

# Systèmes fourragers laitiers, pressions organiques et fertilisation : cas des zones laitières d'Ille-et-Vilaine

R. Giovanni

**Le département d'Ille-et-Vilaine se place en tête des zones françaises de production laitière. Les données du Contrôle Laitier des élevages de ce département permettent d'appliquer les références Corpen simplifiées, de caractériser les pressions organiques d'azote et de phosphore et d'effectuer des analyses par type de système fourrager notamment.**

## RÉSUMÉ

*Les systèmes herbagers supportent des pressions organiques modérées pour la SAU et la SFP (env. 110 kg N/ha, 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), mais faibles pour les prairies (75 kg N et 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Les systèmes herbe-maïs, très fréquents, présentent des pressions voisines. Avec un chargement et une production de lait élevés, les systèmes "maïs dominant" ont les pressions les plus élevées pour la SFP (140 kg N et 63 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) mais elles ne dépassent pas 90 kg N et 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha SAU à cause des surfaces en cultures plus importantes. Une analyse complète par type de système fourrager montre la cohérence agro-zootechnique des résultats obtenus et une qualité de diagnostic satisfaisante, contrairement aux résultats moyens obtenus par regroupement par petite région naturelle ou par niveau de lactation.*

## MOTS CLÉS

Azote, bovin allaitant, bovin d'élevage, bovin laitier, Bretagne, déjections, diagnostic, épandage, fertilisation azotée, fertilisation organique, fertilisation phosphatée, Ille-et-Vilaine, phosphore, production laitière, système de production, système fourrager.

## KEY-WORDS

Brittany, dairying, dairy cattle, dejections, diagnosis, fertiliser spreading, forage system, Ille-et-Vilaine département, nitrogen, nitrogen fertilisation, organic fertilisation, phosphate fertilisation, phosphorus, production system, suckling cattle, young cattle.

## AUTEUR

Ingénieur honoraire INRA, 13, rue du Lindon, F-35650 Le Rheu

## Introduction

La diversité des systèmes de production bovine et la complexité interne des élevages engendrent un maillage de relations et d'interactions nombreuses au sein de l'exploitation laitière. La situation d'équilibre entre ces nombreux facteurs se réalise le plus souvent au sein des systèmes fourragers les mieux adaptés aux conditions pédoclimatiques.

Cependant, **le développement de l'intensification des productions animales a entraîné un déséquilibre entre les chargements en animaux, le recyclage des effluents organiques produits et la capacité optimale des sols à les épurer.** Les résultats récents du programme Green Dairy, exposés en 2006 à Rennes, ont en effet rappelé une nouvelle fois les diverses interactions entre troupeaux laitiers et environnement qui existent dans les régions de l'Arc atlantique (Institut de l'Elevage, 2006).

Placé au centre de ces zones de production laitière importantes en Europe, **le département d'Ille-et-Vilaine se place aussi en tête des zones de production laitières françaises.** Aussi, l'importance du troupeau laitier étant prédominante, on peut mieux approcher les systèmes fourragers réservés aux productions bovines basés sur le couple "herbe - maïs" à la différence de ceux des pays du nord (herbe maximum) ou du sud de l'Arc atlantique (maïs et concentrés). Cette approche nous est offerte grâce aux données annuelles du Syndicat de Contrôle Laitier d'Ille-et-Vilaine : en effet, le regroupement des paramètres des exploitations laitières a été effectué soit par système fourrager (parts de maïs et d'herbe par vache), soit par petite région naturelle ou par niveau moyen de lactation des troupeaux. Chaque mode d'agrégation des données individuelles peut en effet apporter des informations utiles aux éleveurs et aux gestionnaires de 75% des troupeaux du département.

Compte tenu des exigences actuelles en matière d'environnement, il est apparu possible aussi d'utiliser cet ensemble d'observations très complètes pour satisfaire à une démarche allant des structures d'un système de production fourragère au recyclage des effluents organiques du troupeau, en précisant les pressions organiques associées au système de production bovine. Ainsi, plusieurs objectifs de finalité agro-environnementale ont été envisagés :

- le premier objectif est d'**évaluer**, grâce à l'utilisation des références Corpen - Inra de 1999-2001, **les charges organiques par hectare** (pressions No et Po) **pour les surfaces en cultures et en prairies des cinq principaux types de systèmes fourragers** pratiqués. Ces indicateurs synthétiques peuvent matérialiser les liaisons entre système de production et environnement, notamment pour les sources de pollution diffuse.

- le deuxième objectif se propose d'**analyser**, dans une même démarche systémique, **des systèmes fourragers** que l'on qualifiera de "moyens apparents" car ils proviennent du regroupement des données individuelles d'exploitations laitières, regroupement **soit par petite région naturelle, soit par niveau de lactation.** Cette

analyse par région s'apparente au diagnostic classique d'un bassin versant et pourrait apporter un complément d'information pour le territoire à diagnostiquer.

- le dernier objectif concerne les **modalités de l'épandage des effluents organiques liés à chaque système de production** : la prairie peut en effet être mieux et plus utilisée pour réduire les risques de lessivage et de reliquats de l'azote ; de même pour les stocks de phosphore qui peuvent être valorisés sur les cultures annuelles comme sur les prairies. Cette contribution de la prairie est d'autant plus à encourager et à favoriser que les références Corpen - Inra permettent d'évaluer les restitutions directes au pâturage et d'améliorer beaucoup les bilans agronomique et écologique de la prairie.

## 1. Nature des paramètres techniques et méthodes d'évaluation des pressions

Les 105 paramètres fournis par les observations du Contrôle Laitier (2004 à 2006), directs ou calculés (exemple : ares d'herbe par vache, taux de réforme ou UGB par hectare de SFP), déterminent le profil technique des exploitations laitières, prises individuellement ou regroupées par critère. Parmi ces données, 12 paramètres sont nécessaires à la définition du système fourrager et de la structure du troupeau pour parvenir, *in fine*, aux pressions azotées No et phosphorées Po affectées aux surfaces cultivées et aux prairies. L'encadré 1 présente les différentes étapes allant de la composition du système fourrager à la répartition des effluents du troupeau.

### ■ Les données et les paramètres indispensables à réunir

Quel que soit le mode de regroupement des données, il est nécessaire de connaître les surfaces cultivées, celles en prairies permanentes et temporaires ou pérennes (de 4 à 10 ans) qui composent la SAU nette (sans jachère ni gel) à partir de laquelle on calcule la SPE (surface potentiellement épandable) comme étant égale à 70% de la SAU et la surface directive Nitrates (SDN = SPE + prairies non épandables). La SFP est aussi importante car le chargement de l'exploitation (UGB lait et UGB totaux) en dépend, de même que les rendements des animaux par hectare fourrager (SFP + grains autoconsommés). La SAMO (surface amendée en matière organique) ou la SRD (surface recevant des déjections) ne sont pas utilisées ici en raison de leur connaissance très insuffisante : une moyenne par système serait de faible valeur compte tenu d'une variabilité estimée de 20 à 80% des SAU d'un même territoire.

La composition du troupeau dépend du nombre de vaches laitières, de leur taux de réforme (25 à 42% suivant le niveau de lactation), des vaches de réforme et des animaux destinés à une production de viande (dont quelques vaches allaitantes). Ces animaux supplémentaires (viande) représentent 6 à 10 UGB par élevage. L'ensemble "lait" ou UGB lait représente la somme vaches laitières + génisses + vaches de réforme.

