif central, décrit la démarche mise en œuvre et les choix méthodologiques effectués.

SUMMARY

A multifunctional typology of grassland in AOP-certified dairy systems in the Massif Central combining an agronomic and ecological approach

Acquiring in-depth knowledge of the agronomic and ecological potential of grassland is a valuable prerequisite for meeting the challenges dairy systems are faced with. The multifunctional typology presented in this article offers an overview of the aptitudes of grassland to render services and provides sound arguments for discussion with livestock farmers when it comes to the question of adapting their practices. This multifunctional typology lists and describes 60 types of grassland ranked as levels on the basis of a general identification key. In the wake of the PRAIRIES AOP Scheme, a simplified version has been issued, including an in-depth description of the 23 main types of grassland observed in dairy systems in the AOP-certified geographical areas of the Massif Central: agro-ecological potential, rendered service (agronomic, ecological and quality of dairy products), vegetation dynamics, advantages and risks. The strategy which was implemented, the selected methodologies and the benefits of such a tool in connection with the challenges faced by the AOP-certified dairy systems in the Massif Central are described.

Les prairies permanentes sont des écosystèmes gérés dont l'état et les services rendus dépendent de l'interaction entre le milieu (pédoclimat) et les pratiques de gestion. En ce sens, elles sont l'expression d'une histoire et d'un territoire. Il en découle que la fonction que l'on attend de cette prairie dans le système

fourrager ou les services qu'elle sera en mesure de rendre dépendent très largement de ce que l'on en a fait et de ce que l'on en fait. Cette analyse positionne donc d'emblée l'éleveur et, à ses côtés, le technicien conseiller comme des acteurs essentiels, gestionnaires des potentiels de ces surfaces et pilotes de la dynamique prairiale.

AUTEURS

1 : INRA, UR874 Ecosystème Prairial, 234, av. du Brezet, F-63100 Clermont-Ferrand ; pascal.carrere@clermont.inra.fr

2 : CBNMC, F-43230 Chavaniac-Lafayette

3 : Pôle Fromager AOP du Massif central, F-15000 Aurillac

4 : Chambre d'Agriculture du Cantal, F-15000 Aurillac

5 : VetAgro Sup, Campus agronomique de Clermont, F-63370 Lempdes

MOTS CLÉS : Appellation d'origine, Développement agricole, diagnostic, écologie, gestion des prairies, Massif central, méthode, multifonctionnalité, phytosociologie, prairie permanente, production fromagère, Recherche scientifique, typologie des prairies, végétation.

KEY-WORDS : Agricultural development, cheese production, designation of origin, diagnosis, ecology, grassland typology, Massif central, method, multi-functionality, pasture management, permanent pasture, plant sociology, scientific research, vegetation.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Carrère P., Seytre 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.

Dans un contexte changeant et contraint, la capacité de valoriser les potentiels est un facteur déterminant de succès et un gage de pérennité. La réflexion conduite en agroécologie depuis quelques années (FARRUGGIA *et al.*, 2008) fait l'hypothèse que **la diversité des prairies**, tant du point de vue écologique que de leurs fonctions dans le système fourrager (DURU *et al.*, 2010b) ou des services multiples qu'elles rendent (LEROUX *et al.*, 2008), **est un levier de l'adaptation des systèmes d'élevage aux enjeux actuels**.

Promouvoir l'utilisation de ces surfaces et redonner aux prairies permanentes toute leur place dans le paysage agricole passe par la capacité, de la Recherche et du Développement, en co-construction avec les éleveurs et les professionnels des filières aval, de fournir i) des références techniques adaptées aux nouveaux enjeux et ii) des outils de gestion qui répondent aux attentes du monde agricole (HULIN *et al.*, 2008).

Compte tenu des attentes et des enjeux, ces références ne peuvent se construire sur une simple démarche descriptive, mais doivent combiner des démarches pluridisciplinaires, associant agronomie et fonctionnement écologique de ces écosystèmes, permettant de faire le lien entre le fonctionnement de la prairie et les réponses de la végétation aux milieux et aux pratiques. Ainsi, en s'appuyant sur une référence explicite aux pratiques des éleveurs, la démarche développée ici contribue à la diffusion des connaissances en écologie végétale en les mobilisant au service des attentes des éleveurs (MEYNARD, 2008 ; DURU *et al.*, 2011). Cela renforce le lien entre Recherche et Développement, et justifie le développement d'outils et l'acquisition de références pour mieux évaluer le potentiel des prairies permanentes, mieux les gérer (durabilité de la ressource) et mieux valoriser leurs atouts.

L'enjeu était de **caractériser les potentiels de la ressource herbagère disponible sur un territoire donné et pour une production spécifique** : zones AOP fromagères du Massif central en bovins laitiers. Ceci afin, d'une part, de mieux utiliser ce potentiel (*i.e.* par une adaptation des pratiques) et, d'autre part, de mieux le valoriser (*i.e.* en recherchant des complémentarités de service entre parcelles). Les potentiels que l'on cherche à caractériser se rapportent à des **fonctions des prairies dans leur dimension agricole, environnementale et socio-économique**. Pour cela, il s'agit donc d'acquérir une connaissance structurée des prairies des exploitations laitières des territoires AOP concernés. L'outil choisi pour cela a été **une typologie multifonctionnelle des prairies (TMP_{AOP})** qui organise la diversité des potentiels des prairies en des types de végétation représentatifs suivant des critères de valeur d'usage, de valeur agricole, de diversité floristique et des liens avec la qualité des fromages. La TMP_{AOP} permet une meilleure valorisation de l'herbe car, en plus de la caractérisation du potentiel, elle fait ressortir les points faibles et les points forts de la prairie en la repositionnant par rapport à un panel de référence. Ainsi, en connaissant les propriétés de sa prairie, il est envisageable de procéder à des adaptations de son mode d'exploitation pour mettre en valeur un aspect spécifique

(recherche de qualité fourragère, recherche de rendement, accroissement du potentiel d'accueil de la faune, stockage de carbone, etc.), en prenant toutefois la précaution que cette modification n'engendre pas de modifications substantielles des potentiels de la prairie. **En intégrant une dimension fonctionnelle dans la description des types, il est possible de raisonner la dynamique de la végétation** (par ex. modification de la composition botanique) **et de proposer des trajectoires d'évolution des prairies sous l'influence des pratiques de gestion**. Cet aspect nous semble un élément indispensable pour faire de la TMP_{AOP} un outil de référence du conseil agricole. La typologie produite répond à un cahier des charges élaboré par les partenaires du programme (HULIN *et al.*, 2012a, dans ce numéro), qui précise que i) l'outil doit être valide dans les zones AOP du Massif central, ii) qu'il doit permettre d'aborder la multifonctionnalité des prairies, enfin iii) qu'il doit alimenter la réflexion des utilisateurs et faciliter le conseil grâce à la complémentarité avec les 2 autres outils développés dans le programme (THEAU *et al.*, 2012, ce numéro ; HULIN *et al.*, 2012a, ce numéro) et enfin iii) qu'il doit être accessible, opérationnel et privilégier une entrée milieu x pratiques.

1. Une volonté de valoriser la diversité des potentialités des prairies d'un territoire, grâce à une typologie

Avoir une bonne valorisation de la diversité permise sur un territoire impose d'avoir des références fiables et synthétiques pour caractériser et structurer cette diversité. En ce sens, les typologies sont des modèles qui permettent d'organiser ces connaissances (JEANNIN *et al.*, 1991) en les répartissant selon des thèmes d'intérêt pour les utilisateurs, et contribuent en outre à l'apprentissage collectif (PETIT *et al.*, 2004). Les typologies sont également des outils de gestion pour le Développement car elles permettent de se saisir de la diversité existante à l'échelle du territoire étudié. Elles constituent également un cadre de référence pour raisonner la gamme des valeurs d'usage agricole possibles et en tirer des éléments de recommandation d'utilisation pour l'entretien, l'amélioration ou la plus forte valorisation des prairies. La mise en relation des pratiques et des conditions de milieux avec la caractérisation des végétations, dans une large gamme de situations (avec une approche diachronique ou synchronique), permet en outre de proposer des trajectoires d'évolution de la végétation sous l'effet des facteurs de gestion (BORNARD et DUBOST, 1992). Ce dernier point constitue un moyen de dialogue entre Recherche, Développement et éleveurs, nécessaire pour faire évoluer les comportements et les rendre à même de répondre aux enjeux nouveaux. Ainsi, **l'outil de typologie, en organisant la compréhension que l'on a des prairies, apporte des « briques » pour la construction de systèmes de production durables** (MEYNARD, 2008).

Depuis plusieurs années, des typologies régionales ont été développées : prairies du Nord-Ouest (HUBERT et

PIERRE, 2003), du Massif vosgien (Parc naturel régional des Ballons des Vosges, 2006), du Jura (PETIT *et al.*, 2005), des Alpes du Nord humides (JEANNIN *et al.*, 1991) et plus récemment une typologie vient d'être proposée à l'échelle nationale (LAUNAY *et al.*, 2011).

