

Des outils d'aide à la gestion du pâturage pour mieux valoriser les prairies et renforcer la confiance des éleveurs

J.-M. Seuret¹, J.-P. Theau², E. Pottier³, P. Pelletier⁴, M. Piquet², L. Delaby⁵

1 : Chambre Régionale d'agriculture de Bretagne, Pôle Herbivores, 4, avenue du Chalutier "Sans Pitié", BP 10540, F-22195 Plérin cedex ; jean-marc.seuret@bretagne.chambagri.fr

2 : INRA, UMR 1248, AGIR Agrosystèmes et développement territorial, F-31326 Castanet Tolosan cedex

3 : Institut de l'Élevage, Service Fourrages et Pastoralisme, F-14310 Villers-Bocage

4 : ARVALIS-Institut du végétal, Ferme Expérimentale des Bordes, F-36120 Jeu-les-Bois

5 : INRA, AgroCampus Ouest, UMR 1348, Physiologie, Environnement, Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Élevage, F-35590 Saint-Gilles

Résumé

Au cours des deux dernières décennies, de nombreux travaux conduits par les différents organismes de Recherche et de Développement en France et à l'étranger ont permis la mise au point d'indicateurs, de méthodes et d'outils d'aide à la conduite des prairies et du pâturage. Les principaux objectifs de ces outils sont d'aider les éleveurs à mieux maîtriser l'exploitation de l'herbe, ainsi que de sécuriser les prises de décision notamment lors d'aléas climatiques. Le succès de ces outils tactiques ou stratégiques d'aide à la valorisation du pâturage repose sur la rapidité d'utilisation et la convivialité. Les outils récemment développés (Herb'Evol, Patur'Plan) ont aussi l'avantage d'être dynamiques et permettent des simulations pour mieux anticiper et étudier les conséquences en chaîne d'une décision. Pour les zones où la prairie permanente est majoritaire, les typologies des prairies et l'analyse fonctionnelle des végétations permettent d'approcher la productivité des prairies et les dates optimales d'utilisation grâce aux sommes de températures. Les outils Herb'type et Herb'âge permettent la mise en œuvre de ces concepts sur le terrain. Néanmoins, l'utilisation de tous ces outils nécessite au préalable une connaissance et un recul suffisants sur la conduite du système fourrager, des prairies et du pâturage, d'où les opérations de communication et les nombreux guides pratiques. Tous ces outils ont aussi l'avantage de faciliter l'échange sur la conduite de l'herbe entre le conseiller et l'éleveur, mais aussi entre éleveurs lors de formations.

Introduction

L'alimentation des ruminants au pâturage reste le moyen le plus efficace pour réduire le coût alimentaire en élevage. Outre la réduction du coût de la ration, le pâturage dispose d'autres avantages tels que la diminution des volumes d'effluents à stocker, de la pression sanitaire et du temps de travail. Enfin, dans la recherche d'une meilleure autonomie protéique des élevages, le maintien d'une part significative d'herbe pâturée dans les rations avec des troupeaux qui s'agrandissent est un réel enjeu d'avenir.

L'amélioration de la gestion du pâturage présente donc un intérêt économique important. Le développement d'outils d'aide à la prévision et à la conduite du pâturage doit permettre de mieux maîtriser l'exploitation de l'herbe, mais aussi de sécuriser la conduite alimentaire du troupeau et de réduire les risques liés aux aléas, amplifiés dans un contexte de changement climatique.

Une bonne valorisation des prairies par le pâturage consiste à trouver le meilleur compromis entre la maximisation de l'ingestion par animal et par hectare (Delagarde *et al.*, 2004a). Ainsi, la démarche de rationnement des vaches laitières au pâturage proposée par l'Inra (2007) permet de quantifier l'ingestion au pâturage à l'échelle de la parcelle. Mais gérer les surfaces pâturées consiste à trouver en permanence le meilleur équilibre entre l'offre fourragère permise par la croissance variable de l'herbe et

les besoins alimentaires plus stables du troupeau (Hardy *et al.*, 2001). Il est donc important, pour maîtriser son système de pâturage de disposer d'outils d'aide à la prévision en début de campagne afin d'établir une stratégie *a priori*, mais aussi d'outils de pilotage en cours de campagne pour ajuster la conduite du pâturage à la pousse de l'herbe. L'art de bien conduire, au jour le jour, le pâturage tournant des vaches laitières consiste pour l'éleveur à savoir quand mettre les vaches, dans quelle parcelle et pendant combien de temps, tout en prévoyant déjà le cycle suivant. De nombreux travaux conduits notamment depuis les années 80 ont permis de proposer différents indicateurs, méthodes ou outils dynamiques d'anticipation pour aider les éleveurs à valoriser au mieux les prairies pâturées.

L'objectif de cette synthèse est de recenser et décrire les méthodes et outils disponibles autour de la prairie, du pâturage et du système fourrager qui permettent aux éleveurs de mieux gérer et valoriser le potentiel productif de leurs prairies. Si les concepts utilisés s'adressent à tous les types de prairies et tous les ruminants d'élevage, force est de constater que la plupart des outils d'aide à la gestion du pâturage concernent les vaches laitières.

1. Outils d'aide à la gestion du pâturage

– Concepts d'aide à la gestion du pâturage

L'herbe ne pousse pas régulièrement tout au long de l'année, ni d'une année à l'autre. Or tout l'art d'un pâturage bien conduit consiste à offrir le plus longtemps possible aux animaux une herbe de qualité en quantité suffisante. Pour cela, l'éleveur doit chercher en permanence un équilibre difficile entre l'herbe disponible et les besoins des animaux, tout en préparant le pâturage des jours qui viennent et des cycles suivants. Dans ce cadre, un certain nombre d'indicateurs existent pour faciliter les prises de décisions.

– Indicateurs d'aide à la gestion du pâturage

Les indicateurs fréquemment utilisés pour gérer le pâturage des vaches laitières sont nombreux et sont désormais bien connus des éleveurs.

La **Hauteur en Entrée ou Sortie** de parcelle est la hauteur de l'herbe, mesurée à l'herbomètre[®], lorsque les animaux entrent ou sortent dans une parcelle. La hauteur d'herbe à l'entrée des parcelles est plus un critère d'alerte pour signaler les parcelles trop hautes, difficiles à bien pâturer. La hauteur en sortie de parcelles permet de vérifier la pression de pâturage afin d'éviter le surpâturage ou au contraire le gaspillage (Delaby *et al.*, cet ouvrage). Des recommandations de hauteurs entrée et sortie ont été établies en Bretagne pour différents systèmes laitiers (Dequin *et al.*, 1998 ; Roger *et al.*, 2006).

