

# Présentation de références Corpen simplifiées pour l'évaluation des rejets et des pressions d'azote et de phosphore des troupeaux bovins

R. Giovanni<sup>1</sup>, J.-P. Dulphy<sup>2</sup>

**Bien gérer la fertilisation et, notamment, prendre en considération les restitutions organiques des troupeaux laitiers est au centre des préoccupations agronomiques et environnementales. Les références du Corpen fournissent des estimations détaillées des rejets des bovins ; elles font ici l'objet d'une présentation adaptée aux différents systèmes de production laitière.**

## RÉSUMÉ

*Les références du Corpen (1999 - 2001) définissent les restitutions organiques des bovins et permettent de mieux connaître les quantités d'azote et de phosphore à recycler, lesquelles sont très liées au système de production. Les rejets des laitières sont estimés en fonction soit de la part d'herbe dans la surface fourragère principale, soit de la valeur nutritive moyenne annuelle des régimes alimentaires. Des évaluations sont également fournies pour le reste du troupeau (élèves, génisses, vaches allaitantes). Ces références directement utilisables conduisent au calcul des quantités totales d'azote et de phosphore maîtrisables et non maîtrisables, et des charges organiques par hectare épanachable de cultures et de prairies, selon le chargement par hectare de SFP.*

## MOTS CLÉS

Azote, bovin allaitant, bovin d'élevage, bovin laitier, déjections, épandage, fertilisation azotée, fertilisation organique, fertilisation phosphatée, méthode d'estimation, phosphore, production laitière, système de production, système fourrager.

## KEY-WORDS

Dairying, dairy cattle, dejections, estimation method, fertiliser spreading, forage system, nitrogen, nitrogen fertilisation, organic fertilisation, phosphate fertilisation, phosphorus, production system, suckling cattle, young cattle.

## AUTEURS

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

2 : Directeur de recherche honoraire INRA, Coteaux de Varennes, F-63450 Chanonat

# 1. Problématique

Les exigences actuelles en matière d'économie agricole conduisent à une recherche de l'autonomie optimale de l'exploitation. Simultanément, la prise en compte des impératifs environnementaux, comme la production *in situ* d'eau de bonne qualité, conduit à une évolution des raisonnements et des prises de décision. Que l'exploitation agricole ou le bassin versant soit en zone vulnérable ou en zone d'excédent structurel, la prévision et la pratique des fertilisations organique et minérale sont au centre des préoccupations agronomiques, de même qu'elles sont en première place du bilan agro-écologique. Il est devenu indispensable, aussi bien pour l'exploitant que pour la bonne gestion des eaux, de quantifier au mieux les restitutions organiques des bovins qui représentent, selon les régions, 60 à 90% des effluents totaux.

Dès 1985, la mission Eaux - Nitrates - Pesticides du Corpen a publié quelques documents de base recommandant l'utilisation de références agronomiques et de méthodes de diagnostic valables dans la plupart des régions françaises, notamment celles conduisant au bilan Corpen (1987). En 1988, les premières références zootecniques concernant les effluents organiques furent publiées, mais elles montrèrent rapidement leur inadaptation aux systèmes d'exploitation des races françaises et aux calendriers alimentaires des régions d'élevage. Par ailleurs, ces références se trouvaient inférieures à celles en vigueur dans les pays de l'Union Européenne en ne tenant pas compte du niveau de lactation ou de l'influence du format des races à viande.

De nouvelles références, en 1997 pour les porcs et volailles, et en 1999-2001 pour les bovins, ont remplacé les anciennes, suite aux travaux de l'Inra. Alors que les références des porcs et des volailles furent bien appliquées, celles des bovins donnèrent lieu à des modifications et regroupements que l'on peut juger très simplistes, compte tenu de la diversité des zones d'élevage et de l'augmentation régulière des niveaux de lactation. On mesure maintenant les conséquences d'une évaluation erronée des quantités d'azote (No) et de phosphore (Po) organiques à recycler : ainsi, depuis 1988, sont en jeu la connaissance des effluents No et Po produits, la qualité des épandages, la fertilisation minérale complémentaire et la fiabilité des bilans agronomiques.

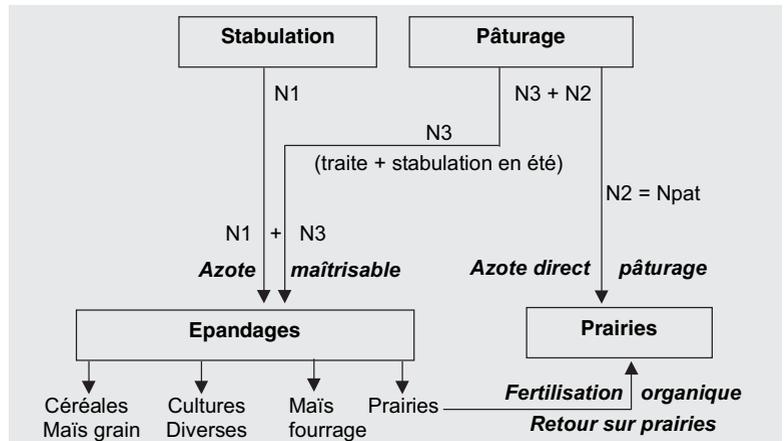
Afin de réhabiliter les références du Corpen de 1999-2001 qui évaluent les nutriments maîtrisables et non maîtrisables au pâturage (DELABY *et al.*, 1997 ; PEYRAUD, 2000 ; DULPHY et GRENET, 2001 ; MICOL *et al.*, 2003), **nous proposons de simplifier les données très denses des documents Corpen, tout en les adaptant aux systèmes fourragers pratiqués. Notre objectif est de parvenir à relier, grâce à des paramètres accessibles, le système fourrager et les restitutions organiques du troupeau dont vont dépendre les pressions de N et P organiques des cultures épandables et des prairies pâturées.**

## 2. Acquisition et mise en relation des données

Avant de traiter des références individuelles des animaux, il est souhaitable de rappeler l'origine des données zootechniques utilisées et de présenter la méthode retenue pour calculer (GIOVANNI, 2008) les quantités d'azote et de phosphore organiques maîtrisables, stockées l'hiver et l'été, et non maîtrisables (rejets directs au pâturage,  $N_{pat}$  et  $P_{pat}$ ) des différents troupeaux (figure 1), la totalité des rejets organiques annuels étant ici dénommée  $N_o$  et  $P_o$ . Une fois évaluées les quantités totales de  $N_o$  et de  $P_o$  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.

FIGURE 1 : Représentation schématique des flux d'azote organique d'un troupeau bovin et de leur recyclage sur cultures et sur prairies (il en est de même pour le phosphore).

FIGURE 1 : Diagram of the flows of organic nitrogen from a cattle herd and of their re-cycling on crop lands and on pastures (and the same for phosphorus).



