

Evaluation des potentiels d'azote et de phosphore d'origine animale de la région Bretagne pour les années 1998-2001

R. Giovanni

La publication de nouvelles références CORPEN des rejets N et P des élevages permet, en utilisant diverses données statistiques, d'évaluer leur production potentielle de N et de P ; ces rejets, considérés comme des fertilisants organiques, peuvent être rapportés à l'hectare épandable. La situation est analysée en Bretagne.

RESUME

A l'échelle de la Bretagne, les quantités de N et de P₂O₅ produites par les troupeaux avoisinent 245 000 et 142 500 t, la part des bovins étant respectivement de 57% et 40%, soit une charge moyenne bovine de 100-130 kg N/ha et 45-57 kg P₂O₅/ha épandable. Avec les effluents des élevages hors-sol, les charges globales des départements de l'Ille-et-Vilaine et du Morbihan sont environ de 186-196 kg N/ha et 95-120 kg P₂O₅/ha épandable ; elles sont de l'ordre de 240-260 kg N/ha et 148-152 kg P₂O₅/ha épandable pour les Côtes-d'Armor et le Finistère. Ces excédents considérables (110-130 000 t N/an pour la Bretagne après exportations des cultures et des prairies) nécessitent un ensemble coordonné d'actions novatrices en matière d'agronomie et de zootechnie : la durabilité des agrosystèmes modernes en dépend.

MOTS CLES

Aviculture, Azote organique, bovin, Bretagne, engrais organique, environnement, épandage, fertilisation, lisier, Phosphore organique, pollution de l'eau, porcin, pratiques des agriculteurs, système de production.

KEY-WORDS

Agricultural practices, Brittany, cattle, environment, fertilization, fertilizer spreading, fowl production, organic fertilizer, organic nitrogen, organic phosphorus, production system, slurry, swine, water pollution.

AUTEUR

INRA, Laboratoire d'Ecobiologie et de Qualité des Hydrosystèmes Continentaux, 65, rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes cedex.

CORRESPONDANCE

R. Giovanni, 13 rue du Lindon, F-35650 Le Rheu.

La lutte contre la pollution des eaux continentales et littorales par les nitrates et le phosphore entraîne peu à peu un développement de pratiques agricoles rénovées, ne serait-ce que la réalisation, au niveau des exploitations, des bilans apparents de type CORPEN ou des bilans d'azote acheté à l'extérieur (entrées N) et exporté par les productions animales et les végétaux vendus (sorties N). Il peut en être de même pour une région ou des zones agricoles "à problème" pour connaître le potentiel de leurs sources polluantes et orienter des décisions touchant à la résorption des excédents.

La publication des nouvelles références CORPEN des bovins (CORPEN, 1999, 2001) et le dernier recensement général agricole (RGA, 2000) permettent de faire le point sur les effectifs des troupeaux du moment et leur production potentielle d'azote et de phosphore, considérés comme des fertilisants organiques. La Bretagne est une des premières régions concernées par la connaissance de ces bilans individuels ou plus généraux (Simon, Le Corre, 1992), en raison des nombreuses actions en cours visant à la résorption progressive des excédents dans ses 4 départements.

La première partie de cet article sera consacrée à une réévaluation des potentiels "azote et phosphore" d'origine bovine puisque les références des rejets bovins ont augmenté notablement. De plus, ces observations permettront de déterminer le niveau des pressions N et P existant pour les surfaces fourragères des troupeaux laitiers et allaitants. Les deux parties suivantes traiteront des élevages hors-sol et de leur impact sur les pressions N et P globales des surfaces épandables, qu'elles soient potentielles ou vraisemblablement utilisables au plan agronomique.

1. Les troupeaux bovins : surfaces fourragères, effectifs et rejets organiques

*** Données statistiques et renseignements divers**

Les références bibliographiques citées *in fine* donnent l'origine des statistiques utilisées depuis 1998 pour dresser un bilan des activités zootechniques de l'Ouest et leurs conséquences sur les sources d'azote et de phosphore (Giovanni, 2000). Ces différentes sources du Ministère de l'Agriculture (D.D.A. et D.R.A.F.) s'ajoutent à celles du RGA 2000 qui, notamment pour les effectifs, donnent une situation ponctuelle lors de l'hiver 1999-2000. Le concours des Instituts de l'Élevage (I.E.), du Porc (I.T.P.) et de l'Aviculture (ITAVI) est alors nécessaire pour mieux évaluer les effectifs présents et élevés au cours de l'année d'élevage.

Les organisations professionnelles ont aussi été sollicitées comme l'Association régionale des services aux organisations de l'élevage (ARSOE-Bretagne) et les différents contrôles laitiers. La composition des troupeaux est ainsi accessible avec une bonne précision, de même que les productions laitières par race, les surfaces fourragères exploitées et les régimes alimentaires pratiqués, parfois même par petite région naturelle (cas de l'Ille-et-Vilaine).

*** Surfaces agricoles utiles, fourragères et épandables**

Les différentes surfaces agricoles à considérer dans la gestion des effluents sont nombreuses et l'examen du tableau 1 apparaît nécessaire, notamment parce que les surfaces réelles aptes à l'épandage ne sont pas bien connues, de même que celles réellement épandues, en particulier avec les effluents porcins et avicoles. Par ailleurs, l'évaluation de ces surfaces avec un coefficient forfaitaire de 70% appliqué à la SAU totale n'est pas satisfaisante pour deux raisons principales : ce coefficient n'a pas été arrêté à partir de cartes des sols accompagnés de leur pente : ses variations sont considérables avec la topographie et les réseaux hydrographiques, surtout sur zone granitique ; en second lieu, les prairies sont considérées comme les cultures alors que les bovins utilisent toute la surface en herbe (coefficient 1). Signalons ici un avantage important des nouvelles références CORPEN qui est de permettre le calcul des rejets directs sur les pâtures et de connaître ainsi la part des rejets d'hiver et celle des rejets à l'herbe : une partie des premiers peut en effet être épandue sur les prairies en tenant compte du niveau des rejets directs et du respect des règles de l'épandage.

Une première observation du tableau 1 concerne une diminution de 3 à 6% de la SAU des départements bretons : le développement des routes et autoroutes, des pourtours des sites urbains en sont principalement responsables. Deux autres observations sont nécessaires : les jachères ont augmenté de 14 000 à 17 000 ha selon le département et, simultanément, la Surface Fourragère Principale (SFP) a diminué de 12 à 16%, les prairies permanentes ayant été réduites de 40 à 55%, sauf dans le Finistère (-22%) et ce, au profit du maïs et du blé.

En second lieu, on doit utiliser une SAU "base agro" réaliste qui exclut des surfaces non épandables dans la pratique (remarque du tableau 1), et non pas une SAU totale brute qui va surestimer les surfaces épandables. Cette SAU "base agro" entraîne une diminution de 20 000 à 30 000 ha selon le département, ce qui réduit le coefficient de 70

à 62-65%. Néanmoins, le coefficient réel est vraisemblablement encore plus faible car les rares observations en exploitation donnent des coefficients compris entre 23 et 45%. Le RGA 2000 rapporte cependant que 42 à 55% de la SAU brute a reçu des effluents. Ces repères, quoique grossiers, signalent ainsi qu'à côté des surfaces en maïs (25 à 35% de la SAU), les céréales ou prairies contribuent moins aux épandages de l'azote stocké. Selon les dires d'exploitants à propos de la prairie, le lisier de porc principalement n'est épandu que tous les 2 à 4 ans. En revanche, l'utilisation du compost se développe actuellement, pour bien gérer l'azote stocké l'hiver, comme le font les herbagers normands.

