

Variabilité de la composition des foins : exemples en Normandie et en Ardenne belge

B. Toussaint¹, M. Vivier² et J. Lambert¹

Bien que cela puisse paraître surprenant, il existe une grande similitude entre l'Ardenne belge et certaines zones de Normandie particulièrement orientées vers l'élevage, comme l'Isthme du Cotentin ou la plaine alluviale de la Basse-Seine. En effet, pour des raisons écologiques évidentes (climat sub-montagnard en Ardenne belge, sols hydromorphes en Normandie), ces régions sont pratiquement condamnées à axer leur spéculation principale sur l'élevage. Certes, des solutions techniques permettent d'alléger ces contraintes et de diversifier plus ou moins les productions mais, en Ardenne comme en Normandie, le maintien d'une structure basée sur l'élevage bovin apparaît comme la seule solution économique possible et la production fourragère en est le pivot.

De plus, malgré la progression de l'ensilage d'herbe et de maïs, le foin reste, dans les régions concernées par cette étude, le moyen le plus largement pratiqué pour constituer les réserves hivernales et représente l'essentiel de l'alimentation de

MOTS CLÉS

Ardenne belge, composition chimique, digestibilité, éléments minéraux (P, K, Na, Mg, Ca), foin, Normandie, prairie permanente, valeur alimentaire.

KEY-WORDS

Belgian Ardennes, chemical composition, digestibility, feeding value, hay, mineral elements (P, K, Na, Ca, Mg), Normandy, permanent pasture.

AUTEURS

1 : Laboratoire d'Ecologie des Prairies, Université Catholique de Louvain, Louvain, Belgique (Recherches financées par l'IRSIA).

2 : I.N.R.A., Systèmes Agraires et Développement, le Robillard, F-14170 Saint-Pierre-sur-Dives.

certaines catégories d'animaux (génisses, vaches tarées...). Il faut reconnaître que le foin offre de nombreux avantages : sa récolte, son stockage, sa distribution peuvent être soit manuels, soit presque entièrement mécanisés suivant la taille et la structure de l'exploitation. Distribué en faible ou en grande quantité à tous les types d'animaux sans aucune contre-indication, il se transporte facilement et ses stocks se reportent d'une année à l'autre sans gros problème (ANDRIEU et al., 1981).

Par ailleurs, l'expérience nous apprend que la valeur nutritive du foin varie de façon importante (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1987 ; TOUSSAINT et LAMBERT, 1980), influencée par des facteurs liés :

- à la nature du végétal et à la composition botanique de la prairie ;
- au système d'exploitation (niveau de fertilisation, stade phénologique des plantes au moment de la récolte, techniques de récolte et de conservation) ;
- au milieu : le sol avec sa structure, sa texture et ses particularités dont l'excès d'eau, le climat (mésoclimat et micro-climat)

On peut penser que la valeur du foin au moment de la récolte intègre ces différents facteurs et leurs interactions. Dès lors, l'analyse chimique du foin s'avère particulièrement intéressante comme diagnostic rapide, là où on n'a pas le temps ni les moyens de réaliser une enquête approfondie au niveau de chaque ferme. Dans les régions concernées, les facteurs du milieu ont une action prépondérante sur la production de foin : en effet, le climat sub-montagnard est en Ardenne une réelle contrainte, de même que le degré d'hydromorphie des sols de certaines zones de Normandie. Ces contraintes ont une action directe sur le peuplement prairial en perturbant sa croissance et son développement et une action indirecte en contraignant l'exploitation optimale de la prairie.

Cette étude a pour objectif d'apprécier les éléments analytiques de la valeur nutritive de foin provenant de trois zones bien précises et de mesurer leur variabilité.

Description des zones étudiées

Ces trois zones sont l'Isthme du Cotentin (Marchésieux, Catteville, dans le département de la Manche), la Basse-Seine (plaine alluviale du canal de Tancarville et plateau de Caux en Seine-Maritime) et l'Ardenne belge.

Dans le *Cotentin*, les foin peuvent être répartis en trois groupes, suivant leur origine :

- Les prairies du "Haut Pays" sont situées sur des buttes dont l'altitude ne dépasse pas 20 à 30 mètres ; les sols limoneux, souvent hydromorphes, présentent des pH compris entre 4,5 et 5,5 ; les teneurs en matière organique varient de 30

à 40‰ et parfois plus, suivant la situation et l'histoire de la parcelle. Les teneurs en phosphore (P) et en potassium (K) sont faibles.

— Les prairies du “Bas-Pays” appelées “marais”, situées sur des sols humides et plus ou moins tourbeux, bien pourvus en sodium mais pauvres en P et en K, sont généralement submergées l'hiver.

— Les prairies situées aux confins des deux “pays” précédents sont appelées “Landes” et “Pré-marais”. Les “Landes” sont, en fait, d'anciens bois surexploités et remis en culture tandis que les “pré-marais” bordent les marais sans être submergés l'hiver.

