

Evaluation du potentiel herbager et de sa variabilité en élevage allaitant. Régionalisation de la démarche ISOP en Saône-et-Loire

C. Gateau¹, S. Novak¹, F. Kockmann¹,
F. Ruget², S. Granger³

En région allaitante de Saône-et-Loire, l'herbe constitue la base de la ration et joue un rôle déterminant sur les résultats économiques de l'atelier. Une démarche est proposée à partir du dispositif ISOP pour évaluer l'impact du contexte pédoclimatique sur la production des prairies.

RÉSUMÉ

Pour les régions fourragères du département, le dispositif national de prévision de la production de la prairie (ISOP) donne des indications globales sur la variabilité spatiale, saisonnière et interannuelle des productions. La prise en compte de données plus locales du climat et des sols permet une estimation satisfaisante des productions d'herbe, par type de sol et par zone climatique, productions concordantes avec celles mesurées dans un réseau de parcelles. La démarche, ainsi validée, est ensuite généralisée à la zone allaitante et fournit un référentiel régional pour les conseillers. Elle est appliquée à quelques cas types réels d'exploitation en prenant en compte la diversité des sols sur l'exploitation afin d'en déduire les risques encourus par l'éleveur vis-à-vis des aléas climatiques.

MOTS CLÉS

Facteur climat, facteur édaphique, modélisation, potentialité pédo-climatique, prairie permanente, production fourragère, Saône-et-Loire, système fourrager, vache allaitante, variations annuelles

KEY-WORDS

Annual variations, climatic factor, edaphic factor, forage production, forage system, modelling, pedo-climatic potentiality, permanent pasture, Saône-et-Loire, suckling cattle

AUTEURS

1 : Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire, Service Agronomie Gestion de l'espace et Environnement ; BP 522, F-71010 Macon cedex ; cgateau@sl.chambagri.fr

2 : Institut National de Recherche Agronomique, Unité Climat, Sol et Environnement

3 : Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon

Introduction

En Saône-et-Loire, les prairies permanentes occupent 75% de la surface agricole utile de la zone spécialisée en élevage allaitant soit 280 000 hectares. L'herbe constitue le fourrage de base dans les systèmes allaitants et la maîtrise de sa production et de son utilisation apparaît comme l'élément clé de la rentabilité des exploitations allaitantes (étude menée en 2000, sur 57 exploitations en système "mâles maigres - femelles engraisées"). Dans le bassin allaitant de Saône-et-Loire, la meilleure marge bovine¹ est obtenue dans les conditions où la production autonome² est la plus forte (tableau 1), ce qui correspond aux exploitations qui stockent le plus d'herbe, qui fertilisent le plus les prairies et qui ont le coût de concentrés le plus faible. L'herbe constitue une matière première essentielle pour nourrir le troupeau de façon économe.

	Production autonome (kg vif/UGB)	
	Faible (< 230)	Elevée (> 260)
Chargement (UGB/ha SFP)	1,23	1,26
Stocks d'herbe réalisés (t MS/UGB)	1,61	1,95
Coût des engrais (€/ha SFP)	28	47
Coût des concentrés (€/kg vif produit)	0,51	0,27
Marge bovine (€/UGB ; concentrés et frais vétérinaires déduits)	510	706

La maîtrise du système fourrager est devenue déterminante dans la mesure où le mode de conduite des troupeaux a évolué au fil du temps : autrefois, plusieurs ventes en cours d'année (taurillons maigres à la fin juin et bœufs en septembre) permettaient une baisse du chargement des surfaces en été. Aujourd'hui, le fait de ne vendre que des broutards, en automne et en hiver, change la donne.

Un objectif de l'application du système ISOP au niveau régional est de donner à l'éleveur la possibilité de caler son système fourrager en fonction du potentiel de production d'herbe permis par les conditions pédoclimatiques (APCA, 1985, 1996). Dans le contexte régional, les exploitations sont dans des situations très variables vis-à-vis des atouts et contraintes du milieu. En conséquence, les objectifs de production, de même que les stratégies de mise en valeur, doivent être adaptés à chaque exploitation.

L'objet de cet article est d'évaluer l'intérêt du dispositif national ISOP, outil d'estimation de la production des prairies (RUGET *et al.*, 2006 : article précédent), pour l'analyse des productions départementales,

TABLEAU 1 : Résultats technico-économiques de 2 groupes d'exploitations, plus ou moins autonomes, en système allaitant de Saône-et-Loire (2000, données Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire, non publiées).

TABLE 1 : Technico-economic results of 2 groups of farms, more or less autonomous, belonging to the suckling system in Saône-et-Loire (2000 ; data by Chambre d'Agriculture Saône-et-Loire, unpublished).

1 : La marge bovine correspond au produit bovin duquel on déduit les concentrés et les frais vétérinaires. Le produit bovin représente la somme des ventes, des primes bovines et de l'autoconsommation à laquelle on retranche les achats et les variations d'inventaire.