**1 - Système fourrager et surfaces cultivées**

Surfaces	Chargements
SAU : 56 ha (sans gel) SFP = 43 ha (herbe : 27, maïs fourrage : 13, céréales autoconsommées ; 3) SPE : 40 ha (56 x 0,7) Cultures épandables : estimées à 20 ha* SDN : 40 + 7 ha prairies non épandables	0,93 VL/ha SFP : 40 VL (à 6 800 l) sur 43 ha 1,53 UGB lait/ha SFP : 66 UGB lait / 43 ha 1,69 UGB totaux/ha SFP : 73 UGB totaux / 43 ha (soit 7 UGB "supplémentaires", en élevage viande)

\* SAU - SFP = 56 ha - 43 ha = 13 ha auxquels il faut ajouter 13 ha de maïs fourrage = 26 ha x 0,75 = 20 ha

**2 - Conduite alimentaire et références Corpen associées**

Vache laitière : 5 mois d'ensilage de maïs / 50% herbe - 50% maïs : 3 mois / herbe seule : 4 mois soit (pour 6 000 l) : 88 kg N (dont 47 au pâturage) ; 38 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (dont 16 au pâturage) (pour 6 800 l) : 92 kg N (dont 49 au pâturage) ; 39 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (dont 17 au pâturage)

**3 - Détermination total No et Po organiques du troupeau (kg N et kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

Type d'animal	Références N et P		N total	N Pâturage	P total	P Pâturage
	N	P				
40 VL	92 (49)	39 (17)	3 680	1 960	1 560	680
17 génisses de 1 an	26 (10)	6,5 (3)	442	136	111	51
17 génisses de 2 ans	50 (30)	19 (10)	850	510	323	170
13 génisses de 3 ans	20 (0)	8 (0)	260	-	101	-
4 génisses 3 ans (viande)	25	14	100	-	56	-
12 vaches de réforme	10	4,5	120	-	54	-
N et P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> totaux			5 452	2 606	2 205	901
Dont maîtrisables			2 846	-	1 304	-

Les animaux "supplémentaires" (7 UGB) n'ont pas été comptabilisés dans ce tableau (350 kg N et 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ; les génisses vêlent à 30 mois, sans pâturage

**4 - Répartition des charges en fonction des surfaces (pression par ha)**

Surfaces	Calcul	Charge N (kg N/ha)	Charge P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Animaux "supplémentaires"	
SAU 56 ha	5 452 / 56	97	40	+ 6,5 kg N/ha	+ 2,7 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
SPE 40 ha	5 452 / 40	136	55	+ 9 kg N/ha	+ 3,7 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
SDN 47 ha	5 452 / 47	116	47	+ 7,5 kg N/ha	+ 3,2 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
SFP 43 ha	5 452 / 43	127	51	+ 8 kg N/ha	+ 3,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
PAT 27 ha	2 606 / 27	96	33	+ 4 kg N/ha	+ 1,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
Cultures 20 ha	2 846 / 20	142	65	+ 13 kg N/ha épandable	+ 5,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha épandable

**5 - Proposition d'équilibre de la fertilisation organique**

Toutes les cultures ne pouvant recevoir 142 à 155\*\* kg N/ha épandable, on propose le programme ci-dessous pour réduire, en particulier, les reliquats et les arrière-effets après maïs :

	Apport organique	Quantité N épandue (kg N)	Quantité P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> épandue (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Quantité P épandue/ha (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Maïs	120 kg N x 10 ha	1 200	549	55
Céréales	60 kg N x 10 ha	600	270	27
Prairies	65 kg N x 20 ha	1 300	585	29
Total		3 100	1 404	-

\*\* en comptant les animaux supplémentaires

On tiendra compte, ensuite, des reliquats particuliers de l'exploitation (40 à 150 kg N/ha en général dans l'Ouest) et des besoins des cultures selon leur rendement attendu afin d'estimer les doses de N minéral minimales (40 à 80 kg N/ha). On suppose qu'on est ici en régime permanent de fertilisation organique. Cet exemple peut se moduler en changeant les doses de N organique sur maïs et céréales afin de voir leurs répercussions sur les doses à réserver aux prairies.

Signalons également que les échantillons d'exploitations encadrées par le Contrôle Laitier sont très importants : la diversité des systèmes fourragers, des conduites du troupeau (1,3 à 2,5 UGB/ha SFP) et des productions (4 500 à 10 000 litres/VL) est ainsi prise en compte dans les résultats ci-après. Sauf pour des situations très marginales, les paramètres ou indicateurs agro-écologiques moyens des principaux systèmes fourragers peuvent vraisemblablement servir de témoin ou de repère au sein des zones laitières de ce département.

**ENCADRÉ 1 : Evaluation des pressions N et P organiques pour un troupeau de 40 laitières sur 56 ha SAU.**

*INSERT 1 : Evaluation of the organic nitrogen and phosphorus pressures in the case of a farm with a herd of 40 dairy cows and a Useable Farm area of 56 ha.*

## ■ Références Corpen des restitutions bovines adaptées aux troupeaux

La valeur des restitutions par type d'animal a été calculée à partir des séquences alimentaires et des paramètres zootechniques du tableau 1 et conformément aux recommandations Corpen - Inra de 1999-2001, rappelées dans la publication précédente (GIOVANNI et DULPHY, 2008). Cette deuxième étape de la démarche concerne donc l'adaptation des références Corpen aux pratiques d'affouragement des élevages de la région.

Les références adaptées aux vaches laitières d'Ille-et-Vilaine varient de 86 à 96 kg de No et de 39 à 42 kg Po par an (Po exprimé en kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en tenant compte du système fourrager (selon la part d'herbe dans la SFP), des niveaux de production et des transitions à la mise à l'herbe ou en fin de saison au pâturage (régimes mixtes sur deux ou trois mois ; DELABY *et al.*, 1995). On peut remarquer ici que l'écart de 20 kg No existant entre les rejets en système herbager et en système Maïs pour 6 000 litres par vache n'est plus que de 10 kg No à cause l'interaction "système - régime - lactation".

Les références de valeur élevée sont dues au niveau laitier élevé ou à l'importance de l'herbe dans le système herbager. Pour les élèves, les références des génisses sont comprises entre 48 et 54 kg No, ce qui correspond à un pâturage de 4 à 6 mois et permet d'atteindre un vêlage précoce de 26 à 30 mois. Les références concernant le vêlage tardif n'ont pas été utilisées ici.

TABLEAU 1 : Restitutions azotées et phosphorées organiques des bovins laitiers selon les systèmes fourragers d'Ille-et-Vilaine (Corpen, 1999 et 2001).

TABLE 1 : *Organic nitrogen and phosphorus restitutions by dairy cattle according to the forage system, Ille-et-Vilaine (Corpen 1999 and 2001).*

<b>Vaches laitières</b>							
Système fourrager : Herbe (% SFP)		H88	H68	H63	H60	H53	
Durée de stabulation (mois)		5	5,5	6	6,5	6,5 - 7	
Durée de pâturage (mois)							
- sans complément		5	3,5	2,5 - 3	2,5 - 2	1 - 1,5	
- avec complément (maïs)		2	3	3	3	3,5 - 4	
<b>Référence des rejets (base 6 000 litres)</b>							
No et (Npat) (kg N/an)		97 (54)	87 (42)	81 (35)	76 (30)	76 (28)	
Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)		40 (18)	40 (14)	38 (12)	37 (10)	37 (9)	
<b>Lactation moyenne / système (litres)</b>		<b>5 800</b>	<b>7 500</b>	<b>7 800</b>	<b>8 000</b>	<b>8 000 - 9 000</b>	
Correction par ± 1 000 l : No : ± 5 kg et Po : ± 2 kg							
No et (Npat) (kg N/an)		96 (53)	94 (45)	90 (37)	86 (34)	86 (32) -91(34)	
Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)		39,5 (17)	42 (14)	41 (13)	41 (11)	41 (11) -43(12)	
<b>Génisses d'élevage</b>		<b>Année 1</b>		<b>Année 2</b>		<b>Année 3</b>	
<b>Pâturage :</b>		hiver : foin/maïs		ens. herbe			
- 4 mois	No et (Npat) (kg N/an)	26 (8)	42 (23)	48 (23)	* Vêlage à 30 mois		
	Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	6 (2,5)	18,5 (7,5)	18,5 (7,5)	- vêlage hiver : No : 20, Po : 8		
						- vêlage à l'herbe : No : 28, Po : 11	
- 5 mois	No et (Npat) (kg N/an)	26 (10)	45 (30)	50 (30)			
	Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	6,5 (3)	19 (10)	19 (10)			
						* Vêlage à 36 mois	
- 6 mois	No et (Npat) (kg N/an)	26 (12)	49 (35)	54 (35)	50 (35)	50 (35)	
	Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	7 (4)	20 (12)	20 (12)	23 (12)	23 (12)	
<b>Vaches de réforme</b>		- Engraissement de 2 mois (kg N ou P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /2 mois) : No : 10, Po : 4,5 ; si herbe : No : 16, Po : 5,5					
		- Engraissement de 3 mois (kg N ou P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /3 mois) : No : 15, Po : 7 ; si herbe : No : 24 , Po : 8,4					

Les références de valeur faible proviennent de séquences alimentaires basées sur le maïs en complément de l'herbe et en plat unique pendant l'hiver. Une faible quantité de foin ne change pas la valeur des rejets liés à ce régime (VÉRITÉ et DELABY, 1998), de même que l'herbe dans les premiers quinze jours de transition au pâturage (Corpen, 1999).

