

CENTRE DE RECHERCHES ET DE FORMATIONS AGRICOLES POUR L'EST  
DE LA BELGIQUE



## Etude des pertes ammoniacales par volatilisation

**Rapport de synthèse  
1990 - 2008**

**Avec le soutien du SPW, DGARNE, Direction du Développement rural**



*Décembre 2010*

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
1.1	Le contexte des travaux.....	5
1.2	Financements.....	5
1.3	Comité d'accompagnement de la convention cadre «Agra-Ost» relative à la gestion des engrais de ferme.....	5
1.4	Collaborateurs.....	5
1.5	Exploitations agricoles qui ont collaboré aux essais.....	6
1.6	Firmes qui ont collaboré aux essais.....	6
1.7	Firmes ayant mis du matériel à disposition.....	6
<b>2</b>	<b>MESURES DE PERTES AMMONIACALES – DEFINITION ET OBJECTIFS.....</b>	<b>7</b>
2.1	Définition.....	7
2.2	Objectifs – pourquoi mesurer les pertes ammoniacales ? .....	7
<b>3</b>	<b>MATERIEL ET METHODES UTILISES.....</b>	<b>8</b>
3.1	Description générale du dispositif.....	8
3.2	Evolution du dispositif au fil des ans .....	9
3.2.1	Les deux premières années (90 – 91) .....	9
3.2.2	A partir de 1992.....	10
3.2.3	Améliorations par la suite.....	14
3.3	Outils : essais et mesures .....	20
3.3.1	Les mesures des pertes en rapport avec les techniques ou les systèmes d'épandage .....	21
3.3.1.1	En culture : Injection, incorporation et épandage classique.....	21
3.3.1.2	En prairie : Rampe à pendillards, injecteur à disques, injecteur à patins .....	28
3.3.1.3	En prairie : 3 systèmes à patins différents : Joskin, Zunhammer, Bomech..	30
3.3.1.3.1	En 2007 .....	34
3.3.1.3.2	En 2008 .....	37
3.3.2	Les mesures des pertes avec lisiers dilués .....	43
3.3.2.1	Comparaison entre du lisier dilué, du lisier aéré et du lisier traité avec l'additif Kapto en 1990 – Mesure du 24.04.90 .....	43
3.3.2.2	Comparaison entre du lisier brut, dilué à 50 %, aéré et traité au Superphosphate en 1991 – Mesure du 21.05.91.....	44
3.3.2.3	Comparaison entre du lisier brut et du lisier dilué épandu au matin ou à midi en 1992 – Mesure du 19.08.92 .....	45
3.3.2.4	Comparaison entre du lisier brut, du lisier dilué et du lisier acidifié en 1993 – Mesures du 18.02.93, 25.06.93, 13.08.93 .....	46
3.3.2.5	Lisier de lagune, dilué par la pluie en 1994 – Mesure du 28.09.94 .....	48
3.3.2.6	Comparaison entre du lisier brut et du lisier dilué, épandu à dose simple et double en 1996 – Mesure du 11.07.96 .....	49
3.3.3	Les mesures des pertes avec lisiers traités par aération .....	50
3.3.3.1	Introduction .....	50
3.3.3.2	Comparaison entre du lisier dilué, lisier aéré et lisier traité au Kapto en 1990 – Mesure du 24.04.90.....	53
3.3.3.3	Comparaison entre du lisier brut, du lisier dilué, du lisier aéré et du lisier traité au Superphosphate en 1991 – Mesure du 21.05.91.....	54
3.3.3.4	Comparaison entre du lisier aéré et non-aéré et épandu à différents moments de la journée (matin et midi) en 1992 – Mesure du 26.08.92.....	55

3.3.3.5	Comparaison entre du lisier aéré, du lisier non-aéré et du lisier traité au Penac G en 1993 – Mesures du 13.04.93, 18.05.93, 21.06.93, 03.08.93. ....	56
3.3.3.6	Comparaison entre du lisier aéré et du lisier non-aéré en 1994 – Mesures du 04.03.94, 12.04.94, 14.07.94. ....	59
3.3.3.7	Comparaison entre du lisier aéré et du lisier non aéré en 1998 – Mesures du 19.03.98 et 30.06.98 .....	61
<b>3.3.4</b>	<b>Les mesures des pertes avec lisiers traités par méthanisation .....</b>	<b>63</b>
3.3.4.1	Description de l'expérimentation 2001 .....	63
3.3.4.2	Première mesure de pertes ammoniacales avec lisier méthanisé – Mesure du 12.09.01 .....	65
3.3.4.3	Lisier méthanisé et non traité LENGES parallèlement au lisier méthanisé HECK ou KESSLER et lisier brut HECK – Mesures du 08.04, 01.07 et 02.09.03, 15.06 et 12.10.04, 14.06 et 29.08.05	66
3.3.4.3.1	<i>Description de l'expérimentation</i> .....	66
3.3.4.3.2	<i>Sept mesures 2003 - 2005</i> .....	69
<b>3.3.5</b>	<b>Les mesures des pertes avec lisiers et compléments (P – Ca).....</b>	<b>79</b>
3.3.5.1	Lisier complémenté en calcium.....	79
3.3.5.2	Lisier complémenté en phosphore.....	81
<b>3.3.6</b>	<b>Les mesures des pertes avec lisiers traités avec additifs .....</b>	<b>84</b>
3.3.6.1	Liste des produits testés (autres que CaCO <sub>3</sub> , Rosal, phosphates ou HNO <sub>3</sub> )	84
3.3.6.2	Lors des épandages.....	85
3.3.6.2.1	<i>Bref historique</i> : .....	85
3.3.6.2.2	<i>Description de l'additif Kapto</i> : .....	86
3.3.6.2.3	<i>Lisier et Penac G</i> : .....	87
3.3.6.2.4	<i>Les autres additifs</i> .....	87
3.3.6.2.5	<i>Mesures de pertes lors des épandages</i> .....	88
3.3.6.3	En étable .....	103
3.3.6.3.1	<i>Introduction</i> .....	103
3.3.6.3.2	<i>Quatre expérimentations</i> .....	107
<b>3.3.7</b>	<b>Les mesures des pertes avec lisiers acidifiés .....</b>	<b>115</b>
3.3.7.1	L'acidification du lisier – Explications préliminaires .....	115
3.3.7.2	Visite en Hollande – Mai 1993 .....	115
3.3.7.3	Mesures réalisées chez Agra-Ost .....	118
<b>3.3.8</b>	<b>Mesures de pertes sur fumier, compost, litière et après épandage de différentes matières organiques .....</b>	<b>122</b>
3.3.8.1	Mesures de pertes sur des tas de fumier et de compost.....	122
3.3.8.2	Mesures de pertes sur de la litière biomâtrisée en étable de porcs.....	126
3.3.8.3	Mesures de pertes après épandage de différentes matières organiques .....	128

## **4 DISCUSSION DES RESULTATS PAR CATEGORIE..... 131**

<b>4.1</b>	<b>Les techniques d'épandage .....</b>	<b>131</b>
4.1.1	<b>En culture</b> .....	<b>131</b>
4.1.2	<b>En prairie</b> .....	<b>131</b>
<b>4.2</b>	<b>La dilution</b> .....	<b>132</b>
<b>4.3</b>	<b>Les traitements</b> .....	<b>132</b>
<b>4.4</b>	<b>Les additifs</b> .....	<b>133</b>
4.4.1	.....	133
4.4.2	<b>Les amendements calcaires</b> .....	<b>133</b>
4.4.3	<b>Le Phosphore</b> .....	<b>133</b>
4.4.4	<b>La silice : Penac G – système Plocher</b> .....	<b>134</b>
4.4.5	<b>Les additifs spécifiques</b> .....	<b>134</b>

<b>4.5</b>	<b>Mesures de pertes relatives à d'autres matières que du lisier.....</b>	<b>134</b>
<b>4.6</b>	<b>Remarques générales .....</b>	<b>135</b>

**ANNEXES ..... 137**

<b>ANNEXE 1.</b>	<b>Evolution du prix des unités d'engrais de 1991 à 2010 (en €) .....</b>	<b>137</b>
<b>ANNEXE 2.</b>	<b>Exemple de calcul de mesures de pertes .....</b>	<b>138</b>
<b>ANNEXE 3.</b>	<b>Détails des 6 journées de mesures de pertes avec systèmes d'ép. à patins ..</b>	<b>140</b>

# **1 Introduction**

## **1.1 Le contexte des travaux**

La maîtrise des pertes ammoniacales lors de l'épandage des engrais de ferme est une obligation légale imposée par la directive NEC (National Emission Ceilings) entrée en vigueur le 27 novembre 2002.

Dans ce cadre, chaque état membre doit évaluer ses émissions de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote, de composés organiques volatils et d'ammoniac.

On estime que 93 % des émissions d'ammoniac sont imputables au secteur agricole.

Les travaux conduits depuis 20 ans par Agra-Ost étudient les méthodes et techniques permettant de réduire les émissions d'ammoniac lors de l'épandage des engrais de ferme. Ils contribuent à l'atteinte des objectifs de la directive NEC.

## **1.2 Financements**

Service Public de Wallonie – DGARNE – Direction du Développement rural : depuis 1992

IRSIA : Institut pour la Recherche Scientifique dans l'Industrie et de l'Agriculture  
Centre de Recherches sur l'Élevage et les Productions Fourragères en Haute  
Belgique - Section Prairie Permanente, Directeur R. Biston de 1988 à 1998

PDI : Programme de développement intégré pour les zones défavorisées – Fond Européen -  
de 1986 à 1990

## **1.3 Comité d'accompagnement de la convention cadre « Agra-Ost » relative à la gestion des engrais de ferme**

Marc Thirion, SPW Direction du Développement rural

Richard Lambert, Centre de Michamps asbl.

Bernard Godden, ULB-Agra-Ost

Dimitri Wouez, Nitrawal asbl.

Jean Pierre Destain, CRA-W

André Ledur; FWA

## **1.4 Collaborateurs**

### Agra-Ost

- Hilar Mausen
- Karl-Josef Grosjean
- Willi Hilger
- Marc Giebels
- Dominique Simons
- Thérèse Vliegen

### Belges

- Professeur Vlassak KUL
- Professeur B. Nix, ULg
- CRA-W : Jean-Pierre Destain, Olivier Miserque, Otto Oestges, Serge Tissot
- UCL-LLN : M. Mathot
- Professeur Thonart, ULg

## Etranger

- Dr. Ir. Paaß, Uni Bonn

### **1.5 Exploitations agricoles qui ont collaboré aux essais**

- Ferme Fasch – Kessler Frères (Attert)
- Ferme Heck Wilfried (Nidrum)
- Ferme Jenchenne Joseph (Elsenborn)
- Ferme Laurent Marc (Poteau / Vielsalm)
- Ferme Lenges Rudi und Söhne (Recht)
- Ferme Maraite Klaus et Jean-Luc (Schoppen / Amel)
- Ferme Müller Paul (Bütgenbach)
- Ferme Snickers Raymond (Pousset)

### **1.6 Firmes qui ont collaboré aux essais**

- Aegten : B Kapto – Formaldehyde
- Alfra s.a : Algalise
- Belagri à Seilles : Diodor 1 et 2, Diolfac
- Carnipor : Biolisier
- Centre wallon de biologie industrielle : Deodostar
- EMRO Belgium : EM et EM New
- IBS (F) St Geneviève des bois : Hygiasan
- Limafix bv (NL) : Orgakem (acidification du lisier)
- Pell Belgique à Anvers : Pit Boss
- Plocher : Penac G
- Rosier : Rosal Carbonate liquide
- Santel (F) Savitalyse
- Timac : Actilith
- SCAM : Lobial Lobiflor 2 et superphosphate
- Schulze & Hermsen GmbH Dahlenburg (D) : Bio-Algeen
- Système Ritter Service (F) : Lisier Vital

### **1.7 Firmes ayant mis du matériel à disposition**

- Arnold, CH-Schachen : mixer-aérateur
- Bomech : épandeur à patins Greenstar
- Ceta Porcin de Hesbaye – Camil Vanvinkerroy : injecteur culture
- Eisele : injecteur à patins
- Joskin : épandeur à patins Multi Action, pendillard, injecteur culture
- Peeters (B) : aérateur avec compresseur
- Reck-Technik, D-Betzenweiler : mixer-aérateur
- Schuitemaker : injecteur à disques
- Zunhammer : épandeur à patins Farmland-Fix

Que toutes les personnes qui, à titre privé ou au nom de leur institution, ont collaboré à la réalisation de ces études soient remerciées.

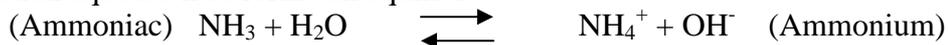
## **2 Mesures de pertes ammoniacales – Définition et objectifs**

### **2.1 Définition**

Durant et après l'épandage de lisier, des quantités importantes d'ammoniac peuvent se volatiliser dans l'atmosphère.

L'ammoniac provient des urines et de l'acide urique ; ce sont des formes solubles de l'azote.

En solution aqueuse il se forme un équilibre :



On constate l'augmentation des pertes ammoniacales lorsque cet équilibre se déplace vers la gauche, c'est-à-dire lorsqu'il y a de plus en plus d' $\text{NH}_3$  par rapport à l' $\text{NH}_4^+$ .