Ces diverses situations topographiques se retrouvent en proportions variables dans les exploitations, et les modes de gestion présentent, dans leur diversité, des points communs : alternance fauche/pâturage, fertilisation en règle générale faible (20 à 60 kg N/ha, 20 à 60 kg P/ha, 20 à 30 kg K/ha) et souvent incomplète. Par exemple, 67% des parcelles du “Haut-Pays” et 73% des parcelles du “Pré-marais” et du “Marais” ne reçoivent pas de fertilisation potassique.

En *Basse-Seine*, les foins se distinguent suivant deux origines liées à des situations topographiques :

— la plaine alluviale dont les sols présentent des compositions granulométriques très variables et des teneurs en P et en K faibles,

— le plateau limoneux au sol riche.

Les exploitations de la Basse-Seine, tout comme celles du Cotentin, exploitent à la fois des surfaces variées, situées dans le Haut et le Bas-Pays. Le mode d'exploitation alterne la fauche et la pâture, la fertilisation reste extrêmement faible pour les prairies de la plaine alluviale alors que celles du plateau de Caux reçoivent des fumures de l'ordre de 100 kg N/ha.

L'*Ardenne belge*, zone plus homogène que les deux précédentes, est une pénélaine dont l'altitude moyenne avoisine 500 m. Les sols limono-caillouteux présentant des pH compris entre 5,8 et 6,8 sont généralement bien pourvus en P et en K. La plupart des prairies sont exploitées en alternant la fauche et la pâture ; la fertilisation moyenne est de l'ordre de 100 - 100 - 100 kg N-P-K/ha.

Le *climat* de type océanique du Cotentin et de la Basse-Seine ne présente aucune caractéristique contraignante si ce n'est un nombre de jours de pluie parfois susceptible de compliquer la récolte des fourrages. En revanche, le climat de l'Ardenne belge, de type continental, se caractérise par de fortes amplitudes thermiques : il n'est pas rare d'enregistrer des températures moyennes journalières de - 25°C en février et de + 25°C en juillet. Les précipitations annuelles sont assez bien réparties au cours de l'année et comparables à celles de la Normandie, soit 1 000 mm.

En résumé, les contraintes naturelles dominantes sont respectivement la température en Ardenne belge et l'excès d'eau en Normandie.

Matériel et méthodes

Pour réaliser cette étude, nous avons comparé des échantillons de foins prélevés au hasard, issus de prairies permanentes dont les conditions de production étaient connues. Les échantillons se répartissent de la manière suivante :

— Cotentin : 114 foins dont 52 issus des hauts-pays, 14 des landes, 13 des pré-marais et 35 des marais.

— Basse-Seine : 103 foins dont 94 proviennent des marais de la plaine alluviale et 9 du plateau de Caux.

— Ardenne belge : 108 foins.

D'autre part, les foins du premier cycle (croissance reproductrice) représentent respectivement 47 %, 90 %, et 63 % des échantillons du Cotentin, de la Basse-Seine et des Ardennes belges.

Les éléments retenus pour apprécier la valeur nutritive sont les critères analytiques classiques (rapportés à la matière sèche, MS) : teneur en matières azotées totales (MAT), en cellulose, en cendres et en éléments minéraux (N, P, Ca, Mg, Na, K). La détermination de ces éléments a été réalisée par voie chimique au Laboratoire d'Ecologie des Prairies. A ces critères classiques, nous avons ajouté la digestibilité de la matière organique qui est estimée soit à partir des tables de conversion hollandaises (1978) pour calculer la VEM (Voeder Eenheid Melk), soit à partir des tables de prévisions françaises (INRA, 1981) pour calculer la valeur en Unités Fourragères Lait (UFL). Selon VERMOREL et VAN ES (1982), on peut aisément passer d'un système à l'autre en utilisant la relation suivante :

$$1 \text{ UFL} = 1000 \text{ VEM}$$

Ces deux systèmes sont, en effet, tous les deux basés sur les mêmes critères analytiques (cellulose, cendres totales et matières azotées totales). La notion de qualité fait référence aux normes récentes préconisées par l'INRA (1988), les besoins considérés étant ceux des vaches laitières.

D'autre part, la digestibilité de la matière organique a été également estimée* sur un certain nombre de foins à partir de leur solubilité à la pepsine-cellulase

* Analyses réalisées par le laboratoire des Etablissements Loiseau, F72460 Savigny l'Evêque.

(AUFRERE, 1982). L'estimation de la digestibilité par cette méthode serait plus discriminante que la cellulose comme indicateur de la valeur énergétique (DEMARQUILLY, 1970 ; GILIBERT et al., 1987).

Présentation et discussion des résultats

• Les matières azotées totales

Les teneurs moyennes en M.A.T. des foins du Cotentin varient entre 8,4% et 9,4% suivant qu'ils proviennent des marais, des pré-marais, des landes ou du haut-pays, mais les différences restent non significatives.

En revanche, en Basse-Seine, les foins des marais et ceux du plateau diffèrent significativement (t de Student = 2,4) ; la teneur moyenne en MAT varie de 8,9 à 10,5% (figure 1). On constate également que les foins d'Ardenne sont, en règle générale, plus riches que les autres (teneur moyenne = 11,2%). La comparaison des moyennes deux à deux montre des différences hautement significatives ($P = 0,01$) entre :

- l'Ardenne et l'ensemble du Cotentin ($t = 3,05$),
- l'Ardenne et les marais de la Basse-Seine ($t = 6,8$).