## ■ Evaluation des restitutions No et Po et des pressions organiques

Une fois connues les quantités totales de No et de Po émises par an et celles directement émises au pâturage (non maîtrisables), la valeur de leur différence détermine **l'azote ou le phosphore maîtrisable à épandre**. Les pertes gazeuses de 30% au stockage ont été déduites lors de la préparation des références individuelles (Corpen, 1999 et 2001). Les deux sources d'azote organique, sur prairies et en étable (pertes gazeuses déduites), sont en effet considérées d'une manière semblable puisqu'elles vont encore subir des pertes gazeuses difficiles à quantifier, que ce soit au pâturage ou lors des épandages pour l'azote maîtrisable. Pour le phosphore, la question des pertes ne se pose pas en raison de son caractère conservatif.

Cette avant-dernière étape conduit à **la répartition de ces quantités organiques sur leurs surfaces d'affectation et à l'expression d'une pression moyenne azotée et phosphorée par hectare** de SAU, SFP, SPE (0,7 SAU) et de prairies pâturées. Ainsi cette même méthode a été utilisée quel que soit le mode de regroupement des données individuelles des élevages pour voir si les évaluations moyennes de ces pressions par territoire ou système fourrager étaient satisfaisantes.

## ■ Conséquences pour les modalités de l'épandage

Dans le grand Ouest en particulier, pour ne pas surfertiliser les maïs et entretenir ainsi des reliquats importants, on est amené à **répartir ces effluents sur l'ensemble maïs - céréales - prairies**. Comme les surfaces d'épandage sur cultures annuelles sont souvent trop faibles pour recevoir la totalité des effluents, on doit faire appel aux prairies pour épandre la quantité de No maîtrisable restant après le raisonnement de doses moyennes sur les cultures (maïs en particulier) (BENOIT, 1994 ; SIMON *et al.*, 1996). L'exemple retenu (encadré 1) propose 120 kg No par hectare de maïs et 60 sur céréales, ce qui conduit à 65 kg No sur prairies (en 2 épandages, ou lisier + compost). En conséquence, il reste 40 à 65 kg d'engrais azoté minéral à apporter par hectare de SAU selon les besoins des cultures tels qu'on les connaît dans l'Ouest grâce au réseau des élevages types ; cet exemple peut être modifié en prenant des doses de 100 à 140 kg No/ha pour le maïs et voir les doses qui en découlent pour les prairies. Ce scénario suppose que l'on est en régime permanent de fertilisation organique qui cumule les arrière-effets et que l'on recherche une diminution des reliquats avec des rotations de trois à cinq ans. **Cette dose de No maîtrisable à épandre sur prairies, en plus des rejets directs des troupeaux, pourrait représenter un indicateur de gestion sensible des fertilisations organiques.**

## 2. Systèmes fourragers laitiers et pressions organiques des exploitations

Le premier mode d'agrégation des données du Contrôle Laitier s'effectue à partir des paramètres de la conduite alimentaire des laitières (ares d'herbe, ares de maïs, stocks et durée de pâturage, chargement...) et conduit à cinq systèmes fourragers types pratiqués sur le terrain. Ces cinq systèmes fourragers, moyens mais réels, sont définis en fonction de la part de l'herbe dans la SFP (H % SFP) comme dans la publication précédente. Leurs principales caractéristiques sont rassemblées dans le tableau 2.

Système fourrager : Herbe (% SFP)	H88		H68		H63		H60		H53	
SAU (ha)	60,8		57,6		60		66,2		76,4	
SFP (ha)	52,4		39,4		40,2		42,5		45,8	
Herbe - Maïs (ha)	46 - 6		27 - 13		25 - 15		25 - 17		24 - 21	
Cultures annuelles (ha)	8		17		20		24		30	
Chargement (/ha SFP)										
- Vaches laitières	0,88		0,86		0,90		0,97		1,09	
- UGB Lait	1,20		1,35		1,40		1,45		1,53	
- UGB Totales	1,40		1,50		1,60		1,70		1,92	
Aliment concentré (kg/VL/an)	450 - 600		600 - 650		800 - 950		990 - 1 000		1 200 - 1 400	
Lactation (l/VL)	5 800		7 500		7 800		8 000		≥ 8 200	
Lait par ha SFP (l)	5 200		6 500		7 000		7 770		≥ 8 500	
Jours de pâturage seul (± 10 jours)	150		110		85		70		60	
<b>Pressions No et Po (kg N ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>
- sur la SAU	108	42	86	35	83	35	83	36	85	38
- sur la SFP	125	49	126	52	123	52	128	56	140	63
- sur la SPE	134	53	123	50	120	50	116	51	120	54
- sur les prairies	75	25	84	25	81	25	90	27	100	33
<b>No et Po à épandre sur prairies</b>	<b>53</b>	<b>24</b>	<b>41</b>	<b>21</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>60</b>	<b>32</b>
<b>Pressions No et Po totales sur prairies</b>	<b>128</b>	<b>49</b>	<b>125</b>	<b>46</b>	<b>119</b>	<b>44</b>	<b>125</b>	<b>44</b>	<b>160</b>	<b>65</b>

TABLEAU 2 : Systèmes fourragers types des exploitations laitières d'Ille-et-Vilaine et pressions d'azote et de phosphore organiques (No et Po).

TABLE 2 : *Typical forage systems of the dairy farms of Ille-et-Vilaine and organic nitrogen and phosphorus pressures (No and Po).*

### ■ Les systèmes mixtes herbe - maïs sont majoritaires

Les **systèmes contenant de 60 à 65% d'herbe dans la SFP** sont pratiqués par 70% des exploitations laitières, tandis que les systèmes herbagers avec 70 à 90% d'herbe n'en représentent que 20%. Le **système "maïs"** (H53 % SFP) ne paraît concerner que les 10% d'élevages dont le niveau laitier le plus élevé (8 000 litres par vache) s'accompagne d'un chargement lui aussi le plus élevé, voisin en moyenne de 2 UGB/ha SFP (variations de 1,85 à 2,3). Ces variations du chargement sont faibles à côté de celles des SAU qui varient de 40 à 100 ha, et plus modérément, de 30 à 70 ha pour les SFP à l'intérieur d'un même système.

Les **systèmes herbagers** (H88 % SFP) s'opposent logiquement aux systèmes "maïs" si l'on compare leurs SAU et SFP, les chargements par hectare de SFP et les niveaux de lactation. De plus, à l'intérieur de la SAU, la surface en cultures est très différente, respectivement 8 ha en système herbager et 30 ha en système maïs.

Les chargements et niveaux de lactation augmentent ensemble avec la part de maïs aussi bien pour les UGB lait (vaches, génisses et réforme) que pour les UGB totaux incluant la production de viande annexe. Simultanément, les restitutions organiques des vaches (70 à 75% du total du troupeau) diminuent avec le maïs fourrage ; les jours de pâturage sans complément diminuent eux aussi, tandis que les charges No et Po au pâturage tendent cependant à augmenter du fait de la diminution des surfaces en herbe.

## ■ Les pressions organiques résultent de tous ces paramètres des systèmes

Les interactions entre paramètres de ces systèmes fourragers font apparaître des pressions No et Po qui leur sont propres :

- En premier lieu, la pression par ha SAU est plus forte en système herbager (108 kg No/ha au lieu de 83 à 85 pour les autres systèmes), mais la pression de la SFP (86% de la SAU), grâce au chargement faible des prairies, est voisine ou inférieure à celle des 4 autres systèmes : la charge organique directe sur prairies n'atteint que 74 kg No par ha pâturé et 120-125 de charge de la SFP comme pour les systèmes contenant de 65 à 70% d'herbe.