Comment ces pertes d'ammoniac se produisent-elles ?

Immédiatement après l'épandage du lisier, des gaz comme les acides gras volatiles (acide propionique, acétique, etc.) s'évaporent de ce lisier. Ce phénomène provoque une augmentation du pH du lisier. Ceci entraîne une transformation de l'ammonium ( $\text{NH}_4$ ) en ammoniac ( $\text{NH}_3$ ).

Toute une série de facteurs agissent sur l'équilibre Ammoniac – Ammonium :

- 1) L'état du lisier et ses caractéristiques :
  - pourcentage de matière sèche, teneur en mucilage et fibres
  - pH
  - proportion d' $\text{NH}_4^+$  par rapport à l' $\text{N}_{\text{total}}$ .
- 2) Les conditions météorologiques pendant et après l'épandage. Idéalement on recherche un temps calme, une humidité relative de l'air élevée, des températures fraîches (sans gel), ciel couvert.
- 3) Le moment de l'année, ainsi pour les prairies l'efficacité de l'N est optimale à la sortie de l'hiver, c.à.d. avant la reprise de la végétation.
- 4) Les quantités épandues qui doivent correspondre aux besoins des plantes compte tenu des autres sources d'apports.  
Nos essais ont clairement montrés qu'il ne faut pas dépasser 80 unités d' $\text{N}_{\text{total}}$  par apport.
- 5) L'état du sol, c.à.d. les possibilités d'une infiltration rapide et complète du lisier ; ceci a comme conséquence d'éviter d'épandre sur sol gelé, saturé d'eau, tassé, couvert de neige ou recouvert d'une végétation trop importante.
- 6) Les techniques d'épandage :  
Un chemin important a été parcouru les vingt dernières années. Depuis l'épandage par aspersion vers le haut, jusqu'aux systèmes à patins qui déposent le lisier sur le sol.

### **2.2 Objectifs – pourquoi mesurer les pertes ammoniacales ?**

Dans les exploitations agricoles disposant de la capacité de stockage adéquate et d'un taux de liaison au sol inférieur à 1, l'éleveur peut épandre ses engrais de ferme en réduisant notablement les pertes ammoniacales.

Les pertes d'azote sont à éviter non seulement pour l'environnement (l'intensité des odeurs est en relation avec la quantité d'ammoniac volatilisé), mais aussi pour des raisons économiques : des éléments fertilisants ne sont plus disponibles pour la plante, or la valeur d'une unité d'N est de 0,69 € pour la campagne 2010<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Voir Annexe 1 : évolution de la valeur financière d'une unité d'N contenue dans le nitrate d'ammoniac.

Une expérimentation, destinée à déterminer les proportions de ces pertes d'ammoniac et à proposer des techniques pour les réduire, a été conduite depuis 1990 par Agra-Ost, jusqu'à ce jour, et de 1990 à 1996 dans le cadre des travaux subsidiés par l'I.R.S.I.A. (Institut de Recherches Scientifiques pour l'Industrie et l'Agriculture).

### **3 Matériel et méthodes utilisés**

Pour réaliser cette expérimentation, une installation de mesure des pertes ammoniacales après épandage a été mise au point, en se basant sur celles de K. Vlassak<sup>2</sup> (1990), Université Catholique de Leuven KUL (Belgique), et de F. Paaß (1991), Université de Bonn (Allemagne).

Plusieurs améliorations ont été effectuées par la suite, notamment en concertation avec M. Michaël Mathot de l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve (UCL).

#### **3.1 Description générale du dispositif**

Les pertes sont mesurées avec un système de tunnels aérodynamiques en tôle galvanisée (financé par la Région Wallonne) : un aspirateur aspire l'air, capté par des tuyaux à 1,5 m du sol, au travers des tunnels, posés à même le sol (ouverture de 50 x 10 cm = 500 cm<sup>2</sup>). Les gaz ammoniacaux du lisier (épandu sur l'herbe ou le sol, sous le tunnel juste avant le début des mesures) pénètrent par cette ouverture dans le tunnel et forment, avec l'air aspiré, un mélange d'air et d'ammoniac. Il y a 2 répétitions (2 tunnels) par variante. Une pompe à vide aspire une certaine proportion (20 l/min) du mélange air - ammoniac et le conduit au travers d'un flacon - laveur contenant 100 ml d'acide sulfurique (ou borique) qui fixe l'ammoniac du mélange. Toutes les heures, l'acide contenu dans les flacons - laveurs est remplacé, de façon à pouvoir mesurer l'ammoniac qui s'y fixe durant plusieurs heures consécutives (6-7 heures). Les différents échantillons d'acide + ammoniac sont soigneusement gardés au frais avant d'être titrés au laboratoire. Le dosage de l'azote ammoniacal est réalisé selon la méthode de Nessler (1977). Les concentrations d'ammoniac des parcelles témoins (n'ayant pas reçu de lisier) servent de référence : on y mesure l'ammoniac contenu dans l'air ambiant.

Les émissions d'ammoniac volatilisé (N-NH<sub>4</sub>)<sub>v</sub> pendant un intervalle de mesure sont évaluées en mg/ha, à partir d'une formule bien définie :

$$(N-NH_4)_v = [(N-NH_4)_{aq} \times V_k \times 10^4] / [V_{aq} \times 0,05 \times 0,95^3] \quad ^4$$

---

<sup>2</sup> Voir article p. 85, paru au Sillon belge le 30.03.90

<sup>3</sup> - (N-NH<sub>4</sub>)<sub>aq</sub> = la partie d'ammoniac fixée par l'acide (dans notre système, en mg/100 ml)  
- V<sub>k</sub> = la totalité du volume d'air (m<sup>3</sup>) passant par le tunnel pendant la durée de mesure (dans notre système de fonctionnement, par heure)  
- V<sub>aq</sub> = la quantité d'air (m<sup>3</sup>) traversant le flacon - laveur (dans notre système, 20 l/min, soit 1,2 m<sup>3</sup>/h)  
- sachant que le pourcentage d'ammoniac fixé par l'acide est de 0,95 (Paass, 1991) et que la surface du tunnel au contact du sol est de 0,05 m<sup>2</sup> (nos tunnels faisant 50 cm x 10 cm)

<sup>4</sup> Le calcul mathématique qui sous-tend tout ce système de mesures de pertes ammoniacales par volatilisation, se trouve expliqué et illustré à partir d'un exemple concret en Annexe 2 p.138 - 139

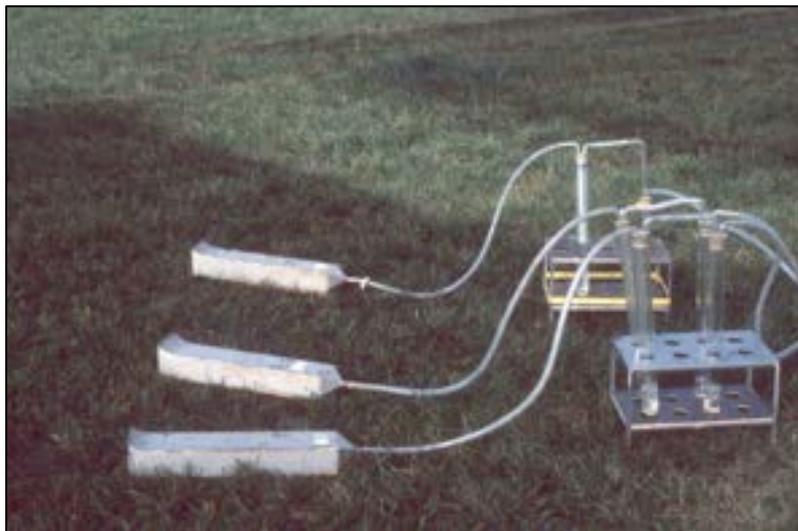
## 3.2 Evolution du dispositif au fil des ans

### 3.2.1 Les deux premières années (90 – 91)

Les deux premières années l'asbl Agra-Ost ne disposait pas encore de son propre matériel de mesure.

Dans ce premier temps, c'est le professeur Vlassak<sup>5</sup> de l'Université catholique de Louvain, qui mettait à notre disposition son dispositif, tout en participant activement à la réalisation des premières mesures sur le terrain.

*Dispositif du professeur Vlassak*



<sup>5</sup> Voir 1<sup>ère</sup> partie de l'article, paru au Sillon belge le 30.03.90, p. 85

### 3.2.2 A partir de 1992

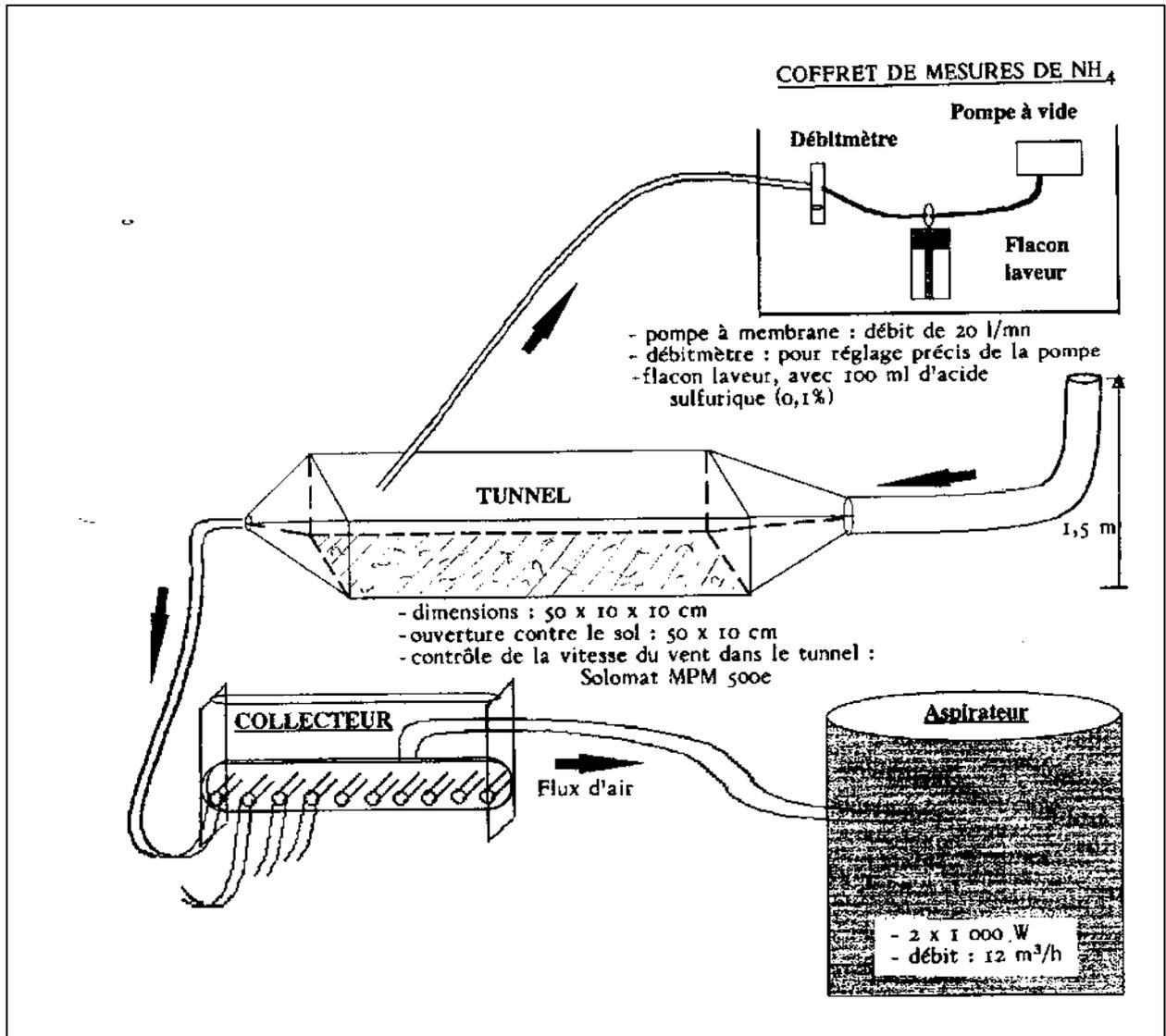
En 1992, Agra-Ost a construit son propre dispositif, en se basant sur celui du professeur Vlassak de la KUL, mais également sur celui du professeur Paaß de l'université de Bonn.