2 : La production autonome correspond à la production de viande vive réalisée à partir de la surface fourragère de l'exploitation, hors concentrés et céréales auto-consommées. Elle est un indicateur de l'efficacité du système fourrager (LAHEMADE, 2002).

puis de montrer comment le modèle **STICS-Prairie**, utilisé dans ISOP, **peut être appliqué à des exploitations** pour décrire l'adéquation entre les besoins et la disponibilité en herbe. Après la présentation de la variabilité interannuelle et interrégionale des productions selon ISOP et la démonstration de l'insuffisance d'ISOP pour passer à l'échelle de l'exploitation, l'article propose une évaluation du modèle STICS, puis sa **mise en œuvre sur des exploitations types**, à partir d'une base de données concernant le climat (stations météo) et les sols (carte au 1/250 000^e). Cette base de données a été constituée dans la **perspective de structurer un référentiel régional sur les prairies** de la zone d'élevage allaitant, consigné dans un *Cahier Agroclimatique* (Collectif, 2004).

1. Estimation de la production d'herbe des prairies permanentes : ISOP ou STICS-Prairie ?

■ Simulation de la production à l'échelle de la région fourragère : résultats d'ISOP

Les estimations d'ISOP de 1982 à 2002 sont présentées pour les **six régions fourragères** du département de Saône-et-Loire (figure 1) : quatre se situent intégralement dans le département : 2616 (Autunois, Charolais), 2617 (plateaux calcaires du Clunysois et du Chalonnais), 2618 (Chalonnais, Bresse), 2629 (Brionnais, Sologne Bourbonnaise) ; deux appartiennent principalement aux départements limitrophes : Côte-d'Or et Nièvre (2625, Finage appartenant à la vallée du Doubs), Côte-d'Or et Yonne (2604, Morvan).

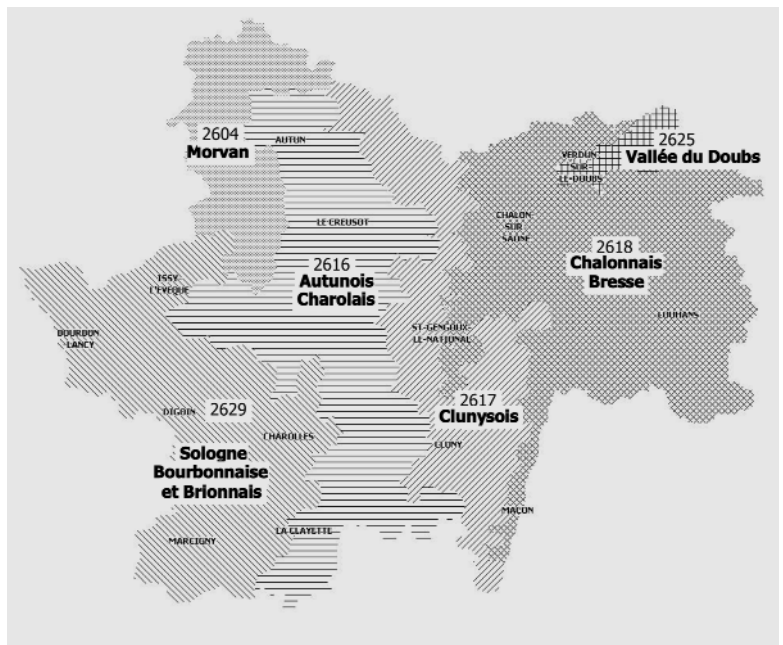


FIGURE 1 : Régions fourragères du département de Saône-et-Loire (Agreste, 2001).

FIGURE 1 : Forage producing regions in the Saône-et-Loire département (Agreste, 2001).

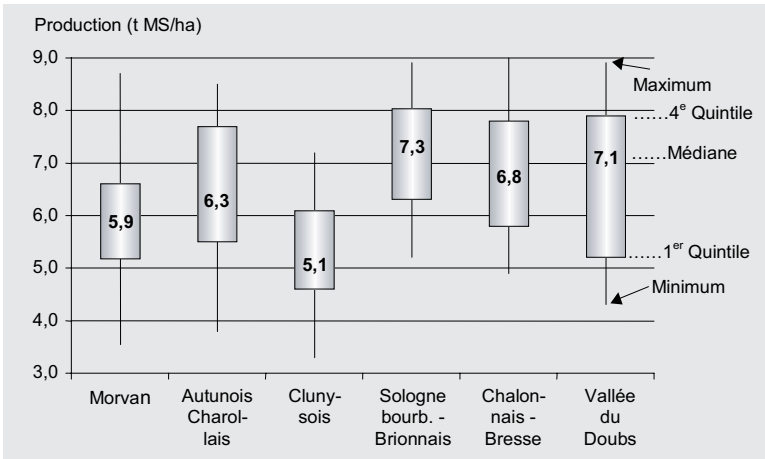


FIGURE 2 : **Production annuelle d'herbe (et sa variabilité) des prairies permanentes des 6 régions fourragères de Saône-et-Loire, estimée par ISOP sur la période 1982-2002.**

FIGURE 2 : Annual grass production (and its variability) of the permanent pastures in the 6 forage producing regions of Saône-et-Loire, as estimated by the ISOP method over the period 1982-2002.