Tableau 1 : Surfaces agricoles, fourragères et épandables en Bretagne (RGA 2000).

Table 1 : Areas of arable crops, forages and fertilizable land in the Breton départements (RGA 2000).

Département		Ille-et-Vilaine	Morbihan	Côtes-d'Armor	Finistère	Bretagne
SAU	1988	494 700	397 750	460 960	403 900	1 757 310
	2000	465 600	385 000	453 500	397 500	1 701 600
	2000 "base agro"*	447 100	357 675	429 270	357 865	1 591 910
SAU épandable (0,7 x SAU 2000)		325 900	269 500	317 000	278 750	1 191 120
	(0,7 x SAU "base agro")	312 970	250 373	300 489	250 506	1 114 337
SAU épandue (RGA 2000)		202 000	188 000	243 500	229 600	863 100
Cultures (RGA 2000) (ha)		244 039	207 936	259 639	220 894	932 508
Cultures épandables (ha)		170 827	145 555	181 747	154 626	675 255
Prairies (ha)		195 500	154 100	171 100	158 200	678 900
dont prairies permanentes (ha et % 1988)		56 500 (45)	44 500 (60)	33 662 (53)	46 635 (78)	181 297
Surface Fourragère Principale* (ha)						
	1998	343 250	259 800	298 250	255 750	1 157 050
	2000	284 000	213 300	251 000	225 500	973 800

* La SAU "base agro" exclut les surfaces ne recevant pas d'effluents pour des raisons agronomiques, techniques, physiques ou réglementaires (prairies artificielles, prairies humides, maraîchage et serres, horticulture, vergers, petites cultures permanentes, jardins familiaux et 50% des jachères en principe non épandables). La SFP additionne le maïs fourrage, les autres fourrages annuels et toutes les prairies, y compris artificielles et les prairies humides peu productives.

Enfin, si l'on fait une répartition entre surfaces épandables (cultures) et épandues en direct (prairies), on remarque que les prairies (sauf en Côtes-d'Armor, pauvres en prairies naturelles maintenant) sont plus importantes que les cultures épandables, surtout si on les rapporte à la SFP (68 à 70%). C'est pourquoi nous utiliserons à la fois les surfaces "base agro" et le couple "cultures épandables - prairies épandues en direct" pour approcher mieux la réalité de terrain et les liaisons au sol des troupeaux de bovins.

* Estimation des effectifs des troupeaux bovins

Une composition détaillée de chaque troupeau laitier ou allaitant est nécessaire si l'on veut employer au mieux les références CORPEN mises au point pour chaque type d'animal en croissance ou en production. Les statistiques du RGA 2000 ont donc été complétées grâce aux données des organismes professionnels et à la connaissance des pratiques d'élevage des stations INRA de Rennes ou de l'Institut de l'Élevage (Rennes - Le Rheu).

Le tableau 2 présente les effectifs arrêtés pour l'année d'élevage 2000-2001. Le nombre de vaches laitières a diminué de 291 000 têtes (26%) de 1988 à 2000 tandis que celui des vaches allaitantes augmentait de 67 000 (46%) pour l'ensemble des 4 départements. Le cheptel total a diminué (12%) et les bovins à viande, certains venant de l'extérieur (jeunes taurillons), ont compensé la diminution des effectifs de bovins. Les génisses laitières sont encore en nombre élevé car le taux de renouvellement augmente de 30 à 39% quand le niveau de lactation passe de 6 000 à 9 000 litres, et au-delà pour 5% des élevages.

Pour simplifier le tableau 2, les groupes soit par âge, soit par race n'apparaissent pas mais il en est tenu compte pour l'estimation des rejets adaptés à leur catégorie. Il en est ainsi pour les vaches allaitantes de l'Ouest qui se

répartissent en type lourd avec les charolaises (60%), les normandes et croisées lourdes (25%) et les limousines et diverses (15%). Les génisses de remplacement forment un groupe homogène en raison de leurs trois années d'élevage alors que, pour les génisses laitières, il existe au moins 2 groupes de niveau de croissance conduisant à des vélages précoces, à 30 mois (60%), et à 34-36 mois. Enfin, signalons que les chargements globaux en vaches laitières et allaitantes (0,97 par ha de SFP) n'ont pas changé depuis 1988 en raison de la diminution simultanée des surfaces cultivées et des exploitations laitières d'effectif réduit (Agreste, 2001).

Tableau 2 : Effectifs des troupeaux laitiers et allaitants des départements bretons (totaux annuels par catégorie de bovins).

Table 2 : Number of heads in the dairy and suckling herds in the Breton départements (yearly totals per type of cattle).

Département	Ille-et-Vilaine	Morbihan	Côtes-d'Armor	Finistère
Troupeau laitier				
- Vaches laitières	245 250	161 200	198 000	176 900
- Génisses* (0-36 mois)	236 000	146 000	188 500	159 000
- Taurillons* (0-18 mois)	33 000	17 500	25 500	22 000
- Génisses de viande de 30 mois	5 000	3 500	4 300	3 900
- Vaches de réforme*	78 000	49 000	63 300	56 000
- Veaux de boucherie	251 000	89 000	154 000	94 620
Troupeau allaitant				
- Vaches nourrices	38 285	26 970	44 050	37 960
- Génisses* (0-36 mois)	36 000	24 000	42 000	35 500
- Taurillons* (0-18 mois)	34 000	13 400	19 500	31 000
- Génisses de viande (30 mois)	6 500	3 500	4 000	4 500
- Bœufs de 25 à 36 mois	9 000	7 000	6 500	10 500
- Reproducteurs	4 300	2 500	3 500	1 500
- Vaches de réforme*	12 000	8 200	13 200	11 500

* L'effectif des génisses laitières ou allaitantes regroupe les 3 années d'élevage, y compris celles qui seront destinées dès 24 mois à la production de viande. L'effectif des taurillons cumule les veaux de 1^{re} année et les taurillons de 13 à 18 mois. Ceux des vaches de réforme ont été évalués à partir du taux moyen de renouvellement des troupeaux (30%)

*** Evaluation des potentiels N et P des bovins**

Grâce à la connaissance des surfaces agricoles, des effectifs d'animaux et des rejets par catégorie arrêtés par le CORPEN, on parvient à estimer les quantités d'azote et de phosphore produites par les troupeaux (fumier, lisier...) et à les répartir sur les cultures (effluents conservés l'hiver) et les prairies (rejets directs au pâturage) puisque ce sont d'abord des fertilisants organiques exprimés en charge par hectare (Simon et Peyraud, 1996 ; Decau, 1997).