Le **stock d'herbe disponible** ou SHD est une expression de la trésorerie fourragère au pâturage (Duru *et al.*, 1999 ; Le Bris et Rivière, 1992) : il correspond à la quantité d'herbe accumulée au-dessus de 5 cm à un instant donné et s'exprime en kg de MS par animal. A partir du SHD, il est possible de calculer le nombre de **jours d'avance** en retenant une hypothèse de consommation d'herbe journalière (16 kg MS pour des vaches laitières par exemple ; Chenais *et al.*, 2001). Cet indicateur, particulièrement parlant pour les éleveurs, est souvent la base des conseils en élevage. Cependant, ce critère statique est insuffisant pour une gestion prévisionnelle qui nécessite d'intégrer la croissance de l'herbe pour affiner le conseil pour les semaines à venir.

La **croissance de l'herbe** est estimée à partir de la différence de hauteur entre deux dates de mesures sur l'ensemble des parcelles d'une exploitation. La pousse de l'herbe va compenser plus ou moins le prélèvement réalisé par le troupeau et entraîner ainsi une évolution du stock d'herbe. Une bonne estimation de cette croissance à venir constitue donc un élément déterminant pour la prise de décisions.

Il est intéressant de constater qu'en Irlande les mêmes notions sont utilisées mais les indicateurs diffèrent légèrement, ainsi que la façon de les estimer. En effet, les irlandais préfèrent généralement la méthode d'estimation visuelle de la biomasse par hectare (*visual assesment*) plutôt que l'herbomètre[®]. Ils parlent donc de **biomasse entrée** (*pre-grazing yield*) et non de hauteur entrée. Le **farm grass cover** ou **disponible en herbe sur l'exploitation** utilisé en Nouvelle-Zélande, en Irlande et en Suisse serait l'équivalent d'un SHD, mais exprimé en kg MS par hectare au-dessus de 3,5-4,0 cm. Enfin, un nouvel indicateur est apparu en 2004 en Irlande dans la rubrique « *Grass Watch* »,

publié par l'*Irish Farmer Journal* dénommé **demand** (en kg MS/ha/jour). Il correspond au rapport entre la consommation d'herbe par vache laitière (estimée en retranchant les quantités de fourrages et concentrés distribués) et par jour et les ares disponibles par vache. La comparaison entre la croissance et la demande permet de vérifier la cohérence de la gestion du pâturage.

– Outils d'aide à la gestion du pâturage : du statique au dynamique

Outils statiques d'aide à la gestion du pâturage

Avant le développement de l'informatique, des outils d'aide à la gestion du pâturage ont été développés dans les années 80. Le **planning de pâturage** est un outil simple d'enregistrement du déroulement du pâturage par l'éleveur. Il permet une visualisation rapide de l'ordre de passage des animaux dans les parcelles et de la succession des différents cycles de pâturage : les temps de repousse sont ainsi facilement calculables, ce qui constitue un critère d'alerte supplémentaire. Le planning de pâturage est donc à la fois une aide à la prise de décisions et une mémoire des différentes saisons de pâturage. L'enregistrement des **dates clés** sur le planning et leur comparaison à des références locales donnent des repères utiles à la gestion du pâturage : il s'agit par exemple d'enregistrer la date de la mise à l'herbe, la sortie des vaches la nuit au pâturage, la fermeture et réouverture du silo de maïs et la fin de la saison de pâturage. Ces dates repères diffèrent suivant la zone climatique et la part d'herbe dans le système fourrager : en Bretagne, « 6 menus pour vaches laitières » proposent ces repères de dates clés pour 6 systèmes (Seuret *et al.*, 2004).

L'**herbomètre® à plateau** est l'outil le plus utilisé pour mesurer les hauteurs d'herbe (Mathieu et Fiorelli, 1985). Il existe aussi le stick qui est une simple règle graduée. Différents modèles d'herbomètre® existent sur le marché : l'appareil manuel à plateau carré ou rond (modèle néo-zélandais *Jenquip*), l'herbomètre® électronique (licence INRA) qui permet, grâce à un capteur à ultrasons, une saisie automatisée des hauteurs. Une version néo-zélandaise, moins onéreuse, possède deux compteurs mécaniques qui permettent de cumuler pour l'un les différentes hauteurs mesurées et pour l'autre le nombre de mesures réalisées. L'herbomètre® couramment utilisé en Angleterre et en Nouvelle-Zélande l'est désormais en France par les conseillers d'élevage, notamment au printemps, période où des décisions cruciales sont à prendre concernant la gestion du pâturage.

Outils semi-dynamiques d'aide à la gestion du pâturage

Les méthodes et outils décrits précédemment sont statiques et ne prennent pas en compte toute la complexité des interactions entre les décisions du moment et les réactions en chaîne induites à plus long terme sur la croissance de l'herbe et l'ingestion. Des outils plus dynamiques ont été développés.

Différentes méthodes et outils informatiques ont été développés pour mieux valoriser les mesures de hauteurs d'herbe et les jours d'avance. Parmi elles, **Herb'ITCF®** puis **Herbo-LIS®** proposées à partir de 2001 par ARVALIS-Institut du végétal comporte 3 phases bien distinctes :

- une phase de prévision des surfaces à pâturer, basée sur l'élaboration des calendriers prévisionnels de pâturage permettant de fixer les règles de décision en début de campagne ; cette phase repose sur l'utilisation de modèles climatiques de production fourragère et de relation entre l'herbe et l'animal ;

- une phase d'ajustement de la conduite aux conditions climatiques de l'année, basée sur le calcul à une date donnée des jours d'avance, à partir des mesures de hauteur d'herbe : les jours d'avance sont comparés à des valeurs repères conseillées aux périodes clés de prise de décision ;

- une phase de bilan permettant d'analyser le déroulement de la campagne et d'en tirer les enseignements en vue d'améliorations (remise en cause de la stratégie, des règles de décision...).

Une calculatrice programmée pour le calcul automatisé des jours d'avance, l'**Herbopocket®**, a été élaborée (Le Gallic et Laferté, 2001). Un guide de l'utilisateur propose aussi des repères pour décider aux périodes clés de la conduite du pâturage, mais ceux-ci ne sont pas modulés en fonction d'hypothèses de croissance à venir. L'ensemble de cette méthode a été diffusé depuis une quinzaine d'années auprès de techniciens et de groupes d'éleveurs, dans plusieurs bassins de production laitiers et allaitants, plus particulièrement dans la zone herbagère allaitante du nord du Massif central, autour de la Ferme Expérimentale des Bordes (Indre).

Herb'Avenir est une feuille de calcul sous tableur, simple et d'utilisation rapide, à destination des éleveurs et des conseillers d'élevage, qui a été développée en Bretagne dans le cadre du GIS Agro-Transfert (partenariat INRA et Chambres d'Agriculture de Bretagne). Son objectif est de faciliter et sécuriser la prise des décisions de gestion du pâturage, en aidant au calcul et à l'interprétation du nombre de jours d'avance. Ainsi, deux fonctions y sont distinctes : le calcul du nombre de jours d'avance à un moment donné à partir des hauteurs d'herbe dans les parcelles, et la prévision de l'évolution du nombre de jours d'avance à une échéance de 1 à 60 jours, selon différentes pratiques envisagées et des hypothèses de croissance de l'herbe adaptées aux conditions pédoclimatiques locales.