#### *Pièces appartenant au dispositif du professeur Paaß*

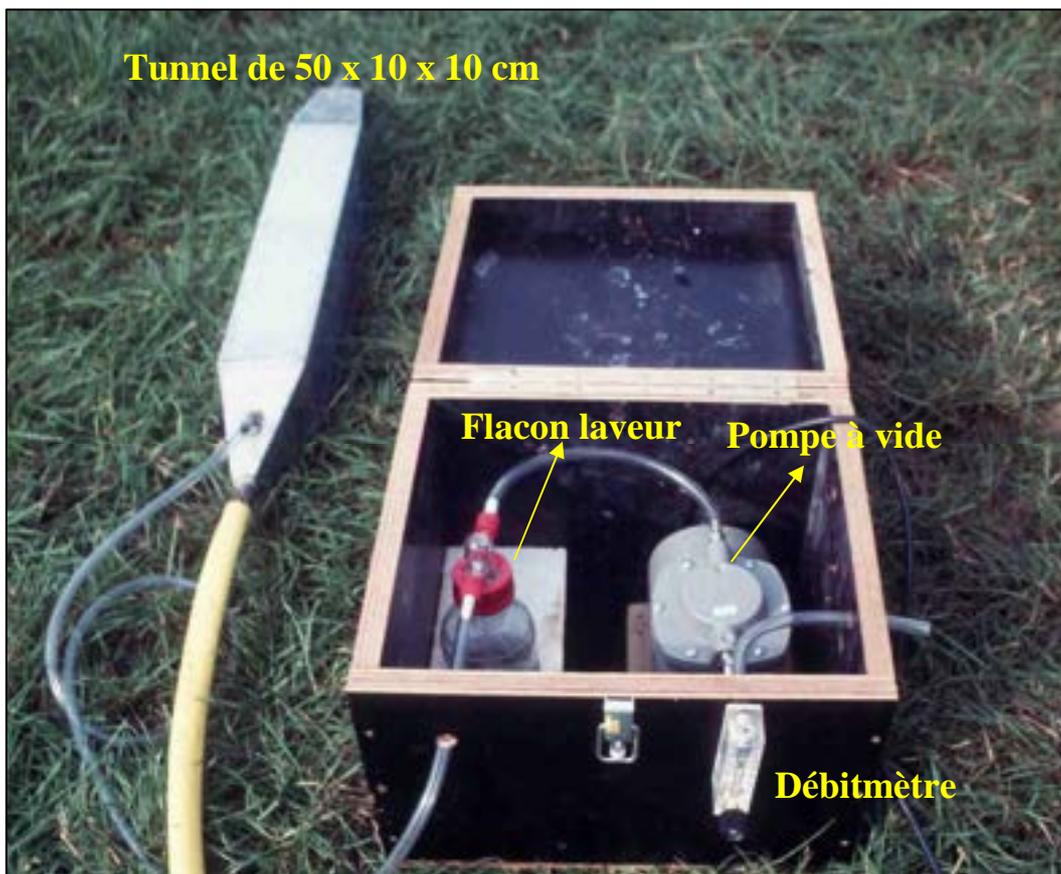


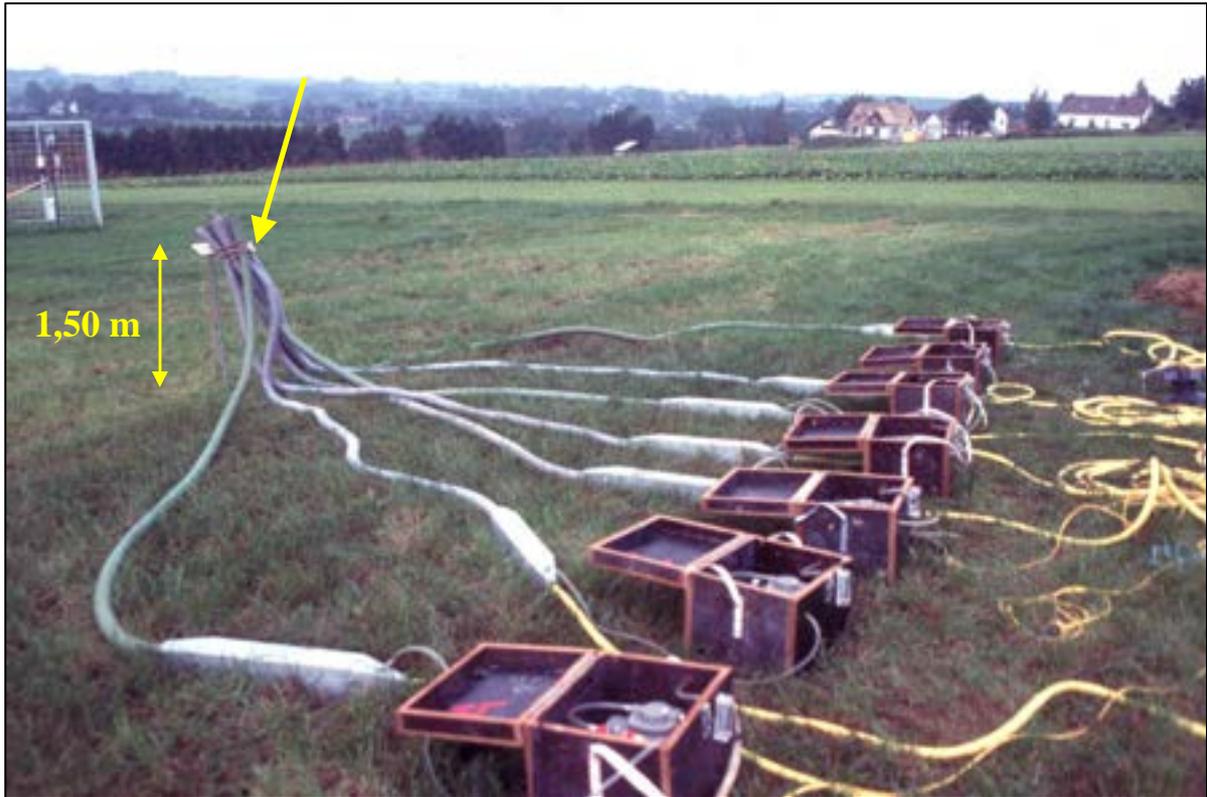
Dispositif monté et utilisé par Agra-Ost = système hybride entre le système du professeur Vlassak d'une part et le système du professeur Paaß d'autre part :

Schéma théorique du dispositif



→ = sens du flux de l'air





### 3.2.3 Améliorations par la suite

Outre les entretiens ou réparations courantes, quelques adaptations ont été réalisées au cours des années.

- **En 1993** il a été procédé à un changement quant à la hauteur et à l'endroit du captage de l'air. Alors qu'au départ les tuyaux capteurs d'air ne se trouvaient qu'à environ 50 cm du sol et à une certaine distance les uns des autres, ils ont été allongés et rehaussés à 1,50m du sol et rassemblés à un même endroit. Ce changement a été introduit après avoir constaté qu'à cause des turbulences du vent, l'ammoniac qui se dégage dans l'environnement après l'épandage peut également entrer dans les tunnels et augmenter artificiellement les teneurs en ammoniac mesurées dans chaque tunnel.

*Système tel qu'il était monté au début*



*Système après amélioration*

Voir 1<sup>ère</sup> photo page 13

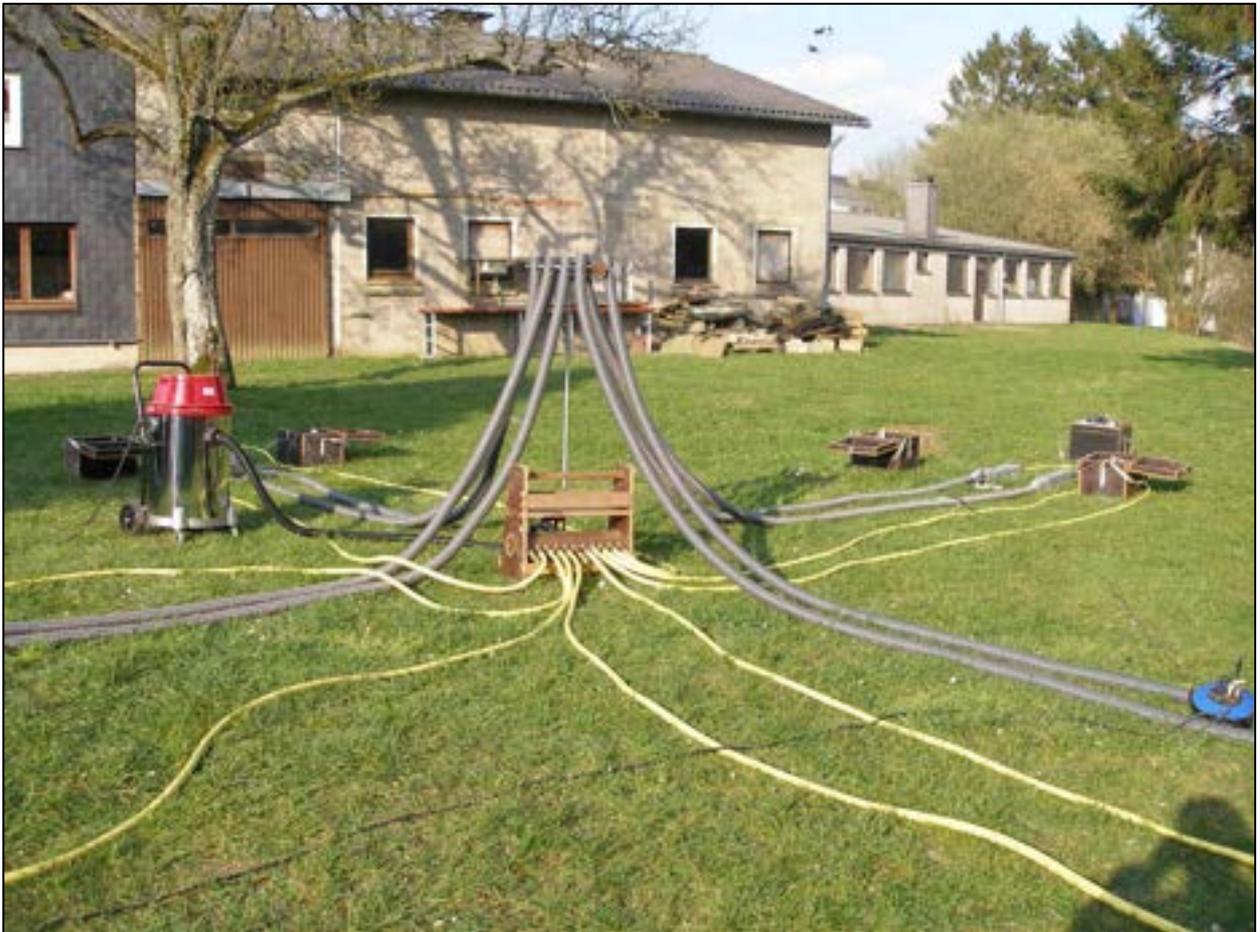
- Remise à jour du système en 2007

Avant de recommencer une nouvelle expérimentation en 2007, tout le système de mesure a été revu, renouvelé ou réadapté.

Tous les tuyaux capteurs d'air ont été remplacés. Les tuyaux reliant les différents tunnels au répartiteur ont été coupés à exactement la même longueur. Certains débitmètres ont été remplacés. Les petits tuyaux en plastique, reliant les flacons laveurs et les débitmètres aux pompes à vide, ont partiellement été remplacés...

Ces remises à jour ont été décidées afin de réduire au maximum l'influence de tout paramètre pouvant influencer ou fausser d'une façon ou d'une autre les mesures que nous prévoyions sur trois systèmes d'épandages similaires.

La vitesse des flux d'air à l'entrée des différents tunnels a été mesurée de façon répétée, à l'aide d'un anémomètre, pour permettre de redéfinir et repreciser la formule mathématique appliquée.







- Quelques améliorations supplémentaires en 2008

En 2008 le principe de l'expérimentation reste le même, mais quelques petites améliorations sont introduites pour augmenter encore la précision des tests :

Alterner systématiquement les tunnels et le matériel qui s'y réfère (pompe, débitmètre, tuyaux avec raccord au répartiteur...), pour éviter l'influence indésirable éventuellement due à ces facteurs.

Au départ de l'expérimentation 2007, il nous paraissait plus juste de maintenir les mêmes tunnels pour les mêmes objets (p.ex. : l'objet témoin, sans lisier, toujours sous les tunnels A et H), mais au fur et mesure des répétitions et des résultats se posait la question si les pertes mesurées ne sont pas aussi fonction du tunnel et de sa position sur le répartiteur par rapport au tuyau central d'aspiration (voir photos) :



Tuyau d'aspiration branché au centre arrière du répartiteur



Tuyaux, marqués d'une lettre d'identification, reliés aux différents tunnels et se trouvant en 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> position par rapport au tuyau central d'aspiration.



- \* anémomètre à moulinet mesurant le flux d'air à l'entrée du tunnel A
- \*\* petit tuyau aspirant, à l'aide d'une pompe à vide, le mélange air – ammoniac vers le flacon laveur contenant l'acide capteur de l'ammoniac.

Question : La position sur le répartiteur du tuyau entraînant le flux d'air à travers le tunnel a-t-elle une influence sur les pertes mesurées dans chacun des tunnels ?

En plus de cela, la vitesse du flux d'air à travers le tunnel est certainement fonction de la hauteur de l'herbe en dessous du tunnel en question. Partir dans le calcul mathématique (v. formule et mode de calcul à la page 115)<sup>6</sup> d'une moyenne et d'un coefficient fixe n'est pas tout à fait exacte pour chacun des objets. Mieux vaut partir de la vitesse du flux d'air individuel à chaque objet.

➔ Pour minimiser l'influence de tous ces facteurs sur nos mesures, nous avons donc décidé pour l'expérimentation 2008 :

- d'alterner systématiquement les tunnels et les objets
- de mesurer à chaque fois les vitesses du vent pour chaque tunnel individuellement.