- **Les trois systèmes mixtes (de H68 à H60 % SFP) sont à l'origine de charges voisines pour toutes les surfaces et pour l'épandage supplémentaire sur prairies (35 - 45 kg No/ha) :** ceci provient des compensations interactives entre les valeurs des performances, des rejets et des jours d'herbe, des chargements et des disponibilités en cultures épandables. Ces interactions apparaissent spécifiques de ces types de systèmes fourragers.

- **Le système "maïs" met en lumière l'influence positive de l'interaction entre lactation forte et chargement élevé sur la valeur des pressions**, bien que la surface en cultures (30 ha) soit la plus importante : la SFP ne couvre plus ici que 60% de la SAU, supporte une pression de 140 kg No/ha et doit recevoir un surplus de 60 kg No/ha sur prairies pour alléger les charges sur maïs et céréales. Ainsi, la part du maïs (47% SFP) entraîne une pression de 100 kg No en rejets directs et 160 kg No/ha/an en rejets totaux possibles sur prairies. **On remarque ici que les références Corpen sous-tendues par un système fourrager ne sont qu'un maillon dans la formation des charges organiques par unité de surface. Ainsi, à partir de ce niveau de chargement et de production, les compensations entre facteurs ne jouent plus, comme ci-dessus, sur les pressions No et Po par hectare.**

- La pression par hectare de surfaces potentiellement épandables (SPE), assez théorique en réalité (sauf pour se rapprocher de la règle des 170 kg No/ha), indique que **la SPE de ces élevages laitiers ne peut pas recevoir plus de 45 kg No/ha venant d'un élevage hors-sol** intérieur ou extérieur. De plus, cette dose apporte 28 à 45 kg de  $P_2O_5$  selon l'origine porcine ou avicole. L'apport de phosphore total atteint alors 73 à 90 kg  $P_2O_5$ /ha ce qui est égal ou supérieur aux besoins des cultures, notamment pour les prairies. Ces pressions de phosphore sur la SPE (0,7 SAU) sont un indicateur intéressant si la surface amendée en matière organique (SAMO) est



proche de la SPE. Avec des surfaces d'épandage plus réduites, le stockage du phosphore excédentaire est "automatiquement" favorisé.

### 3. Pressions organiques des exploitations laitières par région naturelle

Un second mode d'agrégation des paramètres des exploitations laitières peut s'effectuer par petite région naturelle (climat, sol, territoire) au nombre de six en Ille-et-Vilaine. Leur analyse peut être utile (ou non) en fonction de l'objectif recherché : en l'occurrence, le nôtre est de voir si le diagnostic pour une région, apparenté à celui souvent pratiqué pour un bassin versant, est capable ou non de conduire à une évaluation fiable des pressions organiques.

TABLEAU 3 : Pressions d'azote et de phosphore organiques (No et Po) des élevages laitiers par région naturelle en Ille-et-Vilaine.

TABLE 3 : *Organic nitrogen and phosphorus pressures (No and Po) on the dairy farms, per natural region in Ille-et-Vilaine.*

#### ■ Les paramètres par région sont nivelés comparativement à ceux associés par système fourrager

La comparaison des résultats du tableau 3 avec ceux du tableau 2, les uns et les autres provenant de 300 à 800 élevages, met en lumière les aspects suivants :

- Les surfaces fourragères principales varient bien moins entre régions qu'elles ne le font entre les systèmes fourragers précédents.

Région naturelle	Dol		Fougères		Vitré		Rennes		Montfort		Redon	
<b>Exploitations (n)</b>	305		705		829		686		569		569	
<b>Caractéristiques moyennes</b>												
SAU (ha)	69		56		55		64		60		75	
SPE (ha)	49		40		39		45		42		53	
SFP (ha)	44		42,5		38,5		42		38		47,5	
- maïs - fourrage (ha)	16,5		15		14		16,5		15,5		26,5	
- herbe (ha)	27,5		26		25		25,3		23		42	
- cultures annuelles (ha)	25		12		16		21,5		21,5		27	
Vaches laitières (/ha SFP)	0,91		0,93		1,00		0,98		1,01		0,80	
UGB Lait (/ha SFP)	1,42		1,44		1,49		1,45		1,50		1,22	
UGB totales (/ha SFP)	1,70		1,68		1,70		1,65		1,70		1,44	
Jours à l'herbe seule	90		110		100		90		90		80	
Aliment concentré (kg/VL/an)	915		900		996		1 074		1 000		1 090	
Lactation (litres)	7 333		7 272		7 730		7 763		7 564		7 650	
Lait par ha /SFP (l)	6 600		6 600		7 650		7 600		7 700		6 200	
<b>Système fourrager "moyen apparent"</b>												
<b>Herbe (% SFP)</b>	<b>H63</b>		<b>H62</b>		<b>H 65</b>		<b>H 61</b>		<b>H 61</b>		<b>H 61</b>	
SFP (% SAU)	64		76		70		66		63		63	
<b>Référence VL : No (Npat) (kg N/an)</b>	90 (43)		92 (47)		95 (47)		93 (45)		93 (45)		91 (45 )	
<b>Po et (Ppat) (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/an)</b>	38 (14)		38 (15)		40 (15)		41 (16)		39 (15)		38 (15)	
<b>Pressions No et Po (kg N ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>
- sur la SAU	88	38	104	43	101	42	94	40	100	42	80	35
- sur la SFP	138	54	140	55	145	55	144	58	156	65	111	47
- sur la SPE	124	50	146	57	142	57	131	54	142	59	105	46
- sur les prairies	93	30	102	33	100	33	110	36	124	38	88	29
<b>No et Po à épandre sur prairies (kg/ha)</b>	50	21	55	23	55	23	50	23	60	25	36	16
<b>No et Po totaux sur prairies (kg/ha)</b>	143	51	157	56	155	56	160	59	184	63	124	45

De même, les surfaces en cultures ne varient plus que de 12 à 25 ha au lieu de 8 à 30 précédemment. En revanche, les prairies sont à peu près de même importance. En conséquence, les systèmes fourragers "moyens apparents" (H61 à H65 % SFP) par région en viennent à se rapprocher pour 4 régions sur 6. Les références des vaches laitières restent comprises entre 90 et 95 kg No. Par ailleurs les zones de Vitré et de Fougères ont une SAU moyenne plus faible que précédemment, ainsi que pour les surfaces en cultures. La zone de Monfort se remarque aussi pour ses prairies et SFP limitées, ce qui influence leur charge organique respective.

- Au plan zootechnique, on observe aussi un phénomène de rapprochement des paramètres entre régions naturelles : les chargements UGB varient peu à l'exception de la région de Redon, en raison de sa grande SFP et de sa situation plus "séchante" en été.

## ■ Le diagnostic des pressions par région est d'une précision insuffisante

Ce sont les valeurs des surfaces des SAU ou SFP qui ont le plus d'influence sur celles des pressions puisque les interactions avec les paramètres d'élevage apparaissent tronqués vis-à-vis de ceux existant normalement au sein des systèmes fourragers types. **Les écarts** entre systèmes "moyens apparents" par région et système fourrager d'origine du tableau 2 **sont de 15 à 25 kg No/ha** : cette différence n'est pas acceptable si l'on estime leur impact potentiel sur les teneurs  $\text{NO}_3$  de la lame d'eau de la zone (AUROUSSEAU, 1996 ; Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne (CSEB), 2005 et 2006).

En effet, ces différences de 15 à 25 kg No équivalent à 70 et 110 kg  $\text{NO}_3$ /ha, soit 25 à 40 mg par litre de la lame drainante de ces régions (250 - 300 mm). Même si l'activité biologique du sol en consomme et en stocke 40 à 70%, notamment en sol hydromorphe (60 à 70%), il reste encore 10 à 20 mg de nitrates potentiellement lessivables : cette marge d'erreur probable est trop élevée pour faire confiance à un diagnostic "moyen apparent" qui ferait l'impasse sur l'analyse des systèmes fourragers principaux de la région ou du bassin hydrologique. De plus, une étude statistique poussée serait souhaitable pour juger de l'influence conjuguée de la variabilité des surfaces épandues et des erreurs probables ci-dessus sur les différentes pressions organiques évaluées par bassin, sous-bassin et commune, par exemple.