L'utilisation de Herb'Avenir est simple et très rapide car une dizaine de minutes suffisent. Les informations nécessaires à son fonctionnement sont facilement disponibles. A chaque utilisation, la date, les hauteurs des parcelles, le nombre et le type d'animaux permettent d'abord de calculer le nombre de jours d'avance. Ensuite, l'interprétation du nombre de jours d'avance obtenu est facilitée en simulant les conséquences de différentes tactiques sur son évolution. L'utilisateur définit ainsi les quantités de fourrages et concentrés qu'il envisage de distribuer à l'avenir (DeFrance *et al.*, 2005). La fonctionnalité d'Herb'Avenir et sa convivialité ont été une préoccupation majeure lors de sa conception. Cet outil est actuellement bien utilisé en Bretagne par les conseillers d'élevage et des éleveurs, ainsi que dans quelques autres régions françaises où il a pu être adapté en intégrant des données de croissance locales.

Les deux outils précédents permettent une anticipation globale. D'autres outils ou méthodes permettent une approche plus détaillée : **Pasture Base** (Teagasc, Irlande) et **Pasture Coach** (Nouvelle-Zélande). La méthode d'abord développée en Nouvelle-Zélande repose sur la formation d'un « profil de pâture ». Les mesures de hauteurs sont traduites en kg MS d'herbe par ha. Cette quantité d'herbe disponible au-dessus du niveau du sol est appelée « disponible en herbe » (Eastes *et al.*, 2009). Les mesures de « disponible » réalisées sur l'ensemble des parcelles pâturées d'une exploitation sont représentées sur un graphique, le profil de pâture, en les classant du paddock le plus haut au paddock le plus bas qui vient d'être pâturé. Pour que ce profil soit interprétable, toutes les parcelles doivent être de taille équivalente. Ensuite, la ligne de « disponible en herbe idéal » est une droite tracée sur ce profil et définie à ses extrémités par les biomasses cibles de l'herbe à l'entrée et à la sortie des parcelles. La valeur cible à l'entrée dépend de l'objectif de hauteur sortie, du chargement, de l'ingestion et de la durée de rotation des vaches :

Biomasse cible à l'entrée = biomasse cible à la sortie + chargement x ingestion x durée de rotation.

La gestion du pâturage tournant se fait grâce à ce profil de pâture réalisé chaque semaine. Il donne d'abord l'ordre de passage des vaches dans les parcelles. Ensuite les déficits ou les excédents d'herbe peuvent être rapidement identifiés grâce au profil et à la ligne de couverture cible : par exemple si le profil est au-dessus de la ligne cible, il y a un excédent d'herbe. Enfin, le graphe permet de repérer le moment où cet excédent apparaît et de prévoir les actions à mettre en œuvre, par exemple le débrayage de parcelles pour la fauche. Mais pour bien valoriser ce profil de pâture qui représente la couverture herbagère réelle, il faut bien intégrer l'évolution à venir de la croissance de l'herbe et des besoins du troupeau dans les jours qui suivent afin de prendre les bonnes décisions (Eastes *et al.*, 2009).

Des outils qui utilisent cette méthode ont ainsi été développés à l'étranger. Toujours en Irlande, le **Grazing notebook** est un outil papier et disponible en ligne (<http://www.agresearch.teagasc.ie>) qui permet de calculer le Grass Wedge représenté sous forme du profil de pâturage (Figure 1 ; Dillon, 2009). Les comptes rendus hebdomadaires issus de fermes expérimentales (Moorepark) sont aussi mis en ligne, ce qui permet de donner des repères de conduite du pâturage aux éleveurs bénéficiant

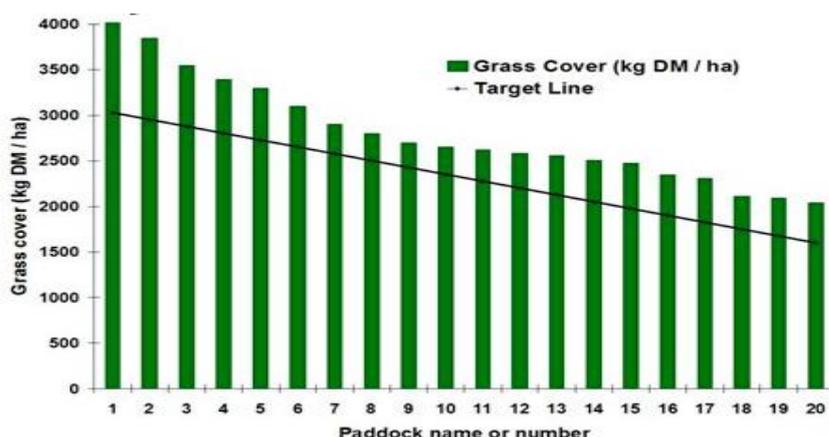


Figure 1 : Exemple de Grass Wedge illustrant un excédent d'herbe
(source : www.dardni.gov.uk).

de conditions similaires. Par ailleurs, le Grass Calculator est proposé aussi pour estimer le rendement annuel d'herbe valorisé par ha afin de mettre en œuvre des pratiques d'optimisation (McCarthy *et al.*, 2011). En Australie, **Feed Budget Rotation Planner** développé sous Excel est proposé dans le cadre du programme EverGraze afin d'aider les éleveurs à planifier leur pâturage tournant, à prévoir le chargement, la fertilisation à appliquer et faire une estimation économique de la conduite.

Tableau 1 : Principaux outils semi-dynamiques d'aide à la gestion du pâturage.

Outil	Description	Public	Données d'entrée	Données de sortie	Atouts et Limites
Herb'ITCF, Herbo-LIS (France, Arvalis – Institut du Végétal)	Conseille sur les décisions à prendre selon le nombre de jours d'avance	Techniciens, éleveurs	Caractéristiques des parcelles (surface, type de prairie), hauteur herbomètre de chaque parcelle, nombre d'animaux, potentiel de production (donne les besoins), période	Hauteur sortie conseillée, jours d'avance dans l'exploitation, jours d'avance conseillés, conseil en cas d'excès ou de déficit de jours d'avance	+ Utilise des indicateurs (HS et JA) parlants aux éleveurs + Donne des références et facilite la prise de décision - Ne prend pas suffisamment en compte dans les conseils les différentes possibilités de pousse ultérieure
Herb' Avenir (France, Chambre agriculture Bretagne - INRA)	Évalue le stock d'herbe actuel à partir de mesures des hauteurs d'herbe, et estime les conséquences sur ce stock de différentes options de gestion du troupeau et de pousse de l'herbe	Techniciens, éleveurs	Caractéristiques des parcelles (surface, type de prairie), hauteur herbomètre® de chaque parcelle, caractéristiques des VL (PL, ...), options de complémentation pour le mois à venir	Stock d'herbe par VL le jour des mesures, 15 jours et un mois plus tard	+ Utilise un indicateur (JA) parlant aux éleveurs + Facilite la prise de décision par simulations successives - Nécessite une expertise pour interpréter les résultats
Pasture Base (Irlande)	Trace le profil de pâture à partir de mesures des hauteurs d'herbe, complété de la couverture herbagère cible	Techniciens, éleveurs	Caractéristiques des parcelles (surface, type de prairie), hauteur de chaque parcelle, chargement, potentiel de production des VL	Couvertures herbagère de l'ensemble des paddocks, profil de pâturage, conseil en cas d'excès ou de déficit d'herbe	+ Profil de pâturage permet de repérer facilement les déficits ou excédents d'herbe - Nécessite de connaître l'évolution à venir de la croissance pour bien interpréter

Outils dynamiques d'aide à la gestion du pâturage

Des outils ont été développés afin de simuler, sur plusieurs semaines et dans différents contextes de climat, les conséquences des différentes stratégies de gestion du pâturage et de l'alimentation.

