

Utilisation du lisier de porcs sur les pâtures des vaches laitières en Bretagne : aspects techniques et sanitaires

V. BROCARD (1), A. FARRUGIA (2), M. LE GUENIC(3), D. LE MEUR (4)

(1) Institut de l'Élevage, Monvoisin, BP 67, 35650 Le Rheu

(2) Institut de l'Élevage, ENSAIA, BP 172, 54505 Vandoeuvre lès Nancy Cedex

(3) EDE du Morbihan, BP 77, 56002 Vannes Cedex

(4) EDE-Chambre d'Agriculture du Finistère, Ferme Expérimentale de Trévarez, 29163 Saint Goazec

RÉSUMÉ – L'utilisation du lisier de porc sur les pâtures de vaches laitières fait partie des enjeux majeurs pour la Bretagne. L'essai mis en place à Trévarez depuis 1991 montre qu'elle est possible dans les conditions du Finistère, même à dose très élevée. La production laitière et fourragère ainsi que le comportement des animaux au pâturage ne semblent pas en être affectés. Les risques de lessivage de nitrate suite à des apports de lisier ou d'ammonitrate sont équivalents les 4 hivers observés, à même dose d'azote efficace. Différents freins à l'utilisation de cette technique subsistent cependant, notamment d'ordre sanitaire. A cet effet, des observations de survie des salmonelles lors du stockage de lisier et suite à son épandage sur pâture ont été réalisées dans diverses zones pédoclimatiques de Bretagne. Le stockage sans nouvel apport abaisse le niveau de contamination, mais n'apporte pas de garantie. Les parcelles dans lesquelles des salmonelles ont été retrouvées au stade de pâturage avaient reçu du lisier contenant plus de 1 600 salmonelles pour 100 g, soit très fortement contaminé.

Pig slurry used as fertilizer on pastures grazed by dairy cows in Brittany : technical and sanitary issues

V. BROCARD (1), A. FARRUGIA, M. LE GUENIC, D. LE MEUR

(1) Institut de l'Élevage, Monvoisin, BP 67, 35650 Le Rheu

SUMMARY – The use of pig slurry on pastures grazed by dairy cows belongs to the major stakes for Brittany. The trial conducted since 1991 in the experimental farm of Trévarez shows that it is possible to spread high amounts of slurry on pastures even under a very wet climate.

Dairy and fodder productions, as the animal behaviour, have not been altered by adverse effects. The risks of nitrate leaching following an application of slurry or an application of nitrate of ammonia were equivalent during the four winters of observation (for the same amount of efficient fertilizing N).

But different legal and sanitary brakes still remain. Observations of Salmonella survival in slurry pits and after spreading on the pastures have been made in different farms under different climatic conditions. Stocking slurry without any new outside input lowers the pathogenic level but does not bring any definitive guarantee against Salmonella.

Though the paddocks on which salmonellas have been found during grazing had been spread with a very high contaminated slurry (over 1 600 salmonellas per 100 g).

INTRODUCTION

Compte tenu de la pression d'azote organique à l'hectare en Bretagne, les prairies pâturées pour les vaches laitières devront à l'avenir recevoir effectivement du lisier de porcs dans le cadre des plans d'épandage. De plus, les pâtures ont des besoins élevés en azote, compte tenu des chargements animaux pratiqués ; des économies d'azote, phosphore et potasse sont ainsi possibles par cette voie. Enfin, épandre du lisier sur les prairies permet d'éviter de concentrer toutes les déjections animales sur les seules cultures annuelles et de diminuer les risques de pollution par les nitrates. Deux questions sont alors posées : quel est l'effet sur la production fourragère et laitière, sur l'environnement, d'une fertilisation à base de lisier de porcs, et quels risques sanitaires court-on avec cette pratique ? Différents travaux ont été mis en place en Bretagne pour répondre à ces questions.

