

# Optimisation des bilans des minéraux dans les systèmes bovins viande de l'Ouest

P. SARZEAUD (1), G. BENOITEAU (2), P. BISSON (3), J-M. BOUET (4), P. CARTERON (5), B. GALISSON (6),

A. GUILLAUME (7), J.Y. CARRÉ (8), J-M. HENRY (9), T. OFFREDO (10), C. VEILLAUX (11)

Auteurs : Réseaux d'Élevage Bovins Viande de Bretagne, Pays de la Loire et Deux Sèvres

(1) Institut de l'Élevage-Rennes, Chambres d'Agriculture de (2) Loire Atlantique, (3) Deux Sèvres, (4) Vendée, (5) Mayenne, (6) Maine et Loire, (8) Finistère, (9) Sarthe, (10) Côtes d'Armor (11) Ille et Vilaine, (7) EDE du Morbihan.

**RESUME** - Dans le cadre de la reconquête de la qualité de l'eau, les systèmes bovins viande des régions intensives de l'Ouest sont concernés par la problématique de réduction et d'optimisation des flux des minéraux à l'échelle de l'exploitation. Ils sont affectés à la fois par le contexte réglementaire et par l'instauration de la conditionnalité des aides dans le cadre de la nouvelle Politique Agricole Commune. Afin d'aider les éleveurs à adapter aux mieux leur système à ce nouveau contexte, les Réseaux d'élevage viande bovine de l'Ouest animés par l'Institut de l'Élevage et les Chambres d'Agriculture ont entrepris plusieurs travaux d'évaluation et d'optimisation des flux des minéraux à partir de la méthode du bilan apparent.

Avec 86 kg de N/ha de Surface Agricole Utile, les niveaux moyens d'excédents observés restent raisonnables, mais la grande variabilité des résultats incite à chercher les principaux leviers d'optimisation. Ceux-ci dépendent des niveaux d'intensification et des pratiques des éleveurs en matière de fertilisation minérale et organique. Ils sont peu liés à la conduite animale. Des gains sont accessibles par la meilleure utilisation des engrais de ferme et l'ajustement des apports des engrais minéraux aux stricts besoins des plantes. Cela a été confirmé par une étude des pratiques discriminantes entre élevages à "meilleurs" et "moins bons" bilans des minéraux. Entre 1998 et 2002, dans un échantillon constant d'élevages, les excédents des minéraux ont baissé de 20 kg d'azote par ha et de 17 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 27 kg de K<sub>2</sub>O par ha, preuve d'une prise de conscience mais aussi de changements de pratiques agronomiques.

## Optimisation of the mineral balance in the beef farming systems of west of France

P. SARZEAUD (1), G. BENOITEAU (2), P. BISSON (3), J-M. BOUET (4), P. CARTERON (5), B. GALISSON (6),

A. GUILLAUME (7), J.Y. CARRÉ (8), J-M. HENRY (9), T. OFFREDO (10), C. VEILLAUX (11)

Auteurs : Réseaux d'Élevage Bovins Viande de Bretagne, Pays de la Loire et Deux Sèvres

**SUMMARY** - Within the framework of the regaining of water quality, the beef livestock systems from the intensive areas of the west of France are concerned with the problems of reduction and optimisation of flows of minerals on the scale of the farm. They are involved in the directive applications and touched by the conditionality of the new CAP subsidies. In order to help the farmers to adapt their system within this new context, the Western Beef Livestock Networks ruled by the Livestock Institute and Chambers of Agriculture undertook several studies to evaluate and optimise flows of minerals with the method of the mineral balance.

With 86 kg of nitrogen per ha, the mean levels of surpluses observed remain reasonable, but the great variability of the results encourage to seek the principal levers of optimisation. Those depend on the levels of intensification and the practices of the farmers as far as mineral and organic fertilisation is concerned. Mineral surpluses are not very related to livestock management. Profits are accessible by the best use of farm manure and the adjustment of the contributions of mineral manures to the strict needs of plants. This was confirmed by a study of the discriminating practices between farms with a "better" and "worse" mineral balance. Between 1998 and 2002, in a constant sample of beef farms, the surpluses of minerals dropped by 20 kg nitrogen per ha and 17 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 27 kg K<sub>2</sub>O per ha. This is the consequence of real changes in agronomic practices.