Par contre, les foins du plateau de Caux ont une teneur moyenne en MAT comparable à celle des foins d'Ardenne.

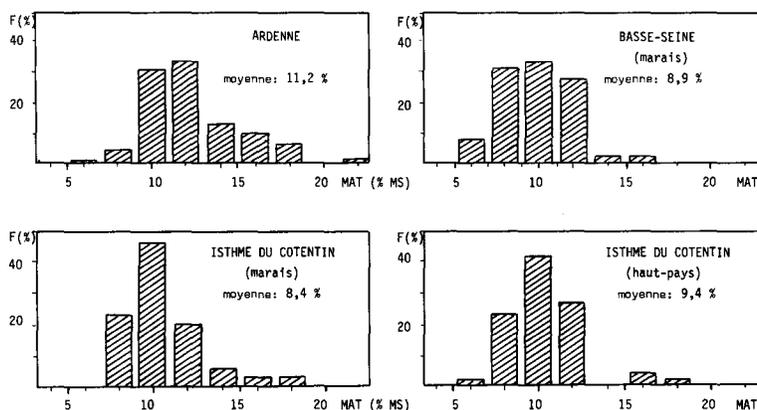


FIGURE 1 : Dans les zones d'étude, répartition des échantillons de foins (fréquence F, en %) suivant leur teneur en matières azotées totales (MAT, en % MS)

FIGURE 1 : Distribution, within the studied regions, of hay samples (F, frequencies, %) according to their total crude protein contents (MAT, % DM).

Les foins des prairies à sols hydromorphes sont moins riches en MAT que les autres ; néanmoins, on peut observer, dans chaque petite région, des valeurs supérieures à 14%, malgré les contraintes climatiques ou pédologiques.

En prenant comme critère les périodes de récolte dans les types de prairies les mieux représentés, on constate que la proportion de foins récoltés avant le 10 juin est extrêmement faible dans chacune des situations. Etant donné la relation étroite existant entre le degré de croissance des graminées au moment de la récolte et leur teneur en MAT, il est clair que la récolte est souvent trop tardive (tableau 1). Le stade de maturité au moment de la récolte semble bien le facteur influant les teneurs en MAT, la richesse du sol en azote et la composition floristique de la prairie passant au second plan.

Période de récolte (cycle reproducteur)	Isthme du Cotentin		haut pays		Basse-Seine marais		Ardenne belge	
	F	MAT	F	MAT	F	MAT	F	MAT
avant le 10/06	-	-	5	10,6	4	11,2	8	12,3
du 10/06 au 30/06	5	8,4	53	8,9	11	9,3	42	10,7
du 01/07 au 20/07	66	8,3	37	7,7	80	8,6	44	10,1
après le 20/07	29	7,7	5	8,0	5	8,3	6	12,5
Moyenne		9,4		9,4		8,9		11,2

TABLEAU 1 : Répartition des échantillons de foins (fréquence F, en %) suivant la période de récolte et teneurs correspondantes en matières azotées totales (MAT, en % MS)

TABLE 1 : Distribution of hay samples (F, frequencies, %) according to date of harvest and corresponding total crude protein contents (MAT, % DM)

• La cellulose, la valeur énergétique et la digestibilité de la matière organique

Les foins des trois régions (Cotentin, Basse-Seine et Ardenne belge) présentent des teneurs en cellulose comprises entre 25 et 40% ; la moyenne par région égale 31,3% dans la Basse-Seine et 32,3% dans le Cotentin et l'Ardenne belge. Les foins du Cotentin, quelle que soit leur origine, ont des teneurs moyennes en cellulose comparables : 32% dans les foins de marais à 33,7% dans ceux des landes (tableau 2).

En fait, seuls les foins provenant des marais de la Basse-Seine ont une teneur moyenne en cellulose (31%) qui s'écarte significativement ($t = 2,73$ à $2,87$) de celle des autres échantillons. Cette constatation est apparemment étonnante, car il s'agit de foins du premier cycle récoltés dans 85% des cas après le 1^{er} juillet, mais elle renvoie aux conditions particulières du milieu faisant que le développement des graminées est sensiblement décalé dans le temps.

	Cellulose		Cendres totales		VEM	
	Moyenne	C.V.	Moyenne	C.V.	Moyenne	C.V.
Isthme du Cotentin						
haut-pays	33,1	7,6	8,1	21,7	731	6,0
landes	33,7	10,7	7,2	32,4	714	9,5
pré-marais	33,2	7,5	7,0	18,8	747	5,7
marais	32,0	9,2	6,0	35,6	787	5,3
Basse-Seine						
plateau	33,6	8,1	8,9	9,9	685	6,6
marais	31,1	8,2	9,9	45,7	717	10,8
Ardenne belge						
	32,3	9,9	7,9	24,7	743	8,4

TABLEAU 2 : Teneurs moyennes des échantillons de foin en cellulose (% MS), en cendres totales (% MS), en VEM (par kg MS) et coefficients de variation (C.V., en %)

TABLE 2 : Mean cellulose contents (% DM), total ash contents (% DM) and average energy value (per kg DM) of hay samples, with coefficients of variation (C.V. %)

La valeur énergétique exprimée en VEM dépend principalement de la teneur en cellulose. Cependant, elle est influencée aussi par la richesse en cendres totales. Ainsi, dans la Manche, les foins de marais ont une teneur moyenne en VEM supérieure à celle des autres échantillons (tableau 2) du fait de leur faible teneur en cendres totales. Au contraire, les foins de la Basse-Seine ont les teneurs les plus élevées en cendres totales et des teneurs moyennes en VEM plus faibles.