1. COMPARAISON LISIER DE PORCS/AMMONITRATE À TRÉVAREZ

A la ferme expérimentale de Trévarez (Finistère), du lisier de porcs est utilisé comme seul fertilisant azoté sur la moitié des pâtures de ray-grass anglais utilisées pour les vaches laitières depuis 1991 (4 campagnes).

1.1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1.1. les traitements

Au printemps, deux lots de 35 vaches laitières pâturent chacun 7,5 ha de ray-grass anglais. La dimension des paddocks est de 0,65 à 0,8 ha. Le pâturage est tournant avec fil avant, avec une surface de 20 ares par vache au printemps et 30 ares en été (Institut de l'Élevage, 1992 et 1993).

La fertilisation azotée est apportée sur les parcelles sous forme d'ammonitrate (300 kg N/ha) ou de lisier, avec l'objectif d'obtenir la même dose d'azote en se basant uniquement sur l'azote ammoniacal du lisier. Aucun apport supplémentaire de phosphore et de potasse n'est fait sur les parcelles du traitement «lisier» ; sur les parcelles «ammonitrate», la fertilisation phospho-potassique a été calculée pour couvrir les besoins annuels sur la base d'une production de 12 t MS, soit 65 unités de P205 et 260 unités de K20 par hectare.

Les apports d'ammonitrate ou de lisier sont effectués le plus tôt possible après la sortie des vaches, mais peuvent être différées de quelques jours en cas de faible portance des sols ou de jours fériés. En moyenne, l'intervalle sortie épandage est de 2 à 3 jours (tableau 1). Les apports sont au nombre de 5 à 7 pour les deux traitements : 4 à 5 apports de 50 kg N au printemps et 2 à 3 apports de 33 kg N en été, soit au total,

pour le traitement «lisier», de l'ordre de 150 m³ d'un produit dilué à 2-2,5 kg d'azote ammoniacal par m³. Une quantité aussi importante de lisier résulte du choix expérimental de remplacement intégral de la fertilisation minérale pour extérioriser au maximum tous les effets de l'apport de lisier : risques de refus, problèmes de portance, fuites de nitrate...

1.1.2. ESTIMATION DES RISQUES DE LESSIVAGE

A Trévarez, la pluviométrie annuelle médiane atteint 1 124 mm avec une lame drainante médiane de 600 mm. Les risques de lessivage de nitrate y sont suivis au travers d'échantillons de sol effectués tous les 100 mm de pluie environ pendant la période de drainage, à raison de 15 prélèvements par parcelle et 3 parcelles par traitement. On mesure ainsi les quantités d'azote nitrique et ammoniacal présentes par hectare sur 90 cm de profondeur de sol.

Avec le modèle de lessivage du piston, (descente de nitrate de 3 mm par mm d'eau drainante Lafleuriel, Bourgeois, 1989), on constate que la lame drainante médiane entraînerait le nitrate présent dans le sol à environ 1,7 m plus bas, soit bien plus loin que la zone racinaire («effet chasse d'eau»). Par ailleurs, dans ce contexte, on a calculé la quantité d'azote lessivable à ne pas dépasser pour que la concentration en nitrate de la lame drainante ne dépasse pas 50 mg/l 8 années sur 10 : 58 kg d'azote par hectare.

1.2. RÉSULTATS

1.2.1. des performances fourragères et animales équivalentes

Le tableau 2 montre que sur les quatre années d'essais les productions fourragères sont sensiblement les mêmes dans les deux lots. Aucune différence de composition chimique de l'herbe n'a pu être mise en évidence. Il n'y a pas eu de problème d'appétence, les taux de refus semblent même légèrement inférieurs sur les parcelles du lot lisier (tableau 3), et ceci malgré des rotations assez courtes (Niggel, 1991 ; Lavest, 1992). Par ailleurs, la production laitière (quantité et taux), le poids, l'état et la santé des animaux ont également été équivalents sur les deux années de suivi (tableau 4).