Le principe de construction retenu pour ces typologies régionales est d'identifier des unités typologiques (types de prairies) dont le périmètre repose sur un compromis entre l'exhaustivité de la description (précision) et la synthèse (généricité). En effet, les types décrits doivent être suffisamment nombreux pour couvrir la diversité des prairies rencontrées dans la zone de référence mais pas trop nombreux pour que la typologie reste simple et utilisable. Généralement entre 10 (Vosges, Nord ouest) et 30 types (Alpes du Nord) sont considérés. Dans le cas de la TMP_{AOP} du Massif central, nous avons choisi de dissocier ces deux contraintes. Ainsi, **dans une version complète, l'exhaustivité a été recherchée**, en caractérisant d'un point de vue écologique les associations végétales (par ex. liste des espèces végétales et de leur abondance relative) typiques d'un couple « milieu x pratique », donnant ainsi un aperçu de la gamme des réalisations « possibles ». **La simplicité d'utilisation a été satisfaite en construisant une version « simplifiée » à partir des couples « milieu x pratique » les plus représentatifs de la zone** (mobilisation de l'expertise du Développement), chaque type bénéficiant d'une description complète en termes de potentiel agroécologique. Cette double approche a permis de poser un cadre général (diversité possible) qui pourra être complété au cours du temps par le renseignement des types non pris en compte dans la version simplifiée actuelle de la TMP_{AOP}.

L'organisation des unités typologiques identifiées se fait en construisant une clef d'entrée qui considère classiquement les milieux et les pratiques. Quelques typologies mobilisent également des connaissances plus ou moins importantes en botanique (Nord-Ouest) ou la prise en compte de la physionomie des couverts végétaux (Jura). Dans le cas de la TMP_{AOP} nous avons repris cette approche classique, à la demande des agents de Développement qui ont souhaité **une entrée par les pratiques**, plus signifiante au regard de leurs attentes. Les **espèces caractéristiques et indicatrices** ont également été introduites dans la description des types **à titre de validation** du résultat de la clef d'entrée (vérification que les espèces vues sur le terrain sont bien celles décrites comme caractéristiques du type). La précision discriminante autorisée par la botanique est ainsi conservée sans mobiliser des « pré-requis » importants pour les utilisateurs.

Dans la plupart des typologies disponibles, les propriétés des types regroupent des données descriptives (données qualitatives ou quantitatives sur le rendement, la richesse floristique, etc.) mais plus rarement des données en lien avec les pratiques agricoles associées au type, voire les dynamiques de végétation possibles ou même le statut d'intérêt des communautés. Les propriétés des types rendent relativement bien compte des valeurs d'usage agricole ; en revanche, les sorties environnementales ainsi que les facteurs d'évolution sont

souvent moins bien pris en compte. En outre, à l'exception de la typologie fonctionnelle des graminées prairiales proposée par CRUZ *et al.* (2010), l'aspect fonctionnel de ces communautés végétales n'est que peu considéré. Pour pallier ce manque, LECONTE *et al.* (2004, 2008) ont proposé pour les prairies bas-normandes de considérer les groupes écologiques et la présence d'espèces indicatrices, ce qui tend à se rapprocher de l'approche phytosociologique. Cela leur a permis de mettre en avant la diversité floristique, élément important pour les liens aux produits, notamment les fromages. Cependant, les quelques espèces indicatrices ou caractéristiques sur lesquelles se construisent les associations phytosociologiques ne constituent pas la plus grande part du bol alimentaire des ruminants qui valorisent ces prairies. De fait, l'appui seul sur la phytosociologie ne permettait pas de caractériser l'ensemble des potentiels et services.

En nous basant sur l'analyse des typologies précédemment développées, la démarche mobilisée pour construire **la TMP_{AOP} a combiné des approches phytosociologiques et agroécologiques**. La phytosociologie nous a apporté les bases scientifiques et méthodologiques pour discriminer finement les associations végétales, sur la base de déterminants abiotiques (milieu, pratique) et biotiques (interaction entre espèces notamment). Les approches agronomique et écologique ont permis de décrire les variables de la valeur d'usage agronomique, écologique et environnementale de ces associations. Les classes fonctionnelles de graminées (CRUZ *et al.*, 2010) ont été mobilisées pour analyser les aptitudes de ces associations à capter les ressources du milieu (*i.e.* vitesse de croissance) ou pour évaluer la saisonnalité de la production. La prise en compte de ces différentes approches nous a permis de proposer des trajectoires d'évolution sous l'impact d'une modification de l'environnement (milieu et/ou gestion). Enfin, une des originalités de la TMP_{AOP} est de **proposer pour la première fois un lien à la qualité des fromages**.

2. Une démarche pluridisciplinaire combinant agronomie et écologie

La démarche retenue (figure 1) combine une double approche : botanique et agronomique (PIQUET *et al.*, 2011). Les méthodes de la phytosociologie ont permis d'identifier les communautés végétales rencontrées et de les replacer dans un contexte régional. La caractérisation des propriétés et services associés à chacune des unités typologiques a été réalisée en mobilisant des méthodes agronomiques (mesures sur le terrain), de l'expertise et la bibliographie. Cette démarche pluridisciplinaire a permis de construire des types de prairies intégrant la dimension multifonctionnelle souhaitée. Ainsi, cette typologie permet de raisonner l'action sur les liens entre élevage, produit et territoire.

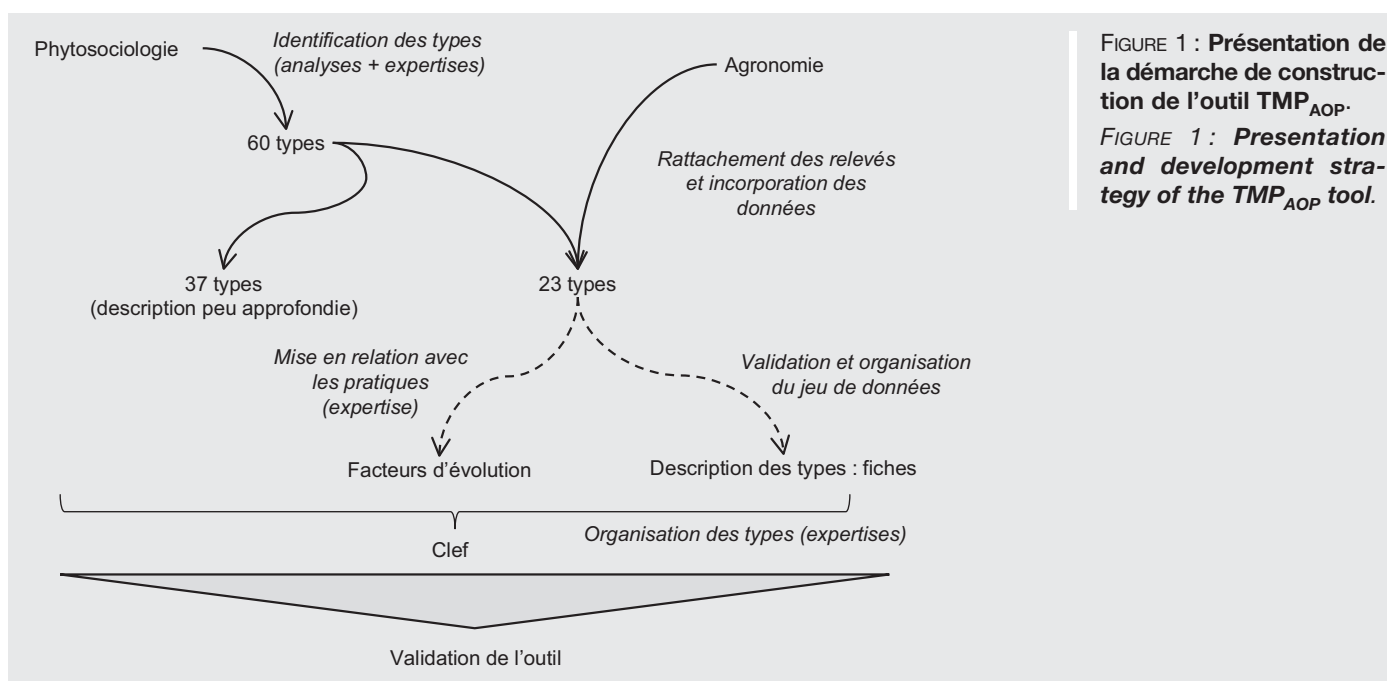


FIGURE 1 : Présentation de la démarche de construction de l'outil TMP_{AOP}.
 FIGURE 1 : Presentation and development strategy of the TMP_{AOP} tool.

■ Identifier le niveau d'organisation pertinent

La communauté végétale présente sur une station écologique à un instant donné peut être décrite par la liste des espèces rencontrées. Ce cortège floristique est le résultat de processus d'interactions abiotiques ou biotiques, hiérarchisés, qui « filtrent » les espèces (LORTIE *et al.*, 2004) à partir d'un pool d'espèces possibles à l'échelle régionale (grande zone géographique). Du point de vue écologique, les espèces capables d'atteindre un environnement donné (pool régional) sont considérées comme le cortège floristique propre de cette région. Cette flore est ensuite sélectionnée par un second « filtre » environnemental plus local, qui intègre les conditions liées à l'activité anthropique et qui se base sur les tolérances biologiques des espèces dans ce contexte particulier. Le **faciès de végétation** est une déclinaison de la communauté végétale qui se caractérise à la fois par la liste des espèces mais également par leur proportion relative au sein de cette communauté. Ainsi, le faciès peut être considéré comme une unité élémentaire, homogène au plan agronomique et du fonctionnement écologique. Par ailleurs, la modification de composition floristique est à ce niveau d'organisation assez rapide, car liée à une modification d'abondance relative entre espèces et non à un remplacement d'espèces. Cela rend ce niveau d'approche pertinent pour traiter de la sensibilité des communautés végétales à une variation des pratiques ou des conditions du milieu. C'est ce niveau d'organisation élémentaire qui a été sélectionné dans le projet, car approprié pour raisonner l'interface entre l'écologie et l'agronomie.