Cette méthode de prévision de la digestibilité de la matière organique, et de la valeur énergétique qui en découle, reste incertaine comme en témoignent les nombreuses recherches réalisées dans ce domaine (CHENOST et GRENET, 1971 ; BIENFAIT et al., 1977 ; CARLIER et al., 1979 ; ANDRIEU et al., 1981 ; AUFRERE, 1982). C'est pour-quoi, nous avons estimé la digestibilité de la matière organique à partir de la solubilité à la pepsine-cellulase. Les coefficients de digestibilité obtenus par cette méthode sont très faibles (de 35 à 65 %) : ils reflètent bien le fait que les stades de maturité lors de la récolte sont trop avancés. En moyenne, la digestibilité de la matière organique est égale à 53 % dans la plupart des prairies, sauf dans les foins provenant des marais de l'Isthme du Cotentin où elle tombe à 44 % (figure 2).

Il faut noter la corrélation significative existant entre les deux expressions de la digestibilité (VEM et DOM) et la cellulose ainsi qu'entre les coefficients de digestibilité et la MAT (tableau 3).

D'autre part, dans les foins de marais (Cotentin et Basse-Seine), on observe également une corrélation relativement étroite entre la teneur en potassium et la digestibilité de la matière organique. De même, dans les foins de marais de la Manche, on constate une corrélation étroite entre les teneurs en phosphore et la digesti-

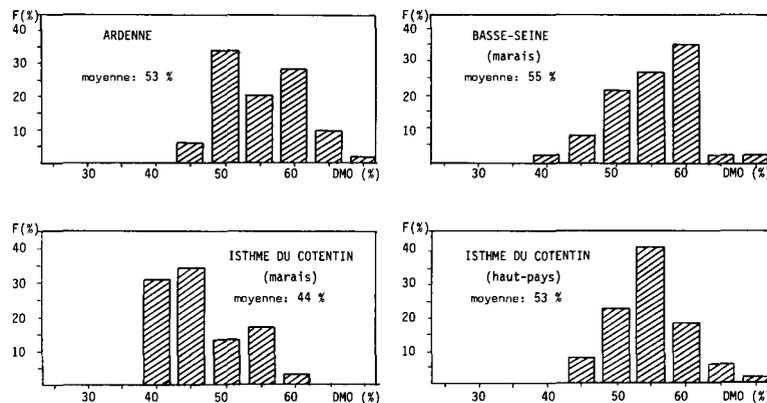


FIGURE 2 : Répartition des échantillons de foins (fréquence F, en %) suivant la digestibilité de la matière organique (DMO, en %)

FIGURE 2 : Distribution of hay samples (F, frequencies, %) according to organic matter digestibility (DMO, %)

	Isthme du Cotentin		Basse-Seine	Ardenne belge
	marais	haut-pays	marais	
DMO - VEM	+ 0,49	+ 0,37	+ 0,59	+ 0,57
MAT - VEM	+ 0,52	+ 0,02	- 0,15	+ 0,57
- DMO	+ 0,50	+ 0,52	+ 0,32	+ 0,62
CB - VEM	- 0,88	- 0,72	- 0,90	- 0,78
- DMO	- 0,72	- 0,62	- 0,75	- 0,76
K - VEM	+ 0,26	- 0,18	- 0,05	+ 0,07
- DMO	+ 0,77	+ 0,66	+ 0,64	+ 0,44
P - VEM	+ 0,29	- 0,16	- 0,16	+ 0,26
- DMO	+ 0,76	+ 0,24	+ 0,40	+ 0,52

TABLEAU 3 : Coefficients de corrélation entre les 2 critères de digestibilité (Digestibilité de la matière organique, DMO, et VEM) entre eux et avec les teneurs en matières azotées totales (MAT), en cellulose brute (CB), en potassium (K) et en phosphore (P) des foins récoltés dans les 3 régions étudiées

TABLE 3 : Correlations between 2 indices of digestibility (organic matter digestibility, DMO, and mean energy value, VEM) and between either and crude protein contents (MAT), crude fibre (CB), potassium (K) and phosphorus (P) contents of hays harvested in the 3 regions

bilité de la matière organique. En d'autres termes, quand le sol est pauvre, les teneurs des foins en potassium et en phosphore pourraient être un indicateur acceptable

de leur valeur nutritive. En revanche, sur les sols bien pourvus de l'Ardenne, la corrélation est nettement moins forte et les teneurs en potassium ou en phosphore ne peuvent plus être utilisées comme indicateurs de la valeur fourragère.