– Remarques sur les références CORPEN 2000

La révision des références entreprise dès 1994 a donné lieu à un certain nombre de publications précédant les publications du CORPEN 1999 pour les vaches laitières et 2001 pour les vaches allaitantes et les élèves (Delaby et Peyraud, 1995 ; Farrugia *et al.*, 1997 ; Dourmad *et al.*, 1998). De ce fait, on ne pouvait s'étonner des augmentations de 5 à 30% pour l'azote notamment, en particulier liées à l'utilisation de l'herbe et découlant des travaux sur le système P.D.I. (Jarrige, 1988 ; Vérité et Delaby, 1998). Les références de 1988 (une seule référence par vache, références identiques pour les élèves des troupeaux laitiers et allaitants), préparées hâtivement pour définir les zones en excédent structurel (ZES), devaient être remises en question depuis plusieurs années ainsi que les bilans réalisés avec des données peu sûres (annexe 1). Actuellement, les références 2000 sont proches de celles des autres pays d'Europe du nord-ouest comme l'Irlande, l'Allemagne et surtout le Royaume-Uni, en appliquant les corrections dues au régime alimentaire et au niveau de production. On doit signaler ici que les références françaises de 1988 étaient utilisées par la CEE pour l'Italie, la Grèce et le Portugal.

La possibilité maintenant offerte d'évaluer les rejets directs au pâturage est d'un intérêt certain pour les bilans à l'herbe, voire sous prairie, et pour la gestion des effluents stockés l'hiver. C'est pourquoi nous avons essayé d'aborder la répartition des potentiels N et P entre les cultures épandables, les prairies, la SFP, pour situer le niveau des rejets bovins sur les surfaces disponibles à l'épandage (Farruggia et Simon, 1994 ; Farruggia et al., 1997 ; Pflimlin et Madeline, 1995). Les références utilisées ici figurent dans l'annexe 2 : elles sont adaptées aux conduites d'élevage de nos régions et aux niveaux des productions animales. A partir de ces références, des modulations ont été pratiquées pour les périodes de transition entre l'étable et l'herbe (2 à 3 mois de transition entre maïs et herbe par exemple), les temps de pâturage (6 mois pour les laitières, 8 mois pour les nourrices), les niveaux de croissance pour les génisses laitières (< ou > 700 g/j), les dates de leur vêlage (3 dates) et les régimes dominants dans la région... Cet ensemble nécessairement conventionnel a été étayé à partir des données des contrôles laitiers et des stations de recherche sur la production de lait (INRA Saint-Gilles) et sur la nutrition des herbivores (INRA Clermont-Ferrand).

– Potentiels N et P des troupeaux bovins

Si l'on compare les charges en N et P entre 1988 et 2000 à même effectif animal mais avec les références des deux années, on observe l'influence des nouvelles références CORPEN sur les potentiels totaux de chaque département : en Ille-et-Vilaine et Morbihan, on constate une augmentation de 15%, tandis qu'en Finistère et Côtes-d'Armor l'augmentation de 20-25% est en partie liée aux niveaux déjà élevés (Agreste, 1998 ; 1999). C'est surtout la destination des effluents, entre cultures et prairies, qui est intéressante à examiner par rapport à la limite réglementaire des 170 kg N organique par hectare épandable (tableau 3).

Tableau 3 : Evaluation des charges N et P d'origine bovine pour les surfaces cultivées et les prairies des départements bretons.

Table 3 : Estimation of the N and P loads of bovine origin on the arable crops and the pastures in the Breton départements.

Département	Ille-et-Vilaine		Morbihan		Côtes-d'Armor		Finistère	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
<u>N et P organiques</u> (t)								
- troupeau laitier	34 000	14 450	21 810	9 300	26 720	11 350	25 600	10 880
- troupeau allaitant	8 500	3 440	4 600	1 800	8 950	2 816	8 020	2 003
- potentiel global	42 500	17 890	26 410	11 100	35 670	14 166	33 620	12 883
<u>Charges N et P₂O₅</u> (kg/ha)								
- SAU	97	40	74	31	79	33	85	36
- SAU épandable "agro"	136	57	105	45	119	50	134	57
- SFP	150	63	124	52	142	60	149	63
<u>Charges N et P₂O₅</u> (kg/ha)								
- cultures épandables	128	62	86	44	86	45	103	49
- prairies (rejets directs)	108	36	94	30	118	39	123	41
<u>Disponibilité pour hors-sol</u> (kg/ha)								
- cultures épandables	42	18	84	26	84	25	67	21
- prairies	62	34	76	39	52	31	47	29

Remarques :

- La SAU brute et la SFP ont servi de base pour illustrer la liaison au sol des bovins aux plans zootechnique et environnemental
- Les disponibilités restant pour les hors-sol (bases 170 kg N et 70 kg P₂O₅/ha) sont assez réalistes pour les cultures dans la mesure où les épandages sont possibles (sol, portance, matériel, période). Il en est de même des prairies pour lesquelles cependant la base de 170 kg N pourrait être relevée de 20 kg N/ha et des 6,5 kg P₂O₅ associés (coefficient P₂O₅/N = 0,33 pour les rejets à l'herbe).

Si l'on convient d'admettre qu'une variation de 1 200 à 1 500 t d'azote produit par département est possible à cause d'erreurs sur les effectifs, de variations interannuelles ou d'autres causes de modulation, cela crée 5 kg N/ha de marge

d'erreur. A partir de là, deux groupes de départements apparaissent : le Finistère et l'Ille-et-Vilaine sont proches de 135 kg N/ha épanachable "base agro" et de 150 kg N/ha SFP, alors que les deux autres départements apparaissent moins chargés par les rejets bovins. En outre, on note déjà que 70 à 75% des besoins en phosphore peuvent être théoriquement couverts par les effluents des bovins. Enfin, la place restant disponible pour les hors-sols varie de 30 à 60 kg N/ha épanachable, les charges en P des bovins ne pouvant pas encore limiter vraiment les apports supplémentaires d'azote.

La répartition de l'azote total entre l'azote d'hiver (cultures) et les rejets sur pâture donne une perspective un peu différente car les groupes ci-dessus ne sont plus aussi vraisemblables : le niveau des charges N est voisin de 85 à 100 kg N/ha pour les cultures (128 kg N/ha toutefois pour l'Ille-et-Vilaine) ; pour les prairies, ce sont les Côtes-d'Armor et le Finistère qui atteignent 120 kg N/ha pâturé, alors que les autres départements varient entre 94 et 108 kg N/ha. Une première conséquence de ces observations concerne l'écart relativement faible des restitutions bovines exprimées en charge par hectare, entre les cultures épanachables et les prairies épanchées en direct. Conséquence associée, la place restant disponible pour les élevages hors-sol serait proche de 80 kg/ha épanachable, sauf en Ille-et-Vilaine (40 kg/ha) en raison de son orientation laitière dominante. En dernier lieu, on revient à nouveau sur la possibilité des prairies de recevoir, en plus des rejets directs, 50 à 60 kg N provenant soit des stocks d'hiver (lisier, compost) soit des lisiers porcins pour alléger les épandages sur maïs. Cependant, l'examen des différents types de SFP actuels montre que ces transferts ne seraient permis que pour les SFP les moins herbagères ; en effet, les exploitations comportant plus de 60-70% d'herbe ont besoin de toutes leurs prairies pour épandre les reliquats de fertilisants une fois réalisés les épandages "réglementaires" sur des surfaces en culture insuffisantes, voire très faibles ou nulles avec 85 à 100% d'herbe (Delaby et Giovanni, travaux en cours).

Enfin, en se plaçant au plan réglementaire (0,7 SAU, 170 kg N/ha), on remarquera que les bovins doivent se voir réserver 60 à 80% de la SAU "base agro" et 74 à 88% de la SFP, notamment en Ille-et-Vilaine et Finistère. Cela justifie à nouveau un transfert d'azote et de phosphore des stocks d'hiver vers des prairies qui peuvent valoriser 180 à 200 kg N et 70 à 90 kg P₂O₅ par an : l'azote minéral serait alors considéré comme un régulateur de croissance de l'herbe en début de saison.