Patur'IN (Delaby *et al.*, 2000 et 2001) a été un des premiers gestionnaires de pâturage assisté par ordinateur. Il offre de nombreuses possibilités avec une partie enregistrement des événements de pâturage et bilan du réalisé identique au calendrier de pâturage mais automatisé, et une partie simulation du pâturage en anticipant l'évolution du couvert végétal de chaque parcelle et l'utilisation de l'herbe par les animaux. En effet, cet outil permet l'actualisation de l'état des parcelles utilisées et la mise à jour de la croissance de l'herbe estimée à l'herbomètre selon une méthode simplifiée. Les consommations d'herbe par les vaches sont aussi calculées à partir de données facilement accessibles à l'utilisateur en élevage. Cette fonction de simulation facilite des prises de décisions ponctuelles en testant différentes options et leurs conséquences, et permet la détermination de stratégies pour la conduite du pâturage et de l'alimentation des vaches laitières en inventant différents scénarios.

Patur'In permet de réfléchir à des stratégies de conduite mais est trop complexe pour une utilisation tactique en exploitation. Il est plutôt un outil de recherche appliquée sur les systèmes fourragers. C'est pourquoi Herb'Evol, outil d'aide à la gestion du pâturage, plus simple et moins exigeant en temps en vue d'une utilisation en exploitation, a été développé dans le cadre du GIS Agro Transfert Bretagne.

L'outil informatique **Herb'Evol** a eu aussi pour but d'informatiser le planning de pâturage. Il offre trois fonctionnalités. Il permet de saisir le déroulement du pâturage, de simuler le calendrier de pâturage prévisionnel selon différents objectifs et pour différentes hypothèses de croissance de l'herbe, et enfin de sortir le bilan de la saison de pâturage.

Les événements réalisés qui peuvent être saisis sont les séquences de pâturage, les fauches, les fertilisations, les événements climatiques, les hauteurs mesurées et les modifications du parcellaire (scission ou fusion de parcelles par exemple). Pour réaliser une simulation du calendrier de pâturage prévisionnel, Herb'Evol utilise les informations indiquant la hauteur des parcelles à un moment donné. Sur le calendrier de pâturage simulé, différents indicateurs sont affichés pour aider l'utilisateur à évaluer la pertinence des pratiques qu'il envisage : hauteur entrée, âge de repousse, évolution du nombre de jours d'avance. Le bilan permet, en fin d'année ou au cours de la saison de pâturage, de faire le point sur l'alimentation du troupeau et la valorisation des parcelles. Les données éditées sont le calendrier fourrager, les quantités d'herbe pâturée, de fourrages conservés et de concentrés consommés, les quantités d'herbe récoltées, le rendement valorisé des parcelles, le bilan de fertilisation. Les éleveurs et les conseillers d'élevage peuvent donc utiliser Herb'Evol de façon plus ou moins exhaustive suivant leurs attentes concernant l'aide à la gestion du pâturage. Herb'Evol a d'abord été développé en Bretagne en intégrant les données régionales de croissance de l'herbe. Des adaptations ont été réalisées pour d'autres régions en France.

En France, l'outil **Patur'Plan** qui reprend et adapte la représentation du profil de pâturage, parcelle par parcelle, est en cours de finalisation avec Orne Conseil Elevage (Delaby et Duboc, en cours de développement). A partir du calcul d'un SHD dynamique déjà développé dans Herb'Avenir, Pature'Plan décrit l'évolution future du profil de pâturage en simulant à la fois la croissance de l'herbe et l'utilisation successive des parcelles, même avec des parcelles de taille différente.

Tableau 2 : Principaux outils dynamiques d'aide à la gestion du pâturage.

Outil	Description	Public	Données d'entrée	Données de sortie	Atouts et Limites
Pâtur'IN (France, INRA)	<u>2 volets</u> : permet l'enregistrement informatique des actions au pâturage ; permet de tester par simulation l'impact d'une décision de gestion du pâturage	Ingénieurs de la recherche appliquée, techniciens et éleveurs	Caractéristiques des parcelles et du troupeau ; éventuellement, profil de croissance standardisée et de densité de l'herbe si connus	<u>Pour chaque parcelle, un jour donné</u> : temps de repousse, hauteur, biomasse, croissance, densité et ingestion d'herbe par vache si pâturage. <u>Pour plusieurs parcelles un jour donné</u> : SHD, JA, croissance. <u>Pour le troupeau</u> : ingestion d'herbe et de compléments	+ Très convivial, utilisation de critères connus des éleveurs et des techniciens - Nécessite de se poser une question précise pour être en mesure de prendre une décision en fin de simulation
Herb'Evol (France, Chambre d'agriculture de Bretagne - INRA)	<u>Volet tactique</u> : permet l'enregistrement des actions au pâturage <u>Volet stratégique</u> : permet d'éditer un bilan de l'année de pâturage et de faire des simulations	Techniciens, éleveurs	Caractéristiques des parcelles, caractéristiques des VL, dates de présence des animaux sur les différentes parcelles, dates de fauche et fertilisation, quantité de compléments apportés au VL	Temps de repousse des différentes parcelles, durée du cycle de pâturage, rendement herbe par parcelle, bilan de la quantité d'herbe valorisée sur l'année (calendrier d'alimentation annuel), calendrier prévisionnel de pâturage	+ Très visuel + Degré d'utilisation variable au choix - Nécessite une expertise pour interpréter les résultats
Patur'Plan (France, INRA – Chambre d'agriculture de l'Orne)	Évalue le stock d'herbe et le profil de pâturage à partir de mesures des hauteurs d'herbe. Estime les conséquences de choix de gestion du troupeau sur le pâturage.	Techniciens, éleveurs	Caractéristiques des parcelles (surface, type de prairie), hauteur de chaque parcelle, potentiel de production et ration des VL	Profil de pâture à partir de mesures des hauteurs d'herbe, calcul de la biomasse et du temps de séjour par parcelle	+ Profil de pâturage permet de repérer facilement les déficits ou excédents d'herbe + Intègre des données de croissance de l'herbe + Permet une modulation suivant les conditions climatiques et intègre un effet parcelle.