---

<sup>6</sup> Le calcul qui sous-tend tout ce système de mesures de pertes ammoniacales par volatilisation, se trouve expliqué et illustré à partir d'un exemple concret en Annexe 2 p. 138 - 139

### **3.3 Outils : essais et mesures**

Dans ce chapitre nous allons nous consacrer aux différentes mesures réalisées au fil du temps. Nos études ont porté sur une série de thèmes tels que les techniques d'épandage, l'état du lisier et la modification de ses caractéristiques par des additifs, dont l'eau, les traitements du lisier par aération ou fermentation, etc.

Les travaux sont présentés selon les thèmes et l'ordre suivants :

- ❖ Les techniques ou systèmes d'épandage
- ❖ La dilution
- ❖ L'aération
- ❖ La méthanisation
- ❖ Les compléments (phosphore, calcium...)
- ❖ Les additifs
- ❖ L'acidification
- ❖ La comparaison de différentes matières organiques (fumier, compost, litière)

### 3.3.1 Les mesures des pertes en rapport avec les techniques ou les systèmes d'épandage

#### 3.3.1.1 En culture : Injection, incorporation et épandage classique

Une première série de mesures porte sur trois techniques d'épandage de lisier en culture (sur maïs) : lisier injecté, lisier épandu superficiellement avec incorporation immédiate et sans incorporation immédiate. C'est du lisier de porcs qui a été utilisé, à raison de 20, 25 ou 30 m<sup>3</sup>/ha, suivant les années.

- L'épandage classique est réalisé sur labour avec notre petit tonneau à pression équipé d'une palette inversée, rabattant le lisier au sol après projection (voir photo ci-dessous) ;
- L'incorporation est effectuée avec une herse rotative directement après l'épandage sur labour ;
- L'injection est réalisée après labour avec un injecteur de la firme Joskin de type « culture ».

Les premières mesures ont lieu en 1993 ; des mesures semblables, avec 3 types de matériel d'épandage et avec lisier de porcs ont été répétées en 1994 et 1995.

Une présentation synthétique (tableau et graphique) des 3 années se trouve à la suite des 3 mesures annuelles.

Ces travaux sont réalisés à Pousset en Hesbaye liégeoise.





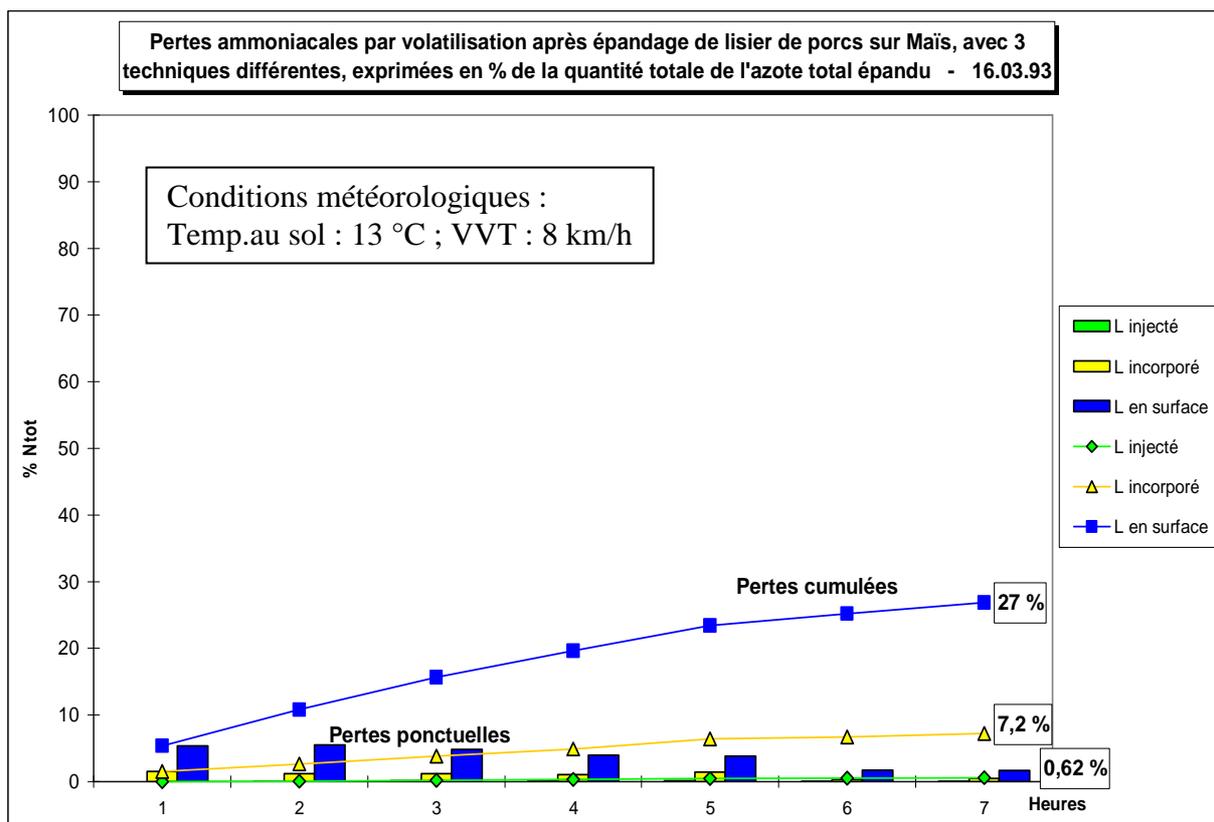
**Mesures du 16.03.93**

La quantité appliquée cette année est de 20 m<sup>3</sup>/ha.

*Tableau 1 : Résumé des mesures effectuées en 1993*

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
16.03.1993	Lisier en surface	20	6,28	5,99	3,63	119,8	72,6	32,2	26,9	44,4
	Lisier incorporé	20	6,28	5,99	3,63	119,8	72,6	8,6	7,2	11,9
	Lisier injecté	20	6,28	5,99	3,63	119,8	72,6	0,7	0,6	1,0

Graphique 1 : Lisier de porcs en culture - injecté, incorporé ou en surface – 16.03.1993



Commentaire :

L'épandage classique, sans travail du sol, entraîne des pertes d'azote ammoniacal considérables : 44 % de l'azote ammoniacal épandu et 27 % de l'azote total épandu, soit plus de 32 kg N/ha.

Les pertes sont fortement réduites par incorporation du lisier au sol : 7,2 % de l'Ntotal.

Par injection, les pertes sont insignifiantes (0,6 %) avec ce type de matériel.

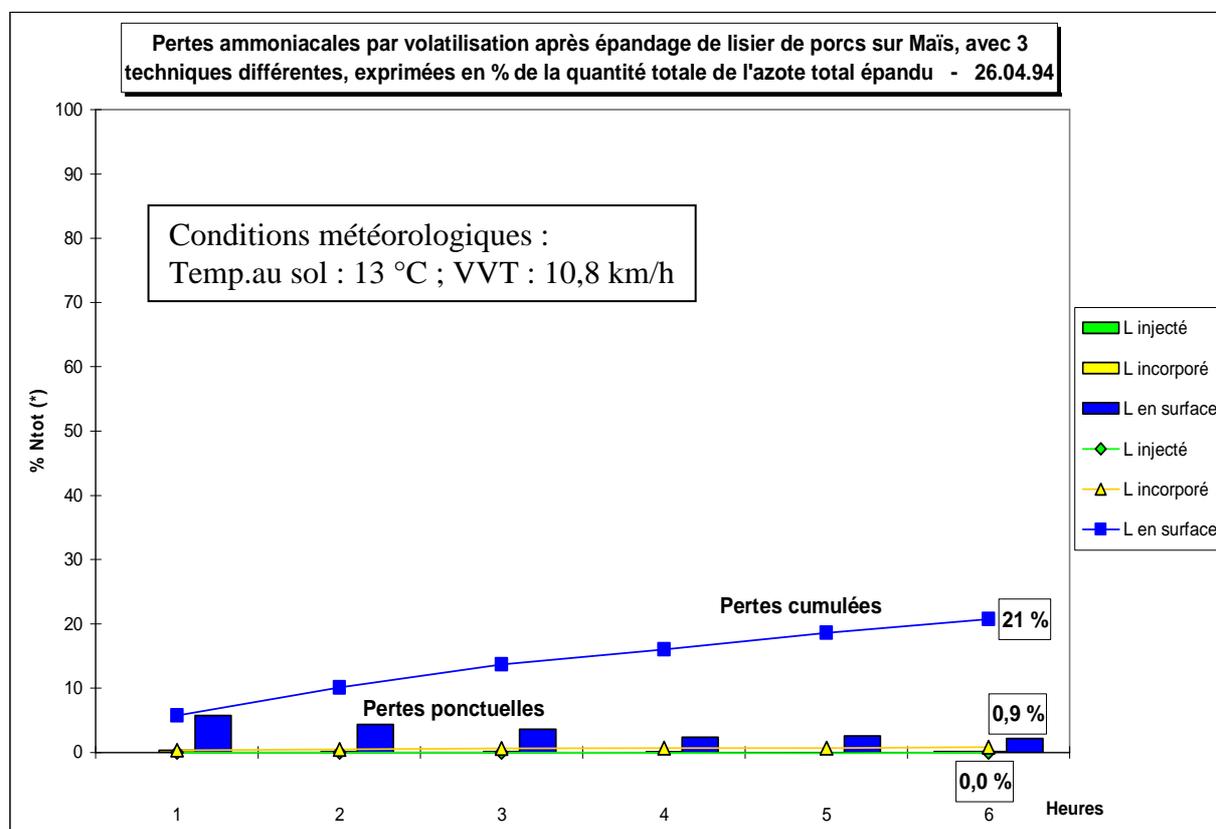
## Mesures du 26.04.94

La quantité appliquée cette année est de 30 m<sup>3</sup>/ha.

Tableau 2 : Résumé des mesures effectuées en 1994

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
26.04.1994	Lisier en surface	30	7,95	5,88	2,88	176,4	86,4	36,6	20,7	42,3
	Lisier incorporé	30	7,95	5,88	2,88	176,4	86,4	1,5	0,8	1,7
	Lisier injecté	30	7,95	5,88	2,88	176,4	86,4	0,0	0,0	0,0

Graphique 2 : Lisier de porcs en culture - injecté, incorporé ou en surface – 26.04.1994



### Commentaire :

L'observation faite en 93 se confirme pour l'épandage en surface et pour l'injection. Cette année l'incorporation réduit même les pertes en dessous de 1 % de l'azote épandu. Cela, malgré un vent plus soutenu, pour une température égale.

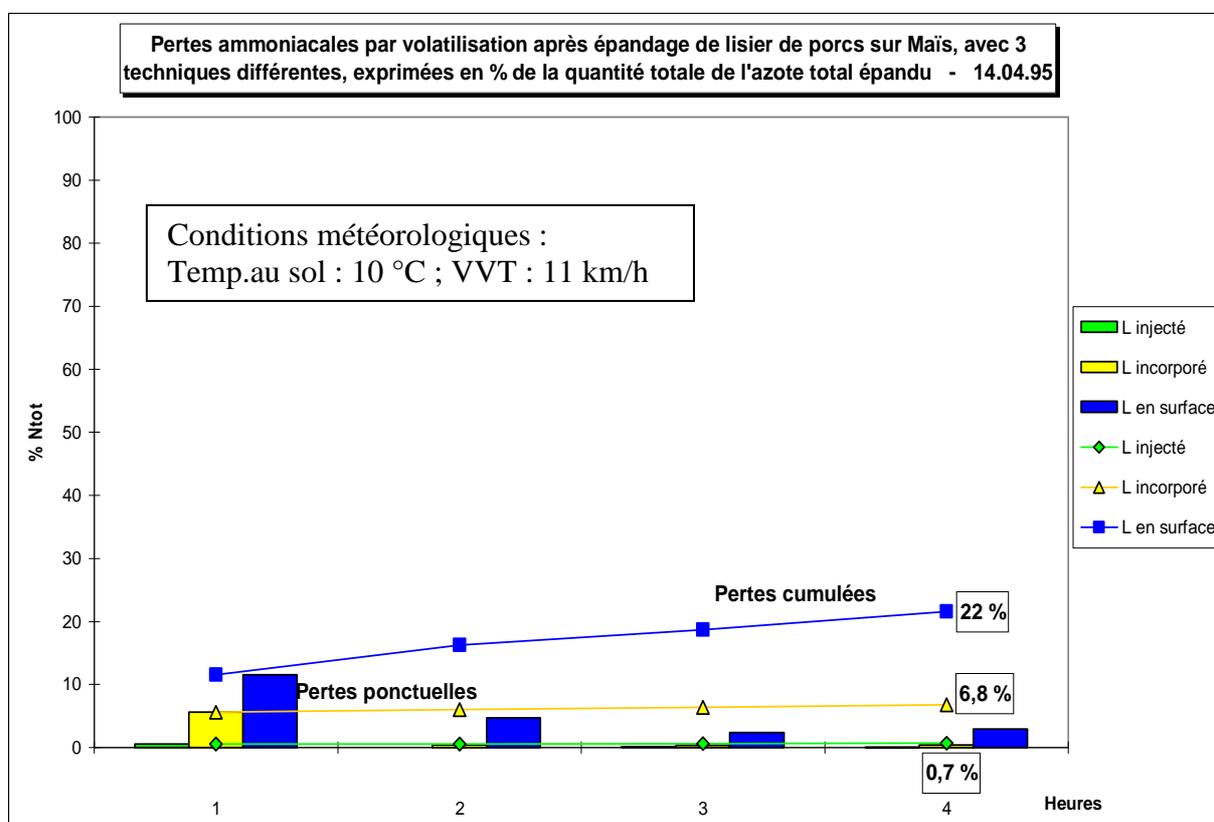
### Mesures du 14.04.95

La quantité appliquée cette année est de 25 m<sup>3</sup> pour l'épandage en surface et le lisier incorporé ; 30 m<sup>3</sup>/ha pour le lisier injecté.