2. Evaluation des potentiels N et P des porcins

La détermination des effectifs porcins, élevés et abattus dans la région (tableau 4) provient du RGA 2000 et des compléments de l'ITP pour avoir une composition du troupeau adaptée aux références CORPEN de 1996. Depuis 1998, la production annuelle de porcs charcutiers reste assez proche de 14 000 000, la capacité d'engraissement avoisinant 15 000 000 (Agreste 1998, 1999, 2001).

Quelques observations sont à faire, lesquelles découlent des paramètres connus, comme les ratios porcelets et porcs finis par truie présente. D'une part, les productions des Côtes-d'Armor et du Finistère répondent bien à ces paramètres de 21 porcelets et 19,5 porcs charcutiers par truie présente et par an (les statistiques ne donnent pas les truies vraiment productives mais les truies totales présentes dans l'année). D'autre part, il existe un flux de porcelets vers l'Ille-et-Vilaine et le Morbihan car les ratios augmentent de 2 à 4 unités par truie. Ces transferts de porcelets vers l'est de la région sont connus mais difficiles à quantifier en période de marché favorable et stable. Ce sont surtout les variations du nombre de porcs charcutiers qui peuvent conduire à une erreur de 500 à 1 500 t N par département.

Sur un autre plan, de 1998 à 2001, l'effectif des truies présentes a pu augmenter de 5 à 10 000 selon les départements ou aussi diminuer quelque peu au cours d'une crise. On fera remarquer que, dans le cas d'une situation favorable du marché, cette variation sur les reproducteurs permet d'atteindre la capacité d'engraissement, notamment en Ille-et-Vilaine et en Morbihan (3,2 bandes par an). Cette variation des effectifs entraîne une marge de 3 à 4 kg N/ha épanachable qui diminue beaucoup le gain engendré par l'alimentation dite biphase qui tient compte des besoins des animaux (truies en gestation ou lactation, porcs en croissance ou en engraissement) selon leur stade physiologique.

En effet, le développement de l'alimentation "biphase" touche maintenant plus de la moitié des élevages (Agreste, 1998). Une première approche de son intérêt est une diminution des rejets porcins de 10 et de 16% respectivement pour N et P (Bourdon et al., 1995 ; Dourmad et al., 1998 ; Giovanni, 2000). En réalité, on manque de données précises sur le nombre d'animaux élevés ainsi, leur répartition par phase et les quantités d'aliments utilisées. Une simulation grossière sur la totalité des animaux en biphase conduirait à un gain de 7 à 8 000 t d'azote organique, soit 6-7 kg N/ha épanachable ("base agro") à l'échelle de la région.

Tableau 4 : Composition du troupeau porcin et rejets correspondants de N et de P des départements bretons (année 2000-2001).

Table 4 : Composition of the total number of pigs with the corresponding N and P dejections in the Breton départements (year 2000-2001).

Département	Ille-et-Vilaine	Morbihan	Côtes-d'Armor	Finistère
Reproduction (unité : 1 000 têtes)				
- Truies présentes	93	101	231	216
- Verrats	3,3	4,0	7,5	4,0
- Cochettes	45	48	110	105
Production de viande (unité : 1 000 têtes)				
- Porcelets au sevrage	2 050	2 350	4 900	4 600
- Porcs charcutiers	2 230	2 400	4 550	4 300
Capacité en porcs charcutiers* (RGA 2000)	2 560	2 610	5 175	4 830
Azote organique** (t N)	11 035	10 828	21 482	20 234
Phosphore organique** (t P ₂ O ₅)	6 728	7 374	14 744	13 870
Charges N et P₂O₅ (SAU "base agro")				
- kg N/ha SAU	24	28	47	51
- kg N/ha SAU épandable***	36	45	73	83
- kg P ₂ O ₅ /ha SAU	14	19	32	35
- kg P ₂ O ₅ /ha SAU épandable***	22	31	50	57

* La capacité d'engraissement provient du nombre de places donné par le RGA 2000, multiplié par 3 bandes par an.

** Les tonnages supplémentaires en année de production soutenue avoisinent 700 t N et 400 t P₂O₅ en Ille-et-Vilaine et Morbihan, et 1 500 t N et 900 t P₂O₅ en Côtes-d'Armor et Finistère

*** Ces tonnages supplémentaires représentent, par ha épandable, une augmentation des charges N de 2 kg en Ille-et-Vilaine et Morbihan, et de 5 kg en Côtes-d'Armor et Finistère. Le coefficient de passage de N à P₂O₅ est de 0,62 pour l'ensemble des rejets porcins.

Enfin, bien que l'on n'épande pas systématiquement 170 kg N de lisier de porcins sur les cultures, cette règle des 170 kg N/ha n'est pas adaptée aux effluents porcins : le ratio P₂O₅/N étant de 0,62, l'apport de P₂O₅ atteint 105 kg/ha soit 30 à 40 kg de plus que le besoin des cultures. Avec une prise en compte des excédents de phosphore apparaissant ici quand on ajoute les charges des bovins et celles des porcins, les lisiers de porc ne pourraient être épandus qu'à la dose de 70 à 100 kg N/ha épandable, au grand maximum.

3. Evaluation des potentiels N et P de l'aviculture

Les crises des productions avicoles continuent à se succéder : le RGA 2000 a été réalisé à la fin d'une année difficile ; des cessations d'activité ont été notées à la suite du rapport Perrin et des perturbations liées au groupe Bourgoin. En conséquence, il se révèle difficile de définir des effectifs satisfaisants, en particulier pour les poulets de chair qui subissent des variations très fortes : une diminution de 440 millions de poulets en 1998 à 260 millions en 2000-2001 paraît poser problème au vu des bandes encore élevées annuellement (ITAVI, communication particulière, 2002). C'est pourquoi le tableau 5 affiche les effectifs de 1998 et du RGA 2000, et les modifications que l'on peut envisager en période favorable à l'aviculture. Les autres productions avicoles sont restées relativement plus stables et leur variation n'a pas d'influence significative sur les charges à l'hectare (tableau 5).

Dans ces conditions d'approche, les charges d'azote provenant de l'aviculture sont égales (Morbihan) ou moitié (Côtes-d'Armor, Finistère) des charges d'origine porcine. Ces moyennes, comme pour les porcs, masquent des disparités considérables allant de 25 à 90 kg N/ha par exemple dans la vallée de l'Oust (Morbihan), à plus de 120 kg dans quelques bassins versants des Côtes-d'Armor et du Finistère. En Ille-et-Vilaine, les rejets avicoles restent encore limités du fait de l'importance de sa vocation laitière mais ils varient aussi du simple au triple selon les bassins hydrographiques (SAGE Vilaine, 2001).

Quant aux pressions de phosphore, leur niveau est proche de celles de l'azote puisque le ratio P₂O₅/N des volailles des départements est voisin de 1,03. Pour tenir compte des apports de P sur les cultures avec les fientes avicoles, 80 kg N/ha épandable serait suffisant. La résorption souhaitable des excédents de P, dus à la composition chimique des lisiers de porcs et des fientes et à leur volume produit, devrait vraisemblablement conduire à une augmentation de 30 à 40% des quantités d'azote à résorber.