• Le potassium

Les foins récoltés dans les Ardennes belges présentent les teneurs en potassium

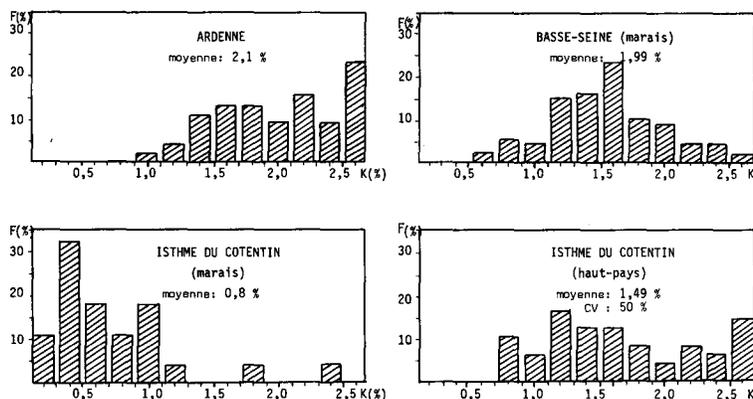


FIGURE 3 : Répartition des échantillons de foin (fréquence F, en %) suivant leurs teneurs en potassium (K, en % MS)

FIGURE 3 : Distribution of hay samples (F, frequencies, %) according to potassium contents (K, % DM)

les plus élevées (en moyenne : 2,1 % MS) comparativement aux échantillons des autres régions, et ceux récoltés dans le Cotentin les plus faibles, notamment lorsqu'ils proviennent du marais (0,8 % MS) ; les teneurs moyennes des échantillons issus des Haut-Pays, Pré-marais et Landes du Cotentin varient entre 1,0 et 1,5 % MS. Ceux de la Basse-Seine sont intermédiaires : 1,5 % MS pour les foins de la plaine alluviale, 2 % MS pour les foins du plateau de Caux (figure 3).

Quoiqu'il s'agisse de foin, c'est-à-dire de plantes en fin de croissance dont les biomasses récoltables produites varient entre 2,4 et 4 t MS/ha, quelle que soit la région considérée, les relations N-K décrites par SALETTE (1982, 1986) se retrouvent au moins sous forme de tendances. C'est ainsi que les foins ardennais, en moyenne les plus riches en azote (1,8 - 2,0 %) présentent les teneurs les plus élevées en potassium (2,1 %) et, à l'opposé, ceux des marais de l'Isthme du Cotentin ont à la fois les plus faibles teneurs moyennes en azote (1,3 - 1,6 %) et en potassium (0,8 %).

Il est bon de rappeler à leur sujet les niveaux extrêmement bas de potasse échangeable dans les sols des prairies marécageuses : ils peuvent atteindre 0,08‰ et dépasser

sent rarement 0,14‰. Cette situation est aggravée par une absence fréquente de fertilisation : 60 % des parcelles ne reçoivent aucun engrais et 15 % bénéficient uniquement d'une fertilisation azotée à des niveaux très divers.

• Le sodium

Les teneurs en sodium varient de façon significative d'une région à l'autre. Les zones maritimes se distinguent souvent par des concentrations élevées dans les

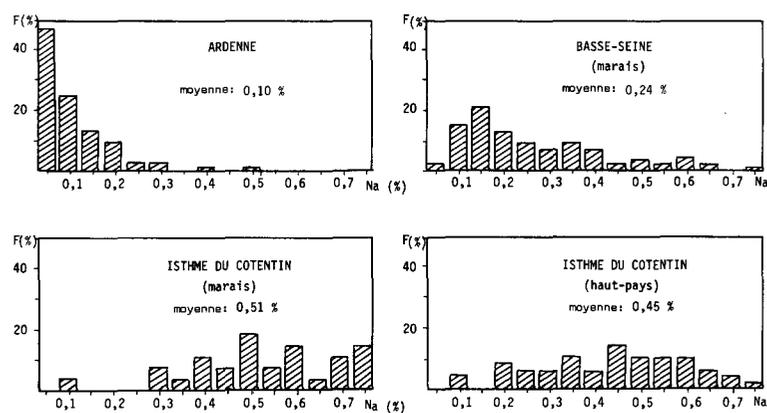


FIGURE 4 : Répartition des échantillons de foin (fréquence F, en %) suivant leurs teneurs en sodium (Na, en % MS)

FIGURE 4 : *Distribution of hay samples (F, frequencies, %) according to sodium contents (Na, % DM)*

végétaux comme dans les sols (PEETERS, 1988). De plus, on remarque que les foin les plus riches en potassium sont les plus pauvres en sodium et vice-versa. Dans le Cotentin, les foin de marais ont une teneur moyenne de 0,51 %, tandis que dans les parties plus sèches, la teneur moyenne varie de 0,43 % à 0,48 %. En Basse-Seine, les foin de marais sont aussi plus riches que ceux du plateau (0,24 % contre 0,18 %). Enfin, les foin d'Ardenne sont les moins riches (0,10 %). Du point de vue statistique, la comparaison des moyennes deux à deux fait apparaître des différences significatives entre : Cotentin et Basse-Seine ($t = 8,95$), Cotentin et Ardenne ($t = 17,58$), Basse-Seine et Ardenne ($t = 8,35$); dans le Cotentin, la différence est significative également entre les foin de marais et de Haut-Pays ($t = 2,46$), de même que dans la Basse-Seine ($t = 4,37$). On constate également une variabilité très élevée (figure 4) : le coefficient de variation varie de 22 à 98 % suivant le type de prairie, ce qui renvoie à la composition botanique de la prairie.