Tableau 3 : Résumé des mesures effectuées en 1995

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
14.04.1995	Lisier en surface	25	8,45	6,21	3,495	155,25	87,375	33,5	21,6	38,4
	Lisier incorporé	25	8,45	6,21	3,495	155,25	87,375	10,5	6,8	12,1
	Lisier injecté	30	8,45	6,21	3,495	186,3	104,85	1,4	0,7	1,3

Graphique 3 : Lisier de porcs en culture - injecté, incorporé ou en surface - 14.04.1995



#### Commentaire :

Observation confirmée pour l'épandage en surface et pour l'injection. Plus de 38 % de l'azote ammoniacal épandu ont été perdus durant les 5 premières heures qui suivent l'épandage classique, près de 34 kg/ha.

Pour l'incorporation les pertes sont semblables à 93.

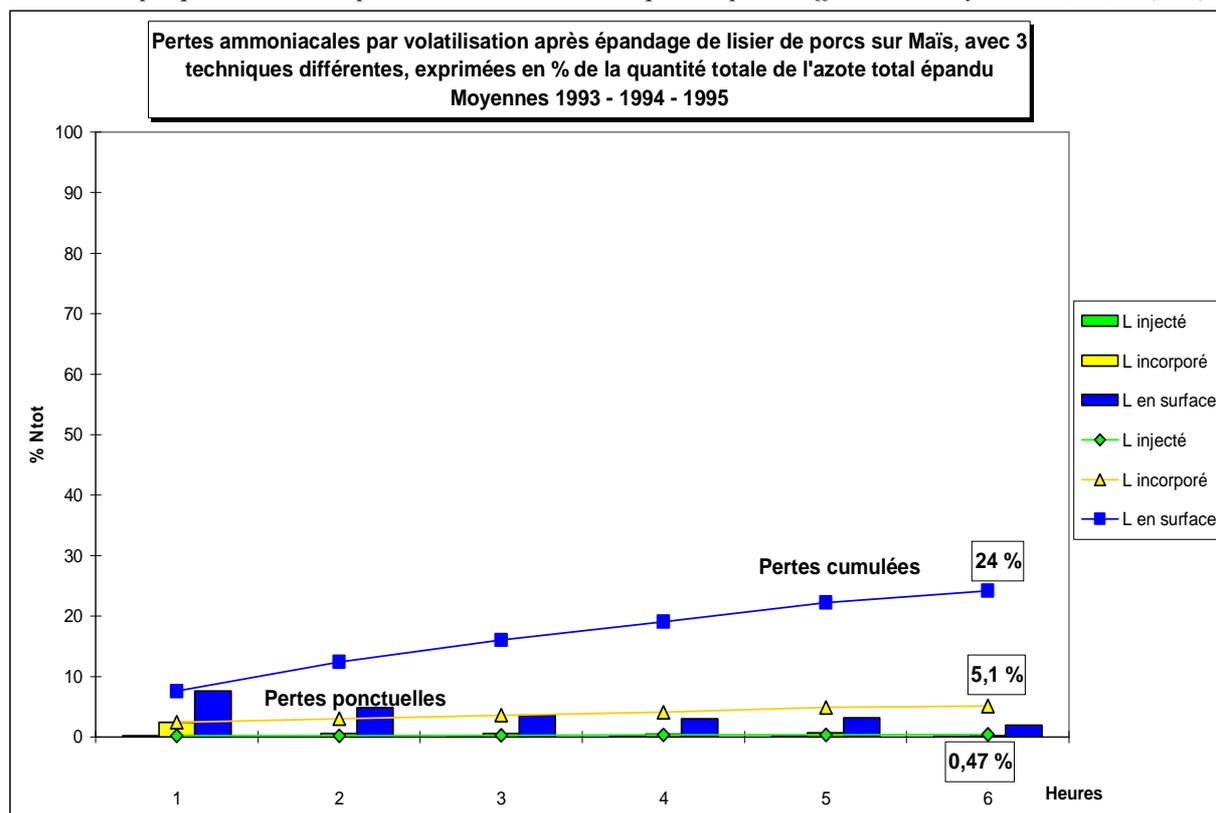
La température est plus basse, mais le vent encore un peu plus fort.

## Résumé des 3 années (93 – 94 – 95)

Tableau 4 : Tableau de synthèse

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
16.03.1993	Lisier en surface	20	6,28	5,99	3,63	119,8	72,6	32,2	26,9	44,3
	Pertes durant 7 heures Lisier incorporé	20	6,28	5,99	3,63	119,8	72,6	8,6	7,2	11,9
	Lisier injecté	20	6,28	5,99	3,63	119,8	72,6	0,7	0,6	1,0
26.04.1994	Lisier en surface	30	7,95	5,88	2,88	176,4	86,4	36,6	20,7	42,3
	Pertes durant 6 heures Lisier incorporé	30	7,95	5,88	2,88	176,4	86,4	1,5	0,8	1,7
	Lisier injecté	30	7,95	5,88	2,88	176,4	86,4	0,0	0	0,0
14.04.1995	Lisier en surface	25	8,45	6,21	3,495	155,25	87,375	33,5	21,6	38,4
	Pertes durant 4 heures Lisier incorporé	25	8,45	6,21	3,495	155,25	87,375	10,5	6,8	12,1
	Lisier injecté	30	8,45	6,21	3,495	186,3	104,85	1,4	0,7	1,3
<b>Moyennes des 3 années</b>	<b>Lisier en surface</b>	<b>25</b>	<b>7,56</b>	<b>6,03</b>	<b>3,335</b>	<b>151</b>	<b>83</b>	<b>35,9</b>	<b>24,2</b>	<b>43,9</b>
	<b>Lisier incorporé</b>	<b>25</b>	<b>7,56</b>	<b>6,03</b>	<b>3,335</b>	<b>151</b>	<b>83</b>	<b>7</b>	<b>5,1</b>	<b>8,8</b>
	<b>Lisier injecté</b>	<b>26,7</b>	<b>7,56</b>	<b>6,03</b>	<b>3,335</b>	<b>161</b>	<b>89</b>	<b>0,72</b>	<b>0,47</b>	<b>0,8</b>

Graphique 4 : Lisier de porcs en culture - 3 techniques d'épand. différentes - moyenne 93, 94, 95 (6 h.)



Commentaire :

Pour les terres de cultures, les pertes d'ammoniac peuvent être fortement réduites si le lisier est immédiatement incorporé après l'épandage. L'inconvénient est qu'il faudrait pratiquement pouvoir disposer d'un second tracteur. Il existe du matériel qui permet d'incorporer le lisier après son épandage en un passage.

L'incorporation du lisier n'augmente pas nécessairement les coûts de production, parce qu'il faut de toute façon travailler la terre (préparation du lit de germination).

Pour les prairies, les injecteurs à disques permettent d'éviter les souillures de l'herbe et de réduire les odeurs. Cependant ces tonneaux sont coûteux et lourds. Leur utilisation sera réservée aux entreprises ou groupements.

Dans certaines conditions, les injecteurs font des dégâts à la végétation.



### 3.3.1.2 En prairie : Rampe à pendillards, injecteur à disques, injecteur à patins

Lors d'une « journée lisier » à Junglinster, au Grand-duché du Luxembourg, Agra-Ost a effectué des mesures de pertes ammoniacales lors d'épandage de lisier de bovin en prairie à l'aide de 4 techniques différentes :

- en surface
- la rampe à pendillards (Joskin)
- injecteur à disques (Schuitemaker)
- injecteur à patins (Eisele)





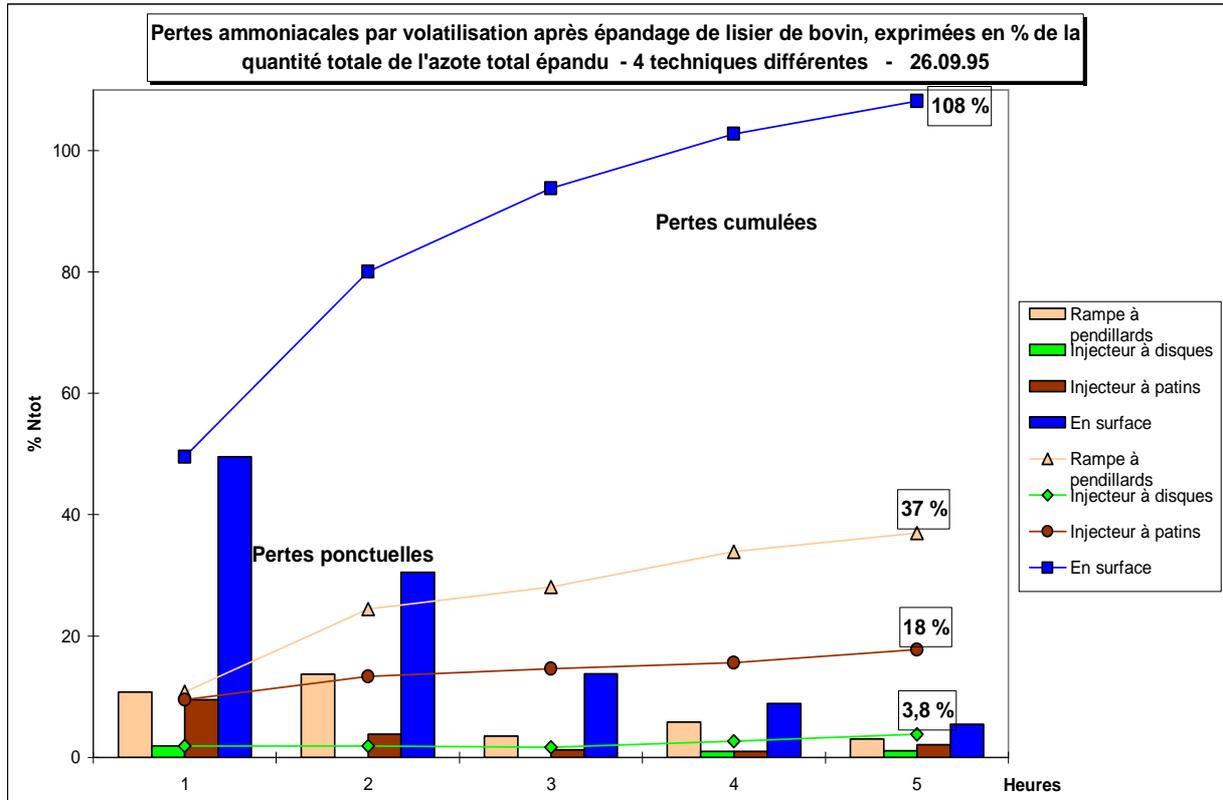
**Injecteur à patins**



**Injecteur à disques**

## Mesures du 26.09.95

Graphique 5 : Lisier de bovins en prairie - 4 techniques d'épandage différentes



### Commentaire :

On observe des pertes importantes avec le système d'épandage à pendillards (37 % après 5 heures de mesures).

Comme attendu l'injecteur à disques présente le moins de pertes et l'épandeur à patins est le meilleur compromis vu son coût nettement plus avantageux que le système à injecteur à disques. De plus le système à patins ne dégrade pas la flore de la prairie.

Cela paraît aberrant de dépasser 100 % de pertes ; ceci peut s'expliquer par le cumul des valeurs et donc des écarts-types à chaque heure de mesure. Dans ce cas-ci après 5 heures donc 5 mesures, on cumule les écarts à cinq reprises. L'écart-type peut varier à chaque mesure de plusieurs points par rapport à la moyenne.

### 3.3.1.3 En prairie : 3 systèmes à patins différents : Joskin, Zunhammer, Bomech

En 2007 démarre une nouvelle expérimentation. Cette fois, c'est dans le cadre d'un nouvel essai d'épandage de lisier en prairie d'une durée de 2 ans, que ces mesures sont effectuées.