1.2.2. les mêmes risques de lessivage de nitrate

Utilisé aux mêmes doses efficaces que l'azote minéral, l'épandage de lisier ne semble pas augmenter les risques de lessivage de nitrate sur le court terme. En effet, les quantités moyennes de nitrate dans le sol sont tantôt plus faibles sous les parcelles du lot lisier, tantôt sous celles du lot ammonitrate (tableau 2), mais les variations inter

Tableau 1
Intervalles moyens pâturage-épandage (jours), 3 parcelles (91-93-94).

	Intervalles entrée-entrée moyenne		Intervalles lisier-entrée moyenne	
	mini	maxi	mini	maxi
Moyenne	30		27	
6 cycles	22	39	18	37

annuelles et interparcellaires sont très importantes. Enfin, 3 fois sur 4, le seuil des quantités d'azote à ne pas dépasser pour que la concentration de la lame drainante n'excède pas 50 mg/l, a été respecté. Ce résultat paraît satisfaisant, d'autant plus que les quantités de nitrate du sol ne reflètent pas exactement les quantités d'azote lessivées (réorganisation de l'azote nitrique, dénitrification, et prélèvement, même faible, par la prairie au cours de l'hiver).

1.3. DISCUSSION

Les freins possibles à l'adoption de cette pratique n'ont cependant pas tous été levés. On pourrait en évoquer de deux ordres :

• Des freins réglementaires : la Directive Européenne sur les nitrates de décembre 1991 impose un seuil à respecter

de 170 kg d'azote organique par hectare à partir de 1999. Si l'on tient compte des restitutions directes par l'animal à la parcelle, il n'y aurait plus de place pour des apports de lisier ou fumier dans les systèmes à plus de 2,5 vaches/ha de pâture.

• Des freins techniques :

- Les effets des roues de la tonne en conditions humides n'ont pas été évalués, mais influencent le rendement fourrager ;
- il est difficile de respecter les doses prévues par hectare dans le cas de faibles quantités épandues.
- Prendre en compte l'azote du lisier dit efficace pour la prairie n'est pas simple. Faut-il considérer uniquement l'azote ammoniacal ? Tenir compte de la volatilisation ? Comment comptabiliser les arrière-effets de l'azote organique ?...

Tableau 2

Comparaisons des résultats sur parcelles ammonitrates par rapport au lisier (moyenne 3 parcelles/traitement).

	Année	Ammonitrate	Lisier
Dose d'azote annuelle (kg/ha)	91-92	299	282
	92-93	297	303
	93-94	311	275
	94-95	282	301
	Moyenne	298	290
Lame drainante * (mm)	91-92	334	331
	92-93	586	586
	93-94	488	493
	94-95	618	613
	Moyenne	506	506
Azote lessivé** (kg/ha)	91-92	38	20
	92-93	43	110
	93-94	55	24
	94-95	55	71
	Moyenne	48	56
Nitrates*** (mg/l)	91-92	50	26
	92-93	32	83
	93-94	50	22
	94-95	39	52
	Moyenne	43	46
Production annuelle (t MS/ha)	91-92	12,9	11,7
	92-93	12,6	12,8
	93-94	9,3	9,2
	94-95	9,7	10,4
	Moyenne	11,1	11,0

* Estimée à partir de l'humidité moyenne par traitement et du bilan hydrique P-ETP ou des mesures lysimètres à partir de 93/94.

** A partir de l'humidité moyenne par traitement.

*** Quantité d'N total lessivé et lame drainante calculée.

Tableau 3

Hauteurs de pâturage (4 années x 3 parcelles par traitement).