Tableau 5 : Productions avicoles et rejets correspondants de N et de P des départements bretons (année 2000-2001)

Table 5 : Fowl productions and corresponding N and P dejections in the Breton départements (year 2000-2001).

Département	Ille-et-Vilaine	Morbihan	Côtes-d'Armor	Finistère
Ensemble Gallus (unité : 1 000 têtes)				
- Poules (œufs + reproduction)	1 380	5 020	13 000	4 845
- Poulettes	385	4 775	15 340	3 015
- Poulets de chair ⁽¹⁾ (1998)	42 000	140 000	90 000	120 000
- Poulets de chair(2000)	32 500	62 000	71 000	91 000
Autres volailles de chair⁽²⁾				
- Dindes et dindons	5 200	25 000	12 500	10 000
- Pintades	2 840	3 300	2 015	2 800
- Canards	2 400	5 490	2 330	915
- Productions diverses (oies, coquelets, cailles...)	1 500	1 250	5 200	6 150
Azote organique⁽³⁾ (t N)	3 400	10 130	12 250	8 300
Phosphore organique (t P ₂ O ₅)	3 550	10 740	12 985	8 810
Charges N et P₂O₅ (SAU "base agro")				
- kg N/ha SAU	7	26	27	21
- kg N/ha SAU épandable ⁽⁴⁾	11	42	42	34
- kg P ₂ O ₅ /ha SAU	8	28	29	22
- kg P ₂ O ₅ /ha SAU épandable	12	44	44	36
1 : Les effectifs répertoriés en 1998 ne sont pas les plus élevés : lors des années favorables antérieures, ils étaient supérieurs de 10-15% minimum				
2 : Les effectifs des autres volailles de chair ont aussi subi des variations de 8 à 12% depuis 1998				
3 : Les tonnages supplémentaires en année de production soutenue approchent 500 t N en Ille-et-Vilaine, 850 t en Côtes-d'Armor et Finistère, et 1 800 t N dans le Morbihan				
4 : Ces tonnages supplémentaires représentent, par hectare épandable, 1 à 3 kg N en général, sauf pour le Morbihan (+7 kg N). Le coefficient de passage de N à P ₂ O ₅ est de 1,0. pour les rejets avicoles.				

4. Charges en N et P dans les départements bretons

Les effluents potentiels N et P des trois principales productions animales ont été regroupés dans le tableau 6. Les rejets des productions annexes (ovins, caprins, lapins, chevaux : de 1 100 à 2 800 t N par département) ont été incluses dans les sommes totales. Les estimations des pressions N et P découlent de l'utilisation des surfaces données dans le tableau 1.

* Le potentiel en azote d'origine animale

Les quantités d'azote d'origine animale produites en Bretagne approchent 244 000 t dans des conditions moyennes pour les porcs et difficiles en aviculture. En conditions optimales des marchés et des productions, surtout avicoles (+4 000 t N), les potentiels N et P atteignent au moins 252 000 t de N et 146 000 t de P₂O₅, soit une pression moyenne variant de 200 à 225 kg N/ha et de 110 à 135 kg P₂O₅/ha. Pour l'azote, la part respective des bovins, porcins et volailles est de 56, 26 et 14%. L'impact des nouvelles références CORPEN des bovins "apparaît limité" à une réévaluation de 6 points, le niveau de 50% étant souvent avancé auparavant. En réalité, cette

argumentation n'est pas satisfaisante puisqu'il faut estimer cette marge d'augmentation à effectif égal avec les références de 1988, même si elles sont peu fiables, et avec celles de 2000. Dans ces conditions, les rejets des seuls bovins augmentent de 20% avec une influence de 11% sur les rejets potentiels totaux. Au regard de ces variations et vis-à-vis des références assez cohérentes maintenant au niveau européen, on peut admettre à l'évidence avoir sous-estimé longtemps la situation des sources de pollution diffuse, ne serait-ce qu'au travers des bilans apparents comme indicateurs des excédents azotés antérieurs.

Tableau 6 : Pressions globales de N et de P d'origine animale pour les surfaces épandables (cultures et prairies) en Bretagne.

Table 6 : Total loads of N and P of animal origin on fertilizable land (arable crops and pastures) in Brittany.

Département	Ille-et-Vilaine	Morbihan	Côtes-d'Armor	Finistère	Bretagne
Azote organique total (t N)	58 100	49 000	72 000	65 000	244 100
Phosphore (t P ₂ O ₅)	29 200	30 700	44 400	38 200	142 500
Azote organique stocké (t N)	36 500	34 300	51 100	44 900	166 800
Phosphore stocké (t P ₂ O ₅)	21 700	24 600	37 600	31 200	115 100
Pression d'azote organique (kg N/ha)					
- SAU "base agro" 2000	130	137	168	182	153
- SAU épandable	186	196	240	260	220
- Cultures épandables	214	236	281	290	256
- Prairies (rejets directs)	108	94	128	123	114
Pression de phosphore organique (kg P ₂ O ₅ /ha)					
- SAU "base agro" 2000	65	86	103	107	90
- SAU épandable	93	123	148	152	128
- Cultures épandables	128	169	207	202	176
- Prairies (rejets directs)	36	30	40	41	37

En année de productions porcine et avicole soutenues mais non maximales, 9 000 t N et 7 000 t P₂O₅ seraient à ajouter au total "Bretagne". En conséquence, les suppléments d'azote organique équivalent à 4 kg/ha en Ille-et-Vilaine et à 8-9 kg/ha dans les autres régions. Le coefficient P₂O₅/N est de 0,60 en Ille-et-Vilaine et de 0,72 pour les 3 autres départements plus chargés en porcs et en volailles. Les pressions d'azote potentiel peuvent s'exprimer en nitrates en multipliant les valeurs de N par 4,43.

* Pressions moyennes et variations possibles en N

Les pressions d'azote et de phosphore sont égales ou supérieures à 240 kg N et 150 kg P₂O₅ par ha épandable dans les Côtes-d'Armor et le Finistère. Une utilisation maximum des surfaces épandables ne diminuerait ces pressions que de 20 à 30 kg, tandis qu'en Ille-et-Vilaine et en Morbihan, on atteindrait 160-170 kg N/ha. Si les variations des pressions bovines sont faibles entre départements, il en est différemment avec les pressions totales : ainsi, en Ille-et-Vilaine, les données communales varient de 130 à 230 kg N, et en Côtes-d'Armor et Finistère, ces pressions peuvent dépasser 350 kg N, voire 1 000 dans certains cas (Aurrousseau, 1995 ; Giovanni 1997 ; Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, 1998 ; SAGE Vilaine, 2001).

* Intérêt de l'approche "cultures et prairies"

En répartissant ces potentiels entre les cultures qui reçoivent 60-80% de l'azote et du phosphore stockés, on constate que le bilan de l'Ille-et-Vilaine et du Morbihan peut être amélioré grâce à un transfert de 50 à 80 kg N vers les prairies, capables de valoriser 180 à 200 kg N organique/ha. Un même transfert n'améliorerait guère la situation des deux autres départements, ni pour l'azote ni pour le phosphore des surfaces en culture. Un retrait des fientes de volailles, les plus riches en matière sèche, s'il est possible de les orienter vers d'autres usages, serait une mesure prioritaire à organiser durablement, de même qu'un retour à des prairies permanentes ou de longue durée.