Etant donnée la proximité de la mer, le sodium peut être apporté directement

par les incursions marines plus ou moins fréquentes dans le marais, ou a pu l'être par la pratique ancienne d'amendement avec des boues marines (GILIBERT et al., 1987). De plus, la composition floristique est un élément important car les espèces ont des capacités d'absorption différentes. Certaines espèces sont même considérées comme "enrichissantes" pour la prairie, d'autres sont dites "appauvrissantes" (DENUDT, 1975 ; LAMBERT et al., 1973 ; VIVIER et LAMBERT, 1984). Ainsi, le ray-grass anglais qui est une des principales composantes du "fond prairial" en Basse-Normandie est toujours plus riche en sodium que la fléole qui, elle, est une espèce typique des prairies ardennaises (VIVIER et BINET, 1972).

D'autre part, le ray-grass anglais, peu ou pas représenté dans la prairie marécageuse, y est remplacé par des graminées comme *Agrostis Canina*, *Cynosurus cristatus* dont les teneurs en sodium varient entre 0,2 et 0,6%, mais dans ces formations apparaissent aussi des espèces caractéristiques comme *Cirsium dissectum*, très fréquentes et parfois abondantes et qui contiennent en moyenne 2% de sodium (VIVIER et BAUDRY, 1988).

L'antagonisme K/Na se trouve donc ici renforcé. D'autre part, l'absorption de K et de Na chez certaines espèces de graminées prairiales peut être influencée également par la fertilisation azotée (GRIFFITH et WALTERS, 1966 ; SALETTE, 1982).

Du point de vue zootechnique, on obtient des foins sensiblement différents suivant la région. Dans le Cotentin, le rapport K/Na varie de 1,6 à 3,5 ; dans la Basse-Seine, il passe de 6,8 à 10,7 sur le plateau et en Ardenne il atteint 21. Compte-tenu des besoins moyens en sodium d'une vache laitière, la ration doit idéalement en contenir 0,15% de la M.S. (I.N.R.A., 1978). En considérant cette teneur comme limite, on constate que la plupart des foins de l'Isthme du Cotentin sont suffisamment riches ; dans la Basse-Seine, ce seuil de 0,15% est atteint dans 2/3 des cas ; mais en Ardenne, 84% des foins ont une teneur insuffisante et nécessitent une complémentation sodique.

• Le magnésium et le calcium

En général, les teneurs moyennes en magnésium (Mg) et calcium (Ca) se situent dans les limites recommandées par les zootechniciens, sauf pour les foins de la Basse-Seine pauvres en magnésium ; en effet, la teneur souhaitée est de 0,15 à 0,2 g Mg/kg de M.S. (GUEGUEN et al., 1988). De plus, ces éléments ne varient pas de façon significative d'une région à l'autre.

• Le phosphore

Le phosphore présente des caractéristiques comparables à celles du potassium :

les foins du Cotentin sont les plus pauvres, ceux d'Ardenne et du plateau de Caux (Basse-Seine) sont les plus riches. La comparaison des différents types de prairies deux à deux met surtout en évidence la pauvreté des foins de marais, notamment dans le Cotentin (tableau 4).

	Phosphore		Magnésium		Calcium	
	Moyenne	C.V.	Moyenne	C.V.	Moyenne	C.V.
Isthme du Cotentin						
haut-pays	0,24	22,1	0,16	18,7	0,57	20,3
landes	0,21	18,5	0,16	14,1	0,47	26,9
pré-marais	0,21	11,6	0,15	13,6	0,49	18,6
marais	0,15	41,8	0,18	21,2	0,43	24,6
Basse-Seine						
plateau	0,21	10,7	0,13	11,8	0,64	26,4
marais	0,28	23,4	0,14	24,2	0,57	32,5
Ardenne belge						
	0,28	22,3	0,15	30,4	0,55	39,7

TABLEAU 4 : Teneurs moyennes (en % MS) des échantillons de foin en phosphore, en magnésium et en calcium, et coefficients de variation (C.V. en %) dans les 3 régions étudiées

TABLE 4 : Mean phosphorus, magnesium and calcium contents (% DM) of hay samples, with coefficients of variation (C.V., %) in the 3 regions.

Les échantillons des foins du marais du Cotentin présentent une corrélation très étroite entre les teneurs en phosphore et en potassium ($r = + 0,76$). Les sols sont également mal pourvus en phosphates (0,05 à 0,15‰). et les fertilisations irrégulières. Par ailleurs, la flore des prairies marécageuses est pourvue en légumineuses (VIVIER et BAUDRY, 1988).