Plusieurs outils sont donc à la disposition des éleveurs et des conseillers pour les aider à gérer le pâturage. Certains outils sont en cours de développement, d'adaptation ou de d'amélioration pour faciliter leur utilisation. Une diffusion plus large reste à faire au-delà de leur région d'origine. Il reste cependant que ces outils ne se substituent aucunement à l'éleveur pour conduire le pâturage : s'ils sont en mesure de lui porter assistance, il incombe toujours à l'éleveur d'organiser et de piloter ses propres parcelles, telles qu'elles se comportent sous l'effet du climat, du troupeau et des pratiques

qu'il met en œuvre. A cet égard, son expérience progressivement élaborée reste de première importance.

2. Outils d'aide à la gestion des prairies permanentes

– Concept : l'approche fonctionnelle des végétations pour la caractérisation agronomique des prairies

En zone herbagère où la prairie permanente est dominante, une des difficultés rencontrées pour sa gestion est de caractériser le potentiel très variable de ces végétations au sein même de chaque exploitation. Le niveau de productivité peut varier de 1 à plus de 5 (Launay *et al.*, 2011) et un même stade de développement peut s'étaler sur plus de 2 mois selon les types de végétations (Duru *et al.*, 2010).

Pour caractériser le potentiel agroécologique de ces végétations, des typologies de prairies permanentes le plus souvent construites sur des bases phytosociologiques ont été produites (Michaud *et al.*, 2013). Une fois construites, elles permettent d'aboutir à des types de végétations prédéfinis le plus souvent à partir d'indicateurs pratiques du milieu qui ont valeur locale. Une autre méthode issue de l'écologie fonctionnelle est de caractériser les prairies à partir d'une typologie fonctionnelle de plantes (Cruz *et al.*, 2010). Le principe de cette approche fonctionnelle est de regrouper les espèces non pas en fonction de leur phylogénie, mais de leur similitude de réponse (aux caractéristiques du milieu et des pratiques) et d'effets sur les propriétés des agroécosystèmes (services rendus). Elle permet donc d'aboutir à une caractérisation agronomique et environnementale de la prairie (Duru *et al.*, 2010). L'intérêt de cette approche est de qualifier des prairies, indépendamment du milieu, à partir d'un relevé simplifié de végétations (Theau *et al.*, 2010). Cette approche plus générique nécessite de connaître les principales graminées prairiales. Elle a pu être croisée avec des typologies existantes comme celle des prairies permanentes en France (Launay *et al.*, 2011) ou celle du Massif central dans le cadre du programme CasDAR Prairies AOP (Carrère *et al.*, 2012), afin d'affiner leurs caractérisations agronomiques des végétations, notamment en renseignant la phénologie.

– Indicateurs d'aide à la gestion des prairies

Les outils proposés pour la gestion des prairies permanentes vont s'appuyer sur une caractérisation agroécologique des végétations soit à l'échelle parcellaire, soit à celle de la sole fourragère. Les critères retenus sont la productivité, la saisonnalité de la production, la qualité de l'herbe et la souplesse d'utilisation de la prairie. Afin d'étudier le caractère dynamique de ces critères, l'âge de l'herbe est calculé en cumul des températures moyennes journalières. Les outils proposés sont tous téléchargeables sur le site Inra de l'UMR AGIR de Toulouse (<http://www6.toulouse.inra.fr/agir/Les-productions/Outils>).

– Outils d'aide à la gestion des prairies : une large diversité

L'outil socle, Herb'type© permet de définir la caractérisation fonctionnelle des végétations et, de fait, permet d'accéder à la valeur d'usage de la prairie.

Herb'type©: du relevé simplifié à la caractérisation agronomique des prairies

Herb'type est un outil qui permet de construire des typologies de prairies, pour évaluer leur valeur d'usage agricole, sur la base de leur composition fonctionnelle. La valeur agronomique des prairies peut être rapidement caractérisée grâce à une méthode simplifiée de relevés botaniques qui utilise la typologie fonctionnelle des graminées pérennes (Cruz *et al.*, 2010). Ainsi, des indices de productivité, précocité, digestibilité et de diversité fonctionnelle des prairies (Duru *et al.*, 2010) sont calculés d'après un relevé des graminées dominantes de la parcelle (Theau *et al.*, 2010). La productivité, la saisonnalité et la qualité de l'herbe sont utilisées pour raisonner le chargement et la qualité de l'herbe pâturée et fauchée. La diversité fonctionnelle des végétations sert à renseigner la souplesse d'utilisation de l'herbe au niveau intra- ou interparcellaire lorsque l'objet d'étude devient la sole fourragère. Herb'type est le résultat d'un travail en partenariat avec des éleveurs et des conseillers lors de suivis d'élevages et de formations. Les utilisateurs privilégiés sont les éleveurs et leurs agents de développement qui veulent évaluer le potentiel agronomique des prairies.

Herb'âge: transformer des dates en somme de températures

Herb'âge est un module de calcul développé sous Excel qui permet de convertir l'âge de l'herbe en somme de températures (Theau et Zerourou, 2008). Les sommes de températures moyennes journalières entre deux dates sont calculées pour estimer le stade de développement de l'herbe (Ansquer *et al.* 2009). Le calcul de ces sommes de températures a été adapté pour la prairie et le tableur corrige automatiquement l'effet du différentiel d'altitude entre la station météo de référence et la parcelle. La conversion des dates d'exploitation en somme des températures permet de faire une lecture plus objective des pratiques de pâturage et de fauche mises en œuvre sur les parcelles en les confrontant à une estimation du stade de développement de l'herbe. Les utilisateurs privilégiés sont les éleveurs et leurs agents de développement qui veulent prédire le stade phénologique de leurs prairies. Herb'âge, nécessite d'avoir des séries de données météorologiques. Afin de lever ce frein, l'Institut de l'Élevage a développé sous Excel, un générateur de sommes de températures pour une année moyenne, qui fonctionne sur la même méthodologie qu'Herb'âge et qui permet de créer pour de nombreuses régions françaises (zonage ISOP) un abaque de conversion sommes de températures / dates calendaires en année moyenne.

D'autres outils ont été développés par l'INRA de Toulouse (Tableau 3) :

- Herb'opti a été conçu pour automatiser des dépouillements de calendrier d'utilisation des surfaces et interpréter les pratiques de pâturage et de fauche,

- DIALOG est une enquête simplifiée qui permet de DIAGNOSTIQUER rapidement Les pratiques FOURRAGÈRES en élevage : état des lieux des différentes soles fourragères, dates clés au pâturage et à la fauche (Theau *et al.*, 2012). Il est actuellement utilisé en filière AOP fromagères sur le Massif central.

- Herb'sim est un modèle simple pour raisonner la production et l'utilisation de l'herbe (Duru *et al.*, 2010). Il fournit une représentation intégrée des effets du climat, des types fonctionnels de végétations et des pratiques sur la croissance de l'herbe.

Tableau 3 : Principaux outils d'aide à la gestion des prairies.