La figure 2 présente des statistiques sur les valeurs calculées par ISOP sur 21 ans : médiane, premier (années défavorables) et quatrième (années favorables) quintiles, extrêmes de la production annuelle (du 1^{er} février au 20 octobre). **La production d'herbe annuelle médiane varie de 5,1 à 7,3 t MS/ha entre les régions extrêmes.** Quelle que soit la région considérée, la production printanière représente plus des deux tiers de la production d'herbe annuelle et domine donc largement. Les régions fourragères ayant les productions annuelles les plus faibles (Clunysois et Morvan) correspondent en majorité à des sols à faible réserve utile.

Dans chaque région fourragère, **la variabilité interannuelle est élevée et provient essentiellement des variations de production en été et automne** : la production d'herbe pendant cette période en année favorable est, selon la région, de 2 à 4 fois celle observée en année défavorable ; l'écart entre les valeurs minimales et maximales avoisine 4 t MS/ha pour toutes les régions fourragères. La variabilité interannuelle des pluies durant cette période est à l'origine de ces fortes variations mais touche de façon similaire toutes les régions fourragères du département.

Les régions fourragères ont été délimitées de manière à constituer des zones homogènes du point de vue des modes et des niveaux de production (HENTGEN, 1982 ; RUGET *et al.*, 2006 : article précédent) mais, pour les besoins de l'enquête du SCEES (surface de prairie suffisante pour que l'enquête soit représentative), certaines régions correspondent au regroupement de zones à potentiels très différents. C'est le cas de la région 2629 qui comprend le Brionnais, caractérisé par des sols argilo-calcaires profonds à fort potentiel, et la Sologne bourbonnaise, avec des sols à faible réserve hydrique dans les vallées (alluvions sableuses de la Bourbince, de l'Arroux et de la Loire) ou en relative altitude (zone granitique d'Issy-l'Evêque). Cette forte hétérogénéité des types de sol à l'intérieur d'une région fourragère rend les résultats d'ISOP difficiles à utiliser. Par ailleurs, certains sols à faible extension ne sont pas représentés (sols sableux des vallées) ; les estimations d'ISOP ne paraissent donc pas satisfaisantes en dessous de l'échelle "région fourragère". Ces imperfections rendent nécessaires

des estimations avec de nouveaux types de sol. Enfin, à cause du relief régional (orientation du relief perpendiculaire au vent dominant d'ouest), le climat est aussi assez variable. Cela justifie donc la mise en place d'un dispositif permettant d'utiliser le modèle Stics-Prairie dans des conditions de types de sol et de climat plus précises que celles d'ISOP.

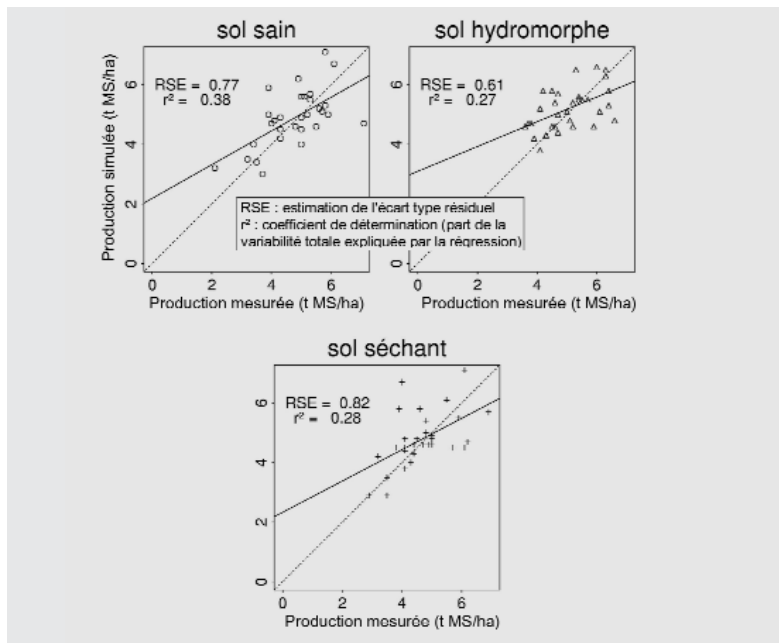
■ Validation du modèle STICS-Prairie : confrontation aux données d'un réseau expérimental

Au sein des exploitations du réseau de référence de Saône-et-Loire (REPERES), **26 parcelles**, situées dans 12 communes et 3 régions fourragères, ont été retenues. Elles se répartissent dans les **3 types de comportements par rapport à l'eau** (sain, séchant et hydromorphe) de la typologie de prairies permanentes fauchées (GATEAU *et al.*, 1999). La production observée est le cumul de l'estimation de la quantité d'herbe consommée par les animaux pendant le déprimage (chargement x durée de pâturage x quantité d'herbe exportée) et la production de foin (t MS/ha) déclarée par l'agriculteur.

Le modèle Stics-Prairie a été utilisé avec des données météorologiques locales et des informations sur les techniques recueillies pendant le suivi des parcelles (fertilisations azotées et dates d'exploitation). Pour les sols, une correspondance approximative entre les sols des parcelles et ceux de la base d'ISOP a été établie, en s'appuyant sur leur classification dans le **référentiel pédogéologique** de Saône-et-Loire (DELEAN et KOCKMANN, 1999). Les productions simulées correspondent au cumul de matière sèche récoltable à la date de fauche (déclarée par l'agriculteur).