### ■ Les données analytiques des documents Corpen

Les deux documents Corpen officiels concernant la vache laitière (1999) et les autres bovins d'élevage et allaitants (2001) ont pour origine les connaissances antérieures sur l'alimentation des ruminants (Inra, 1988). Les résultats nouveaux acquis de 1994 à 2000 ont fait l'objet de publications spéciales sur les restitutions des bovins, fonction de leur alimentation et de leur niveau de production (DELABY *et al.*, 1995 ; VÉRITÉ et DELABY, 1998 ; DOURMAD et PEYRAUD, 1997). Dans le même temps, une série de travaux était consacrée à la prairie et aux flux d'azote au pâturage (DECAU, 1997 ; DELABY *et al.*, 1997 ; PEYRAUD, 2000), que les animaux soient au pâturage sans complément ou en régime mixte pendant les transitions de printemps, en été ou avant la rentrée en stabulation (tableau 1). **L'azote non maîtrisable, devenu quantifiable, devenait aussi un paramètre complémentaire lié au chargement et favorable à une fertilisation optimale de la prairie.**

Par ailleurs, les effluents des troupeaux ne peuvent pas être considérés de manière isolée du système fourrager et de ses productions à transformer. C'est pourquoi ces mêmes documents initiaux présentent les quantités ingérées des animaux, la valeur nutritive moyenne des

Période de stabulation				Période de pâturage					
Régime* (ensilages)		No et Po maîtrisables		Régime*		No et Po non maîtrisables (rejets directs)		No et Po maîtrisables (épardables)	
Herbe	Maïs	N : [N1]	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : [P1]	Pâturage	Ensilage	N : [N2]	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : [P2]	N : [N3]	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : [P3]
H100	-	6,4	3,2	H100	-	9,5	3,2	1,2	0,5
H75	M25	6	3,2	H50	H50	3,6	1,2	4,6	2,0
H50	M50	5,5	3,2	H25	H75	3,4	1,2	4,4	2,0
H25	M75	5,1	3,2	H50	M50	3,1	1,2	4,1	2,0
-	M100	4,7	3,2	H25	M75	2,7	1,2	3,6	2,0

\* Le régime est décrit par les proportions respectives occupées par l'herbe (H) et le maïs (M) dans la SFP ;  
 Compléments : Azote total par an = mois x [N1] + mois x [N2] + mois x [N3]  
 Expression des rejets annuels en kg N par an (dont N au pâturage)  
 Coefficient de passage de P à P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 2,29 et passage de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à P : 0,44

aliments et les liaisons de régression qui unissent le poids vif, l'ingestion et les restitutions organiques correspondantes. Aussi, la prévision des stocks fourragers et le recyclage des éléments fertilisants peuvent être envisagés simultanément.

## ■ Cohérence entre systèmes fourragers, régimes et restitutions de la vache laitière

Cette seconde étape concerne l'analyse des différents systèmes fourragers et des séquences alimentaires qui leur sont liées, notamment pour la vache laitière aux exigences nutritionnelles élevées. En effet, la vache laitière cumule tous les besoins (entretien, gestation, lactation, préparation au vêlage) et à un niveau qui préserve constamment le potentiel laitier. C'est pourquoi la méthode suivie en 1999 a été de définir les régimes alimentaires et les restitutions d'une vache de référence produisant 6 000 litres de lait et en bon état physiologique. Ensuite, une seule correction reste à faire pour le niveau de lactation.

Grâce aux publications et à la coopération des Chambres d'Agriculture, des syndicats de Contrôle Laitier et de l'Institut de l'Élevage, nous avons pu analyser 350 élevages laitiers et 120 troupeaux allaitants couvrant une grande variété de régimes alimentaires, depuis les systèmes "tout herbe" (H100 % SFP) jusqu'aux systèmes à dominante "maïs" (H < 50 % SFP). Ainsi, pour chaque élevage type, une liaison a été établie entre le système fourrager, le calendrier alimentaire et les rejets No et Po pour la laitière de référence à 6 000 litres. Ces rejets ont été calculés avec les références Corpen - Inra de 1999-2001 (tableau 2). On doit signaler ici que les références concernant les rejets avec un régime foin ou herbe conservée sont identiques pour la vache laitière (Corpen, 1999), ce qui simplifie le nombre de régimes à combiner par système. De plus, le classement des systèmes fourragers ainsi réalisé fait apparaître des facteurs importants comme la durée du pâturage seul ou les surfaces en herbe et en maïs par animal.

On observe alors que les restitutions totales annuelles de la laitière de référence sont en corrélation étroite ( $r = 0,96$  pour No ;

TABLEAU 1 : **Restitutions No et Po (kg/mois) produites par une vache laitière (6 000 litres) selon son régime alimentaire, puis épandables et épandues au pâturage** (Corpen, 1999).

TABLE 1 : **No and Po restitutions (kg/month) by a dairy cow (6000 l) according to its diet, spreadable or spread on the grazing** (Corpen, 1999).

Composition des systèmes fourragers				Rejets bruts No et (Npat) (kg N/an/VL)	Rejets totaux épan­dables et épan­dus	
Part d'herbe (% SFP)	Pâturage (jours) sans complément	Herbe (ares/VL) base : 8-9 t MS/ha	Maïs ens. <sup>(2)</sup> (ares/VL) base : 11-13 t MS/ha		Azote <sup>(3)</sup> No et (Npat) (kg N/an/VL)	Phosphore <sup>(3)</sup> Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an/VL)
<b>Systèmes herbagers</b>						
H100	> 200	70 - 100	-	130 (70)	110 (70)	43 (22)
H100	≥ 180	55 - 70	-	124 (61)	105 (61)	42 (19)
H90	180	50 - 60	5 - 10	119 (58)	100 (58)	40 (18)
H85	165	45 - 55	10 - 15	115 (56)	97 (56)	39 (18)
H80	165	45 - 50	15 - 20	112 (56)	95 (56)	38 (17)
<b>Systèmes herbe - maïs</b>						
H75	150	40 - 50	15 - 20	109 (50)	92 (50)	38 (17)
H70	120	35 - 40	18 - 22	106 (47)	88 (47)	38 (15)
H65	90	30 - 35	20 - 25	102 (42)	84 (42)	37 (14)
H60	75	25 - 30	25 - 30	100 (35)	80 (35)	37 (12)
<b>Systèmes "maïs"</b>						
H50 <sup>(1)</sup>	60	20 - 25	30 - 35	94 (30)	75 (30)	37 (10)
H40 <sup>(1)</sup>	60	15 - 20	35 - 40	92 (20)	70 (20)	37 (7)
H ≤ 30	-	≤ 15	40 - 45	88 (12)	65 (12)	37 (4)
Maïs + foin	-	-	40 - 50	86	60	37

1 : Dans les systèmes "maïs", la référence est de 76 kg N/VL/an si l'enrubannage remplace le pâturage dans un régime mixte 50/50 avec le maïs

2 : L'ensilage de maïs est distribué l'hiver et en été, en transition ou après la période d'herbe "sans complément" (silo fermé)

3 : La correction est de 5 kg N et de 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par 1 000 litres de lait, en plus ou en moins de 6 000 litres

TABLEAU 2 : **Systèmes fourragers, place de l'herbe et valeurs des restitutions No et Po brutes, épan­dables et épan­dus au pâturage pour une vache laitière à 6 000 litres.**