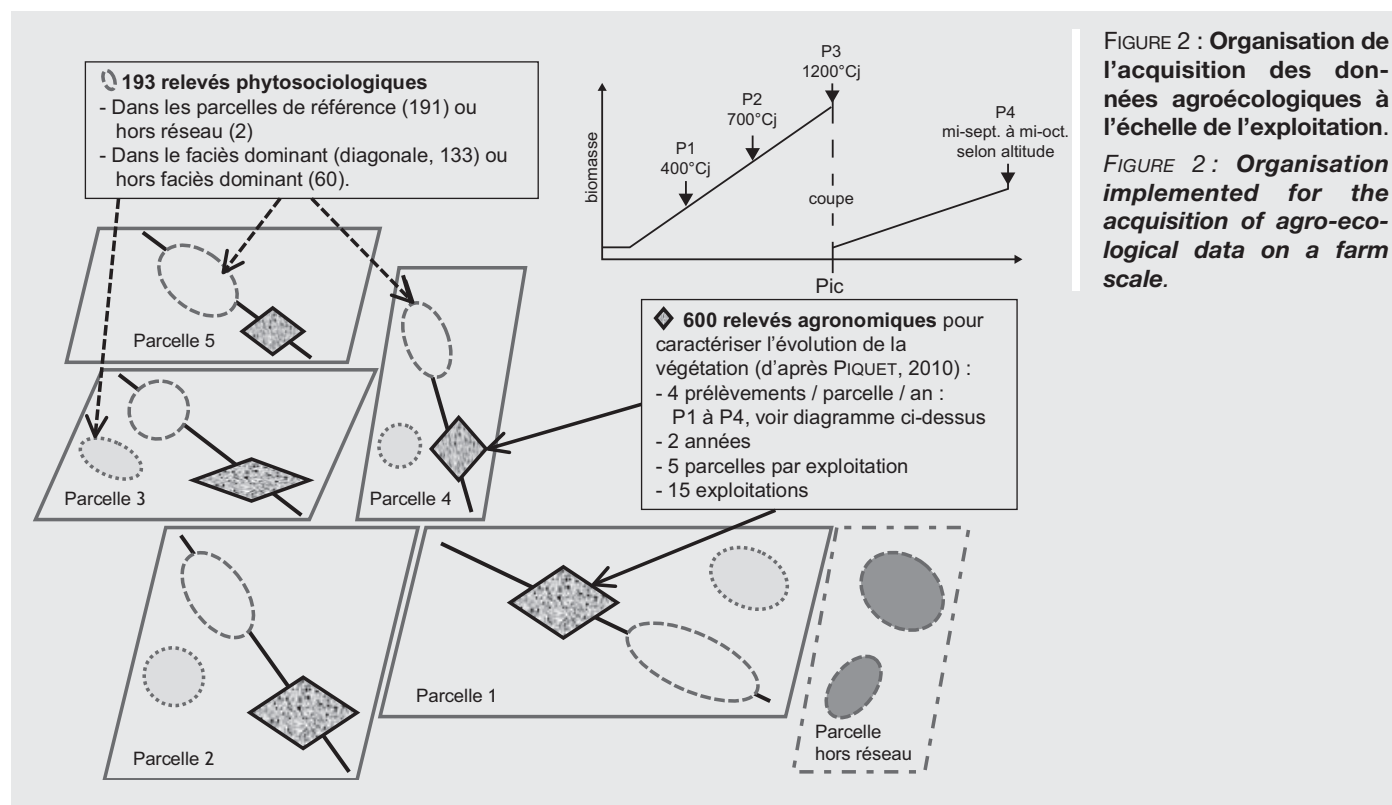
La typologie a comme ambition de permettre un conseil agricole raisonné à l'échelle parcellaire. En première approche, il pourra être fait l'hypothèse que la parcelle est assimilable dans son fonctionnement au

faciès occupant la plus grande surface (faciès dominant). Une analyse plus fine reste possible pour les parcelles très hétérogènes (pente, profondeur de sol, niveau de portance, histoire culturale, etc.), en pondérant les valeurs données pour chaque type par la surface occupée par chacun d'eux dans la parcelle.

À l'échelle du système d'exploitation, l'agencement des parcelles dans le système fourrager, complété par leur utilisation par le troupeau, sera le plus pertinent pour diagnostiquer la cohérence des moyens de production mobilisés pour atteindre les objectifs et raisonner l'autonomie voire la durabilité de l'exploitation (voir article de HULIN, 2012b, ce numéro, pour ce niveau d'organisation).

■ Acquisition des données

La zone d'étude correspond aux zones de 6 AOP fromagères en bovin lait du Massif central (voir HULIN *et al.*, 2012a, ce numéro spécial) soit un territoire de 44 150 km² couvrant un gradient de 300 à 1 400 m d'altitude et de 600 à 2 400 mm de précipitations cumulées par an. **Quinze exploitations laitières ou mixtes, représentatives de la diversité des systèmes** présents sur les différents territoires AOP et couvrant la diversité des zones pédoclimatiques et la gamme de densité laitière, ont été sélectionnées (THEAU *et al.*, 2009). De plus, elles présentent une forte diversité de prairies (ce qui peut inclure des prairies temporaires) et remplissent les conditions des nouveaux cahiers des charges des AOP concernées. Un critère déterminant a également été la motivation des éleveurs à s'impliquer dans le programme. Dans chaque exploitation, **5 parcelles** ont été choisies pour couvrir la variabilité des pratiques au sein de l'exploitation. Ces parcelles devaient également avoir des pratiques stables depuis plusieurs années (*i.e.* périodes de fauche identiques et répétées chaque année, exploitation exclusive en pâturage ou exploitation mixte combinant un pâturage en début de printemps puis une fauche d'été, etc.). Une



« diagonale » a été repérée dans le faciès de végétation dominant de la parcelle, définissant la zone de référence d'acquisition des données pour les deux campagnes conduites en 2008 et 2009. Les informations récoltées dans ce réseau sont de trois ordres : (i) les métadonnées sur les parcelles, (ii) les données phytosociologiques et (iii) les données agronomiques (figure 2).

En combinant enquêtes auprès des éleveurs, mesures de terrain (sol, météo) et analyse documentaire (cartes IGN, pédologie), nous avons constitué **une base recensant les métadonnées** nécessaires à la caractérisation des situations décrites. Nous disposons ainsi d'informations permettant de caractériser la parcelle (altitude, orientation, portance), la nature du sol et ses propriétés (texture, composition, fraction organique), dates et modes d'exploitation (dates de fauche, calendrier de pâturage), les pratiques de fertilisation (nature et quantité des apports).

Les **données phytosociologiques** ont été acquises 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 sont identifiées de façon exhaustive et l'espace occupé par chacune d'elle (recouvrement) est traduit par le coefficient d'abondance dominance (BRAUN-BLANQUET, 1932) allant de 1 (espèce abondante mais recouvrant moins de 5 % de la surface) à 5 (espèce recouvrant plus de 75 % de la surface). Certains relevés ont été effectués hors des parcelles du réseau pour capter des groupements de végétaux intéressants pour la caractérisation de la diversité des types. Sur deux campagnes de mesures, 193 relevés phytosociologiques ont été effectués, dont 83

hors faciès dominant et 2 hors parcelles du réseau. L'analyse de chaque relevé a permis de les rattacher à la nomenclature phytosociologique de référence proposée par BARDAT *et al.*, 2004.

Les **données agronomiques** ont été acquises sur 3 zones disposées le long des diagonales de référence. Dans les parcelles pâturées dans l'année, une zone de mise en défens a été mise en place afin de mesurer l'accumulation de biomasse au printemps. Les prélèvements ont été réalisés à quatre périodes de l'année : à 400, 700 et 1 200 degrés-jours pour les 3 premières périodes et de la mi-septembre à la mi-octobre pour la repousse, permettant d'évaluer le potentiel de production de la prairie en quantité et qualité et d'appréhender une dynamique saisonnière de ce potentiel. Les stades de développement des graminées dominantes (MOORE *et al.*, 1991) et la composition botanique simplifiée (THEAU *et al.*, 2010) ont également été mesurés. La biomasse récoltée à chaque prélèvement est séchée à l'étuve (48 h à 60°C) et exprimée en tonne de matière sèche par hectare. Les prélèvements réalisés sur l'herbe offerte et les mises en défens ou zones non fauchées ont été dosés et analysés par spectrométrie dans le proche infrarouge pour déterminer leurs valeurs alimentaires (matière azotée totale, parois totales, parois ligno-cellulosiques et digestibilité pepsine-cellulase). A partir de ces données, la digestibilité de la matière organique, les unités fourragères, les protéines digestibles dans l'intestin et les unités d'encombrement ont été calculées d'après les équations fournies dans les tables INRA (2007). Ces valeurs ont été calculées pour un fourrage vert, pour un foin séché au sol par beau temps et pour de l'ensilage pré-fané et mi-fané.