FIGURE 3 : Comparaison entre les productions d'herbe simulées et observées à la date de réalisation des foin selon le type de sol (ensemble des parcelles, années confondues).

FIGURE 3 : Comparison between the simulated grass productions and the productions observed at the time of hay-making, according to soil type (all fields, years confounded).



La figure 3 met en évidence une **adéquation assez satisfaisante pour les sols sains, moins satisfaisante pour les sols séchants** car les estimations sont très sensibles à ce qui définit la disponibilité en eau pour la plante (l'enracinement, valeur standard, et la profondeur du sol, imprécise). Pour les **sols hydromorphes**, pour lesquels l'adéquation n'est pas bonne non plus, une prochaine version de STICS intégrant les effets de l'hydromorphie sur la production d'herbe devrait donner de meilleurs résultats.

■ **Intégration des données locales (climat, sols) pour simuler la production par STICS-Prairie dans le bassin allaitant**

Une base de données d'entrée, concernant le climat, les sols et les pratiques, est construite afin d'utiliser STICS-Prairie sur la même période que les estimations d'ISOP, mais en se restreignant à la zone allaitante de Saône-et-Loire, c'est-à-dire le Morvan (2604), l'Autunois-Charolais (2616), les plateaux calcaires du Clunysois et du Chalonnois (2617), le Brionnais et la Sologne Bourbonnaise (2629).

Pour cet ensemble de régions, 13 postes disposant de relevés quotidiens de températures et de précipitations depuis 1982 sont disponibles. Le **découpage en zones climatiques a été fait en fonction de leur homogénéité, pour le couple précipitations-températures**. L'attribution des postes (moins nombreux), disposant de mesures de vent et d'humidité nécessaires au calcul de l'ETP et de mesures de rayonnement, a été faite en fonction de la topographie pour l'ETP et de la distance pour le rayonnement (R. PLANTIER, comm. pers.).

Sur chacune de ces 13 zones climatiques, ont été sélectionnés **les sols** généralement mis en prairie, décrits à partir de la base de données géoréférencées des sols au 1/1 000 000^e, en mobilisant l'expertise acquise par le CNERTA dans le cadre du programme IGCS avec des données au 1/250 000^e (FAVROT *et al.*, 1994) et les connaissances de la Chambre d'Agriculture (DELEAN et KOCKMANN, 1999). La "traduction" des types des sols en caractéristiques de STICS a été faite grâce à l'expertise de C. LE BAS (INRA, Infosol, Orléans). Les sols sont groupés en trois catégories en fonction de leur comportement vis-à-vis du facteur eau : séchant, sain ou hydromorphe.

La **date de coupe** est exprimée en sommes de températures de manière à préserver la variabilité interannuelle des dates qui dépend de la température tout en évitant de changer la date calendaire chaque année. Le mode d'exploitation choisi pour les simulations est le plus proche du plus fréquent dans la zone d'étude, c'est-à-dire le

TABEAU 2 : **Fertilisation azotée préconisée selon le type de sol** (Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire, 2002).

TABLE 2 : **Advised nitrogen fertilization according to soil type** (Chambre d'Agriculture Saône-et-Loire, 2002).

Objectif de rendement	Apports azotés totaux (organiques + minéraux ; kg N/ha/an)	
	Faible (fertilisation basse)	Elevé (fertilisation élevée)
Type de sol :		
Sableux séchant	40	70
Sain	30	70
Hydromorphe	30	90
Argilo-calcaire superficiel		30
Argilo-calcaire profond		60

mode 17 d'ISOP (une coupe à 700°.jour après le 1^{er} février, puis une coupe tous les 1 000°.jour et une seule fertilisation en début de simulation) : la première coupe correspond à un déprimage, la deuxième à une fauche en foin et la troisième à un pâturage d'automne. Ces valeurs sont un peu tardives par rapport aux pratiques habituelles (le déprimage débute vers 300°.jour et se termine vers 600°.jour ; les foin sont habituellement réalisés 900°.jour après la fin du déprimage). Les conditions initiales (1^{er} février) sont celles d'ISOP.

Le **niveau de fertilisation** est défini en fonction du comportement par rapport à l'eau selon les recommandations du référentiel établi par la Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire (tableau 2), qui est construit à partir des pratiques observées sur prairies.

Les estimations, présentées de façon détaillée dans le *Cahier Agroclimatique* en termes de production de printemps (cumul au 20 juin) et annuelle (au 20 octobre), sont commentées ici **pour la zone de Cressy-sur-Somme**, dont les sols et les productions sont décrits dans le tableau 3 :

- **La production d'herbe dépend du type de sol et de la fertilisation azotée : le modèle reproduit bien des observations classiques.** Les productions médianes varient d'un facteur 1 à 5 entre sols extrêmes dans la région. Elles sont fortement influencées par le type de sol : les sols les plus séchants, granitiques, présentent les productions les plus faibles au printemps et surtout à l'automne. Le sol sur grès permien (41), quoique séchant, mais plus profond, fait exception, avec une réserve utile potentielle de 102 mm et des productions associées fortes. La fertilisation est mieux valorisée par les sols sains (sol 906) que par les sols séchants (59, 68, 941), conformément au fait que le manque d'eau empêche la culture d'absorber l'azote (DURU *et al.*, 1993a).