TABLE 2 : *Forage systems, place of herbage, and crude restitution values No and Po, spreadable and spread on the grazing, for a 6000 l dairy cow.*

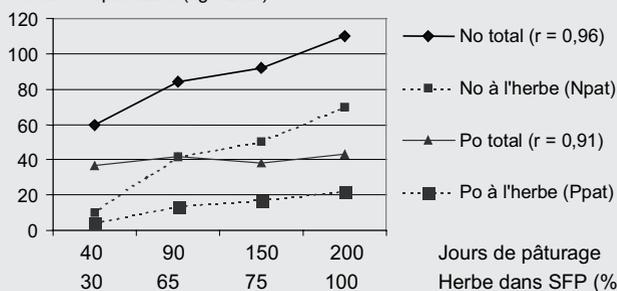
FIGURE 2 : **Valeurs des références No et Po en fonction du nombre de jours de pâturage à l'herbe seule (lactation de référence : 6 000 l).**

FIGURE 2 : *Reference values No and Po according to the numbers of days of herbage grazing alone (reference lactation : 6 000 l).*

$r = 0,85$  pour Po-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) avec les durées de pâturage seul (silo fermé) : ce résultat paraît logique puisque les restitutions au pâturage sont élevées à cause de la teneur en MAT de l'herbe et de l'évolution des parts de l'herbe et du maïs (figure 2).

La mise en relation des paramètres du système fourrager, des séquences alimentaires et des restitutions brutes, puis épan­dables (pertes gazeuses de 30% déduites pour le seul azote maîtrisable) permet alors de proposer une grille de références établies à partir de 14 systèmes fourragers laitiers rencontrés dans toutes les régions. **Cette grille de références individuelles pour un niveau de lactation de 6 000 litres par vache n'est qu'une étape dans l'évaluation des pressions par hectare de culture et de prairie, lesquelles dépendront aussi du chargement et du niveau laitier brut de l'étable.**

No ou Po épan­dable (kg/VL/an)



## ■ Choix des paramètres pour la croissance et l'engraissement

Pour les autres bovins laitiers, le système d'alimentation n'est pas automatiquement le même que celui des adultes et leurs besoins répondent à des exigences nutritionnelles différentes (croissance et engraissement). Il suffit de reprendre les données du document Corpen de 2001 en fonction des objectifs de croissance ou d'engraissement et des régimes alimentaires associés : les deux paramètres que sont **le régime d'hiver et la durée de pâturage des élèves conduisent alors directement à la valeur des rejets No et Po, selon l'âge au vêlage ou à la finition des mâles.**

## 3. Définition des restitutions organiques des troupeaux laitiers

Le niveau d'alimentation et la qualité du régime ont une influence primordiale sur la valeur des restitutions organiques, notamment azotées. La dernière étape de la simplification engagée est de tenir compte de la valeur azotée des régimes annuels pour associer, *in fine*, les paramètres des régimes et les rejets individuels, avant de pratiquer la correction due au niveau de la lactation moyenne du troupeau.

### ■ Restitutions organiques de la vache type de 6 000 litres en fonction de son régime alimentaire

Les tableau et figure 2 présentent les valeurs individuelles des rejets en fonction des régimes et du système associé. Il a été tenu compte des régimes de transition et des régimes mixtes en été

TABLEAU 3 : Relations entre système fourrager, caractéristiques des séquences alimentaires et références No et Po des rejets de la vache laitière (6 000 litres).

TABLE 3 : Relationships between forage system, characteristics of the feeding sequences, and the No and Po reference values of dairy cow (6 000 litres) dejections .

Système (Herbe % SFP)	Herbe seule (jours)	Herbe/VL <sup>(1)</sup> (kg MSI/an)	Ensilage/VL <sup>(1)</sup> (kg MSI/an)	MAT <sup>(1)</sup> (‰ MSI)	N <sup>(1)</sup> (‰ MSI)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>(1)</sup> (‰ MSI)	No / VL (kg N/an)	Po / VL (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)	
<b>Systèmes herbagers</b>									
H100	> 210	4 000	1 500	Herbe	175	28,0	8,80	110	43
H100	> 180	3 800	1 800	H	172	27,5	8,74	105	42
H100	180	3 500	2 000	H	170	27,0	8,65	100	40
H90	180	3 500	2 000	H + M	160	25,6	8,10	100	39
H85	165	3 300	2 300	M > H	140	22,5	7,88	97	38
H80	165	3 200	2 400	M > H	135	22,0	7,30	95	38
<b>Systèmes herbe - maïs</b>									
H75	150	3 200	2 500	Maïs	132	21,5	7,40	92	38
H70	120	3 000	2 800	M	128	21,0	6,95	88	38
H65	90	2 800	3 000	M	125	20,7	6,80	84	37
H60	75	2 300	3 500	M	122	19,3	6,40	80	37
<b>Systèmes "maïs"</b>									
H50	60	1 800	4 000	Maïs	112	18,0	6,00	75	37
H40	60	1 500	4 500	M	106	17,0	5,80	70	37
H30 <sup>(2)</sup>	-	800	5 200	M	97	15,5	5,00	65	37
Maïs + foin <sup>(2)</sup>	-	500	5 500	M	89	14,2	4,85	60	37

1 : La composition moyenne des aliments (matière sèche ingérée, MSI) figure dans les brochures Corpen (1999 et 2001)  
2 : La place restreinte de l'herbe ou du foin dans les 2 derniers systèmes n'a pas d'influence sur la valeur des références correspondantes

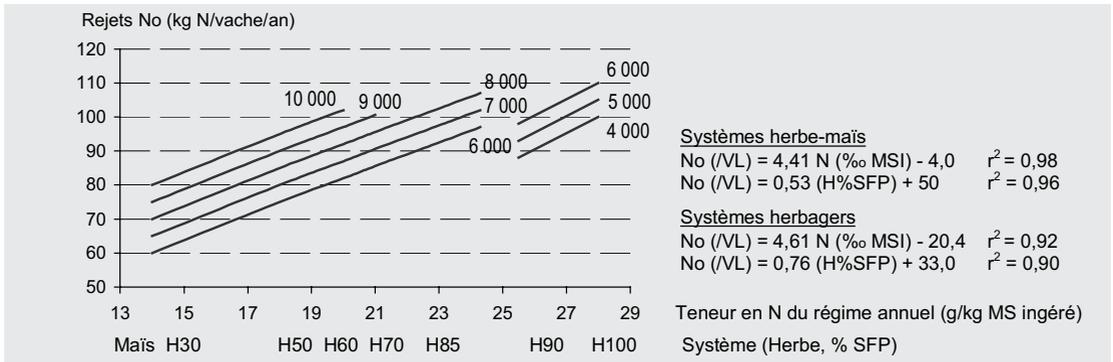


FIGURE 3 : Rejets d'azote par vache selon son potentiel laitier et la teneur en N du régime annuel.