## 4. Pressions organiques des élevages en fonction de leur niveau laitier

En dernier lieu, le regroupement des données individuelles en fonction du niveau de production laitière brute des étables (et non des livraisons ou des quotas) a mérité une analyse des conséquences liées à cet indicateur technique et économique. On a pu noter plus haut (tableau 2) une augmentation simultanée des niveaux de lactation, des chargements et de la part du maïs (et des aliments

concentrés) dans les cinq systèmes fourragers types. Cette observation se retrouve bien ici, en passant de 6 000 à 9 000 litres par animal (tableau 4), mais d'une manière atténuée aussi bien entre systèmes "moyens apparents" (H70 à H58 % SFP) que pour les rejets individuels des adultes en production : aussi, comme pour le cas du territoire, l'agrégation des paramètres individuels ne crée pas un système moyen qui respecte bien les relations sol - animal - production - pression organique. Cependant, ces résultats sont intéressants au plan zootechnique, même si, en pratique, ce paramètre "lactation" n'est pas un outil d'entrée adapté à des investigations agro-écologiques.

Niveau de lactation (litres)	≤ 6 000	6 000 - 7 000	7 000 - 8 000	8 000 - 9 000	≥ 9 000					
<b>Exploitations (n)</b>	470	867	1330	934	263					
<b>Caractéristiques moyennes</b>										
SAU (ha)	53	56	60,5	64	65,5					
SFP (ha)	40	40	39,5	40	39,5					
Maïs-fourrage (ha)	10 - 13	12 - 14	18 - 15	14 - 16	14 - 16					
Herbe (ha)	26 - 28	27 - 29	24 - 25	23 - 24	23 - 24					
Cultures annuelles (ha)	10 - 12	13 - 14	15 - 18	18 - 22	19 - 23					
<b>Système fourrager moyen apparent</b>										
<b>Herbe (% SFP)</b>	<b>H68</b>	<b>H70</b>	<b>H62</b>	<b>H58</b>	<b>H58</b>					
<b>Référence VL : No (Npat) (kg/an)</b>	88 (47)	86 (43)	91 (40)	92 (40)	95 (38)					
Po (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	38 (15)	37 (13)	37 (12)	39 (12)	40 (12)					
Vache laitière (/ha SFP)	1,00	1,00	1,01	1,00	0,98					
UGB totaux (/ha SFP)	1,73	1,70	1,73	1,74	1,71					
Aliment concentré VL (kg/an)	400 - 650	500 - 850	700 - 1 000	900 - 1 250	1 100 - 1 550					
Jours d'herbe seule	115 - 100	100 - 90	80 - 75	75 - 65	65 - 60					
<b>Pressions No et Po (kg N ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>	<b>No</b>	<b>Po</b>
- SAU	109	41	107	44	96	40	96	40	99	42
- SFP	144	54	152	61	147	61	154	64	165	69
- SPE	155	60	156	62	138	56	137	56	141	60
- Prairies	96	31	94	31	100	33	102	34	106	35
<b>No et Po à épandre sur prairies (kg/ha)</b>	45-56	18-20	40-45	16-18	50-55	20-22	50-60	21-24	70-80	28-33
<b>No et Po totaux sur prairies (kg/ha)</b>	146	50	136	48	152	54	155	56	181	65

TABLEAU 4 : Pressions d'azote et de phosphore organiques (No et Po) des élevages laitiers d'Ille-et-Vilaine selon leur niveau de lactation.

TABLE 4 : *Organic nitrogen and phosphorus pressures (No and Po) on the dairy farms of Ille-et-Vilaine, according to the level of lactation.*

## ■ L'analyse par niveau de production d'étable : une homogénéité trompeuse

Le regroupement par niveau de lactation atténue les différences entre prairies, cultures et SAU existant dans les systèmes types : les SFP deviennent identiques entre elles (tableau 4). De plus, les niveaux de chargement devenant très proches pourraient faire croire à une homogénéité des élevages du département d'autant plus que les durées de pâturage sans complément sont contractées sur 70 à 100 jours. En réalité, les chargements varient de 1,4 à 2,5 UGB/ha SFP et le pâturage seul dure de 30 à 150 jours en rapport inverse du niveau de lactation.

Cependant deux observations sont apparentées aux résultats des systèmes types (tableau 2) :

- à partir de 7 000 litres par vache, les systèmes mixtes deviennent majoritaires (H < 70 % SFP) ;

- le niveau des pressions organiques des SAU et SFP reste assez stable jusqu'au seuil de 8 000 litres, mais supérieur de 10 à 15 kg No/ha à celui des systèmes types. Dans ce cas, le niveau de production importe autant que celui de l'alimentation. Par ailleurs, **les variations limitées des pressions dans les systèmes mixtes de 6 500 à 8 500 litres pourraient permettre la définition de références communes des restitutions organiques dépendant de ces systèmes herbe - maïs.**

## ■ Les surplus d'épandage sur prairies sont bien confirmés

Les faibles variations des surfaces en cultures n'effacent pas leur influence sur la recherche d'une fertilisation organique optimale. En effet, il est clair ici que le système moyen produisant 6 000 l/VL est plus herbager que le système moyen produisant 9 000 l/VL. Aussi, **les épandages des surplus sur prairies se révèlent liés au niveau laitier** puisqu'ils augmentent de 45-50 (6 000 litres) à 55 (7 500 litres) puis 70-80 kg No par hectare de prairies épandables (> 9 000 litres). La fumure organique totale sur prairies atteint alors 130 à 180 No et 50 à 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, ce qui couvre 6 à 7 tonnes MS/ha sur des sols dont les reliquats minimaux (50 à 80 kg N) et les retombées atmosphériques (15 à 20 kg de N/ha/an) sont moyens à faibles.

Ces résultats se recourent très bien avec ceux provenant de l'examen des élevages types de Normandie ou des Pays-de-la-Loire, notamment pour les systèmes herbagers. On notera ici que cette approche de la fertilisation de la prairie est vraiment facilitée par l'utilisation des références Corpen - Inra de 1999 et 2001 (ALARD *et al.*, 2002).

## 5. Spécificités de la pression de phosphore organique et risques d'accumulation

### ■ Les apports de phosphore organique peuvent couvrir 60 à 75% des besoins des plantes

Les pressions de Po apparaissent faibles et peu variables en comparaison des pressions No plus sensibles à la qualité de l'azote des régimes (publication précédente). Si les besoins des plantes (50 à 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) servent de repère, on note que les pressions Po des systèmes herbagers et mixtes n'atteignent pas ce niveau de 50 kg pour les cultures de la SAU et en particulier au pâturage (tableau 2). En revanche, elles dépassent 55 kg pour atteindre plus de 60 avec des régimes "maïs" et pour les épandages sur la SPE. Ainsi, ces apports de 50 à 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha équivalent à une couverture de 60 à 75% des besoins des maïs, céréales ou prairies, les réserves actuelles des sols pouvant couvrir les différences à 100% dans la plupart des situations pédologiques.

Dans ces conditions, on notera aussi que la couverture des besoins en phosphore précèdera celle des besoins en azote des plantes du système : de ce fait, toute fertilisation minérale, même faible en P, contribue aussitôt à une augmentation des stocks de P dans les sols d'exploitations d'élevage intensif ou recevant des effluents de hors-sol (COPPENET *et al.*, 1993 ; AUROUSSEAU, 2001 ; MOUCHARTE et FOURRIÉ, 2007).

### ■ Les pressions Po faibles sur prairies autorisent un surplus d'azote No à l'herbe

Les prairies supportent une charge Po de 23 à 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, ce qui autorise un apport de 40 à 60 kg No par ha (15 à 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> associés) pour alléger les charges No sur cultures sans alourdir la propre charge Po totale des prairies (40 à 55 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Aussi, pour la fertilisation minérale, on doit **prendre en compte la teneur des sols en P assimilable** (Dyer) souvent comprise entre 300 et 800 ppm dans les sols de l'Ouest (CSEB, 2005 et 2006) **afin de raisonner a minima cette fertilisation**. COPPENET (1974, 1975) avait déjà prévu cette accumulation de phosphore provenant du développement des épandages de lisier et les difficultés induites par la liaison entre No et Po dans les effluents (No/Po = 0,42 pour les bovins, 0,62 pour les porcins, et 0,98 - 1,03 pour les volailles).