3. Identifier les types de prairies et les organiser

■ Discriminer les types

L'identification des types élémentaires de végétation s'est appuyée sur une analyse factorielle discriminante (AFD, BENZECRI, 1977). Cette méthode d'analyse descriptive et explicative a été appliquée aux relevés de végétation pré-répartis en types phytosociologiques (SEYTRE *et al.*, 2011) dont on a étudié la pertinence vis-à-vis de descripteurs agronomiques et écologiques mesurés sur le réseau de parcelles ou déduits des inventaires floristiques (tableau 1). Trois niveaux d'organisation ont été testés : association, sous-alliance et alliance. Les **associations végétales** forment l'unité de base du système de classification de la phytosociologie (syntaxinomie) et sont regroupées par similarité dans des alliances. Nous avons ainsi pu identifier des « types de végétation » qui se séparent significativement les uns des autres pour certains des **critères agronomiques et écologiques retenus** : la valeur pastorale du relevé, la proportion de graminées, la digestibilité de la matière organique, pour les facteurs agronomiques, et les Indices d'ELLENBERG (température, humidité, richesse en nutriments), l'altitude, les indices de rareté et la richesse spécifique pour ce qui est des facteurs écologiques (voir tableau 1).

La stabilisation du « périmètre » de ces types, étape indispensable pour pouvoir passer aux phases suivantes (organisation des types (clef de détermination) et description des types de végétation), a nécessité une confrontation aux faciès réellement rencontrés dans le réseau. Elle s'est basée sur une validation qui a combiné des phases de terrain, confrontant expertise et observation par des non-spécialistes, et des analyses statistiques basées sur des écarts de variabilité afin de vérifier que la variabilité

intra-type est inférieure à la variabilité inter-type. La synthèse de cette étape a été réalisée au sein du groupe de pilotage de construction de l'outil (une quinzaine de personnes issues de la Recherche, de la formation et du Développement). Elle a permis d'évaluer pour chaque type la cohérence entre les relevés phytosociologiques ayant conduit à leur élaboration et les relevés agroécologiques effectués dans le faciès dominant du réseau de parcelles. Ce travail a permis de stabiliser de façon consensuelle **60 types de prairies** (disponibles en ligne <http://www.prairies-aop.net>) dont **23 types ont été couramment rencontrés** dans les exploitations agricoles laitières des zones AOP du Massif central. Ces 23 types décrits à la fois par des relevés phytosociologiques et des mesures agronomiques constituent la base de la TMP_{AOP} (HULIN *et al.*, 2011).

■ Organiser et structurer

• Les critères de construction de la clef

Le cahier des charges défini pour la typologie (cf. introduction) spécifiait l'élaboration d'un outil simple d'accès et organisé autour de critères pragmatiques. Trois critères relevant des conditions de milieu ou des pratiques ont été utilisés pour construire la clef de détermination des types. Pour chaque critère, nous avons construit une échelle discrète basée sur des classes de valeur (consulter www.prairies-aop.net pour plus de détail).

- Le **critère « altitude »** comporte 3 classes (entre 500 et 900 m, entre 900 et 1 300 m, > 1 300 m) définies par expertise et analyse non paramétrique de l'altitude des relevés.

- Le **critère « état hydrique »** de la prairie est caractérisé par la portance du sol qui est appréciée par enquête auprès de l'éleveur (et/ou observation *in situ*) et validé par

	Variables discriminantes ⁽¹⁾	Variables non discriminantes ⁽¹⁾
Alliance	Température*** ; dMO** ; VP*, %G*, %L*, Rareté*, MAT*	%D, Altitude, Lumière, Humidité, pH, Nutriment, Richesse spécifique, INN, Rdt
Sous-alliance	VP***, Rareté*** ; Température**, Humidité**, Richesse spécifique**, Altitude** ; %G*, Nutriment*, dMO*	%L, %D, Lumière, pH, MAT, INN, Rdt
Association	VP***, Température***, Rareté***, Altitude*** ; Humidité** ; %G*, Nutriment*, Richesse spécifique*	%L, %D, DMO, Lumière, pH, MAT, INN, Rdt

1 : *** : extrêmement discriminant, ** très discriminant, * discriminant
VP : valeur pastorale ; %G, %L, %D : pourcentage de graminées, de légumineuses, de diverses ; Rdt : rendement ;
INN : indice de nutrition azotée ; MAT : matière azotée totale ; DMO : Digestibilité de la matière organique

TABLEAU 1 : **Synthèse des résultats de l'analyse factorielle discriminante.** Les variables agroécologiques discriminantes significatives ayant contribué à l'identification des types sont spécifiées pour les 3 niveaux de pré-partition des relevés (alliance, sous-alliance, association) testés. Les variables Lumière, Température, Humidité, pH et Nutriment sont estimées à partir des valeurs d'indice écologique estimées par ELLENBERG *et al.* (1992).

TABLE 1 : **Synthesis of results of the discriminating factorial analysis.** Significant discriminating agro-ecological variables which contributed to identifying the different types are specified for the 3 levels for which samples were collected and tested (alliance, sub-alliance, association). The following variables: Light, Temperature, Humidity, pH and Nutrients were calculated based on ELLENBERG's *et al.* (1992) ecological indicator values.

expertise en fonction des végétations (biologie de l'espèce, espèces indicatrices de conditions sèches ou humides). Il comporte cinq modalités (sec, sain, frais, humide et très humide).

- Le **critère « fertilité de la prairie »** est composite et considère la **profondeur du sol** (faible, moyen, profond), estimée en fonction de la position topographique de la parcelle (pente, fond vallée), **et le niveau global des apports**. Dans ce dernier cas, sont évalués séparément le niveau de restitution animale, apprécié *via* le nombre de jour.UGB (Unité gros bétail) par hectare (0, 1-75, 76-150, > 150), et le niveau de fertilisation apportée. Pour ce dernier critère, nous considérons quatre modalités : aucun apport, un apport régulier de fumier seulement, un apport régulier à faible dose (< 60 kg N/ha/an) d'engrais minéraux ou de lisier à faible dose et un apport régulier à forte dose (> 60 kg N/ha/an) d'engrais minéraux ou de lisier à forte dose. Le croisement de la profondeur du sol avec le niveau global des apports a permis d'établir une matrice de fertilité de la prairie qui débouche sur cinq modalités de fertilité : maigre, peu fertile, moyennement fertile, fertile et très fertile.

• Principes d'utilisation des clefs

L'organisation des types repose sur l'hypothèse que la végétation prairiale est un intégrateur de l'histoire des pratiques culturales et des conditions du milieu. Si certains éléments peuvent être de nature très factuelle (altitude par ex.), d'autres, en particulier en ce qui concerne les pratiques de gestion, peuvent laisser place à une plus grande marge d'interprétation. C'est la raison pour laquelle une notice a été rédigée à l'intention des utilisateurs et positionnée dès le début de l'outil. Nous y conseillons de se renseigner sur l'historique des pratiques au cours des 5 dernières années. En effet, **nous considérons que la clef de détermination des types est valide pour des prairies dont les pratiques sont à peu près stabilisées** sur une telle période. De plus, nous préconisons une utilisation très mécanique de la clef jusqu'à l'identification d'un type (voire de plusieurs si les seuils des critères ne sont pas nets) puis, par la suite, de mobiliser l'expertise de l'utilisateur, voire de parcourir la prairie pour valider le type à retenir. La typologie proposée comporte cinq clefs ;

- **une clef** est proposée **pour les prairies semées** (couvert semé depuis moins de 10 ans, intégré dans des rotations de cultures) ;

- **une seconde** pour les **dégradations localisées** sur la prairie (sols nus, sols tassés, friches, surfertilisation, sous-exploitation entraînant le développement d'espèces hautes ou arbustives) ;

- **trois clefs** pour les **prairies permanentes** (couvert implanté depuis plus de 10 ans hors zones de dégradations), organisées en fonction des seuils altitudinaux (500 - 900 m, 900 - 1 300 m, > 1 300 m).

■ Des notices et documents annexes intégrés

La TMP_{AOP} comprend des guides d'utilisateurs et des notices techniques. Un premier guide (*Caractérisez la prairie pour utiliser les clefs de détermination*) a vocation à accompagner l'utilisateur au cours de la phase de détermination du type. Le deuxième guide, placé avant les fiches, explique comment lire les fiches et donne les éléments de référence nécessaires (méthodes, formules) pour comprendre les valeurs données dans les fiches (notice méthodologique). En fin de typologie, des documents annexes sont proposés : tableaux synthétiques des productions et valeurs alimentaires pour le fourrage vert ; schéma global de trajectoires de dynamiques entre types ; album photos et noms communs et scientifiques des espèces végétales ; abaque des sommes de température. Ce dernier document sert notamment à faire le lien entre la TMP_{AOP} et l'outil de diagnostic des pratiques fourragères (THEAU *et al.*, 2012, ce numéro).

4. Le contenu des fiches par type

L'objectif initial poursuivi dans la création de la TMP_{AOP} était de **permettre à des utilisateurs, avertis mais non spécialistes, d'identifier les potentiels des différents types de prairies et de les décliner en services**. Les fiches descriptives par type ont été construites avec ce souci. Elles sont complétées par des informations sur le milieu et les pratiques, ou sur la caractérisation de la végétation rencontrée. Elles intègrent également des informations mobilisant l'expertise des partenaires sur la dynamique prairiale ainsi que des conseils pour une valorisation de ces surfaces et les risques majeurs qu'elles encourent (voir tableau 2).