* Conséquence des excédents considérables de P

En proportion du besoin des plantes (65-85 kg P₂O₅/ha), dont les variations sont inférieures à celles de l'azote (80-250 kg N/ha), les excédents de P d'origine animale atteignent 40 à 90% des besoins des cultures, notamment sur les seules cultures épandables (tableau 6). La consommation des engrais phosphatés a bien diminué depuis les dernières années mais le stock en P des sols est toujours considérable (de 4 à 7 t P total/ha SAU). De plus, les teneurs en P assimilable (P Dyer), souvent supérieures à 400 mg/kg, atteignent 1 g/kg dans certains bassins, comme ceux de l'Oust (Morbihan) ou des Côtes-d'Armor (Giovanni, 1997). Or, les besoins des cultures ne sont que de 180 à 220 mg/kg de sol. Bien que les pertes de P du champ à la rivière soient faibles (3% maximum), elles favorisent une eutrophisation très forte des eaux continentales, laquelle modifie les équilibres aquatiques et contribue à l'augmentation des teneurs en matière organique des eaux à potabiliser. Ces phénomènes liés à l'eutrophisation se développent simultanément, dès le mois de mars, dans les eaux littorales des estuaires et des golfes, depuis la baie de Quiberon (exutoire de la Vilaine) jusqu'à celle du Mont Saint-Michel.

5. Conclusion

Un examen critique des données de base utilisées pour les différentes évaluations (surfaces, effectifs par exemple) a été esquissé plus haut, notamment pour les élevages hors-sol et la composition des troupeaux bovins. Une discussion plus poussée aurait été souhaitable, mais les sources statistiques sont rarement complètes et adaptées d'emblée à des objectifs environnementaux. Le recoupement des données de base ne peut être opéré qu'avec l'aide des instituts professionnels ou vérifié avec les résultats de diagnostic de bassin versant, de mémoires d'étudiants ou de thèses.

* Les nouvelles références CORPEN permettent des expertises renouvelées

Ces nouvelles références CORPEN des rejets en N et P des bovins sont l'aboutissement des travaux entrepris sur l'utilisation digestive de l'azote chez les ruminants et la mise au point du système PDI (Jarrige, 1988). En outre, la valorisation des fourrages, dont nous n'avons pas parlé ici, est elle aussi maintenant estimée, comme les rejets, en fonction des régimes et du niveau de production. C'est pourquoi la liaison entre animaux et SFP devient plus forte et plus précise que par le seul chargement, d'autant que le potentiel génétique des deux tiers du troupeau laitier augmente de 60 à 80 kg par an. De plus, on doit noter que les chargements pratiqués restent assez élevés, de 1,6 à plus de 2 UGB "classiques" par ha SFP (Decau, 1997 ; Simon et Decau, 1997).

Conséquence intéressante de ces mêmes références, la notion d'UGB d'emploi quasi universel (même pour les lapins !) n'a plus sa raison d'être puisque ces références permettent d'individualiser les catégories de bovins d'un élevage et d'approcher au mieux les paramètres de gestion de leurs restitutions (on comprendra facilement qu'une UGB de vache Holstein n'a plus d'équivalent avec une UGB de vache normande ou encore de vache allaitante). Au niveau collectif, une fois connues les références moyennes ou pondérées des troupeaux laitiers ou la composition des effectifs allaitants pour une petite région ou une commune, l'utilisation de ces références basées sur les régimes alimentaires dominants conduit à des données locales satisfaisantes : les erreurs possibles varient de 1 à 6 kg/ha à condition de s'assurer de la fiabilité des surfaces cultivées (SAGE Vilaine, 2001).

* Un diagnostic régional peut être proposé en 2000-2001

A l'échelle d'une région aussi complexe que la Bretagne, notamment dans ses relations agro-zootechniques avec les 92 bassins versants de plus de 2 000 ha, il n'est pas aisé de réaliser un bilan acceptable, même s'il n'est qu'apparent, entre les potentiels évalués plus haut et les flux des bassins versants intérieurs ou donnant directement sur les littoraux. En effet, l'utilisation des engrais minéraux, encore soutenue, reste mal connue malgré les études et sondages récents : les quantités utilisées se situent vraisemblablement entre 145 000 et 170 000 t d'azote et 50 000 et 55 000 t de P₂O₅ (Agreste 1998, 1999). Dans ces conditions, une approche globale du bilan apparent (Apports potentiels organiques et minéraux - Exportations des cultures) montre un excédent régional brut voisin de 120 000 t N : cet excédent est vraiment minimum car les flux allant à la mer sont évalués à 110 000 t (soit 487 000 t de nitrates) au cours des dernières années hydrologiques normales (Arousseau, 2000 ; Duchemin, 2002). Il y a en effet, entre le champ et les eaux courantes, une influence de la dénitrification, de la volatilisation et d'une réorganisation de l'azote qui entraîne un abattement de la valeur des excédents. Ces derniers entretiennent un stock voisin de 1 million de t d'azote, lequel ne libère que 150 000 à 160 000 t qui sont, après abattement, à l'origine des flux voisins de 110 000 t N arrivant en mer.

Ainsi, le flux spécifique exprimé par km² est voisin de 3,5 à 4,0 t pour la Bretagne au lieu de 1,5 t de la Seine au Zuydersee et de 420 kg à 1,1 t pour les littoraux est des Etats-Unis (Arousseau, 2000). En Bretagne, les diagnostics de bassin versant élémentaire conduisent à des évaluations variables selon la valeur des excédents et les types de sol et

d'occupation des sols : elles sont de 40 à 90 kg N/ha de SAU totale, l'approche globale donnant 58 et 68 kg N/ha pour 100 000 et 120 000 t d'excédents probables, après exportation des cultures (290 000 t).

* La résorption des excédents passe en priorité par l'agronomie

Les problèmes de résorption des excédents ne seront pas développés ici car ils demandent une concertation forte entre tous les acteurs, agronomes, pédologues, zootechniciens, hydrologues, écobiologistes et économistes. On peut cependant avancer qu'au niveau individuel ou collectif, un excédent de 30 à 50 kg N/ha peut être résorbé par des mesures agronomiques seules, allant de l'allongement nécessaire des assolements à la présence de cultures fourragères d'association (prairies, foin et ensilage) qui soient adaptées au niveau de production du troupeau. Avec des excédents fréquents de 50 à 100 kg N/ha, dus à un atelier hors-sol ou à des chargements en bovins trop élevés, on ne peut que faire appel à des mesures zootechniques supplémentaires touchant à l'alimentation, au taux de renouvellement des vaches, à la diminution du chargement par les surfaces ou les effectifs liés au sol ou hors-sol. Ces modulations techniques de la résorption ne sont efficaces à terme que si l'on s'appuie sur un bilan N et P réel au niveau de l'exploitation et du bassin versant.

A terme, ces résorptions de base sont plus souhaitables et économiques que le traitement industriel (Mahé et Le Goffe, 2002). Dès le départ, on a pu remarquer aussi que la première mesure était d'utiliser les surfaces encore disponibles à l'épandage (céréales, oléagineux, prairies). Ces mesures s'inscrivent dans une orientation capable d'assurer la durabilité des systèmes, ce qui ne peut être envisagé par le développement seul des traitements de type industriel : la fermeture progressive des quatre usines des Pays-Bas pour raison économique en est une preuve. Dans une perspective voisine, on doit aussi reconnaître les difficultés croissantes de la recherche d'équilibres acceptables face aux aspirations souvent contradictoires des différents acteurs socio-économiques.