Outil	Description	Public	Données d'entrée	Données de sortie	Atouts et Limites
Herb'type (INRA Toulouse)	Permet de construire des typologies de prairies et d'évaluer leur potentiel agronomique	Techniciens, éleveurs	Graminées dominantes, % de légumineuses et dicotylédones autres dans la parcelle	indices de productivité, précocité, digestibilité et de diversité fonctionnelle de la parcelle	+ Outil facile d'utilisation + Outil pédagogique utilisable en groupe lors de formations - Nécessite de connaître les principales graminées
Herb'âge (INRA Toulouse)	Permet de convertir l'âge de l'herbe en somme de températures	Techniciens, éleveurs	Données météo (min, max journalière) Dates d'exploitation de l'herbe : pâturages et fauches sur les parcelles	Somme de températures lors de l'utilisation de l'herbe,	+ Tableur Excel simple d'utilisation + Permet de dépasser le caractère descriptif des calendriers d'utilisation des surfaces + Outil pédagogique utilisable en groupe lors de formations
Herb'Opti (Inra)	Diagnostic de pratiques fourragères	Techniciens, éleveurs, enseignants	Calendrier d'utilisation des surfaces, sommes de températures, types fonctionnels de végétations	Grille de diagnostic des pratiques avec règles d'interprétation	+ Outil pédagogique + Permet une représentation objective des pratiques - Nécessite un apprentissage - Beaucoup de données à recueillir
DIALOG (Inra, Pôle Fromager du Massif central)	Diagnostic simplifié de pratiques fourragères	Techniciens, éleveurs	Enquête : Pratiques de pâturage et de fauche ; Types fonctionnels de végétations sur l'exploitation	Cohérence entre le potentiel herbager des surfaces et les pratiques fourragères. Diagnostic des atouts et faiblesse du système fourrager	+ Outil aisé à mettre en œuvre + Permet de dialoguer avec un éleveur sur son syst. fourrager + Facile à mobiliser pour faire de l'animation collective
Herb'sim	Modèle pour raisonner production et utilisation de l'herbe	Techniciens, chercheurs	Données météo, types fonctionnels de plantes, nutrition minérale, types de sol et mode d'exploitation de l'herbe	Production d'herbe selon le rythme d'utilisation choisi ou selon le climat	- Nécessite des données météo journalières + Outil pédagogique pour simuler des scénarios

3. Outils d'aide à l'adaptation du système fourrager et à la gestion de l'herbe

– Le Rami fourrager: une approche innovante de conception de systèmes fourragers

Le **Rami fourrager**® est un jeu de plateau incorporant un modèle informatique de simulation pour aider les utilisateurs à adapter leur système fourrager à différents objectifs (Martin *et al.*, 2011).

Dans un cadre de contraintes (climatiques notamment), 2 à 4 joueurs assistés par un animateur construisent des configurations de systèmes fourragers en sélectionnant des « baguettes fourrages », des « cartes animaux » et des « cartes ration ». Ces baguettes et cartes correspondent à des profils annuels de production fourragère et des profils annuels de besoins alimentaires des animaux. Ces profils sont établis à partir de références locales ou de résultats de simulations. Le module d'évaluation du Rami fourrager (modèle informatique de simulation sous forme de feuille de calcul) fournit des indicateurs et des graphes notamment sur l'autonomie fourragère du système conçu, ou sur les aspects travail et économie. Les utilisateurs peuvent décider ou non d'ajuster le système conçu pour le faire correspondre davantage aux objectifs qu'ils se sont fixés. Ainsi, le Rami fourrager est un support à la réflexion stratégique et au partage de connaissances localement pertinentes entre utilisateurs.

L'intérêt du Rami fourrager est donc d'offrir une plate-forme matérielle et sociale d'expérimentation virtuelle, d'ouverture du champ des possibles et de discussion argumentée, autour de la conception et de l'adaptation des systèmes fourragers. Il s'agit d'un concept déclinable pour répondre à une grande gamme de questions. L'outil est utilisé en Midi-Pyrénées, Auvergne, Bretagne, Poitou-Charentes, Pays de la Loire. Les utilisateurs privilégiés sont les conseillers agricoles qui animent des ateliers où jouent éleveurs ou techniciens. Cet outil générique peut facilement être adapté à différents contextes d'utilisation : atteindre l'autonomie fourragère ou protéique, s'adapter à un cahier des charges de production, au changement climatique ou à la variabilité climatique.

– Des guides pratiques à destination des éleveurs pour les aider à bien valoriser l'herbe

Plusieurs publications écrites issues des différentes structures de Recherche Appliquée et de Développement sont de véritables outils pratiques d'aide à la gestion de l'herbe et des prairies pour les conseillers et les éleveurs.

Six systèmes d'alimentation des vaches laitières ont été décrits en Bretagne dans un document technique « *Six menus pour vaches laitières* » (Dequin *et al.*, 1998 ; Seuret *et al.*, 2004 ; Roger *et al.*, 2006). Six stratégies de gestion du pâturage pour les vaches laitières ont été adaptées au contexte local en tenant compte de la surface pâturée (de 23 à 70 ares par vache) et de la zone pédoclimatique. A l'intérieur de chaque fiche menu, le détail de chaque séquence alimentaire et les grandes étapes de la conduite du pâturage sont décrits. Les différents indicateurs décrits précédemment (dates clés, hauteurs entrée et sortie, jours d'avance, croissance de l'herbe, temps de repousse) y sont proposés.

Un « *Guide de l'Herbe* » a été réalisé en 1998 par la Chambre d'Agriculture de Normandie, puis en 2005 proposé par le pôle de valorisation de la prairie normande « *Prairiales Normandie* ». Il s'agit d'un outil constitué d'une cinquantaine de fiches techniques. Un site Internet *Prairiales de Normandie* recense aussi de nombreuses références techniques issues des différentes journées *Prairiales de la Blanche-Maison, du Pin, du Robillard* (<http://www.prairiales-normandie.com>).

Le guide de l'éleveur « *Produire avec de l'herbe* » (Guillois *et al.*, 2011), pratique et synthétique, est le fruit d'une collaboration entre les Chambres d'Agriculture de Bretagne et des Pays-de-la-Loire. Il s'adresse à tous les éleveurs, quel que soit leur système de production et rassemble à leur intention les connaissances et références relatives à l'herbe issues des travaux de recherche appliquée dans ces deux régions. Il passe en revue tous les aspects de cette production du sol à l'animal. Il s'intègre dans une série de guides pratiques à destination des éleveurs (Seuret *et al.*, 2004).

Un « *Guide du Pâturage* » a été proposé par le Programme Structure Herbe et Fourrages en Limousin (Rapp *et al.*, 2013). La méthode de gestion du pâturage proposée fait référence aux travaux portés par les différents instituts. Un site Internet intégralement dédié au programme a été développé (<http://www.herbe-fourrages-limousin.fr>) avec la reprise des éléments de chaque action, les témoignages des différentes fermes pilotes et les outils d'aide à la décision qui ont été élaborés. Ainsi l'application Prev'Her : « Organiser les surfaces fourragères et prévoir le pâturage » est à disposition des éleveurs. Cette application facilite la phase de prévision pour la campagne fourragère à venir. Cette application informatique « multi-productions » permet de répartir les surfaces de stocks et la surface de base, de calculer la surface de base pour chaque lot d'animaux et d'attribuer les paddocks pour chaque lot d'animaux.