### ■ Les risques d'accumulation du phosphore sont plus faibles en systèmes herbagers

Le tableau 5 présente une comparaison des quantités ingérées et excrétées de phosphore en fonction du régime alimentaire des animaux. **Dès que le pâturage "seul" devient inférieur à 150 jours, l'apport de maïs ou d'autres compléments de la ration contribue à augmenter les quantités excrétées de phosphore** : cet excédent de phosphore est dû à l'accroissement des compléments azotés riches en P (6 à 10 g/kg MS), des compléments minéraux et du phosphore endogène propre à la digestion des ruminants (GUÉGUEN, 1980 ; MESCHY, 2006).

Par ailleurs, **certaines sources de phosphore sont recyclées sans être, jusqu'à maintenant, intégrées dans les bilans de l'exploitation**. Ce sont les pertes des récoltes au champ, les jus d'ensilage, les refus journaliers de l'alimentation. La sénescence de la prairie est aussi à comptabiliser (DELABY *et al.*, 1997 ; DECAU, 1997). L'enfouissement des Cïpan, des pailles ou des cannes de maïs, justifié agronomiquement, alimente cependant le stock de phosphore actuel des sols. Une première évaluation calculée à partir des rendements fourragers et des pratiques des élevages de l'Ouest, donne 2 à 4 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha capables de participer au stockage du phosphore dans les sols, soit 0,7 à 1,5 ppm/an.

## Discussion

A la suite de ces résultats de nature systémique, il apparaît que leur examen doit porter tout autant sur la cohérence et

**Cas de la vache laitière à 6 000 litres****Système herbager**

	4 mois	5 mois	6 mois	7 mois	0
- Durée de pâturage					
- Durée de stabulation (ensilage d'herbe)	8 mois	7 mois	6 mois	5 mois	12 mois
Phosphore ingéré (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	43,3	44,0	45,3	46,7	35,7
Phosphore excrété (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	39,4	39,6	39,8	40,1	38,5
Phosphore excédentaire (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	- 3,9	- 4,4	- 5,5	- 4,8	2,8

**Système mixte herbe - maïs**

	2 mois	3 mois	4 mois	5 mois	0
- Durée de pâturage					
- Durée de pâturage + maïs	4 mois	3 mois	2 mois	2 mois	0
- Durée d'ensilage de maïs	6 mois	6 mois	6 mois	5 mois	12 mois
Phosphore ingéré (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	33,9	35,0	36,2	38,5	24,7
Phosphore excrété (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	37,6	37,8	38,0	38,5	35,7
Phosphore excédentaire (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	3,7	2,7	1,8	0	11,0

**Elevage et engraissement**

Type d'animal	Génisse laitière (vêlage à 24 mois)		Taurillon (0 - 18 mois)		Broutard (8 - 18 mois)	Vache de réforme (2 mois)
	Année 1	Année 2	Année 1	Année 2		
Phosphore ingéré (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	5,5	20,6	8,2	8,2	13,7	6,9
Phosphore excrété (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	8,2	19,2	13,7	12,4	18,3	6,9
Phosphore excédentaire (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	2,7	- 1,4	5,5	4,1	4,6	0

Observations : de 7 000 à 9 000 l, l'augmentation de P excédentaire est de 2,3 à 9,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/an selon le régime alimentaire  
- le phosphore ingéré est celui des seuls fourrages produits et consommés sur l'exploitation

l'enchaînement des paramètres des systèmes fourragers réels ou "moyens apparents" que sur la valeur des pressions organiques attachées à ces systèmes.

1. En regardant à nouveau les objectifs de départ, on peut vraisemblablement penser que les cinq systèmes fourragers types, provenant du terrain, pouvaient être considérés comme repères en raison de l'association cohérente de leurs paramètres et de la filière allant des surfaces de la SFP aux restitutions des animaux. De plus, ces 5 systèmes ne sont pas spécifiques de l'Ille-et-Vilaine et de la Bretagne : on les retrouve dans toutes les grandes régions laitières dont les systèmes fourragers sont composés de 100 à 45% d'herbe dans la SFP, les systèmes comportant de 60 à 75 % d'herbe étant les plus pratiqués, notamment en plaine.

2. Les autres modes d'agrégation des données, quel que soit le système fourrager type, ont montré soit une dégradation de l'identité des systèmes en les rapprochant vers un système apparent, voire virtuel, soit un nivellement des paramètres interactifs comme les SFP, les chargements ou les niveaux de lactation. Ces regroupements engendrent une incohérence entre les interactions de nature zootechnique qui jouent sur les effluents totaux et les surfaces qui ne leur sont plus naturellement associées. De plus, la variabilité de ces dernières, souvent élevée à l'intérieur d'un système, ne peut pas "conforter" la valeur des observations faites à l'échelle d'un territoire ou à partir d'un paramètre intégrateur certes (chargement, lactation, lait/ha SFP, par exemple) mais pas automatiquement spécifique d'un système "moyen et apparent".

**TABLEAU 5 : Risque d'accumulation du phosphore lié aux régimes alimentaires des bovins laitiers.**

*TABLE 5 : Risks of phosphorus accumulation linked to the diets of dairy cattle.*

Ce sont en effet les surfaces de la SAU et de la SFP qui peuvent varier du simple au double pour un même système (de 40 à 90 ha) et la variabilité moyenne écartée de la médiane influence ainsi la valeur des pressions organiques : ceci explique en grande partie les différences apparues à partir des regroupements pratiqués par région ou par lactation car les paramètres zootechniques intra-systèmes ont une variabilité plus faible (12-20% pour les chargements, 10-15% pour les niveaux de lactation). Ces variabilités ont aussi été observées sur de grands échantillons lors de diagnostics de bassin versant ou du SAGE Vilaine (GIOVANNI, 1996, 2002). Par ailleurs, en règle générale, on doit s'attendre à des variations de pressions d'autant plus fortes que les groupes d'exploitations majoritaires auront des surfaces plus faibles ou modérées, inférieures à 65-80 hectares dans l'Ouest notamment (GIOVANNI, travaux en cours).

**L'ensemble de ces remarques nous amène à privilégier le diagnostic approfondi des systèmes fourragers réels d'un bassin versant, pour y déceler en premier les variations liées aux interactions sol-climat-pratiques.**

3. L'examen des cinq systèmes fourragers, considérés comme repères surtout pour les régions de l'Ouest, conduit à trois remarques principales :

- un seul indicateur des pressions organiques n'est pas suffisant pour juger de la véritable influence d'un système sur ses conséquences agro-écologiques. Les erreurs d'interprétation des pressions organiques basées sur la seule SAU risquent d'augmenter au fur et à mesure que la SFP diminue au profit des cultures de vente : l'indicateur No ou Po/ha SAU masque en effet les variations des pressions existant sur la SFP ou les prairies des systèmes H53 à H68 % SFP présentés au tableau 2. Ceci est encore plus apparent dans les grandes exploitations de polyculture-élevage de l'Est dont les SFP, supérieures à celles de l'Ouest (80 à 150 ha), subissent des pressions voisines de celles de l'Ouest, mais à l'intérieur d'une SAU de 250 à 400 ha. De ce fait, **l'importance des prairies dans la SFP et la SAU, accompagnée de leurs charges No et Po, serait à retenir comme indicateur de la valeur environnementale d'une exploitation en raison de ses nombreux avantages agronomiques, économiques et écologiques.**

- les pressions organiques par hectare de SPE (0,7 SAU) ou de SDN (si l'on connaît les prairies pâturées mais non épandables) sont calculées d'une manière réglementaire qui ne leur donne un sens qu'au regard de la limite des 170 kg No/ha épandable. Ces pressions attribuées à la SPE sont sujettes aux mêmes aléas de leur interprétation que pour la SAU, si l'on ne tient pas compte de la SAMO et de la réelle contribution des prairies. Quoiqu'il en soit, les pressions moyennes de la SPE observées en Ille-et-Vilaine (et *a fortiori* celles de la SDN) ne dépassent pas 140 à 150 kg No/ha, notamment dans les exploitations dont les chargements varient de 1,90 à 2,30 UGB totaux/ha SFP. Malgré la limite de 170 kg No/ha SPE, on est amené à considérer ces pressions comme

agronomiquement "limites" car à partir d'un chargement de 1,70 UGB/ha SFP, il devient de plus en plus difficile de réduire les apports sur maïs, à moins de pouvoir épandre des doses supérieures à 60 kg No/ha sur céréales et prairies, ce qui n'est pas fréquent.