Accepté pour publication, le 15 juillet 2002

Remerciements

L'auteur tient à remercier les nombreuses personnes qui ont participé à la préparation de cette publication. Ce sont en particulier les directeurs et ingénieurs de l'UMR Production de lait (INRA, Saint-Gilles, 35), de l'UMR Sol-Agronomie-Spatialisation (INRA Rennes-Quimper, 35 et 29), de l'Unité de Recherche sur les Herbivores (INRA Clermont-Theix, 63), de l'UMR Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux (INRA-ENSA Rennes, 35) et les enseignants-chercheurs de l'ENSA de Rennes. Que soient aussi signalées les coopérations des services de statistiques officielles et professionnelles, de même que celles des ingénieurs de l'Institut de l'Élevage, de l'Institut Technique du Porc (Le Rheu, 35) et de l'Institut Technique de l'Aviculture (Ploufragan, 22).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

* Administrations

– **Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt** : Agreste 1998 et 1999, Statistiques agricoles, 15, av. de Cucillé, F-35047 Rennes cedex 9.

– **Ministère de l'Agriculture et Ministère de l'Environnement** : Mission CORPEN et Mission Interministérielle Eau-Nitrates :

- Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs (janvier 1996)
- Estimation des rejets d'azote pour les élevages avicoles (septembre 1996)
- Estimation des rejets de phosphore pour les élevages avicoles (mars 1997)
- Programme d'action pour la maîtrise des rejets de phosphore provenant des activités agricoles (octobre 1998)
- Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les élevages cynicoles (novembre 1999)
- Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager (novembre 1999)
- Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance et à l'engrais, issus du troupeau allaitant ou laitier, et à leur système fourrager (juin 2001)

- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche :

- Consommation et livraisons d'azote minéral en Bretagne, DRAF, n°22 (1997)
- Environnement : mesure de l'excédent azoté : Agreste Bretagne, n°25, DRAF (décembre 1997)
- La fertilisation minérale en Bretagne : DRAF et DIREN Bretagne (juin 1998)
- Environnement : Moins d'azote minéral sur prairie en 1998 qu'en 1982, Agreste Bretagne, n°30 (mars 1999)
- Bilan de l'azote agricole : détérioration de 1995 à 1997 : Agreste primeur, n°53 (mars 1999)
- Les principaux résultats du recensement agricole 2000 en Bretagne : Agreste Bretagne, n°40 (septembre 2001)
- Tableaux de l'Agriculture bretonne 1998-1999-2000 : Agreste Bretagne, DRAF, 15, av. de Cucillé, F-35047 Rennes cedex 9.

*** Organismes professionnels**

- ARSOE Bretagne : Statistiques des élevages bovins 1999-2000, 11, bd. Nominoé, F-35740 Pacé (Minitel : 3616 ARSOE)
- Chambres d'Agriculture des départements bretons, Mémento 1996 et 1998
- Comité Interprofessionnel de la Dinde Française : La dinde par les chiffres (1999), CIDF, 11, rue Plaisance, F-35310 Mordelles
- Contrôles laitiers des départements bretons : Rapport d'activité 1999, 2000
- Institut Technique du Porc : Le porc par les chiffres (1998 et 2000), 149, rue de Bercy, F-75595 Paris cedex 12.
- Institut Technique de l'Aviculture, Beaucemaine, F-22000 Ploufragan :
 - Journées de l'aviculture 1998 (décembre 1999)
 - Le point avicole de l'Ouest, n°88, ITAVI et CRAB (1999)
 - Journées nationales de l'oeuf de consommation (décembre 1999)
- Institut Technique de l'Elevage : documents ITE, ITE, F-35650 Le Rheu
- Institution d'Aménagement de la Vilaine : SAGE Vilaine 2001 : Projet de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Vilaine : Première partie : Etat des lieux du bassin en 2000, secrétariat IAV, bd. de Bretagne, F-56130 La Roche-Bernard

*** Publications scientifiques et techniques**

Aurrousseau P. (1995) : Les bassins versants de Bretagne et leur charge polluante, ENSA, 65 rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes cedex.

Aurrousseau P. (2000) : Les flux d'azote sortant des bassins versants de Bretagne, Rapport au Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne, journée du 7 avril 2000.

Bourdon D., Dourmad J.Y., Henry Y (1995) : "Réduction des rejets azotés chez le porc en croissance par une alimentation multiphase associée à l'abaissement du taux azoté", Journées de la Recherche porcine, 27, 269-278.

Decau M.L. (1997) : Flux d'azote en prairies pâturées par les bovins, thèse de doctorat, Caen, décembre 1997.

Delaby L., Peyraud J.L. (1995) : "Effets du niveau de production et du régime alimentaire sur les flux azotés chez la vache laitière", Rencontre Recherche Ruminants, 2, 350, ITE, 149, rue de Bercy, F-75595 Paris.

Dourmad J.Y., Morvan T., Peyraud J.L., Vertes F. (1998) : "Les flux d'azote dans les exploitations d'élevage", 281-299, L'eau et l'espace rural, éd. INRA, 147, rue de l'Université, F-75007 Paris.

Duchemin J. (2002) : Communication aux Journées de l'Eau, Rennes, Direction de l'Environnement DG11, Commission CEE, Bu. 903128, B-1049 Bruxelles.

Farruggia A., Simon J.C. (1994) : "Déjections et fertilisations organiques au pâturage", Fourrages, 139, 230-238.

Farruggia A., Decau M.L., Vertes F., Delaby L. (1997) : "Balances azotées en prairies de l'ouest de la France", Fourrages, 151, 281-296, 297-311.

Giovanni R. (1997) : Diagnostic du bassin versant du Lié (Côtes-d'Armor), INRA Rennes, 65, rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes cedex.

Giovanni R. (2000) : Azote et phosphore d'origine animale en Bretagne et nouvelles références CORPEN des bovins, Rapport au Conseil scientifique de l'Environnement de Bretagne du 7 avril 2000, Laboratoire d'Ecobiologie et de Qualité des Hydrosystèmes Continentaux, INRA, 65, rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes cedex.

Jarrige R. (1988) : Alimentation des bovins, ovins et caprins, éd. INRA, 147, rue de l'Université, F-75007 Paris.

Mahé L.P., Le Goffe P. (2002) : La résorption des excédents d'épandage : principes économiques d'un plan d'action pour la Bretagne, Département d'Economie rurale et de gestion, ENSA Rennes, 65, rue de Saint-Brieuc, F-35042 Rennes cedex.

Pflimlin A., Madeline Y. (1995) : "Evaluation des risques de pollution liés à l'élevage des ruminants et stratégie d'intervention pour la qualité de l'eau", Rencontre Recherche Ruminants, 2, 329-338.

Simon J.C., Le Corre L. (1992) : "Le bilan apparent de l'azote à l'échelle de l'exploitation", Fourrages, 129, 79-94.

Simon J.C., Peyraud J.L. et al. (1996) : "Gestion de l'azote dans les systèmes prairiaux permanents", Colloque sur la maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes, Reims, novembre 1996, INRA éd., Colloques, 83.

Simon J.C., Decau M.L. (1997) : "Chargement animal et pollution nitrique sous prairie", Courrier de l'Environnement, INRA, 30, 29-34.