■ Informations générales et conditions agroécologiques du type

Chaque type a un nom qui est construit en prenant en compte les caractéristiques du milieu ou des pratiques structurantes et en identifiant une à deux espèces emblématiques du type. Sont également présentées les caractéristiques de milieu et de pratiques structurantes du type. Le **milieu caractéristique du type** est décrit en considérant la moyenne des altitudes des parcelles du réseau appartenant au type, le pH du sol, la classe d'humidité du milieu (sec, sain, frais, humide, très humide), une information sur la possibilité de mécanisation. Les **pratiques associées** au type considèrent le **mode d'exploitation dominant** enregistré pour ce type dans le réseau de parcelles, la fertilisation azotée moyenne annuelle en kg N/ha/an (part d'azote des engrais minéraux à laquelle s'ajoute la part d'azote des engrais de ferme minéralisée dans l'année), le type majoritaire d'apport de fertilisation (lisier, fumier et/ou engrais minéraux), estimé d'après les cahiers d'épandage des éleveurs du réseau.

Hiérarchie des informations			Sources
Thème principal	Second niveau	Troisième niveau	des données
Informations générales	Code, nom et photo Indice de confiance		
Conditions agroécologiques	Milieu		Données phytosociologiques et agronomiques
	Pratiques		Données agronomiques et enquêtes sur les pratiques
Composition de la végétation	Proportions de graminées, légumineuses et diverses	Dynamique temporelle	Données agronomiques
	Espèces dominantes	Types fonctionnels (CRUZ <i>et al.</i> , 2010) et leur dynamique	Données agronomiques
	Espèces caractéristiques	Espèces indicatrices des milieux et des pratiques	Données phytosociologiques
Potentiels agricole et environnemental	Quantité d'herbe produite	Quantité de la biomasse et son évolution au cours du printemps + Indicateur de la phénologie	Données agronomiques
	Qualité de l'herbe produite	Qualité de la biomasse et son évolution au cours du printemps	Données agronomiques, BAUMONT <i>et al.</i> (2009) et INRA (2007)
	Sol	Stock matière organique ; C/N	Données agronomiques
	Indicateurs de biodiversité	Richesse spécifique, rareté, habitats d'intérêt	Données phytosociologiques
Aptitude à rendre des services	Services agricoles	Valeur d'usage agricole (saisonnalité de la production, souplesse d'exploitation, repère qualitatif)	Données agronomiques et DURU <i>et al.</i> (2010b)
		Production laitière permise	Données agronomiques et INRA (2007)
	Services environnementaux	Stockage de carbone	Groupe d'experts
		Intérêt patrimonial	Natura 2000 et Corine Biotope
		Diversité des couleurs de fleur	Données phytosociologiques et ORTH <i>et al.</i> (2008)
Services pour la qualité des fromages	Capacité d'accueil des pollinisateurs et de la faune		
Dynamique de la végétation	Services pour la qualité des fromages	Composantes sensorielles	Groupe d'experts
		Composantes nutritionnelles	
Synthèse	Points principaux		Groupe d'experts

TABLEAU 2 : Présentation synthétique de l'organisation d'une fiche par type (adapté de PIQUET *et al.*, 2011).TABLE 2 : Synthetic layout of the specifications sheet drawn up for each type of grassland (after PIQUET *et al.*, 2011).

■ Composition de la végétation du type

Dans cet encadré sont décrits la végétation dominante et le cortège des espèces caractéristiques des conditions de milieu et de pratiques, selon l'approche phytosociologique. La liste des **espèces dominantes** recense les espèces les plus abondamment rencontrées en fréquence ou en recouvrement (supérieur à 5 % dans les relevés botaniques). Ces espèces sont classées par ordre alphabétique dans chacune des trois catégories botaniques retenues (graminées, légumineuses, diverses).

Les **espèces caractéristiques** des conditions de milieu ont une biologie intimement liée au milieu (climat, altitude, nature géologique du substrat, gradients hydrique et trophique, etc.). Elles sont spécifiques du groupement végétal et sont significatives pour confirmer le type. Les espèces caractéristiques des pratiques doivent leur présence à la gestion spécifique appliquée à la parcelle. Elles sont spécifiques du groupement végétal et sont significatives pour confirmer le type. Les espèces caractéristiques du milieu ou des pratiques et également dominantes dans la communauté végétale sont illustrées par des photos afin de faciliter l'identification. La présence de ces espèces caractéristiques et dominantes dans une prairie à typer constitue un élément de validation pour l'identification du type à partir de la clef.

L'une des grandes originalités de la clef est d'avoir intégré une dimension fonctionnelle pour caractériser les types de prairie. Afin de montrer que **la structure du couvert végétal évolue au cours de la saison de végétation**, nous avons considéré l'évolution des proportions en volume des graminées, des légumineuses et des espèces « diverses », pour trois périodes, exprimées en degrés-jours (°.j), au cours de la saison de végétation. Ces trois dates clefs correspondent respectivement au stade végétatif (350-550 °.j), au stade épiaison (700-900 °.j) et au stade floraison (1 100-1 300 °.j) pour des végétations précoces. Les sommes de température, depuis le 1^{er} février de l'année sur les températures bornées entre 0 et 18°C, ont été calculées à partir des données de la station météo la plus proche des parcelles. L'évolution printanière des proportions des **types fonctionnels de graminées** (CRUZ *et al.*, 2010) est présentée pour les trois périodes décrites précédemment, en tenant compte de l'avancement phénologique de la végétation et des pratiques réalisées sur la prairie. Il en est déduit des indices de productivité et de tardiveté du type de végétation au cours du printemps. Ces indices permettent de faire le lien avec l'outil de diagnostic des pratiques fourragères en rapport à la végétation (voir THEAU *et al.*, 2012, ce numéro).

■ Potentiels agricole et environnemental du type

Le **potentiel de production au printemps** (figure 3) présenté dans la TMP_{AOP} correspond à une régression sur les mesures de production dans les parcelles du réseau (zones de mise en défens, 2008 et 2009) pour le type considéré. Une information est apportée sur les phases de réalisation des stades phénologiques, information issue d'estimations basées sur la composition floristique moyenne du type.

Le **potentiel de qualité au printemps** est donné pour un fourrage vert, en considérant les régressions sur les mesures de teneur en matières azotées totales (MAT) et d'unités fourragères lait (UFL) réalisées dans les parcelles du réseau appartenant au type (BAUMONT *et al.*, 2009). Les valeurs en foin, ensilage pré-fané et mi-fané sont également fournies dans le document complet (tables de synthèse des valeurs alimentaires des types).

Pour les **valeurs agri-environnementales**, les informations issues des relevés sur les parcelles du réseau sont présentées sous forme d'une réglette sur laquelle on trouve la valeur moyenne et l'intervalle de confiance associé, ainsi que l'amplitude (mini-maxi) des valeurs retrouvées sur le réseau pour les parcelles appartenant à ce type. Cela concerne : le stock de matière organique

(t/ha) mesuré dans les 10 premiers centimètres de sol et calculé à partir de la teneur en matière organique de la terre fine (>2 mm) et de la densité apparente du sol ; le rapport C/N, rapport entre le carbone et l'azote organiques de la terre fine mesurés dans les 10 premiers centimètres, qui reflète le degré moyen de dégradation de la matière organique ; la biodiversité végétale, à travers la richesse spécifique, la rareté et les habitats d'intérêt. La richesse spécifique est caractérisée par le nombre moyen d'espèces recensées dans ce type de prairie. L'indice de rareté permet de déterminer si la prairie est constituée d'espèces plutôt communes ou plutôt rares pour un territoire donné. Il a été calculé pour chaque espèce d'une prairie de la zone d'étude grâce au maillage réalisé par l'Atlas de la flore d'Auvergne (nombre de mailles où l'espèce a été observée en Auvergne sur les 1 180 mailles de ce territoire) (ANTONNETI *et al.*, 2006). Ces deux indices ont été calculés à partir des relevés phytosociologiques. Pour les habitats, nous avons utilisé les typologies d'habitats qui font référence aux échelles nationale et européenne : Code CORINE biotopes, Code Natura 2000, Statut de l'habitat dans la directive « Habitats », Code et intitulé des Cahiers d'habitats agropastoraux (déclinaison française des habitats d'intérêt communautaire). Ces informations typologiques renseignent sur l'intérêt patrimonial du milieu dans le cadre d'une démarche de gestion conservatoire.