- **Les variabilités interannuelles et spatiales sont importantes :** la variabilité de production entre les années est élevée. Elle est plus faible pour les sols sains et hydromorphes que pour les sols séchants. La variabilité interannuelle de production des sols, pour un niveau de fertilisation donné, dépend aussi de la zone climatique considérée. Enfin, pour un même sol, les productions sont très variables entre les zones climatiques. Par exemple, la production en année normale du sol 69 (sain) va de 5,3 (pour Chalon) à 10,5 t MS/ha (pour Beaubery), c'est-à-dire du simple au double.

TABLEAU 3 : **Production d'herbe simulée** (valeur médiane) **selon le niveau de fertilisation pour quelques sols représentatifs de la zone climatique de Cressy-sur-Somme.**

TABLE 3 : **Simulated grass production** (median value) **according to level of fertilisation for a few soils representative of the climatic zone of Cressy-sur-Somme.**

Sol (n° ISOP)	Type de sol du référentiel pédo-géologique	Comportement hydrique	Production d'herbe au 20 octobre (t/ha)	
			Fertilisation basse*	Fertilisation haute*
59	Sols granitiques de forte pente	Très séchant	2,1	2,2
10	Sols granitiques de bas Morvan	Séchant	5,2	5,4
68	Sols granitiques de pente moyenne	Sain	6,1	7,2
941	Sables à lapins	Très séchant	6,8	7,3
906	Collines sableuses	Sain	7,3	8,6
104	Sols granitiques de bas de pente	Hydromorphe	8,0	9,7
106	Terrains de plateaux hydromorphes	Hydromorphe	8,6	9,7
100	Chambons de la Loire	Sain	8,7	10,4
41	Terrains sableux (vallée de la Loire)	Séchant	9,0	10,6

* Fertilisation basse : 30-40 kg N/ha selon les sols ; fertilisation haute : 70-90 kg N/ha selon les sols

2. Application à la prévision de la production d'herbe à l'échelle de l'exploitation

■ Estimation de la production d'herbe au niveau de l'exploitation agricole

Le dernier volet de cette étude consiste à appliquer la démarche d'estimation du potentiel de production des prairies à l'échelle de quelques exploitations de la zone allaitante de Saône-et-Loire. L'objectif est de **comparer le potentiel de production d'herbe de l'exploitation, et sa variabilité interannuelle, aux besoins du troupeau**. Il s'agit de **mesurer la prise de risque de l'éleveur vis-à-vis des aléas climatiques**.

La démarche est appliquée à **onze exploitations** du réseau REPERES. La production d'herbe potentielle totale annuelle est présentée en années normale (médiane), favorable et défavorable. Chacune de ces données résulte d'un calcul de la moyenne des productions (issues des simulations réalisées avec le modèle STICS-Prairie) par type de sol, pondérée en fonction de leur surface dans l'exploitation. La connaissance des types de sols a été acquise grâce à des sondages pédologiques réalisés sur les parcelles en prairies des exploitations. Par ailleurs, des données relatives au mode d'exploitation et à la fertilisation ont été recueillies. Enfin, en ce qui concerne les données climatiques, la station météorologique la plus proche a été retenue.

La figure 4 montre non seulement l'étendue de la **variabilité de la production d'herbe entre les exploitations**, en année normale, allant de 5,2 à 8,7 t MS/ha, mais aussi et surtout les écarts d'amplitude entre les productions minimum et maximum. En effet, la situation la plus "stable" se situe à Tintry où le potentiel n'oscille, 6 années sur 10, que de 5,5 à 7,7 t/ha. A l'inverse, les plus fortes amplitudes sont observées à Chenay-le-Chatel où la production varie très sensiblement : 6 années sur dix, elle oscille entre 6,7 et 10,2 t/ha selon le caractère plus ou moins favorable du climat.

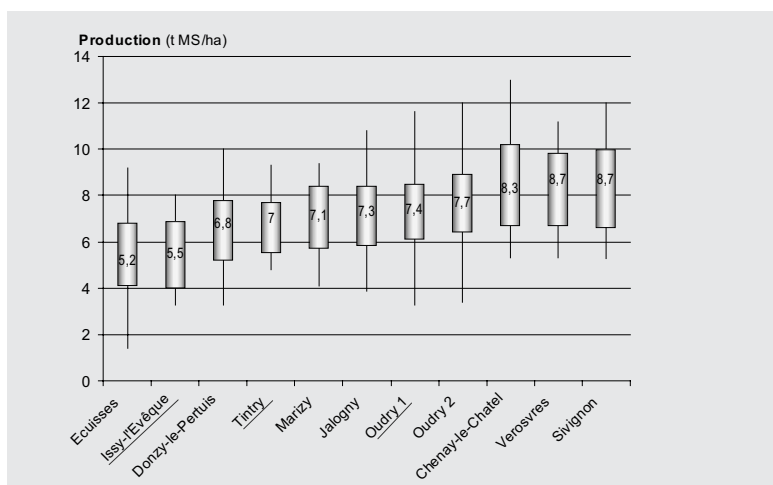


FIGURE 4 : **Production d'herbe annuelle (et sa variabilité) simulée sur les 11 exploitations étudiées.**

FIGURE 4 : Annual grass production (and its variability), as shown by simulation on the 11 farms studied.