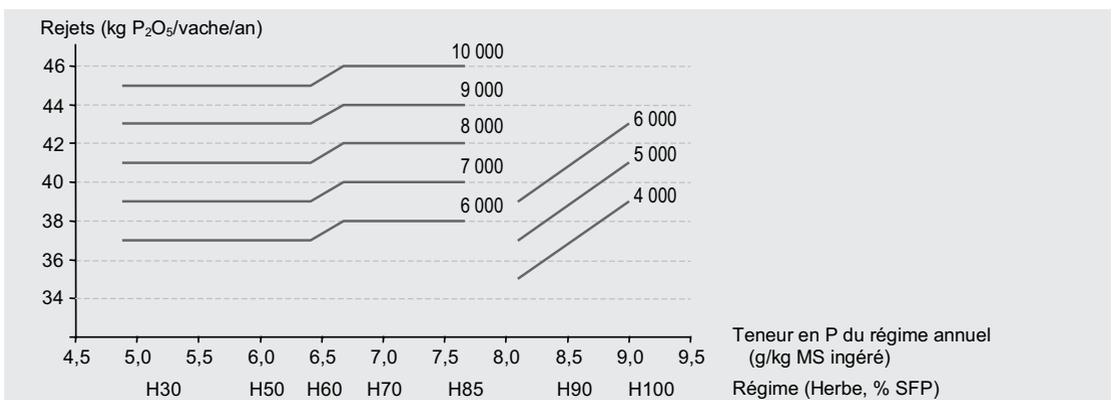
FIGURE 3 : Nitrogen rejections per cow, according to milk potential and to N content of the annual diet.

(tableau 1). En prenant comme paramètre la part d'herbe dans la SFP (H % SFP) ou la durée de pâturage seul, les variations des rejets No s'effectuent en trois phases liées aux systèmes herbagers (110 à 95 kg par Vache Laitière et par an), mixtes (92 à 80 kg) ou à dominante maïs (75 à 60 kg). En revanche, les variations des rejets Po sont faibles (43 à 37 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/VL/an) en raison des teneurs en phosphore de l'herbe (3 à 4 g/kg MS) et du maïs (1,8 à 2 g/kg MS), de leurs parts respectives dans les rations et du phosphore endogène dû à la digestion des bovins (GUÉGUEN, 1980 ; MESCHY, 2006).

FIGURE 4 : Rejets de phosphore par vache selon le potentiel laitier et la teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> du régime annuel.

FIGURE 4 : Phosphorus rejections per cow, according to milk potential and to P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content of the annual diet.

Le tableau 3 conduit à la **dernière étape de la simplification des restitutions grâce à l'utilisation des concentrations en azote et en phosphore des régimes annuels**. En effet, les trois phases précédentes de variation des rejets No (figure 2) se réduisent à deux phases seulement (figure 3) parce que les droites de régression des systèmes à dominante maïs et des systèmes mixtes se superposent, alors que la droite de régression des systèmes herbagers n'a pas les mêmes coefficients (figures 2 et 3). Il existe une plage de transition limitée entre les régimes de valeur azotée de 23 à 25 g/kg MS : quelques systèmes fourragers peuvent se placer dans cette plage de transition, mais les écarts possibles entre rejets individuels réels et estimés par la figure (par exemple : 24 g/kg MS) seront sans influence notable sur les pressions finales par hectare de SFP ou de SPE (surface potentiellement épandable). La référence des restitutions No et Po d'une laitière produisant 6 000 litres est alors établie (figures 3 et 4) : on peut s'y reporter en fonction des



Elevage avec vêlage précoce : 24 - 30 mois (croissance moyenne de 750 g/jour)					Elevage avec vêlage tardif : 34 - 36 mois (croissance moyenne de 600 g/jour)			
<b>Année 1</b>								
<b>Pâturage</b>	<b>4 mois</b>	<b>5 mois</b>	<b>6 mois</b>	<b>7 mois</b>	<b>4 mois</b>	<b>5 mois</b>	<b>6 mois</b>	<b>7 mois</b>
- No et (Npat)	24 (8)	26 (10)	26 (12)	28 (16)	24 (8)	26 (10)	26 (12)	28 (16)
- Po et (Ppat)	6 (2,5)	6,5 (3)	6,5 (3,5)	7 (4,5)	6 (2,5)	6,5 (2,5)	6,5 (3,5)	7 (4,5)
<b>Sans pâturage</b>								
- No	foin : 17 ; maïs : 19 ; ensilage d'herbe : 21				foin : 17 ; maïs : 19 ; ensilage d'herbe : 21			
- Po	foin : 8 ; maïs : 8 ; ensilage d'herbe : 9				foin : 8 ; maïs : 8 ; ensilage d'herbe : 9			
<b>Année 2</b>								
<b>Pâturage</b>	<b>4 mois</b>	<b>5 mois</b>	<b>6 mois</b>	<b>7 mois</b>	<b>4 mois</b>	<b>5 mois</b>	<b>6 mois</b>	<b>7 mois</b>
- No et (Npat)								
Régime d'hiver								
* foin	42 (23)	45 (29)	49 (35)	53 (41)	36 (20)	39 (25)	42 (30)	46 (35)
* ensilage herbe	48 (23)	50 (29)	54 (35)	57 (41)	41 (20)	43 (25)	48 (30)	51 (35)
* ensilage maïs	45 (23)	48 (29)	51 (35)	55 (41)	38 (20)	41 (25)	45 (30)	48 (35)
- Po tous régimes	18,5 (7,5)	19 (10)	20 (11)	20 (13)	16 (6,5)	16 (7,5)	17 (10)	17 (11)
<b>Sans pâturage</b>								
- No	foin : 30 ; ens. herbe : 40 ; ens. maïs + foin : 36				foin : 25 ; ens. herbe : 34 ; ens. maïs + foin : 30			
- Po	foin : 17 ; ens. herbe : 17 ; ens. maïs : 18				foin : 14 ; ens. herbe : 14 ; ens. maïs : 16			
<b>Année 3</b>								
<b>Vêlage 25 - 28 mois : No et Po</b>				<b>Vêlage tardif</b>	<b>4 mois</b>	<b>5 mois</b>	<b>6 mois</b>	<b>7 mois</b>
(kg/mois de 25 à 28 mois)				No (Npat) (kg N/an)				
- sans herbe	3,5 kg N ; 2,3 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			Régime d'hiver :				
- avec herbe	6 kg N ; 2,1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			- foin	46 (28)	50 (35)	55 (42)	59 (48)
<b>Vêlage à 30 mois : No (Npat) et Po (Ppat)</b>				- ensilage d'herbe	51 (28)	55 (35)	59 (42)	63 (48)
(en kg/mois de 25 à 30 mois)				- ensilage de maïs	49 (28)	53 (35)	56 (42)	60 (48)
- sans herbe	20 kg N ; 8 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			- Po (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)				
- avec herbe	28 (18) kg N ; 9 (5,0) kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				24 (9)	24 (11,5)	25 (14)	25 (14,5)

paramètres de l'exploitation et appliquer la correction adéquate due à la lactation moyenne du troupeau.