Du point de vue zootechnique, en admettant un seuil minimum de 0,3 % de M.S., on constate que beaucoup de foins sont trop pauvres pour couvrir les besoins des animaux (GUEGUEN, 1986). Certains foins de marais (28 %) contiennent moins de 0,1 % de phosphore. Néanmoins, d'autres ont des teneurs en phosphore supérieures à 0,3 % : c'est le cas de 28 % des foins du Haut-Pays (Cotentin), de 33 % des foins du plateau de Caux (Basse-Seine) et de 34 % des foins d'Ardenne belge. Cette dernière constatation signifie clairement que la valeur nutritive et la composition chimique des foins n'est pas conditionnée uniquement par les contraintes naturelles (climat ou sol), même si celles-ci ont une influence non négligeable.

Eléments de conclusion

Apparemment, les situations les plus contraignantes d'un point de vue agronomique (hydromorphie) produisent les foins de qualité inférieure (Basse-Seine, Bas-Pays du Cotentin). Toutefois, si les caractéristiques du milieu ne doivent pas être

négligées (teneur en Na et K/Na des fourrages), la variabilité des résultats laisse entendre qu'elles ne sont pas les seules en cause.

Les meilleurs foins s'observent là où la période de stabulation est la plus longue (170 à 190 jours) et l'introduction du maïs fourrage virtuellement impossible (Ardenne) : la qualité du foin y devient une nécessité. En revanche, en Normandie, l'hivernage varie entre 130 et 150 jours (au moins dans le Cotentin) et, la diversification des ressources fourragères étant possible, les éleveurs repoussent la fenaison à une époque climatique très favorable à la récolte (juillet), les productions obtenues sont alors importantes mais la qualité médiocre. Ajoutons que les prairies de marais s'apparentent plus à des zones de cueillette qu'à des situations de production comme le souligne l'absence ou la faible fertilisation.

L'intérêt d'une étude inter-régionale comparant les caractéristiques d'une ressource fourragère comme le foin permet d'en mesurer la variabilité que les normes proposées par la littérature réduisent trop rigoureusement.

La dispersion des résultats obtenus montre que les contraintes du milieu ne représentent pas une fatalité insurmontable, c'est ainsi que la MAT varie, quelle que soit la rigueur du milieu, entre 6% et 14/18%. En revanche, tout ceci souligne la nécessité de prendre en compte la variabilité afin de la gérer le plus efficacement possible.

Accepté pour publication, le 25 novembre 1988.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AERTS J., DE BRABANDER D., COTTYN B., BUYSSE F. (1977) : "Comparison of laboratory methods for predicting the organic matter digestibility of forage", *Animal feed science and technology*, 2, 337-349.
- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C. (1987) : "Valeur nutritive des fourrages : tables et prévisions", *Bull. Tech. C.R.Z.V.*, 70, 61-73, INRA, Theix.
- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., WEGAT-LITRE E., WEISS P. (1981) : "Prévision de la valeur énergétique des foins", *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, INRA Publ., 119-127.
- AUFRERE J. (1982) : "Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique", *Ann. Zootechn.*, 3 (2), 111-130.
- BIENFAIT J.M., VAN EENAEME C., LAMBOT O., PONDANT A., DENAYER J. (1976) : "Une nouvelle méthode d'appréciation zootechnique et économique des régimes distribués aux animaux destinés à la production de viande", *Revue de l'Agriculture*, 2, 289-309, Bruxelles.
- CARLIER L., VAN HEE L., ANDRIES A. (1979) : "Estimation de la digestibilité des fourrages grossiers par le traitement à la pepsine-cellulase ou au jus de rumen-pepsine", *Revue de l'Agriculture*, 1 (32), 147-157, Bruxelles.
- CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU (1978) : *Handleiding voor de berekening van de voedwaarde van ruwvoedermiddelen*, Mariendaal, Nederland.
- CHENOST M., GRENET E. (1971) : "L'indice de fibrosité des fourrages : sa signification et son utilisation pour la prévision de la valeur alimentaire des fourrages", *Ann. Zootechn.*, 20 (4), 427-435, INRA.
- CHEVALIER H., QUEMENER J. (1977) : "Relations entre la teneur en potassium d'un dactyle exploité en simulation de pâture et les disponibilités en potassium du sol, influence de la fumure azotée", *Proc. Intern. meet. on an. prod. from temp. grassld.*, Dublin.
- DEMARQUILLY C. (1970) : "La valeur alimentaire des foins", *Fourrages*, 42, 1-7.
- DENUDT G. (1975) : *Essai de caractérisation de la flore et de la végétation prairiale à l'aide des teneurs minérales*, thèse, Université de Louvain, Belgique.
- GILBERT J., TOUSSAINT B., VIVIER M. (1987) : "Valeurs nutritives de différentes formes de fourrages prélevés dans des élevages de Normandie", *Fourrages*, 110, 139-157.
- GRIFFITH G., WALTERS R.J.K. (1986) : "The sodium and potassium content of some grass general species and varieties", *J. Agric. Sci. Camb.*, 67, 81-89.
- GUEGUEN L. (1986) : "Les apports minéraux recommandés pour les bovins en croissance à l'engrais. Evolution des connaissances depuis 1978", *Production de viande bovine*, INRA Publ., 504 p.
- GUEGUEN L., DURAND M., MESCHY F. (1987) : "Apports recommandés en éléments minéraux majeurs pour les ruminants", *Bull. Techn. C.R.Z.V.*, 70, 105-112, INRA, Theix.
- GUEGUEN L., LAMAND M., MESCHY F. (1988) : "Nutrition minérale", *L'alimentation des bovins, ovins et caprins*, INRA Publ., R. Jarrige ed.
- I.N.R.A. (1978) : *Alimentation des ruminants*, INRA Publ.