3 systèmes d'épandage à patins sont comparés parallèlement :

- Multi Action de Joskin
- Farmland Fix de Zunhammer
- Greenstar de Bomech

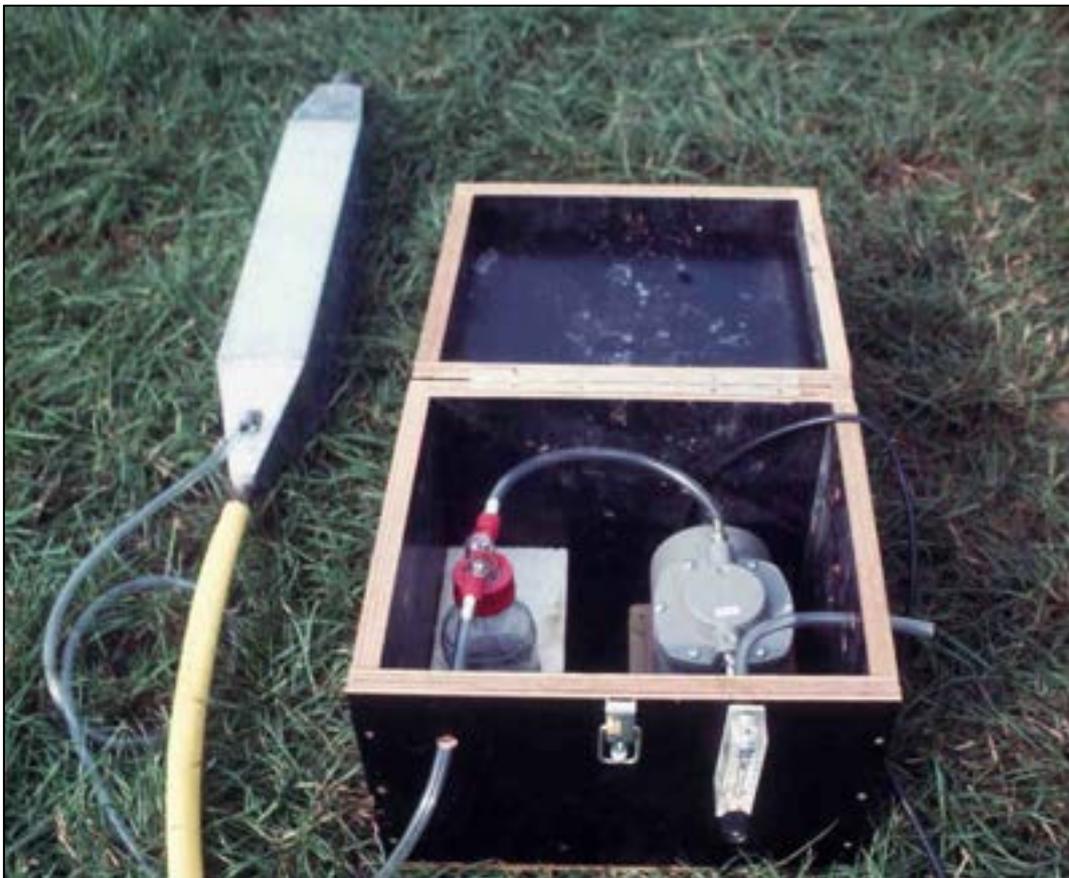
Les épandages sont réalisés par entrepreneurs

Nous installons notre système de mesure de pertes au centre d'une parcelle :



Chacun des 3 entrepreneurs épand d'un côté autour du système de mesure. Il en résulte une répartition en croix, dans laquelle le 4<sup>ème</sup> côté est celui du témoin. Pour ne pas charger inutilement d'ammoniac l'air capté au centre de l'installation, nous veillons à placer à chaque fois le témoin du côté des vents dominants.

A chaque épandage, les entrepreneurs changent de côté.