## INTRODUCTION

Le problème du maintien de la qualité de l'eau est un enjeu majeur depuis plusieurs années dans les régions intensives de l'Ouest. Si l'objectif est la reconquête de la qualité de l'eau à l'échelle du territoire, à celle de l'exploitation, de nombreux efforts ont été mis en œuvre pour modifier les pratiques agricoles et réduire les flux et pertes d'azote et à un degré moindre de potasse. La problématique phosphore est aussi plus affirmée depuis que l'on connaît sa faible mobilité dans le sol et donc les risques de ruissellement et d'eutrophisation des eaux douces. Sur l'Ouest, l'élevage de bovins viande qui valorise le tiers des surfaces fourragères est concerné par cette problématique. Il est souvent conduit de façon relativement intensive du fait de la pression foncière et d'un engagement poussé vers l'engraissement des bovins. De plus, la réforme de la Politique Agricole Commune renforce les règles environnementales avec la mise en place de la conditionnalité. Cette note fait la synthèse des travaux établis sur l'optimisation des bilans des minéraux et plus particulièrement de l'azote dans les

Réseaux d'élevage bovins viande de Bretagne et des Pays de la Loire - Deux Sèvres.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Les suivis menés dans les Réseaux d'élevage animés par les Chambres d'Agriculture et l'Institut de l'Élevage visent à décrire et à comprendre le fonctionnement global des systèmes de production. A ce titre, les observations en ferme permettent de faire le lien entre les pratiques des éleveurs – de la parcelle et de l'atelier à l'exploitation – et les résultats technico-économiques. Du point de vue environnemental, le bilan apparent des minéraux répond à cette vision globale. Il permet d'évaluer les principaux flux des trois principaux minéraux (azote, phosphore et potasse) et les excédents (Simon *et al.*, 1995). La démarche vise à quantifier les entrées par les achats d'engrais, de concentrés, de fourrages et d'animaux et les effluents importés. Il faut y rajouter la fixation symbiotique des légumineuses. Les sorties comptabilisées concernent les produits animaux et végétaux et les effluents exportés.

Ces données sont issues d'une comptabilité physique, à l'exception de la fixation symbiotique estimée au vu des parcelles. Le solde du bilan est exprimé par hectare de surface agricole utile (SAU). Il évalue la quantité excédentaire d'azote, de phosphore ou de potasse non valorisée par l'exploitation et qui représente donc un risque potentiel pour l'environnement. Ces excédents se répartissent en différentes catégories de pertes : une partie est perdue sous forme gazeuse (émissions d'ammoniac à l'étable, au stockage et à l'épandage des engrais de ferme, dénitrification avec production d'azote gazeux et d'oxydes d'azote). Une seconde partie est organisée dans le pool d'azote humique en fonction de la dynamique du carbone et de l'azote dans le sol. Enfin, la dernière partie est soumise au lessivage et au ruissellement et risque donc de se retrouver à l'exutoire du bassin versant, selon des mécanismes nombreux et complexes (Chambaut *et al.*, 2004). S'il est établi que les risques de pollution de l'eau augmentent avec les niveaux d'excédents, d'autres critères complèteraient cette approche telles que la pression organique, l'étude des pratiques à la parcelle ou la part de sols nus.

Les travaux sur les bilans des minéraux dans les systèmes bovins viande de l'Ouest ont été menés en trois phases. Une première étape a permis de situer les niveaux d'excédents dans les élevages et par système. Des bilans des minéraux ont été réalisés grâce à l'outil Diapason depuis 1997. Une synthèse a plus particulièrement concerné 97 bilans établis en 2001 et issus d'exploitations sans ateliers hors sol. Une analyse pluriannuelle sur 5 ans a resitué les évolutions sur un échantillon constant de 55 élevages répartis en 4 classes de chargement. Dans un second temps, un travail de simulation a été réalisé sur des cas-types bretons visant à évaluer les effets de changement de pratiques et de systèmes sur les bilans des minéraux. Il s'agissait de juger de l'impact de modifications de gestion des surfaces fourragères et d'évolutions de conduites animales sur les excédents minéraux. Devant l'importance de la gestion de la fertilisation, la troisième étape a concerné l'observation des pratiques en ferme et leur impact sur l'excédent des minéraux. Après avoir détecté les moins bons et les meilleurs bilans à même niveau de chargement, une enquête complémentaire a été réalisée en 2004 dans 22 exploitations pour comprendre les logiques de conduite.