- JANS F. (1985) : "Importance de la qualité des herbages", *UFA Revue*, 2, 39-40, Grangeneuve.
- LAMBERT J., DENUDT G., VAN OUDENHOVE C. (1973) : "Aspects écologiques et phytosociologiques de l'analyse minérale des herbages", *Revue de l'Agriculture*, 4, 893-908, Bruxelles.
- PEETERS A., BRANDAS OLIVEIRA J.N., LAMBERT J. (1988) : "Premier aperçu des teneurs minérales des plantes prairiales aux Açores", *Arquipelago, Rev. Universidade dos Açores*, Ponta Delgada (Açores).
- SALETTE J. (1982) : "The role of fertilizers on improving herbage quality and optimization of its utilisation", *Optimizing yields - The role of fertilizers*, Proc. 12 th. Congr. Int. Potash Institute Bern. 117-144.
- SALETTE J. (1986) : "Variation des critères de la valeur nutritive en fonction des facteurs agronomiques pour les graminées", *Le sélectionneur français*, 37, 11-18.
- TOUSSAINT B., LAMBERT J. (1980) : "Les enseignements concrets retirés par 11 années d'expérience dans l'analyse des foins", *Revue de l'Agriculture*, 5 (33), 971-991, Bruxelles.
- TOUSSAINT B., LAMBERT J. (1984) : "Contribution à l'étude d'une stratégie de la fertilisation azotée en prairie temporaire", *Revue de l'Agriculture*, 1 (37), 30-41, Bruxelles.
- VERMOREL M., VAN ES A.J.H. (1982) : *Les nouveaux systèmes d'estimation de la valeur énergétique des aliments et les recommandations pour les ruminants : comparaison des systèmes introduits aux Pays-Bas et en France*, séminaires de perfectionnement de zootechnie (U.C.L.), Louvain-la-Neuve.
- VIVIER M. (1971) : *Les prairies permanentes du Bessin et du Pays d'Auge*, thèse, Université de Caen, France, 373 p.
- VIVIER M., BINET P. (1972) : "Le fond prairial dans le Bessin et le Pays d'Auge", *Bull. Soc. Ecol.* III, 2, 170-172.
- VIVIER M., LAMBERT J. (1984) : "Etude des systèmes prairiaux en Basse-Normandie : tentative de caractériser l'évolution qualitative des systèmes herbagers à l'aide d'un coefficient synthétique", *VI^e Coll. Intern. pour l'optimisation de la nutrition des plantes*, Montpellier.
- VIVIER M., BAUDRY J. (1988) : *Fermes herbagères et prairies de l'Isthme du Cotentin*, rapport fin d'étude ATP INRA et INRA/DDA 50. 1 vol. 122 p.

RÉSUMÉ

La valeur nutritive de foins de prairies permanentes récoltés dans les Ardennes belges, le Cotentin et la vallée de la Seine est estimée par les teneurs en matières azotées, en cellulose, en cendres et en éléments minéraux (P, K, Ca, Na, Mg). La comparaison des compositions de ces foins met en évidence une variabilité importante que l'on peut rapprocher des conditions du milieu (hydromorphie, climat), de leur incidence sur l'orientation générale du système fourrager (présence de maïs, durée de stabulation) et de l'intensité des pratiques (fertilisation).

L'étude de cette variabilité est nécessaire pour la gérer le plus efficacement possible. L'amplitude de cette variabilité à l'intérieur d'une région doit être prise en compte pour ajuster les normes des compositions qualitatives proposées par la littérature. Enfin, dans certaines conditions (sol pauvre en P et en K), une bonne corrélation entre la teneur du foin en P ou en K et la digestibilité de la matière organique existe et ces teneurs pourraient être des indicateurs acceptables de la valeur nutritive des foins.

SUMMARY

Variations in the qualitative composition of hays in Normandy and in the belgian Ardennes

The nutritive value of hays harvested in permanent pastures of the Belgian Ardennes, Cotentin and the Seine Valley was estimated by their protein, cellulose, ash and mineral (P, K, Ca, Na, Mg) contents. The comparison of the values obtained shows that there is a considerable variation between these hays, which can be linked to the environmental conditions (water status, climate), to their consequences on the general characteristics of the forage system (presence of maize, duration of indoor keeping) and to the intensity of management (fertilization).

It is necessary to study these variations in order to be able to make an efficient use of them. Their amplitude in a given region is to be allowed for, when the qualitative norms proposed in the literature are being adjusted. Lastly, under certain conditions (poor P and K status of soils), there is a good correlation between the P or K contents of hay and organic matter digestibility ; these contents might serve as satisfactory indices of the nutritive value of hay.