5 à 7 cycles		Ammonitrate	Lisier
Hauteur entrée	(cm)	12,3	12,4
Hauteur sortie	(cm)	5,8	6,0
Hauteur consommée	(cm)	6,6	6,4
Indice de broutement (Hc/He) (%)		53	52

- A des doses élevées d'apports, on risque à terme d'augmenter les concentrations du sol en phosphore et en cuivre, éléments dont le lisier de porcs est riche, et qui, associés au zinc, pourraient conduire à des problèmes de toxicité pour les sols.

- Des lisiers concentrés peuvent par temps chaud entraîner des brûlures de l'herbe.

- Des interrogations sanitaires sont évoquées, en particulier par rapport à la présence de salmonelles (Gledel (1985), GDS Bretagne (1991), Strauch (1991), Morisse, (1994)).

2. ÉTUDE DE LA CONTAMINATION DES PÂTURES PAR LES SALMONELLES

L'avis parfois divergent de certains auteurs sur le risque «Salmonelles» encouru (Jones 1992), l'absence de preuve épidémiologique de telles contaminations, l'enjeu économique de l'épandage sur les pâturages, nous ont conduits à étudier, dans les conditions d'élevage bretonnes, la survie des salmonelles dans le lisier au cours d'un stockage sans nouvel apport d'une part, et sur les pâtures suite à l'épandage d'autre part.

2.1. SURVIE DES SALMONELLES LORS DE STOCKAGE DE LISIER SANS NOUVEL APPOINT :

Il est préconisé dans les règlements sanitaires départementaux (Ministère de la Santé (1983)) un stockage de 60 jours en hiver et 30 jours en été, pour obtenir une épuration du lisier avant épandage sur pâture.

Des enquêtes (Boivent 1995, Le Guénic 1995) ont montré la possibilité pour quelques éleveurs de stocker du lisier sans nouvel apport. Pour les autres, cette pratique représenterait un surcoût d'investissement. Avant de la vulgariser, nous avons souhaité étudier, en période hivernale, la décroissance du nombre de salmonelles dans des lisiers contaminés lors d'un stockage sans apport nouveau.

2.1.1. matériel et méthode :

Les élevages ont été sélectionnés sur leur capacité à réaliser un stockage de lisier, sans nouvel apport dans la fosse pendant 60 jours. Une première phase de dépistage a permis de déceler les lisiers contaminés par les salmonelles. Pour les 10 élevages présentant une contamination du lisier supérieur à 8 salmonelles pour 100 g (moyenne : 558, écart-type 654), les prélèvements mensuels ont été réalisés dans les fosses dans lesquelles aucun nouvel apport n'était réalisé. Le suivi a été réalisé jusqu'à J 60 dans six élevages,

les conditions météorologiques n'ayant pas permis aux autres éleveurs de conserver le même lisier deux mois dans une même fosse. Dans un élevage (N°5), le stockage a été effectué dans un bac de 1 000 litres.

Pour chaque fosse, un échantillon de 9 prélèvements correspondants à trois points répartis uniformément autour de la fosse, et à trois profondeurs, a été réalisé.

L'analyse a été réalisée par estimation du Nombre le Plus Probable (NPP) de salmonelles dans le mélange des 9 prélèvements par les Laboratoires Départementaux d'Analyse (LDA 22,29,56), selon un protocole établi par F. Humbert du CNEVA (recherche dans 10 g, 1 g et 0,1 g ; 5 tubes par dilution).

212. RÉSULTATS ET DISCUSSION :

Les résultats sont présentés sur le graphique 1.

On observe bien une tendance générale à la décroissance du nombre de salmonelles : en moyenne la réduction est de 32 % à 30 jours (10 élevages, écart-type : 116 % !) et de 78 % à 60 jours (6 élevages, écart-type : 40 %).

L'absence de salmonelles à 30 jours est observée pour la fosse N° 10 (contamination initiale 8 salmonelles pour 100 g) et à 60 jours, pour la fosse N° 4 et le bac 5 (contaminations initiales : 130, 1 600 ; épuration à un mois supérieure à 95 %).