Vérité R., Delaby L. (1998) : "Conduite alimentaire et rejets azotés des vaches laitières. Interrelations avec les performances", Rencontre Recherche Ruminants, 5, 185-192, ITE,

SUMMARY

Changes in the nitrogen and phosphorus potentials of animal origin in Brittany in the years 1998-2001

The amounts of organic fertilizer produced by livestock in Brittany can be estimated by means of the statistical data and the references on N and P rejections published by CORPEN. At the same time, the assessment of the agricultural acreage (arable crops and pastures) and of the corresponding fertilizable areas gives a possible estimation of the values of the loads per fertilizable hectare of organic N and organic P. These are indices of the profitable use of nutrients of the forages and of the sources of diffuse pollution. From 1988 onwards, there has been a considerable decrease in the number of cattle (-12%), in the corresponding Main Fodder Area (-16%), and in the area covered by permanent pastures (-50%, except in Finistère : -25%) and therefore a limitation of the areas where the organic fertilizers can be actually applied, especially those from animal reared in absence of farm land.

For the whole of Brittany, some 245 000 t of N and 142 500 t of P₂O₅ are produced, cattle being responsible for 57% and 40% respectively of these amounts. The load per hectare of fertilizable land amounts thus on average to 100-130 kg N and 45-57 kg P₂O₅ of bovine origin. When the effluents of the animal outside farm land ??? are added, the total loads per hectare of fertilizable land amount to ca. 186-196 kg N and 95-120 kg P₂O₅ in Ille-et-Vilaine and Morbihan, to 240-260 kg N and 148-152 kg P₂O₅ in Côtes-d'Armor and Finistère. These excesses are considerable (110-130 000 t N per annum for the whole of Brittany after removals by arable crops and by pastures) ; new and co-ordinated efforts are necessary in both agronomy and animal husbandry if the sustainability of modern agro-systems is to be safeguarded.

Annexe 1 : Estimation des marges d'erreur probables commises pour les bovins avec les références de 1988 comparées à celles de 1999-2001.

Appendix 1 : Probable margins of error in the comparison of cattle references between 1988 and 1999-2001..

Département		Ille-et-Vilaine	Morbihan	Côtes-d'Armor	Finistère
Azote organique	base CORPEN 1988 (t)	36 100 (-15%)	23 210 (- 12%)	29 360 (-18%)	26 490 (-21%)
	base CORPEN 2000 (t)	42 500 (100)	26 410 (100)	35 670 (100)	33 620 (100)
Phosphore organique	base 1988 (t)	16 800 (-6%)	10 374 (-7%)	13 270 (-6%)	12 170 (-6%)
	base 2000 (t)	17 820 (100)	11 100 (100)	14 170 (100)	12 900 (100)
SAU épandable 2000 (kg/ha)					
	N (base 1988)	115	93	98	106
	N (base 2000)	136	105	119	134
	P ₂ O ₅ (base 1988)	54	41	44	48
	P ₂ O ₅ (base 2000)	57	45	50	57
SFP 2000 (kg/ha)					
	N (base 1988)	127	109	117	106
	N (base 2000)	150	124	142	134
	P ₂ O ₅ (base 1988)	59	48	53	54
	P ₂ O ₅ (base 2000)	63	52	60	63

Les estimations ci-dessus sont effectuées à effectifs et surfaces égaux pour l'année 2000-2001. Les résultats ne diffèrent que par les références de 1988 et celles de 1999-2001 pour illustrer l'impact vraisemblable des nouvelles références CORPEN sur les restitutions N et P des bovins.

Annexe 2 : Références CORPEN des bovins adaptées aux élevages de l'Ouest.**Appendix 2 : CORPEN references for cattle adapted to Western France.**

	Rejets azotés (kg N par an ou par période)		Rejets phosphorés (kg P ₂ O ₅ par an ou par période)	
	Année	Pâturage (6 mois)	Année	Pâturage (6 mois)
Troupeau laitier				
Vache laitière (base 6 000 l)	88-92	50-57	38-41	16-19
Génisse d'élevage - 0-12 mois	26	12	7	4
- 13-24 mois	46-52	26-30	16-20	8-10
- 25-36 mois	10-18-58	0-18-42	3-6-25	6-13
Génisses de viande à 30 mois	35	(6 par mois d'herbe)	13,5	(2 par mois d'herbe)
Taurillon laitier - 0-12 mois	19	-	6	-
- 13-18 mois	20	-	6	-
Vache de réforme (engraissement : 2 mois)	10	-	4,5	-
Veau de boucherie (5 mois)	3,5-4,1	-	2,1-2,5	-
Troupeau allaitant	Année (3 formats)	Pâturage (7 mois)	Année (3 formats)	Pâturage (7 mois)
Vache allaitante sans le veau	65-75-85	50-60-70	32-34-37	15-19-23
Veau sous la mère (0-8 mois)	16	11-15	4-5	4-5
Génisse d'élevage - 0-12 mois	26	12	7	4
- 13-24 mois	41-47-51	28-32-36	16-18-21	9-10-11
- 25-36 mois	54-60-64	38-44-49	22-25-27	12-14-15
Génisses de viande à 30 mois	35	6-7-8 par mois	13,5	(1,8-2,3-2,5 / mois)
Taurillon laitier - 0-12 mois	26	-	7	-
- 13-18 mois	22	-	6	-
Bœuf -13-24 mois	43-46-50	26-32-40	16-20-23	8-10-13
- 25-36 mois	45-60-76	25-48	18-23-30	8-15
Vache de réforme (engraissement : 3 mois)	15	(10 par mois d'herbe)	6,5	(3 par mois)
Conditions d'utilisation des références CORPEN :				
- Troupeau laitier : la référence de base 6 000 l/an varie de 88 à 92 kg N selon les départements en fonction du régime d'hiver (4 ou 5 mois d'ensilage de maïs), de la longueur des transitions au début et à la fin de l'été (2 à 4 mois) qui déterminent la durée du pâturage plein. Les moyennes pondérées selon les effectifs par race et leur production laitière ont ainsi varié de 92,5 à 96,5. La production des vaches non inscrites au contrôle laitier (6 400 l) entraîne une diminution de 1,5 kg N de la moyenne pondérée. Pour les génisses de 24 mois, 2 niveaux de croissance (moyen et élevé : > 750 g/j) ont été arrêtés pour 30 et 70% de l'effectif. Trois dates de vêlage (24, 30 et 36 mois) concernent 20, 60 et 20% des génisses de 24 à 36 mois. Les valeurs par mois entre parenthèses sont utilisées si les animaux vont au pâturage. Alors que les valeurs d'azote stocké l'hiver ont subi une diminution de 30% (volatilisation), les valeurs des rejets au pâturage sont à utiliser comme ci-dessus puisqu'ils sont l'équivalent d'un épandage pour lequel la Communauté Européenne ne tolère aucun abattement (les pertes d'ammoniaque alimentent les gaz à effet de serre). La référence des veaux de boucherie peut varier (de 3,5 à 4,1) selon le niveau de croissance et la qualité des laits de remplacement.				
- Troupeau allaitant : ce sont les références des tables pour les 3 formats (600, 670, 740 kg) et 7 mois de pâturage. Dans le cas de l'Ouest, elles ont été adaptées à 8 mois de pâturage. S'il y a pâturage pour les génisses à viande ou les vaches de réforme, la valeur à retenir est entre parenthèses. La répartition utilisée pour les 3 formats a été de 60, 25 et 15% (ARSOE et RGA 2000). La moyenne de 60 kg a été utilisée pour les bœufs de plus de 24 mois dont la date d'abattage n'est pas sûre.				