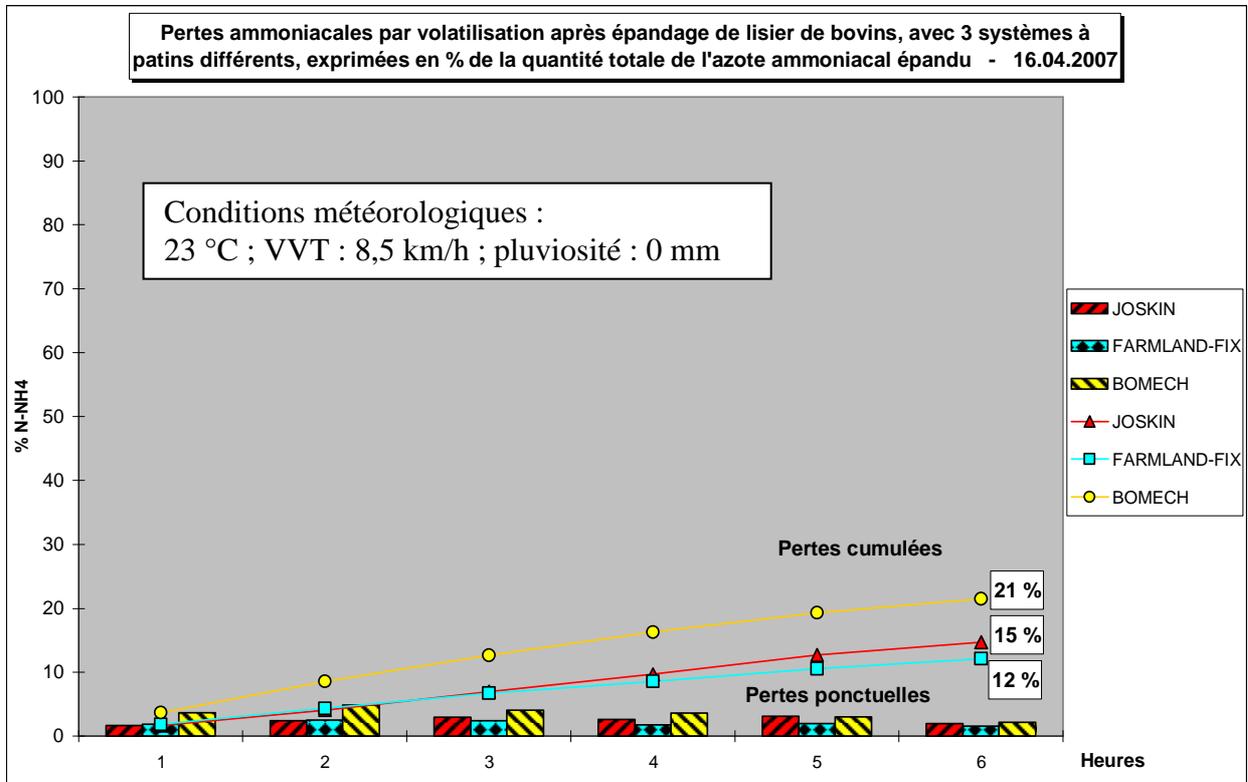




### 3.3.1.3.1. En 2007

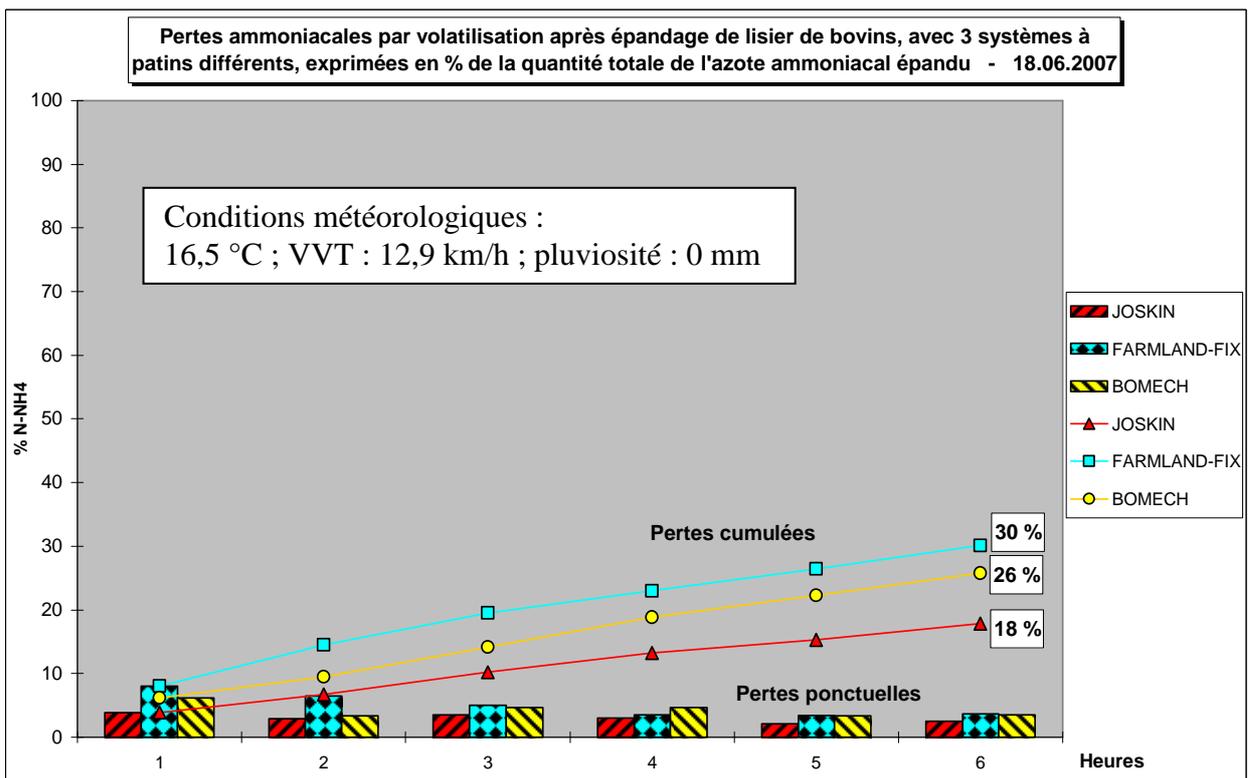
#### 1) Mesures du 16.04.07

Graphique 6. Lisier bovin en prairie - avec patins – 16.04.07



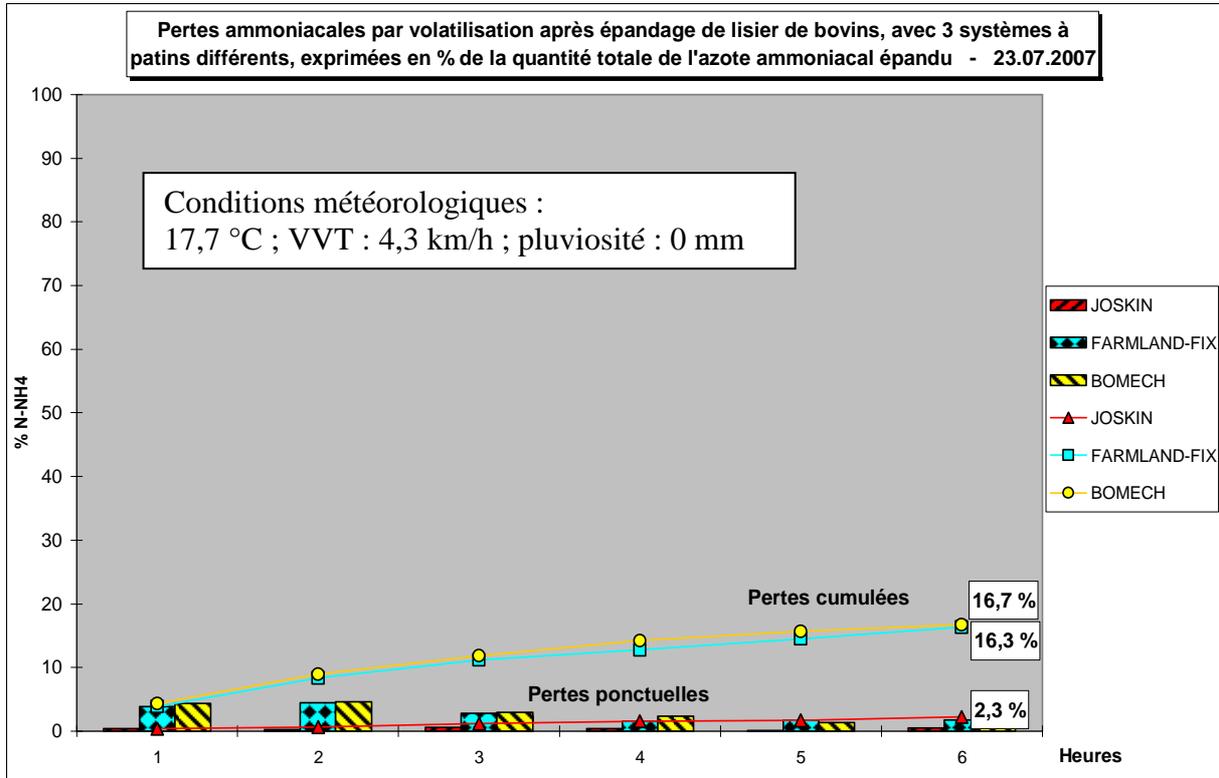
#### 2) Mesures du 18.06.07

Graphique 7. Lisier bovin en prairie - avec patins – 18.06.07



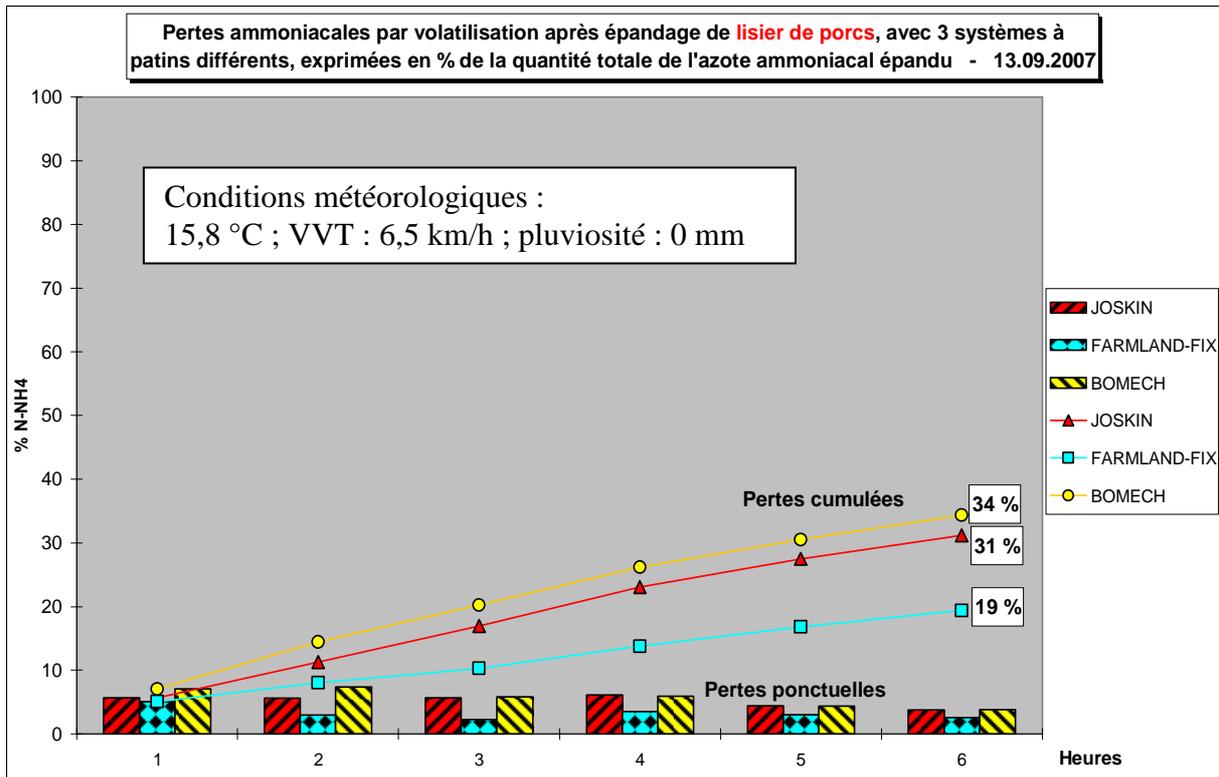
### 3) Mesures du 23.07.07

Graphique 8. Lisier bovin en prairie - avec patins – 23.07.07



### 4) Mesures du 13.09.07

Graphique 9. Lisier porcin en prairie - avec patins – 13.09.07



### 5) Moyennes des 4 mesures 2007

Tableau 5. Résumé des pertes par volatilisation des 4 mesures 2007

Résumé de l'azote volatilisé en 2007 - en %					
	16.04.2007	18.06.2007	23.07.2007	13.09.2007	MOYENNE
JOSKIN	14,70	17,85	2,26	31,20	16,5
FARMLAND-FIX	12,14	30,15	16,33	19,37	19,5
BOMECH	21,49	25,75	16,73	34,35	24,6

### 6) Résumé des caractéristiques des lisiers utilisés en 2007

Tableau 6. Caractéristiques des lisiers 2007

Lisiers utilisés en 2007				
	pH	% MS	Ntot	N-NH <sub>4</sub>
16.04.2007	6,92	5,45	3,30	1,16
18.06.2007	7,15	4,71	2,54	0,9
23.07.2007	7,84	3,45	2,4	0,99
13.09.2007				
! lisier de porcs	7,94	7,27	6,41	4,56

### 7) Délais entre épandages et coupes

Tableau 7. Délais entre les épandages et les coupes

Délais d'épandage après et avant les coupes						
Coupes	Epanrages		Délais entre épand. et coupe précédente		Délais entre épand. et coupe suivante	
	en surface	avec patins	pour ép. en surface	pour patins	pour ép. en surface	pour patins
24.05.2007	16.04.2007	16.04.2007			38 j / 7 = 5,5 sem	38 j = 5,5 sem
14.07.2007	01.06.2007	18.06.2007	8 jours	25 jours	43 j / 7 = 6,1 sem	26 j = 3,7 sem
27.08.2007	23.07.2007	23.07.2007	9 jours	9 jours	35 j / 7 = 5 sem	35 j = 5 sem
25.10.2007	03.09.2007	13.09.2007	7 jours	17 jours	52 j / 7 = 7,4 sem	42 j = 6 sem

## 8) Commentaire sur les mesures 2007

- Les épandages par patins se sont chaque fois déroulés dans des conditions climatiques difficiles : jamais de pluie, journées temporairement ensoleillées. Etant donné que les épandages sur cet essai sont réalisés par entrepreneurs, ils doivent prévoir et s'organiser plusieurs jours à l'avance. Uniquement l'épandage en surface, effectué par nos propres soins, peut « s'improviser » rapidement, peu de temps après la coupe, dès que des conditions météo favorables s'annoncent. Pour des raisons techniques (notre installation de mesure est conçue pour un nombre limité de tunnels), cette modalité d'épandage n'est pas incluse dans l'expérimentation des mesures de pertes ammoniacales. Ainsi les épandages à patins n'ont jamais profité de conditions optimales, mais peuvent d'autant mieux répondre à l'objectif premier d'un tel essai qui vise à démontrer l'opportunité d'un système d'épandage à patins.
- Les moyennes de l'année montrent un léger désavantage du système « Bomech », pour un léger avantage du système « Joskin ». En observant de près les quatre graphiques il apparaît néanmoins qu'il n'y a pas un système qui s'avère « le meilleur » et qu'il est bon de répéter ces mesures une seconde année.
- Seule conclusion possible à ce jour : Aucune perte ne dépasse les 35 % et les pertes les plus importantes se réalisent avec du lisier de porc (voir 13 septembre 07, pas de lisier de bovins disponible), dosant 6,41 Ntot pour 4,56 N-NH<sub>4</sub>. Cela explique les plus fortes pertes lors de l'épandage.

### 3.3.1.3.2. En 2008

Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 3.2.3., pour minimiser l'influence d'une série de facteurs sur nos mesures, nous avons décidé

- d'alterner systématiquement les tunnels et les objets
- de mesurer à chaque fois les vitesses du vent pour chaque tunnel individuellement.<sup>7</sup>

Nous demandons également aux 3 entrepreneurs de peser avant et après l'épandage leur tonneau à lisier et nous mesurons exactement la longueur épandue, afin de pouvoir contrôler avec plus de précision les quantités épandues. Jusqu'ici nous avons demandé d'appliquer 18 m<sup>3</sup>/ha et, vu qu'aucun des trois ne dispose d'ordinateur de bord, nous nous sommes fiés à l'expérience des entrepreneurs et à la connaissance de leur matériel d'épandage. Cela reste malgré tout assez approximatif, alors que la quantité réellement appliquée joue un rôle aussi dans la détermination des pertes ammoniacales.

Concrètement une telle pesée représente un investissement de temps supplémentaire assez considérable pour l'entrepreneur, puisqu'il s'agit d'un double aller et retour de 5 km (vers le village voisin où se trouve une installation de pesée), soit 2 x (2 x 5 km) = bonnement 20 km avec tracteur + tonneau. A cela se rajoute la vidange finale du tonneau sur le restant de la parcelle ; chose qui en temps normal s'effectue rapidement comme suite à l'épandage sur l'essai.

Deux des trois entrepreneurs se sont astreints à notre demande et ont effectué une pesée avant et après l'épandage autour du système de mesure de pertes. Le 3<sup>ème</sup> étant pressé par le temps

---

<sup>7</sup> Voir en Annexe 3 page 140 les tableaux et graphiques qui reprennent en détail les pertes mesurées / tunnel / système ainsi que les flux d'air / tunnel / système.

et les demandes d'interventions de clients impatientes, a refusé de répondre à cette attente et se dit sûr de ses quantités appliquées.



## Systeme BOMECH

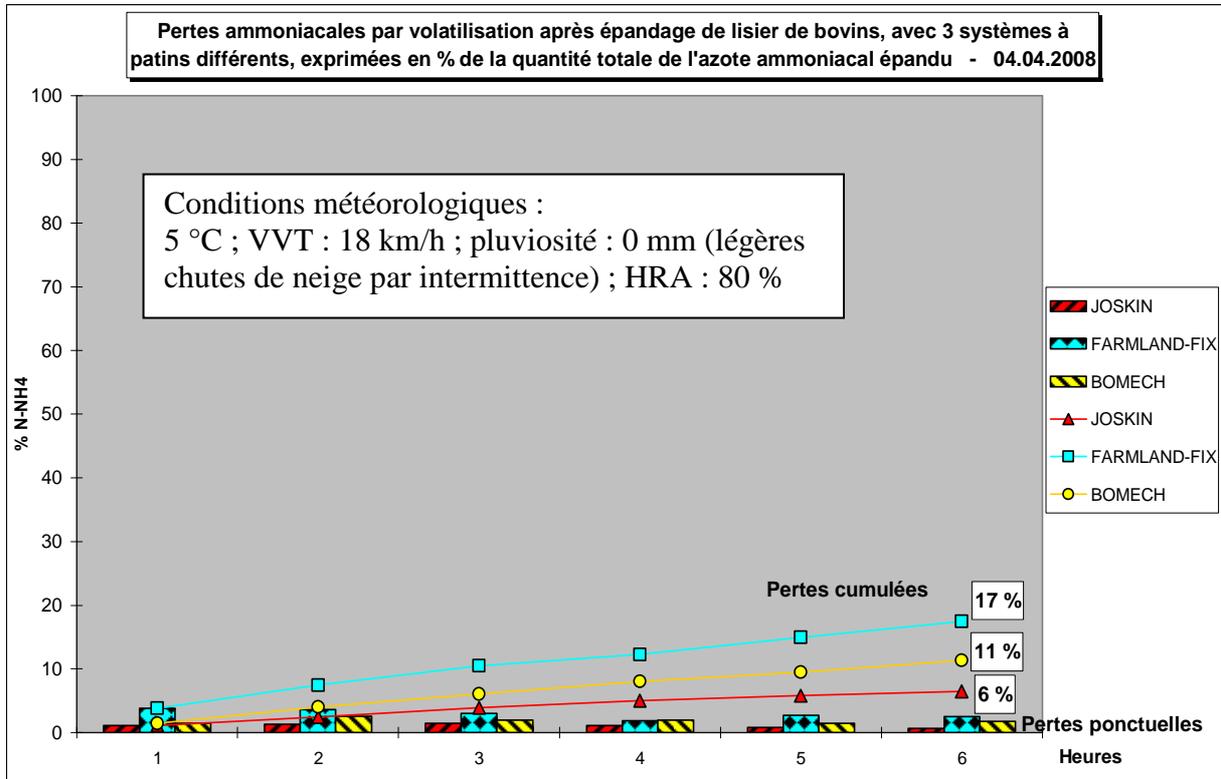


## MULTIBUSE d'Agra-Ost



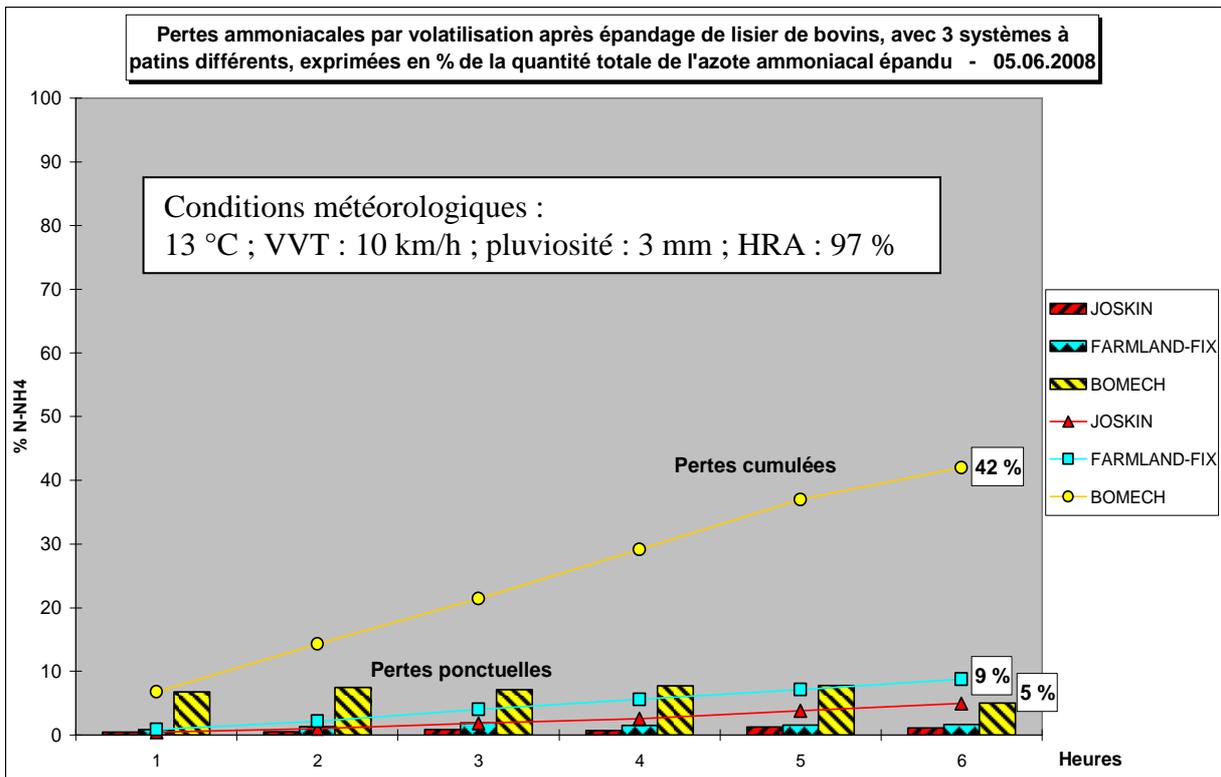
1) Mesures du 04.04.08

Graphique 10. Lisier bovin en prairie - avec patins – 04.04.08



2) Mesures du 05.06.08

Graphique 11. Lisier bovin en prairie - avec patins – 05.06.08



### 3) Moyennes des 2 mesures 2008

Tableau 8. Résumé des pertes par volatilisation des 2 mesures 2008

Résumé de l'azote volatilisé en 2008 - en %			
	04.04.2008	05.06.2008	MOYENNE
<b>JOSKIN</b>	6,431	4,958	<b>5,7</b>
<b>FARMLAND-FIX</b>	17,482	8,782	<b>13,1</b>
<b>BOMECH</b>	11,334	41,963	<b>26,6</b>