Quant aux extrêmes, la production chute à 5,3 t en année très défavorable et atteint 13 t en année très favorable. **Un conseil personnalisé qui tienne compte de la variabilité interannuelle de la production des prairies est donc indispensable quand on aborde la prévision fourragère.**

■ Illustration et discussion sur trois exemples

L'analyse proposée dans le cas de trois des onze exploitations précédentes du réseau REPERES s'appuie sur la connaissance du fonctionnement de l'exploitation tant au niveau du système fourrager global qu'au niveau du pilotage du pâturage. Les exploitations retenues sont représentatives de stratégies de gestion de l'herbe distinctes (DURU *et al.*, 1993b). En effet, on retrouve un gradient de pratiques en termes de pilotage du pâturage allant de la gestion en flux tendus à la gestion sécuritaire. Le calcul des besoins du troupeau sur l'année correspond à l'estimation, à partir du chargement technique de l'exploitation en UGB/ha d'herbe, de la quantité d'herbe nécessaire à l'alimentation des animaux (stocks hivernaux de foin, d'ensilage ou d'enrubanné mais aussi herbe pâturée). Il s'agit de mettre en relation l'offre (production d'herbe ; figure 4) et la demande (besoins) de façon globale et, d'autre part, de comparer les exploitations entre elles (tableau 4).

TABLEAU 4 : Potentiel herbager et besoins du troupeau pour 3 des exploitations étudiées.

TABLE 4 : *Herbage potential and herd requirements of 3 of the farms studied.*

	Issy-l'Évêque	Tintry	Oudry 1
Proportion de prairies (%) en :			
- sol séchant	80,5	42	0
- sol sain	11,8	46	25
- sol hydromorphe	7,7	12	75
Chargement (UGB/ha d'herbe)	1,09	1,2	1,18
Besoins du troupeau (t MS/an)	5,45	6	5,9
Production médiane (t MS/an)	5,5	7	7,4

- Cas n° 1 (Issy-l'Évêque) : Une gestion de l'herbe à flux tendus en milieu très séchant

L'exploitation est située à Issy-l'Évêque en zone granitique séchante et compte 66 vaches allaitantes. Elle produit des broutards et quelques reproducteurs. Les femelles sont vendues maigres. Sa surface fourragère est composée d'environ 90 ha d'herbe ; 35 à 45% de cette surface est fauchée pour faire des stocks (foin et enrubanné) soit l'équivalent de 38 ares/UGB. L'éleveur s'adapte en fonction des années en déplaçant ses clôtures électriques pour augmenter ou diminuer la surface fauchée. Ainsi, il peut fréquemment compter sur des reports de stocks. Au niveau du pâturage, il réalise une gestion à flux tendus et évite les gaspillages. Au vu des résultats du tableau 4, les besoins globaux de l'exploitation ne sont assurés qu'une année sur deux. Sur ce secteur très séchant, 85% de l'herbe est produite avant le 20 juin, ce qui correspond aux observations de terrain. La stratégie fourragère consiste donc à stocker un maximum d'herbe au printemps pour éventuellement redistribuer l'été, période pendant laquelle l'éleveur complémente les veaux mâles.

**- Cas n° 2 (Tintry) : Une mise à l'herbe tardive
à cause des stocks excédentaires**

L'exploitation produit des mâles finis et des génisses de 30 mois grasses. Elle exploite des prairies permanentes réparties sur des terrains très différents : des sols argileux très hydromorphes aux sols granitiques superficiels plus séchants sur les pentes. Sa surface fourragère est de 112 ha d'herbe. Un tiers de cette surface est réservé à la fauche. Aucune fauche précoce par ensilage ou enrubannage n'est réalisée. Les besoins du troupeau sont systématiquement assurés, même les années les plus défavorables (tableau 4). L'éleveur utilise le surplus de stock en début d'année. En effet, la mise à l'herbe des animaux au printemps s'effectue de façon tardive, et parfois après le 25 avril parce que les vèlages sont concentrés sur février et mars et que la région est assez froide. Un gaspillage d'herbe au pâturage est observé en début de saison. Le manque de main-d'œuvre explique que l'éleveur fait assez peu de pâturage tournant.

**- Cas n° 3 (Oudry 1) : L'optimisation de la croissance
des animaux permise par la récolte de stocks importants**

L'exploitation est située sur des sols argilo-calcaires sains et argileux hydromorphes. La production est orientée vers la vente de femelles grasses et de broutards repoussés. Sa surface fourragère principale est de 101 ha tout en herbe dont 28% sont exploités en fauche. Compte tenu de la forte proportion de sols profonds et du niveau de chargement, les besoins des animaux sont assurés huit années sur dix, permettant ainsi de récolter un surplus de stock suffisamment important les années les plus favorables (tableau 4). Les années les moins favorables à la production fourragère, cet exploitant n'hésite pas à rouvrir en début de saison certaines parcelles initialement destinées à la fauche, s'il juge insuffisante la quantité d'herbe à pâturer. Dans ce cas, le déficit de récolte est compensé par l'achat de fourrage.