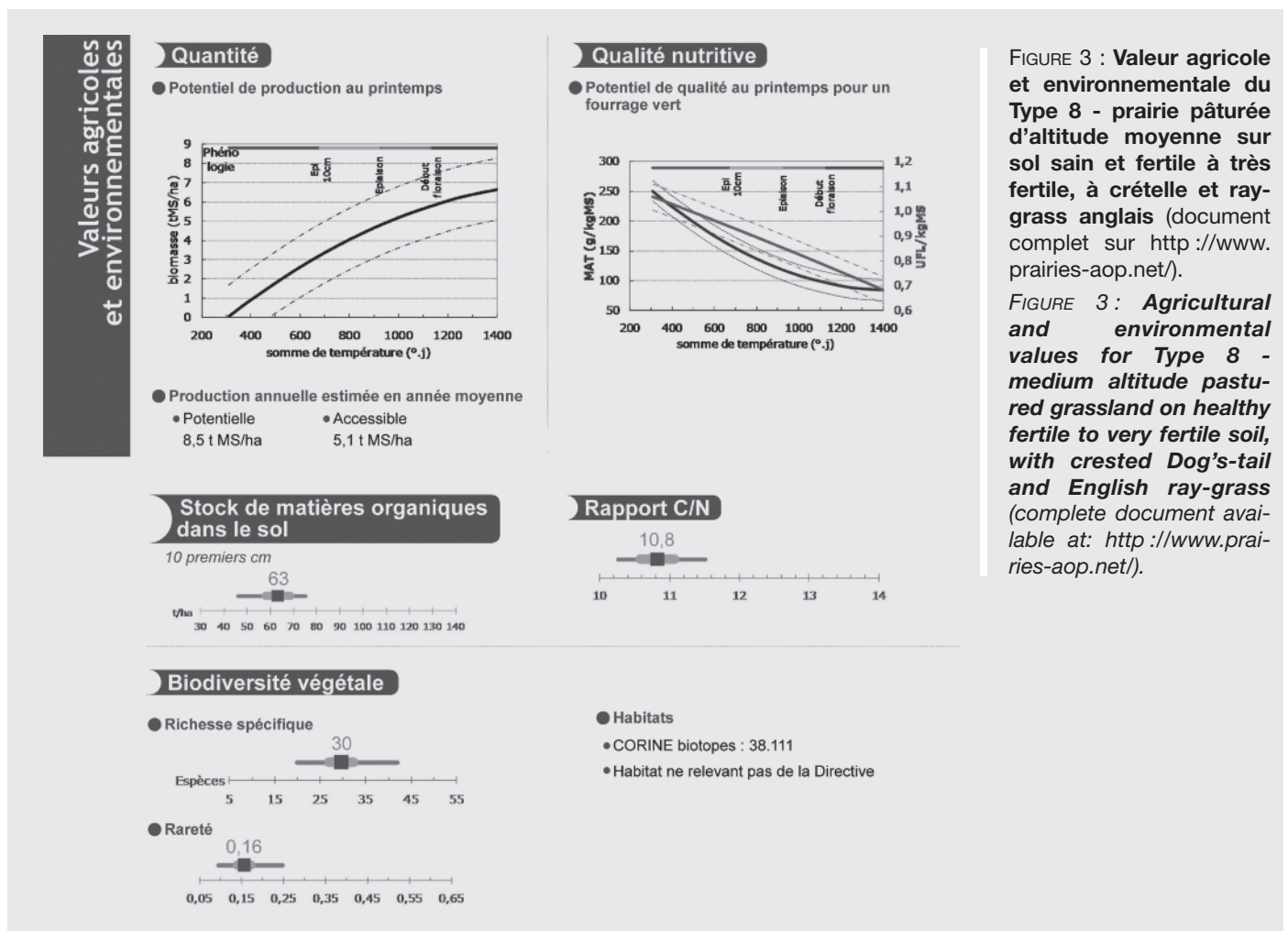


FIGURE 3 : Valeur agricole et environnementale du Type 8 - prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol sain et fertile à très fertile, à crénelle et ray-grass anglais (document complet sur <http://www.prairies-aop.net/>).

FIGURE 3 : *Agricultural and environmental values for Type 8 - medium altitude pastured grassland on healthy fertile to very fertile soil, with crested Dog's-tail and English ray-grass* (complete document available at: <http://www.prairies-aop.net/>).

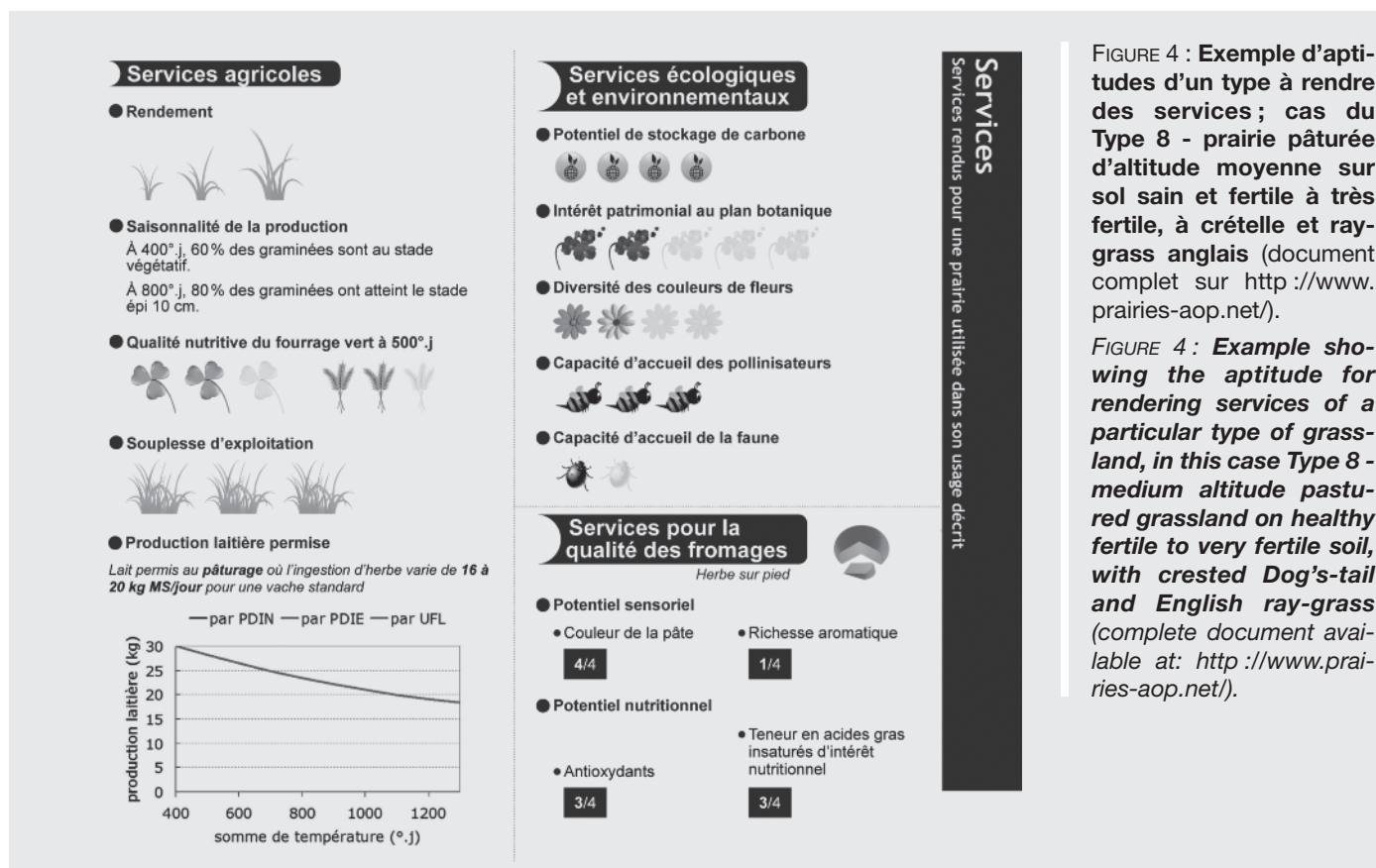


FIGURE 4 : Exemple d'aptitudes d'un type à rendre des services ; cas du Type 8 - prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol sain et fertile à très fertile, à crételle et ray-grass anglais (document complet sur <http://www.prairies-aop.net/>).

FIGURE 4 : *Example showing the aptitude for rendering services of a particular type of grassland, in this case Type 8 - medium altitude pastured grassland on healthy fertile to very fertile soil, with crested Dog's-tail and English ray-grass (complete document available at: <http://www.prairies-aop.net/>).*

■ Aptitude du type à rendre des services

Les services correspondent à une **estimation à dire d'experts** de ce que les prairies du type peuvent fournir face aux attentes agri-environnementales, sur des paramètres concernant la production fourragère, la qualité de l'environnement et la qualité des fromages. Ils s'appliquent pour une prairie utilisée dans l'usage décrit dans la partie conditions agroécologiques (figure 4).

Les **services agricoles** sont déclinés en 5 indicateurs : rendement, saisonnalité de la production, qualité nutritive, souplesse d'exploitation et production laitière permise. A la différence de la caractérisation des potentiels qui mentionnent des valeurs chiffrées, les indicateurs des services sont présentés sous forme de pictogrammes qui traduisent des classes de valeur. Ainsi, l'indicateur de rendement est basé sur la mise en classe des productions annuelles estimées pour chacun des types. Il varie de 1 à 3 (1 pour une biomasse inférieure à 6 t MS, 3 pour une biomasse supérieure à 8 t MS). Dans le même esprit, l'indice de qualité (sur 3) est donné en référence à la gamme des qualités possibles sur le fourrage vert pour le type d'exploitation considéré (valeur à 500 ° j pour du pâturage et 900 ° j pour une fauche) pour la MAT (logo trèfle) et les UFL (logo épi). L'indice de temporalité (DURU *et al.*, 2010a et 2010b) a été évalué à partir des mesures de stades sur les graminées dans les parcelles du réseau (analyses en laboratoire, 2009). Les dates (exprimées en degrés-jours) d'atteinte des stades (végétatif, épi à 10 cm, épiaison et floraison) ont été calculées en

pourcentage des graminées totales. L'indice de souplesse (capacité d'une prairie à maintenir longtemps un même état, voir DURU *et al.*, 2010a et 2010b) est un indice de diversité qui considère le nombre et le pourcentage des types fonctionnels de plantes rencontrés sur la prairie. Plus une prairie est riche en types fonctionnels de plantes répartis de manière équitable en proportion, plus elle pourra maintenir un état intéressant dans le temps et donc autorisera un décalage des pratiques sans pertes quantitatives ou qualitatives importantes. Enfin, le graphique de la production laitière permise présente l'évolution de cet indicateur en fonction des sommes de température, en considérant le facteur le plus limitant (UFL, PDIE ou PDIN). Le calcul a été fait à partir des valeurs alimentaires mesurées sur le réseau pour le type selon qu'il soit en fauche (foin, valeur foin sur l'accumulation de biomasse) ou pâture (au pâturage, valeur en vert offert). La production de lait a été estimée avec une quantité non limitante de fourrage. La vache standard a été définie comme multipare, en 16^e semaine de lactation, de 650 kg de poids vif, 30 kg de production laitière potentielle au pic (soit 25 kg de production de lait potentielle en 16^e semaine) et d'une capacité d'ingestion de 17 UEL.