La correction est de 5 kg No et de 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> épandables pour 1 000 litres de lait en plus ou en moins des rejets de base pour "6 000 litres" selon la moyenne des lactations brutes obtenues à l'étable (et non du quota laitier/VL) : les pertes en azote et en phosphore par kg de lait varient en effet linéairement dans le même sens que la production, au-dessus et au-dessous de 6 000 litres. Ainsi, la consultation du tableau 2 (avec correction par 1 000 l), ou le recours aux abaques des figures 3 et 4, permettent de connaître les rejets individuels par vache, les restitutions totales en éléments fertilisants des adultes représentant 70 à 80% de celles du troupeau.

## ■ Cas des génisses d'élevage

La vitesse de croissance des génisses dépend du niveau d'alimentation nécessaire pour atteindre le poids et l'âge recherchés au vêlage, précoce (24-30 mois) ou tardif (32-36 mois), assez souvent liés au caractère intensif ou non de l'exploitation (Inra, 1988 ; TROCCON, 1996 ; tableau 4). Dès la première année, les rejets varient de 24 à 28 kg No en fonction de la durée du pâturage. Mais, **à partir de la 2<sup>e</sup> année, les différentes séquences alimentaires couplant pâturage**

**TABLEAU 4 : Restitutions No et Po (kg N ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/an) des génisses d'élevage laitier, en fonction de leur alimentation et de leur âge au vêlage.**

*TABLE 4 : No and Po restitutions (kg N or P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/an) by young dairy heifers, according to their feed and their age at calving.*

**et régime d'hiver sont à l'origine d'écart importants, de 10 à 15 kg No** et même plus, vis-à-vis des régimes sans pâturage : une influence de ces écarts sur les pressions par hectare est d'autant plus grande que le taux de renouvellement des vaches augmente avec la part du maïs, de 28% à 40% minimum entre 5 000 et 8 500 litres, ce qui accroît la part de No et Po des élèves dans les effluents totaux. En revanche, les références des rejets Po peuvent être simplifiées en raison des faibles variations entre classes de durée de pâturage ou entre régimes de stabulation permanente.

**TABEAU 5 : Restitutions No et Po, épandables ou épandues directement au pâturage, des vaches et des génisses du troupeau allaitant (DULPHY et GRENET, 2001 ; Corpen, 2001).**

**TABE 5 : No and Po restitutions, spreadable or spread directly on the grazing, by the cows and heifers of the suckling herd (DULPHY and GRENET, 2001 ; Corpen, 2001).**

## ■ Cas des bovins laitiers à l'engraissement

Les vaches de réforme sont remises en état soit en stabulation (2 mois), soit au pâturage avec respectivement des rejets de 10 et 15 kg No par animal. De plus, la plupart des exploitations élèvent 4 à 10 UGB destinées à une production de viande annexe, sans pour autant que ces exploitations soient mixtes "lait + viande". Le tableau 5 rassemble les restitutions de ces mâles ou femelles apparentés aux races moyennes. Les données du tableau 6 peuvent être aussi utilisées si l'on connaît le poids vif des animaux dans le cas de systèmes de production non précisés dans le tableau 5. Cette production de viande annexe représente 250 à 400 kg d'azote épandable dans les exploitations de 45 à 70 ha de SAU dans l'Ouest.

Type d'animal et séquences alimentaires	No et (Npat) (kg N/an)				Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)			
	600 kg	670 kg	740 kg	si ens. herbe	600 kg	670 kg	740 kg	si ens. herbe
<b>Vache allaitante : Format</b>								
Régime hiver : foin/maïs								
+ 5 mois herbe	50 (35)	63 (43)	70 (50)	+ 6 / an	27 (11)	29 (12,5)	32 (16,5)	+ 2,8 / an
Id. + 6 mois herbe	56 (42)	68 (52)	80 (60)	+ 5,5 / an	29 (12)	32 (17,5)	36 (20)	+ 2,5 / an
Id. + 7 mois herbe	65 (50)	75 (59)	85 (70)	+ 4,5 / an	32 (16)	34 (20)	37 (23)	+ 2,0 / an
Id. + 8 mois herbe	70 (56)	81 (68)	94 (80)	+ 4,0 / an	34 (18,5)	35 (22)	38 (26)	+ 1,8 / an
<b>Génisse d'élevage : Format</b>	<b>léger</b>	<b>moyen</b>	<b>lourd</b>	<b>si ens. herbe</b>	<b>léger</b>	<b>moyen</b>	<b>lourd</b>	<b>si ens. herbe</b>
<b>Année 1</b> (/an)	26 (10)	26 (10)	26 (10)		8 (3,5)	8 (3,5)	8 (3,5)	
dont après sevrage (/4 mois)	10	10	10		4,5	4,5	4,5	
<b>Année 2</b>								
Régime hiver : foin/maïs								
+ 5 mois herbe	34 (20)	8 (23)	43 (26)	+ 4 / an	18 (6,5)	18 (8)	22 (8,5)	+ 1,5 / an
Id. + 6 mois herbe	37 (25)	41 (25)	45 (30)	+ 3 / an	18(8)	18 (9)	22 (10)	+ 1 / an
Id. + 7 mois herbe	39 (28)	43 (32)	48 (36)	+ 3 / an	18 (9)	18 (11)	22 (12)	+ 1 / an
Id. + 8 mois herbe	41 (32)	48 (37)	50 (40)	+ 2 / an	18 (11)	19 (12)	22 (13)	+ 0,7 / an
<b>Année 3</b>								
<b>- Vêlage 30 - 33 mois</b>								
Foin	16	18	20	+ 2 / an	10,5	11	12,5	+ 0,7 / an
Herbe	33	38	41	+ 2 / an	11	12	14	+ 0,7 / an
<b>- Vêlage 36 mois</b>								
Régime hiver : foin/maïs								
+ 5 mois herbe	48 (28)	52 (31)	55 (34)	+ 3 / an	23,5 (9)	25 (10)	29(11)	+ 1 / an
Id. + 6 mois herbe	52 (34)	55 (37)	60 (42)	+ 3 / an	23 (11)	25 (12)	29 (14)	+ 1 / an
Id. + 7 mois herbe	54 (39)	58 (45)	62 (47)	+ 2,5 / an	23 (13)	25 (14)	29 (15)	+ 0,8 / an
Id. + 8 mois herbe	57 (45)	62 (50)	66 (54)	+ 2 / an	23 (15)	25 (16)	29 (18)	+ 0,7 / an