**Tableau 1** : bilan apparent de l'azote du phosphore et de la potasse dans les élevages bovins viande de l'Ouest.

Type de système	Agri Bio	Naisseur	Naisseur engraisseur	Naiss-Engr. et cultures	Engraisseur et cultures	Bovins viande+lait	Ensemble
Nombre de fermes	13	18	38	8	7	13	<b>97</b>
Culture en % SAU	15 %	9 %	12 %	44 %	61 %	15 %	<b>18 %</b>
Maïs en % SFP	5 %	4 %	14 %	10 %	86 %	17 %	<b>16 %</b>
Chargement (UGB/ha SFP)	1,3	1,4	1,8	1,9	3,5	1,8	<b>1,8</b>
Production de viande vive totale (kg vif)	20 760	28 130	49 840	41 340	53 800	34 820	<b>39 890</b>
Production de viande vive (kg par UGB)	234	274	352	354	711	-	<b>348</b>
Pression organique azotée (kg N/ha SPE)	76	80	100	66	95	126	<b>94</b>
<b>Entrées d'azote</b> (kg N/ha SAU) :	<b>53</b>	<b>84</b>	<b>124</b>	<b>102</b>	<b>210</b>	<b>134</b>	<b>113</b>
Dont engrais minéraux	5	35	65	60	105	77	<b>56</b>
Dont concentrés	8	17	31	25	81	34	<b>29</b>
Dont fixation Symbiotique	30	22	15	11	9	7	<b>16</b>
<b>Sorties d'azote</b> (kg N/ha SAU) :	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>86</b>	<b>26</b>	<b>27</b>
Dont viande bovine	7	9	14	8	28	10	<b>12</b>
Dont cultures	5	6	9	32	59	7	<b>13</b>
<b>Excédent bilan</b> (kg N/ ha SAU)	<b>41</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>62</b>	<b>124</b>	<b>108</b>	<b>86</b>
<b>Taux efficacité</b> (N sorti/N entré)	<b>23 %</b>	<b>17 %</b>	<b>19 %</b>	<b>41 %</b>	<b>39 %</b>	<b>19 %</b>	<b>24 %</b>
<b>Excédent bilan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> (kg/ha SAU)	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>20</b>
<b>Excédent bilan K<sub>2</sub>O</b> (kg/ha SAU)	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>49</b>	<b>23</b>	<b>36</b>	<b>61</b>	<b>40</b>

SAU : Surface Agricole Utile, SFP : Surface fourragère principale, UGB : Unité Gros Bovins, SPE : Surface Potentielle d'Épandage

## 2. RESULTATS

### 2.1. BILANS DES MINÉRAUX DANS LES ÉLEVAGES BOVINS VIANDE

En moyenne, les excédents azotés dans les systèmes viande bovine se situent à 86 Kg d'N par ha de SAU (tableau 1). Les entrées sont principalement des éléments fertilisants, puisque 68 % sont constitués par les engrais minéraux, la fixation symbiotique par les légumineuses et les importations de déjections. Le volet alimentaire (concentrés et achat de fourrage) ne représente que 26 % des entrées. Enfin la paille achetée n'est pas négligeable avec 7 % des entrées. Les sorties sont réduites : 27 kg d'N par ha de SAU réparti à part égale entre la viande bovine et les cultures. Cela s'explique par la faible teneur en azote de la viande (24 kg de N/1000 kg de viande vive) Ainsi le taux d'efficacité pour ces systèmes est réduit avec en moyenne 24 % de l'azote importé et transformé, soit un taux comparable aux systèmes laitiers. L'écart type de l'excédent azoté sur l'échantillon est de 45 kg de N/ha de SAU et traduit une grande variabilité. Celle-ci est intimement liée aux entrées et

plus particulièrement au poste de fertilisation. Par contre, les analyses statistiques révèlent peu de lien avec le fonctionnement du troupeau ou le type d'alimentation.