A l'étranger, le guide « *Grazing guide* » est une publication irlandaise de Teagasc (Agriculture and Food Development Authority) et de « *The Irish Farmers Journal* » qui s'adresse aux éleveurs de bovins ou d'ovins, expérimentés ou non et voulant perfectionner leur gestion du pâturage dans le but d'améliorer leurs résultats économiques (<http://www.teagasc.ie>).

– Des opérations de communication autour de la croissance de l'herbe pour aider à la gestion du pâturage

Les données de croissance de l'herbe ont été diffusées en Bretagne au travers de l'action « Pâturage Plus » conduite à partir de 1998. Cela se poursuit encore aujourd'hui dans l' « Observatoire des fourrages ». Pour disposer d'une valeur de pousse diffusable à l'ensemble des éleveurs, les mesures sont donc réalisées sur une vingtaine de fermes. Ces informations sur la croissance de l'herbe sont ensuite commentées de façon à délivrer des conseils de pâturage par grand type de système de pâturage. Cette opération de conseil est destinée aux éleveurs (www.bretagne.synagri.com). Plusieurs opérations de communication se sont ensuite développées dans d'autres régions françaises au cours de la dernière décennie : ainsi les observatoires de croissance sont présents désormais en Bretagne, Pays de la Loire, Normandie, Franche-Comté. Ces opérations sont aussi des lieux d'acquisition de références qui permettent d'établir des profils locaux de croissance de l'herbe dès lors qu'on dispose de plusieurs années de données (Defrance *et al.*, 2005). Des évaluations de ces opérations ont eu lieu en Bretagne soulignant la notoriété de cette rubrique et l'intérêt des éleveurs (60 % de personnes intéressées).

A l'étranger, dans les pays aux conditions propices au pâturage, on trouve des opérations similaires. En Irlande, dans « Grass Watch », une rubrique publiée de façon hebdomadaire dans l'*Irish Farmers Journal* (<http://www.farmersjournal.ie>), la croissance de l'herbe cache deux notions sensiblement différentes. D'une part, les croissances observées dans des exploitations commerciales y sont indiquées. D'autre part, sont diffusées les croissances mesurées dans les 6 fermes expérimentales irlandaises. Elles correspondent à des croissances lissées sur 4 semaines. Elles sont en effet obtenues en fauchant chaque semaine des micro-parcelles de 4 semaines d'âge. En Irlande du Nord, on trouve en ligne les bulletins hebdomadaires GrassCheck proposant prévisions et conseils.

– Des opérations de communication autour des sommes de températures pour aider à la gestion des prairies

Plusieurs Chambres d'Agriculture du sud de la France ont mis en place des opérations de communication reprenant le concept des sommes de températures pour aider à gérer l'herbe. Initiées par le département de la Creuse en 2007, ces bulletins ont fait tache d'huile dans le Puy-de-Dôme, en Saône-et-Loire et dans les régions Limousin, Centre et Midi-Pyrénées. Durant toute la campagne fourragère, des avertissements hebdomadaires « gestion de l'herbe » sont publiés. Sur ces bulletins figurent les sommes de températures en temps réel et les conseils pratiques de saison pour réussir les cycles de pâturage et pour faucher au bon stade en fonction des types de végétation. Ainsi le bulletin « *Info Prairies – Puy-de-Dôme* » existe depuis 2009 ; il est consultable à partir de la mi-mars (<http://www.chambre-agri63.com>) et donne des conseils de saison en fonction des conditions climatiques de l'année (données de sommes de températures de 17 stations météo), de la flore des prairies, du mode d'exploitation et de l'altitude. Des mesures de croissance de l'herbe permettent d'affiner les conseils.

Conclusion – perspectives

Une large gamme d'outils d'aide à la gestion des surfaces en herbe et du pâturage a été produite au cours des 20 dernières années. Certains concepts, indicateurs ou repères de gestion du pâturage (jours d'avance, croissance) sont désormais bien intégrés par les conseillers et les éleveurs grâce notamment à la réussite des opérations de transfert, de développement et de communication qui se sont développées dans plusieurs régions depuis 10 ans. Concernant les outils, le transfert sur le terrain est loin d'être abouti. Souvent jugés trop lourds, complexes, nécessitant une prise en main accompagnée, la disponibilité de nombreuses données parfois inexistantes en exploitation, ils restent insuffisamment connus et utilisés sur le terrain par les conseillers, et par les éleveurs.

Ces outils ont été réalisés en se basant notamment sur les mesures de hauteur d'herbe et le calcul des jours d'avance. La mise en œuvre de la méthode reste néanmoins exigeante en temps. Le principal gain de productivité possible dans le temps de mesures réside sans doute dans le développement des nouvelles technologies et de l'agriculture de précision. Ainsi différents programmes sont en cours pour améliorer la valorisation de mesures de hauteur d'herbe notamment le programme européen « ICT Grazing Tools » qui vise :

- le développement d'un outil de gestion du pâturage associant mesure automatisée de la hauteur d'herbe et technologies *bluetooth* et GPS qui permettent à l'éleveur de recevoir le conseil sur un téléphone portable. Couplés à un positionnement géographique de chacune des mesures, l'hétérogénéité de la parcelle et son profil de biomasse pourront être mieux pris en compte ; ainsi, en pâturage rationné, la surface à offrir au troupeau et l'avancement du fil avant pourront être calculés ;
- la mise au point d'une nouvelle technologie de capteur embarqué par exemple sur un quad pour réduire le caractère fastidieux de l'utilisation de l'herbomètre® ;
- le développement d'un outil web assurant l'intégration des mesures de hauteur d'herbe : ce logiciel valorisera l'ensemble des mesures pour fournir à l'éleveur les repères chiffrés nécessaires ;
- l'investigation de la notion de « clôture virtuelle » en zone de pâturage intensif.

D'autres initiatives sont évoquées pour mesurer les hauteurs d'herbe, par exemple grâce à des appareils volants télécommandés de type drones. Ces nouveaux outils doivent en effet faire la démonstration que la prairie est aussi le lieu d'expression de compétences techniques, notamment par des innovations en équipements et matériels.

Le pâturage est souvent jugé difficile à organiser, à prévoir, à maîtriser à cause de la croissance de l'herbe qui varie en fonction des aléas climatiques, mais aussi des couverts en prairies et des modes d'exploitation. Les travaux cherchant à prédire ou modéliser la croissance de l'herbe à court terme doivent se poursuivre pour consolider les anticipations que permettent de faire les outils : ainsi, en Irlande du Nord, le programme européen GrazeGro (Barrett *et al.*, 2005) a développé un modèle de prédiction de la production sur ray-grass anglais sur deux semaines. Ce modèle a été mis en œuvre dans l'opération GrassCheck qui a permis à la fois de le valider et de diffuser en ligne un bulletin hebdomadaire de conseils à destination des éleveurs.