Séquences alimentaires (6 mois herbe/an)	No et (Npat) (kg N/an)			Po et (Ppat) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /an)		
	Format léger	Format moyen	Format lourd	Format léger	Format moyen	Format lourd
<b>Mâles à l'engraissement</b>						
<b>Année 1</b> (pâture )	26 (10)	26 (10)	26 (10)	8 (3,5)	8 (3,5)	8 (3,5)
dont après sevrage (8-12 mois)	10	10	10	4,5	4,5	4,5
<b>Année 2</b> (13-24 mois)	44 (24)	46 (25)	50 (26)	16 (8)	18 (9)	20 (10)
<b>Année 3</b>						
- 25-28 mois (Maïs ou Herbe)	M:15-H:24	M:17-H:28	M:18-H:36	M:9-H:8	M:10-H:9	M:11-H:12
- 25-30 mois (Maïs ou Herbe)	M:20-H:40	M:21-H:44	M:23-H:52	M:12-H:13	M:14-H:15	M:15-H:17
- 25-33 (finition)	45 (30)	48 (33)	50 (34)	20 (10)	21 (11)	23 (12)
- 25-36 (finition)	67 (45)	73 (48)	76 (48)	20 (10)	30 (16)	34 (18)
<b>Génisses à l'engraissement</b>	Format léger	Format moyen	Format lourd	Format léger	Format moyen	Format lourd
<b>Année 2</b> (13-24 mois)	41 (25)	43 (29)	48 (31)	16 (8,5)	17 (9,5)	18 (10)
<b>Année 3</b>						
- 25-30 mois (Maïs ou Herbe)	M:20-H:35	M:21-H:45	M:23-H:48	M:12-H:11	M:13-H:14	M:15-H:16
- 25-33 mois (finition)	40 (24)	45 (28)	48 (32)	16 (9)	18 (11)	20 (13)
- 25-36 mois (finition)	60 (36)	63 (40)	67 (45)	27 (12)	28 (14)	30 (16)
<b>Taurillons de race à viande</b>	Format léger	Format moyen	Format lourd	Format léger	Format moyen	Format lourd
(8-18 mois)	28	30	32	11	12	13
<b>Taurillons de race laitière</b>						
<b>Année 1</b>	20	20	20	14	14	14
<b>Année 2</b>	22	22	22	14	14	14
<b>Vaches de réforme</b>	Origine laitière	Origine allaitante		Origine laitière	Origine allaitante	
Durée d'engraissement	2 mois	3 mois		2 mois	3 mois	
Régime : - ensilage maïs	10	15		4,5	9,5	
- ensilage herbe	13	19		5,5	9,0	
- pâturage	21	30		7,0	11,0	

## ■ Approche d'une comparaison de ces références avec celles de l'Union Européenne

Nous ne ferons simplement que trois observations pour positionner les références Corpen - Inra par rapport à celles des autres pays de l'UE :

- **Les rejets bruts** des vaches laitières de 10 des pays européens varient de 60 à 147 kg No et de 34 à 48 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/an en fonction du format de la race, de l'alimentation et du niveau de lactation (4 000 à 10 000 litres/VL). En première année d'élevage, les restitutions sont de 20 à 40 kg No et, ensuite, de 31 à 74 (année 2) et de 35 à 81 kg No (année 3). Les données les plus élevées correspondent à des régimes dont la teneur annuelle moyenne en azote dépasse 30 g N/kg MS, soit 185 g/kg MS (Commission Européenne, 2002). Pour la vache laitière, les références brutes du tableau 2 s'insèrent bien dans les limites ci-dessus, même si l'on tient compte du niveau de lactation ; en Grande-Bretagne, elles varient de 76 à 116 kg No/VL, et en Autriche de 84 à 114 kg No/VL. En revanche, au Danemark, la référence de la laitière de race Holstein produisant 8 000 litres est de 129 kg No/an et celle de la Jersiaise de 97 kg No pour une lactation de 6 500 litres. En France, la modulation des rejets s'est faite seulement sur la base des régimes et du niveau de lactation dont l'influence domine celle des autres facteurs.

**TABLEAU 6 : Restitutions No et Po, épandables ou épandues directement au pâturage, des animaux en croissance et en engraissement.**

*TABLE 6 : No and Po restitutions, spreadable or spread directly on the grazing, by the growing and the fattening animals.*

- **Les restitutions annuelles épandables** sont moins accessibles car les pertes gazeuses retenues, déduites des rejets bruts, varient de 10 à 20% selon les pays. En France, la déduction de 30% est faite uniquement sur les stocks de l'hiver car ces pertes sont mieux connues que celles à l'épandage et au pâturage : ainsi, **pour les pertes gazeuses, les épandages des stocks maîtrisables et les rejets directs au pâturage sont mis sur le même plan** puisqu'ils subissent encore des pertes très peu quantifiables. Une comparaison exhaustive entre valeurs des références à l'épandage apparaîtrait très risquée. En outre, les pratiques de chaque pays en matière de gestion des effluents ne sont pas assez bien connues : les éleveurs danois peuvent interroger une base de données pour connaître leurs références personnelles tandis qu'aux Pays-Bas, elles sont évaluées à partir des teneurs en urée du lait collecté (60 à 160 kg No/VL) (Commission Européenne - ADAS, 2005 ; KRISTENSEN *et al.*, 2005). La règle finale est bien entendu de respecter les 170 kg d'azote organique par hectare épandable.

- Dans tous ces pays comme en France, actuellement, l'objectif complémentaire est de connaître les excédents des bilans agro-zootecniques afin d'estimer les seuls risques de la pollution des eaux par les nitrates et le phosphore (WHITEHEAD, 1995 ; HAYGARTH et JARVIS, 2002). Il n'est pas impossible qu'à court terme, la lutte contre les gaz à effet de serre implique une meilleure connaissance des pertes gazeuses en bâtiment (ammoniac) et selon les systèmes de cultures et de prairies (N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>).

## 4. Définition des restitutions organiques du troupeau allaitant

Les données très complètes du document Corpen 2001 associent les races, les quantités ingérées et les restitutions No et Po en fonction des objectifs de production et des régimes alimentaires. Aussi, il paraît souhaitable de traiter des troupeaux allaitants en raison des nombreux élevages mixtes "lait et viande" existant dans des régions laitières comme la Picardie, la Normandie ou le Poitou-Charentes. Par ailleurs, le troupeau allaitant peut être accompagné d'un élevage hors-sol, ce qui nécessite une bonne connaissance de ses propres effluents pour rester en deçà de 170 kg No par ha épandable.

### ■ Restitutions des vaches allaitantes

La vache allaitante a des exigences nutritionnelles faibles comparativement à celles de la vache laitière puisque l'objectif de production se limite à un veau par an et à une lactation modérée assurant une bonne croissance du veau à l'herbe (Inra, 1988). La production du veau brouillard est ainsi considérée comme une production à part entière soit seule, soit associée à un cycle plus long. De ce fait, la simplification des données Corpen - Inra s'opère sur les deux facteurs principaux, à la fois alimentaires et économiques, que sont la durée du pâturage, les régimes d'hiver et de finition des différents types d'animaux. Le format de la race

intervient cependant en raison des grandes différences d'ingestion entre races : en effet, les ingestions de la race limousine (600 kg) sont inférieures de 25% à celles de la race charolaise (740 kg) et entre les trois formats (léger limousin, moyen normand ou croisé charolais, et charolais lourd), les restitutions correspondantes varient de 15 à 30%. Ces variations concernent tous les animaux de la même race, en croissance ou en finition, et se répercutent sur les pressions No et Po de l'exploitation. Le tableau 5 présente les restitutions de la mère sans son veau en raison de la mortalité à la naissance, des mères "à problèmes" ou de la vente précoce des jeunes.