Les résultats moyens par système de production varient de 40 à 125 kg d'N par ha de SAU. Ces écarts s'expliquent à la fois par le niveau d'intensification fourragère et par l'importance des surfaces en cultures de vente dans l'assolement. Dans les systèmes spécialisés, les plus herbagers, moins chargés présentent de faibles excédents. Pour les plus intensifs, la part de cultures intervient par la meilleure transformation de l'azote en récolte de grain et de paille (70 % selon Simon *et al.*, 2000).

Les bilans P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O font aussi apparaître des excédents faibles avec respectivement 20 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha SAU et 40 kg de K<sub>2</sub>O/ha. Avec un écart-type de 21 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 35 kg de K<sub>2</sub>O par ha de SAU, on observe une très grande variabilité des pratiques de fertilisation. On retiendra surtout que 30 % des élevages observés n'apportent aucun engrais phosphatés et 35 % aucun engrais potassiques.

**Tableau 2 :** évolution des bilans des minéraux dans 55 élevages des Pays de la Loire-Deux Sèvres entre 1998 et 2002

	1998	1999	2000	2001	2002
SAU (ha)	87	88	90	92	95
UGB	111	113	117	122	121
Chargement (UGB/ha SFP)	1,79	1,81	1,82	1,84	1,79
SFP/SAU	79 %	78 %	80 %	80 %	79 %
PBVV (1) kg par UGB	384	382	379	356	369
Apports d'azote (kg N/ha)					
Azote minéral sur herbe	80	75	70	58	58
Azote minéral sur maïs	56	52	46	48	54
Azote minéral sur SAU	81	79	73	63	63
Excédent N par ha SAU	126	117	117	111	106
Excédent P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> par ha SAU	39	36	34	30	23
Excédent K <sub>2</sub> O par ha SAU	74	65	63	50	47

(1) Production de viande vive

Une analyse pluriannuelle menée sur la période comprise entre 1998 et 2002, sur un échantillon constant de 55 élevages montre une très forte réduction des excédents sur les années passées (tableaux 2 et 3). Les soldes des bilans apparents ont baissé en moyenne de 20 unités de N, 17 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 27 unités de K<sub>2</sub>O par ha. Ces évolutions sont principalement le fait des élevages semi-intensifs, c'est à dire des systèmes dont le chargement est compris entre 1,4 et 2,1 UGB par ha de SFP. Elles s'expliquent à la fois par des évolutions de systèmes même si les agrandissements observés n'ont pas entraîné de désintensification et par des changements de pratiques de fertilisation. Pour les systèmes semi-intensifs, les apports minéraux d'azote rapportés à la SAU ont diminué de 30 % en 5 ans, de 35 % pour les seuls apports sur l'herbe. Les changements de conduite sont moins perceptibles dans les exploitations extensives et intensives qui semblent posséder moins de marges de manœuvres.

**Tableau 3 :** évolution selon 4 groupes de chargement fourrager

Chargement UGB/ha SFP	Moins de 1,4	1,4 à 1,8	1,8 à 2,1	Plus de 2,1
Nombre d'élevages	11	23	13	8
Excédent N/ha SAU en 2002	62	111	116	135
Evolution par rapport à 1998	-9	-29	-21	-9
Excédent P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha SAU en 2002	10	29	22	27
Evolution par rapport à 1998	-18	-15	-15	-19
Excédent K <sub>2</sub> O/ha SAU en 2002	26	49	57	55
Evolution par rapport à 1998	-16	-36	-24	-23

## 2.2. ANALYSE DES LEVIERS D'OPTIMISATION PAR SIMULATION

Le travail de simulation visait à tester plusieurs leviers d'optimisation sur un système standard de 56 vaches en conduite naisseur-engraisseur et avec un chargement de base de 1,8 UGB/ha de SFP. Son bilan apparent fait apparaître des excédents de 80 kg de N, 28 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 69 kg de K<sub>2</sub>O par ha de SAU. Les adaptations ont été établies à surface constante, les modifications de la surface fourragère étant compensées par l'évolution des cultures.