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 pré-acquises. Cinq indicateurs de service ont été retenus. Le potentiel de stockage de carbone des sols (note sur 4) est basé sur le flux entrant en termes de carbone dans les

sols pour une année moyenne. Les couverts permanents stockent plus de carbone que les couverts non permanents ; les prairies de fauche ont un potentiel de stockage plus faible à cause des exportations de biomasse ; les prairies pâturées se différencient entre elles selon le pourcentage de légumineuses qu'elles comportent (SOUS-SANA *et al.*, 2009 ; KLUMPP *et al.*, 2011).

L'intérêt patrimonial au plan botanique (note sur 5) est déterminé à dire d'experts et sur la base de la bibliographie disponible, mais également sur la base de la présence d'espèces rares dans la prairie, de la distribution du type à l'échelle nationale et régionale ainsi que de son éventuelle progression, stabilité ou régression. L'indicateur de diversité des couleurs de fleurs (note sur 4) est un indicateur simple et intégrateur de la diversité végétale : plus le nombre de couleurs présentes (vert, blanc/jaune, rouge/roses, bleus/violet) dans une prairie est élevé, plus le nombre d'espèces végétales est important (ORTH *et al.*, 2008). La capacité d'accueil des pollinisateurs, bourdons et abeilles notamment, est estimée par expertise à partir du pourcentage de légumineuses présentes dans le type et sur la diversité en espèces de légumineuses. Cet indicateur (note sur 3) est à nuancer selon les pratiques appliquées à la prairie (réduit en cas de fauche précoce). Enfin, la capacité d'accueil de la faune (note sur 2) est un indicateur qui exprime le potentiel du type à recevoir des espèces animales, essentiellement des espèces d'insectes (hors pollinisateurs), en considérant l'hétérogénéité structurale de la prairie. En effet, la diversité des structures végétales (par ex. touffes, tapis) à l'intérieur d'un type de prairie augmente sa capacité d'accueil. A titre d'exemple, les structures rases en tapis sont favorables au groupe des carabidés, alors que les structures en touffe favorisent les orthoptères (criquets, sauterelles). D'autres espèces, des oiseaux notamment, recherchent les structures hautes (perchoirs de chasse) pour repérer leurs proies dans les zones rases environnantes. Cet indicateur est mentionné à titre prospectif et sera validé par les retours des utilisateurs.

La construction d'indicateurs à même d'évaluer les **services pour la qualité des fromages** constitue une des grandes innovations de la TMP_{AOP}. Ces indicateurs (notés sur 4) ont été construits à partir d'une simulation à dire d'experts de la qualité des fromages issus de l'ingestion par les vaches de l'herbe sur pied du type au moment de son utilisation principale (ex. sur une herbe mature pour une fauche tardive). En ce qui concerne le potentiel sensoriel, l'indicateur de couleur de la pâte est basé sur le potentiel de présence de caroténoïdes, la teneur en caroténoïdes de l'herbe diminuant avec l'avancée du stade de la végétation et avec la baisse du pourcentage de graminées. Le second indicateur est la richesse aromatique, basée sur la teneur potentielle en terpènes (composés aromatiques). La teneur en terpènes de l'herbe augmente avec le stade de la végétation et avec la diversité floristique (voir GRAULET *et al.*, 2012, ce numéro). Le potentiel nutritionnel des fromages est caractérisé par deux indicateurs : la teneur potentielle en antioxydants et la teneur en acide gras insaturés d'intérêt nutritionnel. Pour ces

deux indicateurs, leur valeur diminue avec l'avancée du stade de végétation mais augmente avec la diversité floristique. Enfin, il faut noter que cette approche préliminaire s'applique sur le fourrage « herbe sur pied ». Un fourrage sec présenterait des notes beaucoup plus faibles, en particulier pour la couleur, mais aussi pour la richesse aromatique et les acides gras.

■ Dynamique de végétation du type

Cette partie des fiches présente les **évolutions possibles du type considéré suite à une modification des pratiques de gestion**. Nous donnons des tendances d'évolution (trajectoires) vers un nouveau type pour une modification du facteur considéré, l'état initial étant la valeur du facteur mentionné dans l'encart « pratiques » de la fiche. La vitesse avec laquelle s'opéreront ces changements n'est pas donnée. On peut estimer que l'augmentation de fertilisation aura un effet plus rapide que la diminution de fertilisation ou que le changement de pratique vers un pâturage ou une fauche. Une carte synthétique des trajectoires pour l'ensemble des types est fournie.

La fiche type se conclut par une **synthèse des atouts du type** et de quelques éléments de conseil : les **points de vigilance** ou des risques qui entraîneraient une modification notable de ses propriétés.

5. Validation de la typologie

La validation de la typologie multifonctionnelle des prairies a eu deux objectifs : vérifier si son utilisation sur le terrain correspond aux attentes et évaluer si l'information qu'elle transmet est exacte. Elle a concerné la stabilisation du périmètre des types, la robustesse de la clef et la fiabilité et la précision des renseignements par type. Elle s'est appuyée sur une dimension « crédibilité technique » (fourniture de renseignements fiables et de qualité), une dimension « légitimité » (réponse aux attentes et faire que l'outil soit utilisable et utilisé) et une dimension « pertinence » (informations adaptées au contexte). Nous nous sommes appuyés sur des méthodes alliant tests sur le terrain et analyse mathématique. Dans l'esprit de la réalisation du programme PRAIRIES AOP, les acteurs impliqués pour la validation étaient des personnes ressources, parties prenantes du projet ou non, qui mobilisaient les compétences nécessaires afin de traiter tous les éléments de la typologie, mais également des utilisateurs potentiels de l'outil développé.

L'évaluation du contenu s'est appuyée sur un travail d'auto-évaluation de l'outil de la TMP_{AOP} qui a débouché sur l'élaboration d'un indice de confiance pour chaque type renseigné. L'indice de confiance donne une estimation (note sur 5) de la qualité et de la fiabilité des informations mentionnées dans la fiche. Un indice de confiance élevé traduit le fait que les informations de la fiche s'appuient sur un nombre de relevés suffisant, permettant de fournir des données fiables. La philosophie de

l'outil part du principe que la valeur de cet indice progressera pour les types dont la description est peu approfondie, à mesure que l'on intégrera de nouvelles données issues des retours des utilisateurs. En ce sens, la TMP_{AOP} est un outil évolutif.

Conclusion

Au-delà de l'obtention de la TMP_{AOP} elle-même, qui en soit constitue une avancée notable sur la connaissance des potentiels des prairies du Massif central, le travail d'élaboration de l'outil a conduit à des échanges fructueux sur les concepts et les enjeux entre partenaires du programme. La démarche de co-construction a permis d'alimenter les débats entre les différents acteurs de la filière (lien herbe-fromage). Cela a également obligé les chercheurs à mobiliser leurs connaissances et les résultats de leurs travaux dans un contexte dont les problématiques étaient définies par les attentes des acteurs. Cette prise de risque s'est concrétisée par la production d'indicateurs, notamment sur les services rendus, dans des domaines pour lesquels ce travail n'avait jamais été fait : stock de carbone potentiel dans les sols, services pour la qualité des fromages. C'est une avancée très importante pour la filière. Cela conduit également à identifier des manques de connaissances à même de motiver la construction de nouvelles questions de recherche. L'expertise des conseillers agricoles et des acteurs des filières a été extrêmement précieuse dans la phase de validation de la TMP_{AOP} . Cela a conduit à remettre à jour les gammes de références, évaluer les types décrits relativement les uns par rapport aux autres et élaborer un questionnaire sur leur fonction dans les systèmes herbagers. En ce sens, le travail de validation a contribué à enrichir le travail d'analyse élaboré dans l'outil de diagnostic multifonctionnel du système fourrager (HULIN *et al.*, 2012b, dans ce numéro spécial).

Dans sa version actuelle, la TMP_{AOP} constitue un outil simple, qui a nécessité la mise en œuvre d'une démarche pluridisciplinaire mobilisant une expertise forte (issue de la Recherche et du Développement) et des données de natures très variées (botaniques, agronomiques, zootechniques, pédologiques, etc.) acquises sur un réseau d'exploitations de référence. Cela renforce la légitimité de l'outil produit. C'est également un outil novateur par l'intégration de la dimension multifonctionnelle. La TMP_{AOP} illustre les bénéfices que l'on peut tirer d'une exploitation harmonieuse et raisonnée des surfaces prairiales. De plus, en caractérisant les potentiels des différents types décrits, nous apportons un élément de preuve du rôle que la diversité des surfaces, au sein d'une exploitation ou d'un territoire, peut jouer pour répondre aux enjeux qui se posent aux filières.