Il convient de s'interroger sur les élevages où on observe une augmentation de la numération. Pour l'élevage 8, la différence de résultats tient à 3 tubes de recherche de Salmonelles dans 0,1 g de lisier (nombres caractéristiques du NPP : 5, 5, 2 et 5, 5, 5). La recherche de Salmonelles dans le lisier présente des défauts de sensibilité, notamment à de fortes dilutions, compte tenu de la flore compétitive et des conditions dysgénésiques (F. Humbert, J. Marly, communication personnelle). L'interprétation doit en tenir compte même si une multiplication des Salmonelles n'est pas à exclure (Jones 1992).

On a donc observé une tendance à la réduction du nombre de Salmonelles lors du stockage, mais celle-ci a été insuffisante au cours d'un hiver doux et humide pour obtenir une épuration lorsque la contamination initiale est élevée.

Si le stockage au repos du lisier peut-être conseillé aux éleveurs qui en ont la possibilité, l'absence de sécurité quant au résultat obtenu et le surcoût au m3 des fosses de petite capacité limiteront le développement de cette pratique.

Tableau 4
Productions laitières (moyennes avril-juillet 1991 et 1992).

Traitement	Ammonitrate	Lisier
Lait brut (kg/j)	22,6	22,2
Taux butyreux (g/kg)	41,3	41,5
Taux protéique (g/kg)	31,8	31,6
Lait 4 % (kg)	22,9	22,7
Concentrés (kg)	3,1	3,1

Moyenne ajustées par analyse de covariance.
Aucune différence significative au seuil p = 5 %.

2.2. SURVIE DES SALMONELLES SUR LES PÂTURES.

Malgré des avis controversés sur les risques de contamination, les auteurs s'accordent pour préconiser le respect d'un délai épandage-pâturage. La préconisation est de trente jours dans les R.S.D. alors que le rythme en pâturage tournant est d'environ 21 jours.

Un délai de trente jours ne peut donc s'obtenir que par utilisation du lisier en sortie d'hiver (ce qui n'est toujours possible pour des raisons de portance des sols), ou pour des parcelles fauchées (Boivent 1995).

Nous avons souhaité évaluer le risque d'ingestion de salmonelles par les bovins lors d'une utilisation de lisier contaminé au printemps, avec des cycles de pâturage d'une durée minimale de 18 jours et des hauteurs de sortie classiques de 5 à 6 cm.

2.2.1. matériel et méthode

Choix des parcelles : cinq sites ont été étudiés, deux en exploitations (grandes parcelles), trois en fermes expérimentales (microparcelles). Ces sites sont répartis dans des zones pédoclimatiques différentes. L'exploitation A, Crécom et Trévarez en zone humide, Mauron en zone sèche, et l'exploitation B en zone intermédiaire.

Choix du lisier : nous avons sélectionné des lisiers fortement contaminés qui n'ont pas été mis au repos préalablement.

Protocole

Le jour de l'épandage :

- analyse du lisier selon la méthode décrite ci-dessus (NPP et sérotypage).

- prélèvement d'herbe et de sol (grattage sur 1 cm) sur 3 bandes de 12 cm x 3 m (validation de la technique d'analyse sur la parcelle)

Prélèvements hebdomadaires : Coupe à la mini tondeuse réglée à 5 cm (méthode ITCF), coupe des chaumes (herbe 0 à 5 cm), et raclage du premier centimètre du sol sur 3 bandes de 0,12 x 3 m.

Ces neuf échantillons étaient analysés séparément selon un double protocole proposé par F. Humbert suite à des essais réalisés conjointement en mars 1995. Ces analyses étaient d'ordre qualitatif : présence ou absence dans 50 g.

2.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION (TABLEAU 5)

Dans le cas de très fortes contaminations de lisier (> 1600 pour 100 g) des salmonelles ont été retrouvées dans l'herbe au-dessus de 5 cm jusqu'à J 21 (présence sur une bande).