Trois remarques peuvent accompagner ces données et références :

- Les régimes annuels "foin + pâturage", les plus souvent pratiqués, englobent aussi les régimes "ensilage de maïs + pâturage" car les restitutions sont très voisines entre ces régimes, ce qui n'est pas le cas avec les ensilages d'herbe, riches en azote et particulièrement en azote soluble.

- La part des restitutions au pâturage est élevée (70 à 80% des effluents annuels) en raison des systèmes fourragers à base d'herbe. Ceci renforce **la nécessité de bien évaluer les recyclages réels, notamment à l'herbe, pour parvenir à l'autonomie optimale ou maximale de l'exploitation.**

- Les références des rejets ainsi prévues par la commission Corpen pour la vache allaitante concordent bien avec celles des autres pays de l'UE, une fois revu le problème des pertes gazeuses. Pour ces pays, les rejets bruts des vaches allaitantes varient de 60 à 90 kg No par an pour les races légères et lourdes soumises à un régime alimentaire peu riche en azote, et de 74 à 110 kg No par an avec des régimes dépassant 30 g N/kg MS ingérée (Commission Européenne - ADAS, 2005) en raison d'une utilisation maximale de l'herbe. Bien qu'elles soient exprimées différemment, les données du tableau 5 sont voisines de celles de l'Autriche, d'Allemagne, des Pays-Bas et même de Suède, comprises entre 60 et 85 kg No/an pour des races le plus souvent de format léger et moyen.

TABLEAU 7 : Restitutions No et Po (kg N ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/mois), épandables et épandues par mois, pour les bovins en croissance et en engraissement en fonction de leur poids vif.

TABLE 7 : No and Po restitutions (kg N ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/mois), spreadable and spread, per month, for growing and fattening cattle, according to their live weight.

Poids vif	200 kg		300 kg		400 kg		500 kg		600 kg		700 kg		800 kg	
	No	Po												
<b>Croissance</b>														
- pâturage	2,40	0,70	3,80	1,20	5,00	1,58	6,10	2,06	7,20	2,45	8,30	2,90	9,40	3,32
- ensilage herbe	1,65	0,65	2,35	1,10	2,85	1,48	3,36	1,90	3,90	2,30	4,40	2,75	4,95	3,13
- foin	1,30	0,75	1,80	1,15	2,05	1,50	2,60	1,83	2,90	2,25	3,30	2,78	3,75	2,78
- ensilage maïs	1,00	0,60	1,65	1,05	2,31	1,40	3,00	1,80	3,70	2,10	4,20	2,50	4,50	2,80
<b>Engraissement</b>														
- pâturage	-	-	-	-	5,25	1,60	6,70	2,06	8,10	2,57	9,50	3,10	10,50	3,58
- ensilage herbe	-	-	-	-	3,60	1,60	4,50	1,95	5,40	2,33	6,30	2,73	7,25	3,24
- foin	-	-	-	-	2,70	1,56	3,60	2,20	4,40	2,75	5,30	3,00	5,25	3,55
- ensilage maïs	-	-	-	-	2,45	1,50	3,10	1,85	3,80	2,24	4,50	2,65	5,00	3,00

## ■ Cas des élèves du troupeau allaitant

En première année, les restitutions peuvent être identiques pour toutes les races car la capacité d'ingestion des animaux est encore limitée, ainsi que les écarts entre formats. Ensuite, comme pour les mères, on peut effectuer des regroupements par grand régime : soit foin ou maïs, soit ensilage d'herbe classique ou préfané. Les rejets individuels augmentent normalement avec la durée de pâturage : simultanément, les concentrations en azote du régime moyen annuel augmentent de 24 à 30 g N/kg MS ingérée respectivement de 5 à 8 mois d'herbe pâturée. Ce sont la composition du troupeau et le chargement qui influenceront ensuite la pression par hectare de SFP et de prairies.

Les divers systèmes de production de viande se développent en cycle court (veaux de boucherie, veaux lourds, taurillons) ou en cycle long de 24 à 30 - 36 mois. Le tableau 6 condense leurs restitutions en simplifiant les données de 2001 pour les deux premières années d'élevage. Il est cependant **nécessaire en 2<sup>e</sup> année de corriger les rejets à l'herbe de  $\pm 3$  kg No si la durée du pâturage varie de 1 mois ou si l'ensilage d'herbe est utilisé en hiver.**

Pour la 3<sup>e</sup> année, quatre valeurs des rejets sont proposées en fonction des dates de finition et des régimes alimentaires (herbe ou maïs). Dans l'hypothèse où ces paramètres ne sont pas bien adaptés aux phases réelles d'affouragement, on peut utiliser les valeurs du tableau 7 si l'on connaît le poids vif des animaux. Ces données analytiques proviennent des équations de régression associant performances, régimes et poids vif, présentées dans le document Corpen 2001.

## Conclusion

En associant les références de 1999-2001 et les résultats venant des élevages types des 10 régions laitières du pays, nous avons pu proposer des grilles et des tableaux de paramètres qui, semble-t-il, sont directement adaptables aux besoins de la connaissance des flux  $N_o$  et  $P_o$  soit de l'exploitation, soit d'un territoire (voir GIOVANNI, 2008, ce même ouvrage). Si quelques systèmes fourragers se trouvent en marge de ces grilles, notamment pour les vaches laitières, le temps de pâturage seul et la surface en maïs doivent guider le choix de la valeur des rejets individuels. Dans les autres cas, situés entre deux classes "Herbe % SFP", une interpolation est recommandée car l'erreur possible de ce calcul n'aura que très peu d'influence sur les pressions par hectare. En effet, si l'on désire bien prendre en compte les interactions entre production fourragère, productions animales et environnement, la gestion des flux d'azote et de phosphore ne peut que s'appuyer sur les paramètres des réalités agronomiques et zootechniques.

**Pour l'exploitation**, ces références Corpen - Inra sont un outil de mesure des stocks de nutriments à recycler sur les surfaces épandables, ou recyclés directement au pâturage : les références antérieures et celles utilisées pour définir les zones en excédents

structurels de 2002 ne permettaient pas de prévoir ces recyclages entre cultures et prairies des systèmes fourragers en place. Aussi, ces grilles de références conduisent à améliorer la qualité des bilans soit à la parcelle, soit pour l'exploitation, en recherchant la meilleure répartition des épandages entre cultures et prairies : les risques de lessivage des nitrates sont en effet moins élevés sous prairies (SIMON *et al.*, 1989 ; BENOIT, 1994). De plus, une combinaison optimale des paramètres agronomiques et zootechniques peut alors favoriser le niveau d'autonomie désiré par l'exploitant : **cette autonomie est une composante majeure de la meilleure valeur agro-écologique à rechercher pour son exploitation.**

**Pour le bassin versant**, intégrateur des groupes de systèmes fourragers, la gestion globale du bilan et de la réduction des intrants n'est satisfaisante que si le diagnostic initial reflète la réalité des élevages, et si tous les acteurs se réfèrent à des repères techniques de qualité. Il arrive en effet que la minéralisation de l'azote ou les reliquats par rotation soient supérieurs, voire très supérieurs, aux excédents des bilans antérieurement calculés (HOUBEN, 1997) : les bases de ces bilans n'étaient donc pas adéquates. De plus, **la valeur des flux d'azote à l'exutoire du bassin est un indicateur pertinent à terme de l'évolution des pratiques, à condition d'être en cohérence avec les excédents de bilan les plus proches possible de la réalité**, ce qui n'est qu'occasionnel actuellement (CSEB, 2005 et 2006).