■ Transfert des références aux conseillers

Le référentiel ainsi structuré sous la forme d'un *Cahier Agroclimatique* (Collectif, 2004) **donne les ordres de grandeur de la production d'herbe, au sein de chaque zone climatique identifiée, par type de sol dominant.** Le conseiller se trouve en mesure désormais, en lieu et place d'une évaluation empirique approximative, de chiffrer la production d'herbe et sa variabilité sur une exploitation, sous réserve de bien caractériser les sols. C'est une base très intéressante, surtout si elle s'accompagne d'une cartographie, pour discuter avec l'éleveur de ses choix stratégiques, en particulier le niveau de chargement, la gestion des stocks et du pâturage.

Afin de faciliter le transfert des résultats de cette étude auprès du réseau de conseillers, notre intention est de construire pour chacune des zones climatiques retenues, **un tableau de bord.** Ce dernier **permet de définir, par région climatique, des règles de décision pour le calage global du système fourrager et de resituer des messages techniques préconisés relatifs à la gestion du système fourrager, en fonction des niveaux de chargement des exploitations et des caractéristiques du milieu.**

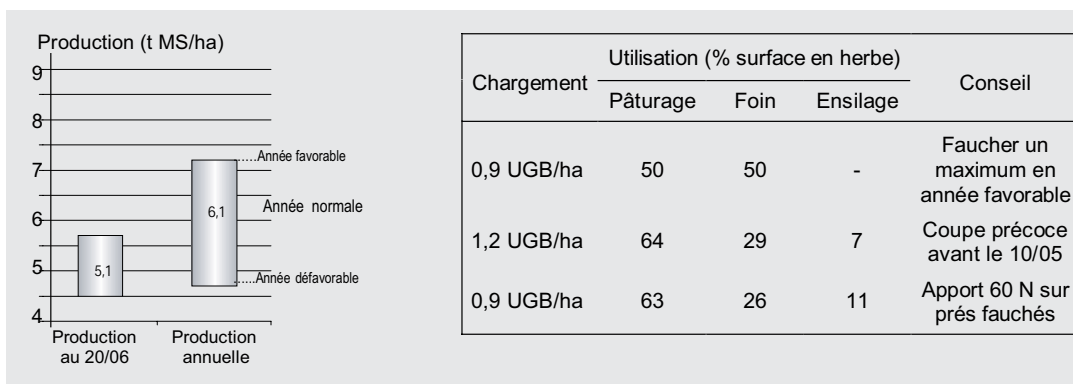


FIGURE 5 : **Exemple de tableau de bord relatif à la gestion du système fourrager.** Cas de la zone climatique de Cressy-sur-Somme (sol granitique).

FIGURE 5 : **Example of the directions given for the management of a forage system.** Case of the climatic zone of Cressy-sur-Somme (granitic soil).

Dans l'exemple présenté (figure 5), 86% de la production d'herbe sur l'exploitation est réalisée au 20 juin. Les sols de l'exploitation permettent donc une production d'herbe précoce qui doit être valorisée par une mise à l'herbe précoce et, en contre partie, un déprimage limité dans le temps (au plus tard jusqu'au 25 avril) pour ne pas pénaliser la récolte des stocks. Dans un deuxième temps, les niveaux de chargement des élevages vont déterminer la répartition des surfaces en herbe entre les différents modes de récolte, foin, ensilage et pâturage. L'ensilage n'est pas nécessaire pour des exploitations de moins de 1,2 UGB/ha. La proportion d'ensilage doit être revue à la hausse quand on atteint un chargement de 1,4 UGB/ha. Dans cette situation, la fertilisation azotée doit également être majorée.

Une autre perspective de valorisation de la présente étude concerne la **simulation en temps réel de la production d'herbe**, en utilisant le modèle STICS, **au niveau d'un réseau d'exploitations** allaitantes. Les fermes de ce réseau seraient géographiquement réparties dans les treize zones climatiques identifiées et caractérisées par les sols dominants, relatifs à chacune des zones. La visée serait, en prenant la précaution de faire un minimum de contrôles sur le terrain pour validation, de mettre en forme les résultats au fil de la saison sur une carte qui constituerait un "baromètre herbager", diffusé à l'attention des éleveurs.

Conclusion et perspectives

Les résultats présentés mettent en évidence la grande variabilité de la production d'herbe des prairies permanentes de Saône-et-Loire et permettent de fournir des éléments pour raisonner les stratégies de gestion de l'herbe en intégrant fortement le milieu. L'utilisation de ce référentiel est subordonnée à une bonne connaissance des sols des exploitations, conséquence des règles de fonctionnement du modèle STICS-Prairie.

Nous devons ces résultats à la forte mobilisation de l'équipe de l'INRA pour la mise au point du modèle STICS-Prairie. Au cours des années 1985-1988, un travail de recherche de références visant à évaluer des potentialités fourragères en Bourgogne (PIERDET, 1988) avait échoué, faute d'un investissement en modélisation.

L'utilisation du modèle STICS-Prairie à l'échelle de petites zones climatiques homogènes nous semble pertinente dans la mesure où nous obtenons ainsi des potentiels de production d'herbe qui reflètent mieux la variabilité spatiale que ISOP.