**Tableau 4 :** synthèse des simulations sur l'optimisation des bilans

	Modifications de pratiques	Modification du système
Effet sur l'excédent azote (> à 10 N/ha SAU)	-Suppression des marges de sécurité -Optimisation des engrais de ferme -Optimisation du taux de légumineuse dans les surfaces en herbe	-Optimisation des retournements de prairies avec des systèmes à 15-25 % de maïs/SFP
Effet sur l'excédent azote (< à 10 N/ha SAU)		-Modification de périodes de vèlage -Arrêt de l'engraissement des jeunes bovins -Niveau de concentrés

Quatre leviers sont apparus comme essentiels à l'optimisation des bilans des minéraux (tableau 4) :

- La suppression des marges de sécurité. L'observation des pratiques en ferme montre une sur-fertilisation de certaines surfaces ou de certaines parcelles. Les apports supplémentaires visent à sécuriser la production fourragère par rapport à un risque agro-climatique ou des déficits fourragers. Ces niveaux de sur-fertilisation sont de l'ordre de 10-15 Kg N/ha de SAU.
- L'optimisation de l'utilisation des engrais de ferme. Elle conduit à en utiliser plus sur l'herbe que sur les cultures. Un recalcul de la fertilisation après transfert de fumier du maïs vers l'herbe permet à l'échelle de l'exploitation de diminuer l'excédent d'une quinzaine d'unité d'azote.
- La meilleure prise en compte des retournements de prairies temporaires dans la fertilisation du maïs ensilage. Les simulations ont montré que c'est dans une plage de 15 à 25 % de la SFP, que cette culture valorise le mieux le rôle fertilisant des retournements de prairies. Ceux ci fournissent des quantités importantes d'azote dans le sol et peuvent être valorisés par une succession herbe-maïs adaptée dans le temps et dans l'assolement.
- L'optimisation du taux de légumineuses dans les surfaces en herbe. Elle permet d'envisager une alternative au système intensif à base de graminées pures. En tenant compte d'une légère baisse de productivité, la substitution de la fertilisation minérale azotée par la fixation permet de réduire l'excédent d'une dizaine d'unités d'azote par ha de SAU. D'une manière générale, ces simulations ont confirmé l'importance du niveau d'intensification sur le niveau d'excédent. D'autres simulations concernant les modifications de conduite animale (périodes de vèlage, arrêt de l'engraissement des jeunes bovins, niveau de concentrés) entraînent peu d'effet sur les bilans de minéraux.

### 2.3. ANALYSE DES PRATIQUES DE FERTILISATION EN FERMES

Afin d'approfondir l'analyse des marges de progrès, une étude menée en 2004 a pointé les pratiques discriminantes des élevages possédant les "moins bons" et les "meilleurs" bilans - en moyenne sur 3 ans - à niveau de chargement comparable. 22 élevages naisseurs-engraisseurs sans hors sol ont été ainsi enquêtés sur leurs logiques de conduite et de fertilisation des surfaces. Les élevages de moins de 1,4 UGB/ha de SFP qui bénéficient déjà de faibles excédents ont été écartés de cette analyse.

#### **Les élevages compris entre 1,4 et 1,8 UGB par ha de SFP**

Ces systèmes sont principalement herbagers et laissent une place non négligeable au RGA-TB. La comparaison des pratiques des meilleurs (de 60 à 80 N/ha) et des moins bons bilans (plus de 90 N/ha) de cette classe montre que c'est bien la fertilisation de l'herbe qui est en jeu dans ces élevages. Des apports mieux répartis entre herbe et maïs, aussi bien en minéral qu'en organique contribuent à réduire les entrées de 30 à 40 %. Par exemple, les élevages à meilleur bilan épandent du fumier frais, du fumier vieilli de 6 mois ou plus rarement du compost sur les 3/4 de leurs prairies en 3 ans contre 1/4 pour les plus forts excédents. Des modifications de conduite sont aussi perceptibles : ces élevages fonctionnent avec une recherche d'allongement de la période de pâturage et une surface disponible par animal plus importante à la mise à l'herbe, période où l'herbe a moins besoin de fertilisation minérale.