Figure 1 Evolution du nombre de salmonelles lors du stockage de lisier de porc sans nouvel apport dans dix élevages (1 à 10)

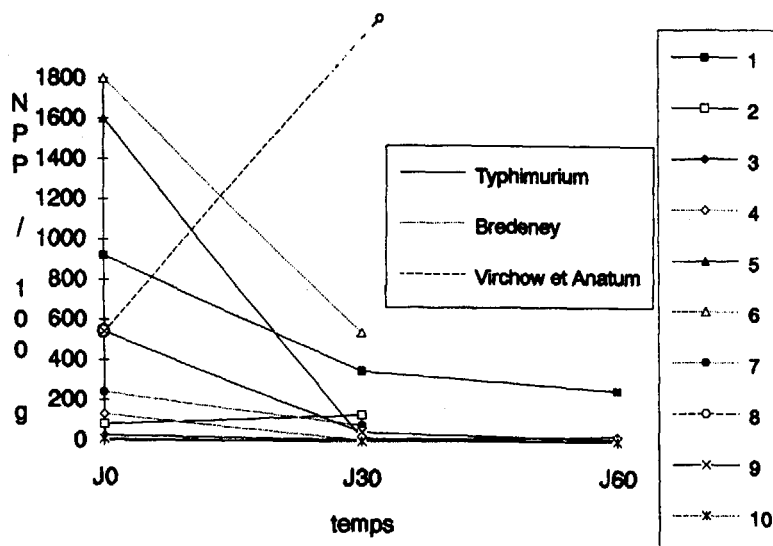


Tableau 5 Persistance des salmonelles sur les parcelles (printemps 95).

Site	Contamination du lisier NPP pour 100 g	Salmonelles retrouvées jusqu'à J (présence dans 50 g)		
		Dans herbe > 5 cm	Dans chaumes (0-5)	Au niveau de sol
A	1 800	*	*	J 18
B	550	*	J 26	J 33
Mauron 1	250	*	*	J 21
Mauron 2	550	*	*	*
Trévarez 1	> 1 600	J 8	après J 28	après J 28
Trévarez 2	225	*	*	J 10
Trévarez 3	> 1 600	J 21	après J 28	après J 28
Crécom	17	J 5	J 5	*

La persistance plus importante dans la partie basse de l'herbe indique qu'une augmentation de la pression de pâturage peut accroître le risque de contamination.

L'analyse de la pluviométrie et des températures minima et maxima n'a pas apporté d'éléments explicatifs complémentaires. A noter que dans la parcelle B, les prélèvements positifs à J 26 et J 33 étaient situés dans une partie ombragée.

En pâturage tournant de Ray Gras Anglais, au printemps, le risque d'ingestion de quantités importantes de salmonelles semble donc faible. La dose infectante pour un bovin n'étant pas connue, cela ne signifie pas l'absence totale de risque. Il paraît cependant plus probable, comme l'indique VALLET (1994) que la contamination directe de l'eau soit le mode prédominant de transmission aux bovins. Dans ce cas, la concentration des effluents sur les seules cultures peut constituer un risque complémentaire.

L'analyse de ces différents risques mérite d'être poursuivie, avec les perspectives suivantes :

- Il est nécessaire de valider ces essais dans diverses situations climatiques (quantification des salmonelles persistant sur les parcelles).

- Un dépistage des lisiers contaminés pourrait permettre une meilleure maîtrise des risques lors d'épandage sur les parcelles : si les méthodes d'analyse ont des défauts de sensibilité, elles devraient cependant permettre de détecter les lisiers fortement contaminés et de prendre dans ce cas des mesures spécifiques.

- Enfin, une communication auprès des éleveurs, sur l'épuration au cours du temps, lors du stockage ou après épandage s'avère nécessaire.

Travaux réalisés par les EDE de Bretagne, avec la collaboration de Mme F. Humbert CNEVA Ploufragan, pour les protocoles d'analyse.