Pour mieux valoriser les données pédologiques régionales, il faudrait enrichir la base de données IGCS par la caractérisation, sur le terrain, de certains paramètres indispensables au modèle STICS, à savoir des mesures de la teneur en azote organique (fixée à 0,21 %) et la détermination de la densité apparente, du point de flétrissement et de l'enracinement qui influent sur l'évaluation de la réserve utile. Dans l'immédiat, la stratification du milieu en agropédopaysages, issue de l'IGCS, pourrait à notre sens être très utile pour guider les éleveurs dans la caractérisation des sols de leurs exploitations. Il est possible d'imaginer développer une démarche en groupes locaux, pour évaluer le potentiel de production d'herbe, incluant donc un module de formation sur les sols, avec la visualisation des agropédopaysages du secteur géographique concerné.

Accepté pour publication, le 18 novembre 2005

Remerciements

L'étude s'inscrit dans le programme pluriannuel "Mieux gérer l'herbe en zone allaitante de Bourgogne" suivi attentivement par M. DURU (INRA-EA Toulouse), cofinancé par les Chambres d'Agriculture, le FEOGA et le Conseil Régional. La diffusion des résultats, sous la forme du *Cahier Agroclimatique*, a été faite dans le cadre de l'Association pour la Promotion de l'Agrométéorologie en Saône-et-Loire, qui bénéficie du soutien financier du Conseil Général.

L'étude a bénéficié de la collaboration étroite de R. PLANTIER et C. CHAMBAUD (Centre Météorologique/Mâcon), ainsi que des contributions de B. LAROCHE et L. BARGEOT (CNERA), et A. MOLLARD (DDAF). Les auteurs remercient l'équipe ISOP et en particulier C. LE BAS et E. CLOPPET pour leur fourniture d'informations et leur utile coopération.

Enfin les auteurs remercient vivement les éleveurs du réseau REPERES, réels partenaires dans la recherche de références.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agreste (2001) : "Information et Suivi objectif des prairies, guide d'utilisation", Agreste, 134, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche - SCEES, 23 pages + annexes.
- APCA (1985) : "L'intérêt d'un zonage agronomique", *Chambres d'Agriculture*, supplément au n° 719, 36-43.
- APCA (1996) : "Les potentialités agricoles : méthodes d'études et domaines d'application", *Chambres d'Agriculture*, supplément au n° 843, 48 pages.
- Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire (2002) : *Référentiel sur la fertilisation azotée en Saône-et-Loire*, document interne, 25 pages.

- Collectif (2004) : *Spécial prairies permanentes, Cahier agroclimatique*, n°10, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire - Météo France, 34 pages.
- DELEAN M.P., KOCKMANN F. (1999) : *Le référentiel agro-pédologique des sols en Saône-et-Loire. Classeur à l'usage des conseillers*, Chambre d'Agriculture, 128 pages.
- DURU M., CALVIERE I., BALENT G., LANGLET A. (1993a) : "Pédoclimat, fertilisation et croissance des prairies permanentes au printemps. II- Précocité du départ en végétation", *Fourrages*, n°133, 43-57.
- DURU M., COLOMB B., CRANSAC Y., FARDEAU J.C., JULIEN J.L., ROZIERES M. (1993b) : "Pédoclimat, fertilisation, et croissance des prairies permanentes au printemps. I-Variabilité de la nutrition minérale", *Fourrages*, n°133, 23-41.
- FAVROT J.C., D'ARROUAYS D., BORNAND M., GIRARD M.C., HARDY R. (1994) : "Informatisation et spatialisation de la ressource sol : le programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols", *Cahiers Agriculture*, 3, 237-246.
- GATEAU C., MASSON C., DUFAYET A., KOCKMANN F., GRANGER S. (1999) : *Typologie des prairies permanentes en zone allaitante de Saône-et-Loire*, Chambre d'Agriculture 71, 38 pages.
- LAHEMADE T. (2002) : *Bulletin d'information Flash Elevage*, n°26, Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire.
- PIERDET J.L. (1988) : *Calcul des potentialités des prairies permanentes, test d'une méthode agroclimatique*, Chambre d'Agriculture de l'Yonne, 52 pages.
- RUGET F., NOVAK S., GRANGER S. (2006) : "Adaptation du modèle STICS à la prairie. Valorisation dans le dispositif ISOP pour l'estimation des productions fourragères", *Fourrages*, 186 (cet ouvrage).

SUMMARY

Assessment of the grass production potential and its variability on suckling farms. Regional adaptation of the ISOP method in Saône-et-Loire

In the area of Saône-et-Loire, a previous study showed that the economic efficiency of suckling farms widely depended on the proportion of grass in the feeding of the cattle. The aim of this paper is to assess the variability of grass production among years on some suckling farms, using the ISOP model of prediction of grass production. The model was improved by applying more accurate input data (more accurate climatic and soil data) and it made it possible to get satisfying estimations of production, as compared with measurements from a farm network. Grass production depends on soil type (serving as a water reservoir), and on nitrogen fertilization (which is often low, as compared with crop practices). After validation, estimations were made for some types of farms. The diversity of soils on the farm was taken into account, and the grass production of the whole farm was calculated. The variability of the production among years made it possible for the livestock farmer to assess the risk of having insufficient supplies of forage.