Enfin, signalons que ces estimations des restitutions organiques d'origine Corpen - Inra, proches de celles des pays de l'UE, sont aussi intéressantes pour la prévision d'unités de traitement multi-déchets ou la production de biogaz. Par ailleurs, la qualité des dossiers d'enquête publique en milieu rural et la conduite des résorptions peuvent aussi en bénéficier grâce à des tableaux de références ciblées par zone ou territoire. De leur côté, les enseignants agricoles sont demandeurs de méthodes d'approche environnementale et d'indicateurs de terrain fiables. Il en est de même pour les conseillers de la profession, les responsables de bassin versant ou de syndicat d'eau, en charge de tous les problèmes de l'instant, de la source à l'exutoire.

Accepté pour publication,  
le 17 juillet 2008.

**Remerciements** : Nous tenons à remercier les ingénieurs de l'Institut de l'Élevage pour leur documentation régionale et leurs renseignements particuliers, de même que les syndicats de Contrôle Laitier et les Chambres d'Agriculture contactés. Remerciements aussi à Luc Delaby (UMR-Production du Lait, Inra-Rennes) et Colette Renaudin pour leurs précieuses participations respectives.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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) (2005-2006) : *Compréhension des bassins versants et qualité des eaux*, Conseil Régional de Bretagne, avenue Patton, F-35711 Rennes.
- Corpen (1987) : *Lutte contre la pollution azotée des eaux en zone d'élevage intensif : Programme d'actions en Bretagne*, Mission Eaux-Nitrates-Pesticides, 20, Avenue de Ségur, 75015 Paris.
- Corpen (1988) : *Bilan de l'azote pour l'exploitation agricole*.
- Corpen (1999) : *Flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager*.
- Corpen (2001) : *Flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants, aux bovins en croissance ou à l'engraissement et à leur système fourrager*.
- DECAU M.L. (1997) : *Flux d'azote sous prairies pâturées par les bovins*, thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Caen, INRA-IBBA, Esplanade de la Paix, F-14000 Caen.
- DELABY J.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 J.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.
- Commission Européenne (Direction Générale de l'Environnement) (2002) : *Livestock manures and nitrogen equivalents*, Office des publications de la CEE, L2985 - Luxembourg.
- Commission Européenne (Direction Générale de l'Environnement) - ADAS (2005) : *Evaluation and control of nutrients excretion in livestock manures*, ADAS consulting limited, U.K.
- DOURMAD J.Y., PEYRAUD J.L., VERTÈS F. (1997) : "Flux d'azote dans les exploitations d'élevage", *L'eau dans l'espace rural*, éd. Inra, route de Saint-Cyr, F-78026 Versailles, 282-304.
- DULPHY J.P., GRENET M. (2001) : *Document préparatoire des références Corpen destinées aux troupeaux allaitants*, Inra-ITEB, CRZV THEIX, F-63220 Saint-Genet Champanelle.
- GIOVANNI R. (2008) : "Systèmes fourragers laitiers, pressions organiques et fertilisation : Cas des zones laitières d'Ille-et-Vilaine", *Fourrages*, 195, ce numéro.
- GUEGUEN R. (1980) : "Besoins en minéraux de la vache laitière", *La vache laitière*, éd. Inra, F-78000 Versailles.
- HAYGGARTH P.M., JARVIS S.C. (2002) : *Agriculture, hydrology and water quality*, CAB Int., Wallingford, UK, 8-27 et 171-191.
- HOUBEN P. (1997) : *Préparation du programme d'actions de la Directive Nitrates : la gestion de l'azote par système d'exploitation*, vol. 4, Chambre d'Agriculture de Bretagne, Conseil Régional de Bretagne, Direction Régionale de l'Environnement, F-35000 Rennes.
- Inra (1988) : *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, Jarrige éd., Inra, 147, rue de l'Université, F-75338 Paris cedex 07.
- KRISTENSEN S., HALBERG N., DALGAARD R. (2005) : *N turn over on danish mixed dairy farms*, D.I.A.S. Research group on farming systems, DK-8830 Tjele.

- MESCHY F. (2006) : *Données nouvelles sur la valeur nutritive des aliments pour bovins, ovins et caprins*, éd. QUAE, Inra, F-78026 Versailles.
- MICOL A., HOCH T., AGABRIEL A. (2003) : "Besoins en protéines et maîtrise des rejets azotés du bovin producteur de viande", *Fourrages*, 171, 231-242.
- PEYRAUD J.L. (2000) : "Fertilisation azotée des prairies et nutrition des vaches", *Productions Animales*, 13(1), 61 - 72.
- SIMON J.C., DE MONTARD F., LE CORRE L., PEPIN D. (1989) : "Rôle agronomique de la prairie dans la gestion du drainage des nitrates", *Fourrages*, 119, 227-241.
- SIMON J.C., PEYRAUD J.L., DECAU M.L. (1996) : "Gestion de l'azote dans les systèmes pâturés permanents ou de longue durée", *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*, éd. Inra, Colloque 83, 201-216.
- TROCCON J.L. (1996) : "Elevage des génisses et performances ultérieures", *Rencontre Recherche Ruminants*, 3, 201-210.
- VERITE R., DELABY J.L. (1998) : "Conduite alimentaire et rejets azotés chez la vache laitière. Interrelations avec les performances", *Rencontres Recherche Ruminants*, 5, 185-192.
- WHITEHEAD D.C. (1995) : *Grassland nitrogen*, G.R.I. Hurley, CAB Int., Wallingford, UK, 285-297.

## SUMMARY

### **Presentation of simplified Corpen references for the evaluation of the dejections and the nitrogen and phosphorus pressures emitted by cattle herds**

An adequate fertilisation policy, taking into account especially the organic restitutions by the dairy herds, constitutes a major agricultural and environmental concern. The Corpen references supply detailed estimations of the dejections by cattle; they are presented here in a way adapted to the different dairying systems.

The Corpen references (1999-2001) define the organic rejections by cattle, supplying data for a better knowledge of the amounts of nitrogen and of phosphorus to be re-cycled, the latter being closely related to the production system. The dejections by dairy cows are estimated either according to the proportion of pastures in the main fodder area or according to the mean annual nutritive value of the diets. Estimations are also given for the other animals in the herd (young cattle, heifers, suckling cows). These references can be utilized directly for the computation of the total amounts of nitrogen and phosphorus, controllable or not, and of the organic loads per hectare of crop lands and pastures, according to the stocking-rate per hectare of the main fodder area.