- En dernier lieu, on a relevé plus haut que le niveau des pressions de la SPE, variable de 120 à 140 kg No/ha, ne laissait donc que 30 à 45 kg No/ha disponibles pour un hors-sol. Cette disponibilité est assez faible et difficile à mesurer en pratique si l'on veut prendre en compte une marge probable de 10% pour les charges organiques calculées dans les conditions recommandées par le Corpen. Enfin, avec les tendances actuelles, peut-être conjoncturelles, d'augmentation limitée des effectifs de vaches laitières ou/et de prolongation de la durée de lactation, les pressions ci-dessus vont elles aussi augmenter de 3 à 5 kg No/ha selon le système fourrager et les moyens décidés par l'exploitant pour produire plus.

## Conclusions

1. Une valeur de qualité des pressions organiques d'un territoire ou d'un bassin versant apparaît plus assurée à partir d'une analyse complète de leurs systèmes fourragers de terrain que par des moyennes provenant d'une agrégation globale de leurs données agronomiques et zootechniques, mais dont le cumul non ordonné dégrade les interactions spécifiques internes à chacun d'eux. De plus, la valeur moyenne des charges No et Po peut être influencée soit par la variabilité importante intra-système des surfaces de SAU ou de SFP, soit par celle, pourtant plus faible en général, des paramètres zootechniques : les pressions organiques moyennes dans le grand Ouest sont déjà soumises à des coefficients de variation de 10 à 17% (GIOVANNI, travaux en cours ).

2. Les cinq systèmes fourragers pratiqués en Ile-et-Vilaine le sont aussi dans tout le grand Ouest, à quelques 2 à 5 points de variante entre 60 et 75% d'herbe dans la SFP, ainsi qu'en Aquitaine ou en Lorraine. Cette grande famille de systèmes fourragers pourrait donc faire l'objet de références agro-environnementales bien adaptées à leurs pratiques régionales, en utilisant les recommandations proposées par le Corpen et l'Inra en 1999 et 2001 (cf. GIOVANNI et DULPHY, 2008). La même méthode serait à appliquer aux systèmes très herbagers (H > 75 % SFP) et à dominante maïs (H < 50 % SFP) en associant les paramètres pertinents de leur composition et de leur fonctionnement.

3. Les deux systèmes opposés, herbager et à dominante maïs, se révèlent assez pédagogiques pour plusieurs raisons :

- Ces deux ensembles, de composition éloignée entre systèmes (H88 et H53 % SFP), mettent en lumière l'insuffisance de l'indicateur pression No ou Po/ha de SAU que l'on utiliserait seul pour classer ou comparer des exploitations de production ou de région différentes. Les charges liées à la SFP et aux prairies, en relation directe avec les performances animales, qualifient mieux les risques de pollution



diffuse. Ainsi, **la définition de la Haute Valeur Environnementale d'une exploitation doit s'appuyer sur plusieurs paramètres pertinents et interdépendants par système**, proches ou équivalents de ceux des tableaux 1 et 2, **issus des données Corpen - Inra** adaptables aux conduites régionales ou individuelles des troupeaux. **Le niveau d'autonomie des exploitations s'exprimera aussi à partir de ces paramètres interactifs liés au système de production.**

- Le système "maïs" illustre les limites des conséquences de l'intensification animale propre aux bovins sur ces liaisons avec les sols, supports des recyclages. Un chargement élevé couplé à des lactations de 8 000 à 9 000 litres complique la recherche de doses d'épandage moyennes sur les maïs, à moins que l'on puisse épandre au moins 60 kg No/ha sur les céréales et les prairies : on en vient à approcher les 160 kg No totaux sur prairies, même permanentes (la disparition de 35 à 45% des prairies depuis les années 1985-1990 a ainsi considérablement accentué le phénomène...). Aussi, **la dose d'azote maîtrisable à épandre sur prairies représente bien un indicateur synthétique et sensible des pratiques de la fertilisation organique.**

- Les pressions organiques des SAU et SFP de 86 à 125 kg No en systèmes herbagers sont très cohérentes avec celles de ces mêmes systèmes étudiés pendant cinq ans par le CEDAPA et l'Inra, dans les Côtes d'Armor (ALARD *et al.*, 2002 ; JOURNET, 2003). En conséquence, comme chez les herbagers de Normandie, d'Auvergne et de Franche-Comté, les intrants restent limités, notamment pour les aliments concentrés et les engrais minéraux (35 - 50 kg N/ha et 0 - 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Ces systèmes, à la fois économes et proches de l'autonomie, sont alors qualifiés de durables, grâce aussi à un bilan agro-écologique et économique meilleur que celui des systèmes de production conventionnels.

Finalement, la complexité des interactions de chaque système de production s'accompagne d'une variabilité souvent élevée de leurs paramètres agronomiques et animaux, ce qui masque vraisemblablement la vraie valeur des pressions organiques : **la précision des diagnostics individuels ou du bassin versant intégrateur des systèmes fourragers est donc à rechercher dès le départ en s'assurant de la qualité des paramètres de base**, comme les références Corpen - Inra par exemple, et des méthodes d'enquête ciblées sur la réduction des pollutions diffuses. Ces dernières remarques font elles aussi partie de la démarche systémique qui, en plus, doit tenir compte des directives nationales et européennes et préparer des décisions de nature agronomique et zootechnique qui engageront les exploitants pour de nombreuses années.

Accepté pour publication,  
le 17 juillet 2008.