#### **Les élevages compris entre 1,8 et 2,1 UGB par ha de SFP**

Dans cette frange de chargement, les systèmes fourragers sont orientés à la fois sur l'herbe et sur le maïs, présent entre 15 et 25 % de la SFP. Pour la partie minérale, les apports sur herbe vont de 1 à 2 pour des productions voisines : de 12 kg N par TMS pour les "bons bilans" à 26 kg N pour les "moins bons" pour des prairies qui produisent de 8 à 9 tonnes de MS par ha. Les "moins bons" sont aussi pénalisés par les apports minéraux importants sur le maïs, malgré l'épandage de 35 à 45 tonnes de fumier par ha. Enfin, un tiers seulement du fumier est épandu sur prairies. Ces apports ne sont pas toujours bien intégrés, ils pourraient permettre d'économiser une partie des engrais de phospho-potassique et ainsi réduire les excédents. Les meilleurs bilans sont inférieurs à 100 kg de N/ha de SAU.

#### **Les élevages intensifs de plus de 2,1 UGB par ha de SFP**

Dans cette tranche de chargement, les "meilleurs" bilans atteignent aussi moins de 100 kg N/ha de SAU, ce qui situe le niveau d'optimisation atteint par certains éleveurs. Ces élevages sont plus fortement orientés vers l'engraissement et la part de maïs est comprise entre 25 et 35 % de la SFP. Ainsi, l'optimisation de la fertilisation du maïs et l'ajustement des consommations en concentrés sont prépondérants. Par exemple, les écarts de pratiques de fertilisation sur maïs se traduisent par une différence de 7 kg d'azote minéral et organique par tonne de M.S. entre les "meilleurs" et les "moins bons" bilans.

### CONCLUSION

Les résultats observés dans les systèmes bovins viande de l'Ouest révèlent les efforts menés par les éleveurs en matière d'optimisation de pratiques afin que leur exploitation soit plus efficace dans la valorisation de l'azote, du phosphore et de la potasse. Ces adaptations sont d'autant plus méritoires que la viande bovine transforme peu ces éléments. Ainsi les seuils d'excédent azoté à l'échelle des exploitations de 100 kg de N/ha pour les plus intensifs, 80 kg de N/ha pour les semi-intensifs et 40 kg de N/ha pour plus extensifs semblent des objectifs raisonnables à atteindre.

La variabilité des excédents de minéraux montre toutefois que des marges de progrès existent encore dans de nombreux cas. Les marges de manœuvre ne sont pas les mêmes pour tous. Elles dépendent surtout du niveau d'intensification et de l'optimisation des conduites fourragères d'abord et animales ensuite. C'est dans les exploitations à chargement intermédiaire que les marges de progrès semblent les plus importantes. Mais, dans tous les systèmes, au delà de la simple optimisation de la fertilisation, ce qui est en jeu, c'est le besoin d'équilibre à trouver tout au long de l'année entre production fourragère et besoins des animaux. Les changements de pratiques observés dans les élevages illustrent aussi les nouveaux comportements des éleveurs. Ils mettent plus en valeur les potentialités des sols et des parcelles, valorisent les engrais organiques sur des surfaces plus grandes avec la réalisation d'analyses de sol et de plans prévisionnels de fertilisation.

L'intérêt du bilan apparent est de resituer l'efficacité des minéraux à l'échelle globale du système. Il faut le compléter d'une analyse plus large des pratiques de fertilisation pour envisager un conseil d'optimisation à même de répondre à des exigences économiques et environnementales. Encore faudra-t-il ne pas s'arrêter à ce stade pour juger des risques de pollution de l'eau et bien intégrer d'autres composantes telles que la gestion spatiale de la fertilisation et la part de sols nus. Enfin, le bilan apparent doit être replacé au sein d'une approche environnementale plus globale afin de juger de la durabilité des pratiques.

**Chambaut H., 2004.** Colloque Bassins Versants.

**Chambaut H., Le Gall A., 1998.** 3 R, 1998. 5. 241-248.

**Farrugia A., 1999.** Fertilisation azotée des prairies dans l'ouest.

**Galisson B., Hubert F., 1999.** Raisonnement de la fertilisation azotée des prairies en production de viande bovine. 206, 133-158.

**Hacala S. 2001.** Fertiliser avec les engrais de ferme. Doc technique Institut de l'Elevage-ITAVI-ITCF-ITP 104 p.

**Raison C. 2004.** Revue bibliographique, Institut Elevage.

**Simon J.C., 2000.** Agronomie, 20, 175-195.