Projet financé par le Conseil Régional de Bretagne, piloté par un comité regroupant le CNEVA, la DRAF, les EDE-

Chambres d'Agriculture, l'INRA, l'Institut de l'Élevage et les GDS de Bretagne.

3. CONCLUSION GÉNÉRALE

Ces travaux montrent que, sur des prairies pâturées, l'épandage de lisier de porcs est possible dans les conditions de l'Ouest.

- Il ne semble pas affecter la production fourragère, ni la production laitière, ni le comportement des animaux. Dans la pratique, un éleveur peut donc remplacer un ou plusieurs épandages d'ammonitrate par un épandage de lisier au pâturage.

- Il économisera ainsi non seulement de l'azote, mais aussi du phosphore et de la potasse : 1 m³ de lisier de porcs contient en moyenne 4 à 6 kg de P205 et 4 kg de K20 qui ont la même efficacité que les engrais minéraux et dont il faut tenir compte dans la fertilisation annuelle.

- Quand on raisonne à l'échelle de la parcelle, il n'y a pas de «gain» pour l'environnement puisque, sur les 4 hivers de suivi, les risques de lessivage sont équivalents sur le court terme à même dose efficace, qu'il s'agisse d'un apport de lisier ou d'ammonitrate, même à dose très élevée. Cependant, on peut penser qu'à l'échelle de l'exploitation, cette possibilité d'épandre le lisier sur les prairies permettra de réduire la pression d'épandage sur les cultures assolées, et donc les risques de lessivage. De plus, on a valorisé utilement du lisier de porcs;

- En ce qui concerne le risque «Salmonelles», la mise au repos du lisier sans apport nouveau pendant 30 à 60 jours peut être conseillée aux éleveurs qui en ont la possibilité. Le risque d'infection des vaches laitières par ingestion d'herbe pâturée contaminée semble faible ; compte tenu de ces premiers résultats, dans l'attente de travaux complémentaires, il est recommandé d'utiliser le lisier en sortie d'hiver, ou bien avant ou après fauche.

RÉFÉRENCES

BOIVENT B., 1995. Thèse Docteur Vétérinaire, 126 pages, Nantes.

GDS Bretagne, 1991. L'Écho Sanitaire n° 2,2-3.

GLEDEL J., 1985. Épidémiol. Santé Animale, 7, 39-70.

Institut de l'Élevage, EDE du Finistère (1992) et (1993) : comptes rendus d'expérimentation.

JONES P.W., 1992. Report and Communication, Salmonella and Salmonellosis, Ploufragan, 460 pages, 280-294.

LAFLEURIEL P., BOURGEOIS A. (1989) : Observatoire azote dans le sol, fascicule 3, Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Environnement, Mission «Eau-nitrates».

LAVEST. (1992) : - ENITA de Clermont Ferrand - EDE de Bretagne, Chambre d'Agriculture du Finistère.

LE GUENIC M., 1995. Résultats expérimentaux obtenus en Bretagne. Productions bovine et ovine, 64 pages, 2-3.

MARTEL J.L., 1994. Revue Médecine Vétérinaire, 145, 563-569.

MINISTERE DE LA SANTE, 1983. Circulaire du 20 janvier 1983 relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental type. Journal Officiel, 25/02/1983.

MORISSE J.P., COTTE J.P., HUONNIC D., 1993

NIGGEL C. (1991) : ENITA Clermont-Ferrand - EDE de Bretagne - Chambre d'Agriculture du Finistère.

RIVIERE F. et al. (1994) : Salmonellose bovine. Épidémiologie et facteurs de risque. Unité d'écopathologie bovine, C.N.E.V.A., Ploufragan, 56 pages.

STRAUCH D., 1991. Revue Scientifique Technique de l'Office International des Epizooties, 10 (3), 813-846.

VALLET A., 1994. Fourrages 140, 431-44