Accepté pour publication,
le 1^{er} février 2012.

Remerciements : Nous tenons à remercier les personnels des Chambres d'Agriculture et de l'EDE des départements du Cantal, du Puy-de-Dôme et de l'Aveyron ainsi que du CBNMC pour leur implication dans la réalisation des relevés de données sur le réseau d'exploitations agricoles. Nous remercions également les équipes techniques des unités de recherche Inra et VetAgro Sup pour les analyses des échantillons. Merci à tous ceux (nombreux) qui ont contribué aux groupes de travail thématiques et à la relecture du document.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANTONETTI P., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P., TORT M. (2006) : *Atlas de la flore d'Auvergne*, Conservatoire botanique du Massif central, 984 p.
- 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.
- BAUMONT R., DELMAS B., VIOLLEAU S., ZAPATA J., CHABALIER C., PICARD F., LOUAULT F., ANDUEZA A., FARRUGGIA A. (2009) : "The utilisation of grasses functional types and of the cumulated sum of temperatures to evaluate permanent grassland digestibility in PDO cheese farms of the Massif Central in France", *15th Meeting FAO-CIHEAM Mountain Pastures Network*, Les Diablerets, Switzerland, 7 et 9 Octobre.
- BENZECRI J.P. (1977) : "Histoire et préhistoire de l'analyse des données - V analyse des correspondances", *Les Cahiers de l'Analyse de données*, 2 (1), 9-40.
- BORNARD A., DUBOST M. (1992) : "Diagnostic agro-écologique de la végétation des alpages laitiers des Alpes du Nord humides : établissement et utilisation d'une typologie simplifiée", *Agronomie*, 12(8), 581-599.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932) : *Plant sociology*, McGraw-Hill Book Company, New York and London.
- 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.
- DURU M., CRUZ P., JOUANY C., THEAU J.P. (2010a) : "Herb'type(©) : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes", *INRA Productions animales*, 23 (4), 319-332.
- DURU M., CRUZ P., THEAU J.P. (2010b) : "A simplified method for characterising agronomic services provided by species-rich grasslands", *Crop & Pasture Sci.*, 61(5), 420-433.
- DURU M., CRUZ P., JOUANY C., THEAU J.P. (2011) : "Combiner des recherches en agroécologie et des dispositifs participatifs pour construire des outils d'évaluation des prairies permanentes", *Cahiers Agriculture*, 20 (3), 223-234.
- ELLENBERG H., WEBER H.E., DULL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D. (1992) : *Zeigerwerte von pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica*, 18, 258 p.
- FARRUGGIA A., MARTIN B., BAUMONT R., PRACHE S., DOREAU M., HOSTE H., DURAND D. (2008) : "Quels intérêts de la diversité floristique des prairies permanentes pour les ruminants et les produits animaux ?", *INRA Productions animales*, 21 (2), 181-200.
- 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 de prairies de moyenne montagne et transfert au lait", *Fourrages*, 209, 59-68.

- HULIN S., FARRUGGIA A., BAUMONT B., CHABALIER C., DELMAS B., FREGEAC M., GAREL J.P., MALPEL L., BAUMONT R., MARTIN B., ORTH D., CARRÈRE P. (2008) : "Prairie AOC : Un programme intégré de recherche-développement pour une meilleure valorisation des prairies dans le cadre de la production fromagère AOC du Massif Central", Actes Journées AFFF, *Prairies multispécifiques, Valeur agronomique et environnementale*, Paris, 26 et 27 Mars, 202-205.
- HULIN S., CARRÈRE P., CHABALIER C., FARRUGGIA A., LANDRIEAUX J., ORTH D., PIQUET M., RIMIERE J., SEYTRE L. (2011) : *Diagnostic prairial en zone fromagère AOP Massif central, - Typologie multifonctionnelle des prairies*, éd. Pôle fromager AOP Massif central, 148 pages.
- HULIN S., FARRUGGIA A., CARRÈRE P., LACOSTE M., COULON J.B. (2012a) : "Valorisation multifonctionnelle des prairies dans le cadre des productions fromagères AOP du Massif central. Préambule", *Fourrages*, 209, 3-8.
- HULIN S., FARRUGGIA A., CARRÈRE P., LACOUR C., CHABALIER C., DELMAS B., VIOLLEAU S., ORTH D., SEYTRE L., THEAU J.P., MALPEL L., PRADEL G., LACOSTE M. (2012b) : " Le programme PRAIRIES AOP. Bilan et perspectives", *Fourrages*, 209, 79-84.
- HUBERT F., PIERRE P. (2003) : *Guide pour un diagnostic prairial*, Chambre d'Agriculture de Maine-et-Loire, 237 p.
- INRA (2007) : *Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux - Valeurs des aliments*, Editions Quae, Coll. Guide pratique, Paris, 330 p.
- JEANNIN B., FLEURY P., DORIOZ J.M. (1991) : "Typologie régionale des prairies permanentes fondée sur leur aptitude à remplir ces fonctions. I-Typologie des prairies d'altitude des Alpes du Nord : méthode et réalisation", *Fourrages*, 128, 379-398.
- 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.
- LAUNAY F., BAUMONT R., PLANTUREUX S., FARRIE J.P., MICHAUD A., POTTIER E. (2011) : *Prairies permanentes - des références pour valoriser leur diversité*, éd. Institut de l'Élevage, 128 p.
- LECONTE D., SIMON J.C., STILMANT D. (2004) : "Diversité floristique des prairies permanentes normandes. Liens avec les caractéristiques des produits laitiers dérivés", *Fourrages*, 178, 265-283.
- LECONTE D., SIMON J.C., DIQUÉLOU S. (2008) : "Diversité floristique et typologie des prairies permanentes bas-normandes", *Outils pour la gestion des Prairies Permanentes*, P. Cruz, C. Jouany, J.P. Theau éd., volume mai des *Cahiers d'Orphée*, INRA-UMR AGIR, Castanet-Tolosan, France, 35-50.
- LEROUX X., BARBAULT R., BAUDRY J., BUREL F., DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S., LIFRAN R., ROGER ESTRADE J., SARTHOU J.P., TROMMETER M. (2008) : *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective*, INRA (France).
- LORTIE C.J., BROOKER R.W., CHOLER P., KIKVIDZE Z., MICHALET R., F. PUGNAIRE I., CALLAWAY R.M. (2004) : "Rethinking plant community theory", *Oikos*, 107, 2, 433-438.
- MEYNARD J.M. (2008) : "Introduction générale - produire autrement : réinventer les systèmes de culture", *Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?*, Educagri éd., Dijon, 11-27.
- MOORE K.J., MOSER L.E., VOGEL K.P., WALLER S.S., JOHNSON B.E., PEDERSEN J.F. (1991) : "Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses", *Agronomy Journal*, 83, 1073-1077.
- 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.
- Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges (2006) : *Le massif vosgien, typologie des prairies Naturelles - document de synthèse sur la valorisation des prairies permanentes du massif Vosgien*.
- PETIT S., VANSTEELANT J.Y., PLAIGE V., FLEURY P. (2004) : "Les typologies de prairies : d'un outil agronomique à un objet de médiation entre agriculture et environnement", *Fourrages*, 179, 369-382.
- PETIT S., FLEURY P., VANSTEELANT J.Y. (2005) : *Agriculture, prairies de fauche et environnement dans le Massif Jurassien, Guide technique - Outil de diagnostic et conseil*, PNR Haut-Jura, CA et Contrôles Laitiers des départements 01, 25, 39.
- PIQUET M. (2010) : *Élaboration d'un outil de caractérisation des prairies en exploitations laitières des territoires AOP- Construire et diffuser une typologie de la diversité prairiale*, mémoire ingénieur de fin d'étude Agro-Paris-Tech.
- PIQUET M., SEYTRE L., ORTH D., CHABALIER C., LANDRIEAUX J., THEAU J.P., BAUMONT R., FARRUGGIA A., HULIN S., CARRÈRE P. (2011) : "A typology to characterize grasslands in uplands dairy farms", *16th Meet. FAO-CIHEAM Mountain Pastures Network Contribution of mountain pastures to agriculture and environment*, 25-27 May 2011, Kraków, Poland, 115-117.
- SEYTRE L., ORTH D., LANDRIEAUX J., PIQUET M., HULIN S., FARRUGGIA A., CHABALIER C., CARRÈRE P. (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.
- SOUSSANA J.F., TALLEC T., BLANFORD V. (2009) : "Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands", *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions - IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 6, 9 p.
- THEAU J.P., PIQUET M., BAUMONT B., CHABALIER C., DELMAS B., LACOUR C., HULIN S., FARRUGGIA A., CARRÈRE P. (2009) : "Role of the between-plot plant functional diversity in uplands dairy farms", *15th Meet. FAO-CIHEAM Mountain Pastures Network*, Les Diablerets, Switzerland, October, 7-9.
- 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.
- THEAU J.P., CHABALIER C., PIQUET M., CAYRE P., DELMAS B., VIOLLEAU S., FARRUGGIA A. (2012) : "Construire des outils en partenariat entre Recherche et Développement. Le diagnostic des pratiques fourragères en zone fromagère AOP du Massif central", *Fourrages*, 209, 69-78.