**Remerciements** : L'auteur remercie vivement le Syndicat de Contrôle Laitier d'Ille-et-Vilaine de ses documents et renseignements sur la production laitière du département. Remerciements aussi à Luc Delaby (UMR-Production du Lait, Inra-Rennes) et Colette Renaudin pour leurs participations respectives.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALARD V., BERANGER C., JOURNET M. (2002) : *A la recherche d'une agriculture durable*, Inra éd., route de Saint Cyr, F-78000 Versailles.
- AUROSSEAU P. (1996) : *Les charges polluantes des bassins versants de Bretagne*, Laboratoire de spatialisation numérique, S.A.S., ENSA Rennes - DRAF de Bretagne, 65, rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes.
- AUROSSEAU P. (2001) : "Les flux d'azote et de phosphore des bassins versants de la rade de Brest : comparaison avec la Bretagne", *Océanis*, 27, 137 - 161.
- BENOIT M. (1994) : "Risques de pollution des eaux sous prairies et sous cultures. Influence des pratiques d'apport d'engrais de ferme", *Fourrages*, 140, 407-421.
- CSEB (Conseil Scientifique De L'environnement De Bretagne) (2005 et 2006) : *Compréhension des bassins versants et qualité des eaux*, Région Bretagne, Av. G<sup>al</sup> Patton, F-35711 Rennes, 150 p.
- COPPENET M. (1974) : "L'épandage des lisiers de porcherie. Ses conséquences agronomiques", *Annales Agron.*, 25, 2-3, 403-423.
- COPPENET M. (1975) : "Bilan des éléments fertilisants dans les exploitations d'élevage", *Fourrages*, 62, 119-132.
- COPPENET M., GOLVEN J., SIMON J.C., LE CORRE L., LE ROY M. (1993) : "Evolution chimique des sols en exploitation d'élevage intensif : exemple du Finistère", *Agronomie*, 13, 77-83.
- Corpen (1999) : *Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager*, Mission Eaux-Nitrates-Pesticides, 20, Av. Ségur, F-75302 Paris.
- Corpen (2001) : *Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associées aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, et à leur système fourrager*, Mission-Eaux-Nitrates-Pesticides, 20, Avenue de Ségur, F-75302 Paris.
- DECAU M.L. (1997) : *Flux d'azote sous prairies pâturées par les bovins*, thèse de docteur-ingénieur, Université de CAEN, IBBA-Inra, Esplanade de la Paix, F-14000 Caen.
- DELABY L., PEYRAUD J.L., VERITE R. (1995) : "Influence du niveau de production laitière et du système d'alimentation sur les rejets azotés du troupeau", *Rencontre Recherche Ruminants*, 2, 349-354.
- DELABY L., DECAU M.L., PEYRAUD J.L., ACCARIE P. (1997) : "Azo-Pat : une description quantifiée des flux annuels d'azote en prairie pâturée par les vaches laitières", *Fourrages*, 151, 297-311.
- GIOVANNI R. (1996) : *Diagnostic du bassin versant du Lié (Côtes d'Armor)*, Syndicat des eaux du Lié (F-22100 Plémet) et UMR-EQHC, Inra (65, rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes).
- GIOVANNI R. (2002) : *Situation agro-zootechnique du bassin versant de la Vilaine*, SAGE Vilaine, Institut d'Aménagement de la Vilaine, F-56130 La Roche Bernard.
- GIOVANNI R., DULPHY J.-P. (2008) : "Présentation de références Corpen simplifiées pour l'évaluation des rejets et des pressions d'azote et de phosphore des troupeaux bovins", *Fourrages*, 195, ce numéro.
- GUEGUEN R. (1980) : "Besoins en nutriments minéraux de la vache laitière", *La vache laitière*, Inra éd., F-78000 Versailles.
- Institut de l'Elevage (2006) : *Rapport "Green Dairy" sur les systèmes laitiers et l'environnement dans l'espace atlantique*, 149, rue de Bercy, F-75955 Paris cedex 12, 121 p.
- JOURNET M. (2003) : "Des systèmes herbagers économes : une alternative aux systèmes intensifs bretons", *Fourrages*, 173, 63-88.
- MESCHY F. (2006) : *Données nouvelles sur la valeur nutritive des aliments pour bovins, ovins et caprins*, Inra éd., F-78000 Versailles.
- MOUCHART A., FOURRIE L. (2007) : *Gestion des déjections animales et qualité des eaux : transfert et stocks de phosphore et gestion des apports sur l'exploitation*, Dossier 03/08 ACTA, 149, rue de Bercy, F-75955 Paris cedex 12.

- SIMON J.C., PEYRAUD J.L., DECAU M.L., DELABY L., VERTES F., DELAGARDE R. (1996) : "Gestion de l'azote dans les systèmes prairiaux pâturés permanents ou de longue durée. Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes", *Colloque n° 83*, 204-213.
- VERITE R., DELABY L. (1998) : "Conduite alimentaire et rejets azotés chez la vache laitière : inter-relations avec les performances", *Rencontre Recherche Ruminants*, 5, 185-192.

#### SUMMARY

##### **Forage systems for dairying, organic pressures and fertilisation : case of the dairying areas of Ille-et-Vilaine**

The département of Ille-et-Vilaine is the largest dairy producer in France. The data from the Contrôle Laitier (equivalent of the Milk Marketing Board) for the area make it possible to utilize the simplified Corpen references, to characterize the organic nitrogen and phosphorus pressures and to analyse the results per type of forage system in particular.

The grassland-based systems support moderate organic pressures on the Useable Farm area and the Main Fodder area (approximately 110 kg N/ha, 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), but on the pastures the pressures are low (75 kg N/ha and 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). In the grass - maize systems, which are very frequent, the pressures are similar. In the systems where maize is dominant, the stocking rates and the milk yields are large, and the pressures on the Main Fodder area reach the highest values (140 kg N/ha and 63 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), but relatively to the Useable Farm area, they do not get beyond 90 kg N and 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, because of the larger size of the crop lands. A complete analysis per type of forage system shows that the results obtained are consistent from the crop and animal husbandry point of view and that the quality of the diagnoses is satisfactory, which is not the case with the average results obtained from amalgamations per small natural region or per level of lactation.

**Prairies multispécifiques. Valeur agronomique et environnementale**(2<sup>e</sup> partie)

- 259 J.-F. SOUSSANA, V. MAIRE, N. GROSS, T. REINHOLD, H. DÄHRING, L.-S. PONTES, C. PICON-COCHARD, S. FONTAINE, L. PAGÈS, C. WIRTH  
*Modelling the relationships between the diversity and the functioning of pasture swards with a complex floristic composition*
- 275 M. FISCHER, T. ROTTSTOCK, E. MARQUARD, C. MIDDELHOFF, C. ROSCHER, V.-M. TEMPERTON, Y. OELMANN, A. WEIGELT  
*The Jena trial demonstrates the benefits of floristic diversity to pastures*
- 287 C. JOUANY, J.-P. THEAU, M. DURU, L. HAZARD, P. CRUZ  
*Which lessons from studies on permanent pastures are to be made use of for the sowing and the management of multi-specific pastures ?*
- 301 A. FARRUGGIA, J.-P. THEAU, F. LOUAULT, B. DUMONT  
*Comparison of tools for the characterization of the flora in order to diagnose the effect of types of management on the vegetation dynamics of permanent pastures*
- 315 C. LEMASSON, P. PIERRE, B. OSSON  
*Renovation of pastures and overseeding. How to understand, to study and to choose the method*
- 331 M. DURU  
*Multi-specific pastures : will there be a third 'forage revolution'? Results of actions undertaken and suggestions for further studies*
- 343 D. KNODEN, J. HERMAN, D. STILMANT  
*Comparison, in the Belgian Arden-nes, of two forage mixtures and effect of a sowing under plant cover*
- 346 P. LUXEN, A. PHILIPPE, S. ROUXHET, V. DECRUYENAERE  
*Changes in a mid-mountain meadow under the influence of an organic dressing and a late cut*
- 349 S. BATTEGAY, P.-V. PROTIN, A. BESNARD, M. BELOUIN  
*Production and profitable utilization of grazed plant associations and of multi-specific pastures in Pays-de-la-Loire*
- 354 L. DELABY, J.-R. PECCATTE  
*Feeding value of ventilated hay from multi-specific pastures*
- Autre thème : Références Corpen simplifiées pour les troupeaux de bovins**
- 357 R. GIOVANNI, J.-P. DULPHY  
*Presentation of simplified Corpen references for the evaluation of the dejections and the nitrogen and phosphorus pressures emitted by cattle herds*
- 373 R. GIOVANNI  
*Forage systems for dairying, organic pressures and fertilisation : case of the dairying areas of Ille-et-Vilaine*
- Actualités fourragères**
- 392 | *Current events in forages*

**Efficient and environmentally friendly livestock farming, Congrès FEZ / EAAP à Vilnius (Lituanie), 24-27 août 2008**

Le congrès annuel de la Fédération Européenne de Zootechnie s'est tenu cette année à Vilnius en Lituanie. Comme d'habitude, de l'ordre de 800 participants étaient réunis, en provenance d'une soixantaine de pays. 580 communications ont été présentées au sein de nombreuses sessions thématiques... Au-delà de l'approche par espèce et par discipline, constitutive de la FEZ via les Commissions, on notera une ouverture croissante aux systèmes d'élevage, à l'environnement, aux codes de bonnes pratiques. Les communications sont disponibles sur le site de l'EAAP.

En revanche, on ne peut que regretter la quasi-absence d'informations sur l'élevage de ce pays, visible-ment en difficulté, vu l'importance des surfaces en prairies

à l'abandon suite à une redistribution du foncier aux descendants des petits propriétaires d'avant 1940 ! Bien sûr, il y a des réussites, de gros troupeaux performants qui n'ont rien à envier à leurs voisins européens de l'Ouest, mais il a y aussi (un peu dans tout le pays) beaucoup de très petits troupeaux avec 2 vaches au piquet dans des prairies sous-exploitées ! Ici, le troupeau moyen ne veut rien dire...

L'an prochain, la FEZ se réunira à Barcelone, avec des thèmes comme le travail en élevage, la contribution de l'élevage au développement durable ou à l'entretien des paysages notamment.

André Pflimlin

◆ Voir : <http://www.eaap.org/Vilnius/index.html>