La demande en termes d'outils d'aide à la gestion du pâturage reste très vaste. Elle regroupe un besoin de références supplémentaires et plus précises sur l'herbe, de moyens de sécuriser la prise de décision lors de la gestion du pâturage, et enfin d'aides pour mieux organiser le pâturage et le système fourrager. Le travail sur les méthodes et outils d'aide à la décision pour inciter les éleveurs à utiliser le pâturage doit améliorer leur confiance dans les systèmes herbagers notamment face aux aléas climatiques récurrents. Pour être applicables sur le terrain, ces méthodes et outils doivent être conviviaux, simples d'utilisation, nécessiter un temps d'enregistrement limité et des variables d'entrée facilement disponibles (Peyraud *et al.*, 2005) et proposer des clés d'interprétation des données de sortie. Leur conception doit tenir compte en amont des attentes concrètes des éleveurs et des conseillers qui en sont les futurs utilisateurs. Finalement, un renforcement des collaborations entre la recherche et les organismes de développement agricole s'avère nécessaire pour la mise au point et la diffusion d'outils conviviaux réellement destinés à la prise de décision au quotidien en exploitation agricole : c'est une des missions du RMT Prairies Demain. Ces travaux doivent aussi intégrer les évolutions du conseil en agriculture et les changements relatifs au métier qui font que le temps imparti au conseil individuel laisse désormais souvent la place davantage à une activité d'animation fourragère

de groupe. Cette contrainte implique que des méthodes et outils puissent être utilisés aussi de manière collective. Il s'agit aussi de convaincre que l'herbe peut être produite et valorisée simplement.

Cet article de synthèse a été réalisé dans le cadre des travaux du RMT "Prairies Demain".

Références bibliographiques

- Ansquer, P., Al Haj Khaled, R., Cruz, P., Theau, J.-P., Therond, O., *et al.* (2009). Characterizing and predicting plant phenology in species-rich grasslands. *Grass and Forage Science*, 64, 57-70.
- Barrett P.D., Dale A.J., Moore N., Laidlaw A.S., Mayne C.S. (2008). GrassCheck: Grass Growth Monitoring and Forecasting. End of Project Report to AgriSearch. 22p.
- Carrere, P., Seytre, L., Piquet, M., Landrieux, J., Riviere, J., Chabaliere, 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.
- Chenais F., Seuret J.M., Brunschwig P., Fiorelli J.L. (2001). Pour un rôle croissant du pâturage dans les systèmes bovins laitiers. *Fourrages*, 166, 257-277.
- Cruz, P., Theau, J. P., Lecloux, E., Jouany, C., & Duru, M. (2010). Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits. *Fourrages*, 11-17.
- Defrance P., Seuret J.M., Delaby L. (2005). Grass growth profiles in Brittany. In: Utilisation of grazed grass in temperate animal systems. Proc. 20th Int. Grassland Congr., Cork Satellite Workshop, 3-6 July, Ireland, 214.
- Defrance P., Delaby L., Seuret J.M. (2005). Herb'Avenir : un outil simple d'aide à la décision pour la gestion du pâturage. *Renc. Rech.Rum.*, 12, 80.
- Delaby L., Peyraud J.L., Faverdin Ph. (2000). Développement d'un organisateur de pâturage assisté par ordinateur : Pâtur'IN. *Rencontres Recherche Ruminants*, 329-332.
- Delaby L., Peyraud J.L., Faverdin Ph. (2001). Pâtur'IN : le pâturage des vaches laitières assisté par ordinateur. *Fourrages* 167, 385-398.
- Delagarde R., Faverdin P., Baratte C., Peyraud J.L. (2004a). Prévoir l'ingestion d'herbe et la production des vaches laitières : GrazeIN, un modèle pour raisonner l'alimentation. *Renc. Rech. Rum.*, 11, 295-298.
- Dequin A., Follet D., Grasset M., Roger Ph., Thébaud M. (1998). 5 menus pour vaches laitières au pâturage : le pâturage au quotidien. Brochure EDE et Chambres d'Agriculture de Bretagne.
- Dillon P. (2009). Grazing notebook. Guide d'utilisation, Teagasc and The Irish Farmers Journal, 56p.
- Duru M., Chaurand M.L., Foucras J., Weber M. (1999). Le volume d'herbe disponible par vache : un indicateur pour la conduite du pâturage tournant en élevage laitier. *Fourrages*, 157, 47-62.
- Duru, M., Cruz, P., Jouany, C., & Theau, J.-P. (2010). Herb'type © : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes. *INRA Productions Animales*, 23, 319-332.
- Hardy A., Le Bris X., Pelletier P. (2001). Herb'ITCF : une méthode d'aide à la gestion du pâturage. *Fourrages* 167, 399-415.
- Launay, F., Baumont, R., Plantureux, S., Farrie, J-P, Michaud, A., Pottier, E. (2011). Prairies permanentes. Des références pour valoriser leur diversité. Editeur : Institut de l'élevage. 128 pages.
- Le Bris X., Rivière F. (1992). Proposition d'une méthode de conduite du pâturage à partir du stock disponible. In l'extensification en production fourragère, n° spécial *Fourrages*, 162-163.
- McCarthy B., Shalloo S., Geary U. (2011). The Grass Calculator. Guide d'utilisation, Moorepark Animal & Grassland Research and Innovation Centre, Teagasc, 32 p.
- Mathieu A. et Fiorelli J.L. (1985). Utilisation d'un herbomètre pour l'interprétation du déroulement d'un pâturage. *Fourrages*, 101
- Peyraud J.L. et Delaby L. (2005). Combiner la gestion optimale du pâturage et les performances des vaches laitières : enjeux et outils. *Productions Animales*, 18 (4), 231-240
- Seuret J.M., le Coeur P., Dequin A., Guillois F., Roger P. (2004). Outil de description de l'alimentation d'un troupeau laitier au pâturage suivant la surface allouée par vache et la zone climatique. *Rencontres Recherche Ruminants*.
- Seuret J.M., Jégou V., Portier B., Grasset M., (2004). Optimiser l'alimentation et la conduite. Guide pratique de l'éleveur laitier, Chambres d'agriculture-EDE de Bretagne, 67p.
- Theau, J. P., & Zerourou, A. (2008). Herb'âge , une méthode de calcul des sommes de températures pour la gestion des prairies. In P. Cruz, C. Jouany, & J. P. Theau (Eds.), *Outils pour la gestion des prairies permanentes* (pp. 91-102). Toulouse: INRA - UMR AGIR.
- Theau, J. P., Cruz, P., Fallour, D., Jouany, C., Lecloux, E., *et al.* (2010). Une méthode simplifiée de relevé botanique pour une caractérisation agronomique des prairies permanentes. *Fourrages*, 19-25.
- Theau J.P., Chabaliere 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.