### 4) Résumé des caractéristiques des lisiers utilisés en 2008

Tableau 9. Caractéristiques des lisiers 2008

Lisiers utilisés en 2008				
	pH	% MS	Ntot	N-NH <sub>4</sub>
<b>04.04.2008</b>	7,4	6,03	3,23	1,39
<b>05.06.2008</b>	6,97	4,71	2,93	1,16

### 5) Délais entre épandages et coupes

Tableau 10. Délais entre les épandages et les coupes

Délais d'épandage après et avant les coupes						
Coupes	Epandages		Délais entre épand. et coupe précédente		Délais entre épand. et coupe suivante	
	en surface	avec patins	pour ép. en surface	pour patins	pour ép. en surface	pour patins
21.05.2008	17.03.2008	04.04.2008			65 j / 7 = 9,3 sem	65 j = 9,3 sem
26.06.2008	30.05.2008	05.06.2008	9 jours	15 jours	27 j / 7 = 3,9 sem	21 j = 3 sem
13.08.2008	03.07.2008	03.07.2008	7 jours	7 jours	41 j / 7 = 5,9 sem	41 j = 5,9 sem
10.10.2008						

## 6) Commentaire sur les mesures 2008

- Tout comme en 2007 les moyennes de l'année montrent un désavantage du système « Bomech », pour un avantage du système « Joskin ». La différence pour Bomech n'a néanmoins pas l'air régulière, puisque c'est la deuxième mesure qui fait flamber la moyenne vers le haut (42 % de pertes lors de cette mesure, soit  $\pm 5$  fois plus que Farmland-Fix et 8 fois plus que Joskin, pour 11, 33 % lors de la première mesure, ce qui se situe exactement entre les 2 autres systèmes).

Une explication pour les pertes du système Bomech n'existe apparemment pas. Aucun incident au niveau du matériel n'est à signaler et le lisier utilisé est en principe le même pour tous, puisque sortant de la même fosse le jour même.

En ce qui concerne le système Joskin, apparemment le plus avantageux jusqu'ici, il reste à signaler, que c'est l'entrepreneur qui se sert de ce matériel-là, qui ne s'est pas soumis à une pesée et par là, à un contrôle plus précis des quantités épandues.

- En annexes se trouvent les tableaux et graphiques qui reprennent en détail les pertes mesurées / tunnel / système ainsi que les flux d'air / tunnel / système : Annexe 3 page 140.

### 3.3.2 Les mesures des pertes avec lisiers dilués

Dès les premières mesures de pertes en 1990, nous retrouvons des tests avec du lisier dilué à l'eau. Certains de ces tests comparent du lisier brut avec du lisier dilué. D'autres incluent dans leurs comparaisons, en plus de ces 2 variantes, des lisiers traités p.ex. avec des additifs ou du lisier aéré. Les épandages de ces lisiers se font tous en surface, avec le tonneau à lisier d'Agra-Ost, qui est muni d'une rampe à multibuses (photo p. 39).

Le pourcentage de dilution n'est pas systématiquement mentionné pour chaque essai, mais les teneurs en MS donnent un aperçu exacte des matières comparées..

**Remarque :** Certaines des mesures de ce chapitre sont également reprises dans d'autres chapitres, puisqu'elles concernent aussi l'aération, les additifs, les compléments etc....Les explications et les commentaires concernant ces traitements précis se retrouvent alors dans le chapitre concerné.

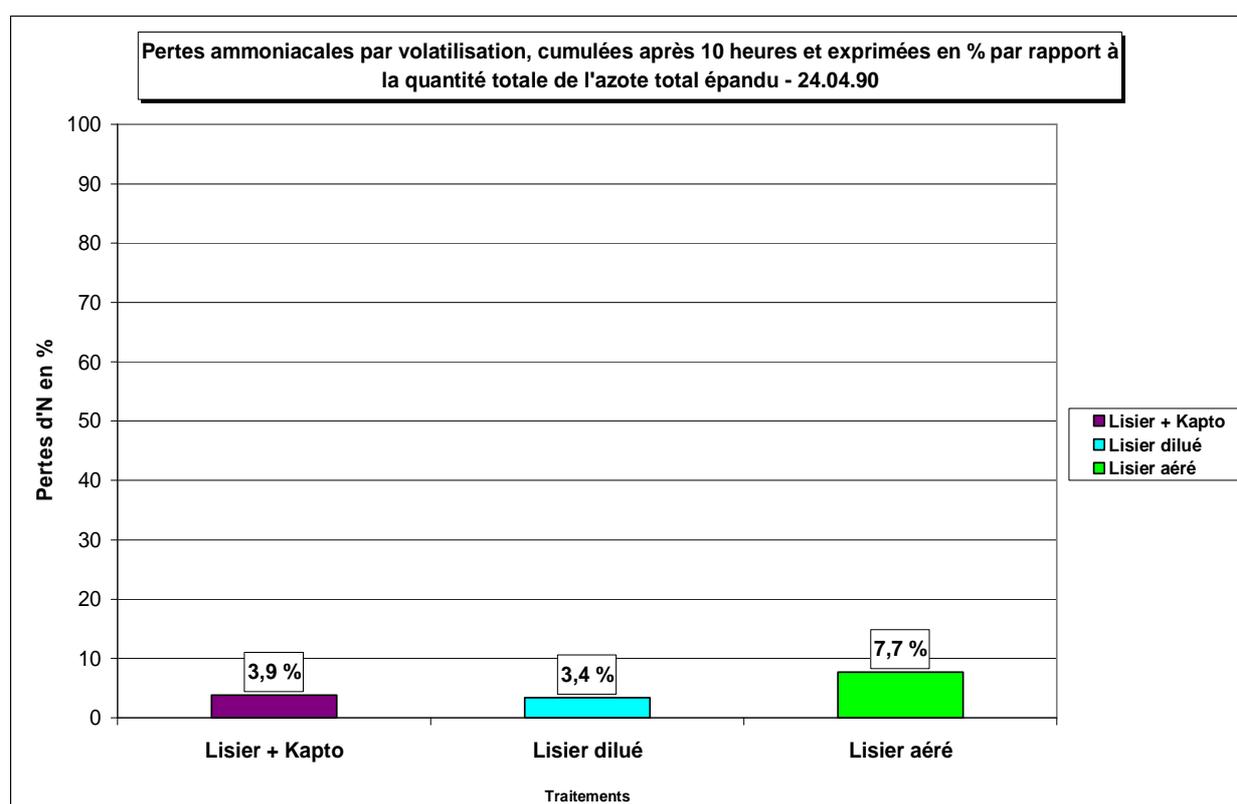
#### 3.3.2.1 Comparaison entre du lisier dilué, du lisier aéré et du lisier traité avec l'additif Kapto en 1990 – Mesures du 24.04.90

Tableau 11 : Résumé des mesures effectuées en 1990

Traitements	Analyses du lisier			Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes par volatilisation exprimées en % par rapport à	
	MS	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>				Nt	N-NH <sub>4</sub>
Lisier brut	7,08	4,18	1,51	62,7	22,65	-	-	-
Lisier + Kapto	8,57	4,14	0,92	62,1	13,8	2,4	3,86	17,39
Lisier dilué	3,16	2,94	0,75	88,2	22,5	3	3,4	13,3
Lisier aéré	5,97	4,34	0,83	65,1	12,45	5	7,68	40,16

#### Mesures du 24.04.90

Graphique 12 : Lisier dilué, aéré et traité au Kapto – 24.04.90



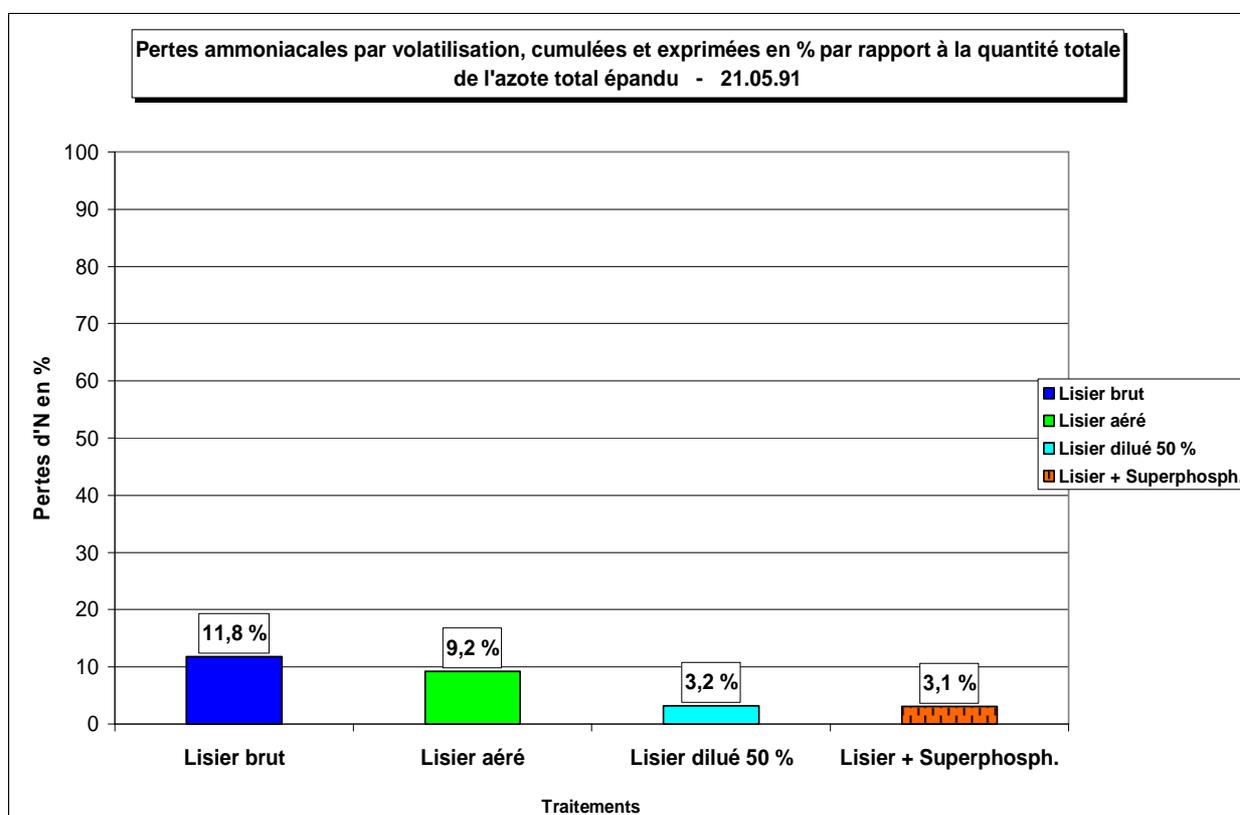
### 3.3.2.2 Comparaison entre du lisier brut, dilué à 50 %, aéré et traité au Superphosphate en 1991 – Mesures du 21.05.91

Tableau 12 : Résumé des mesures effectuées en 1991

Date	Epannage m <sup>3</sup> /ha	Produits	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	% de pertes par rapport à	
								Nt	N-NH <sub>4</sub>
21.05.91	25,6 7,9% MS	Lisier brut	4,48	2,43	114,688	62,21	13,5	11,77	21,70
	25,6	aéré	4,52	2,21	115,712	56,58	10,7	9,25	18,91
	51,2	dilué 50%	2,57	1,26	131,584	64,51	4,21	3,2	6,53
	25,6	Superphosph.	4,5	2,32	115,2	59,39	3,54	3,07	5,96

#### Mesures du 21.05.91

Graphique 13 : Lisier dilué, aéré et addition de Superphosphate – 21.05.91



#### Commentaire :

- La dilution dans le rapport 1/1 du lisier et de l'eau diminue fortement les pertes.

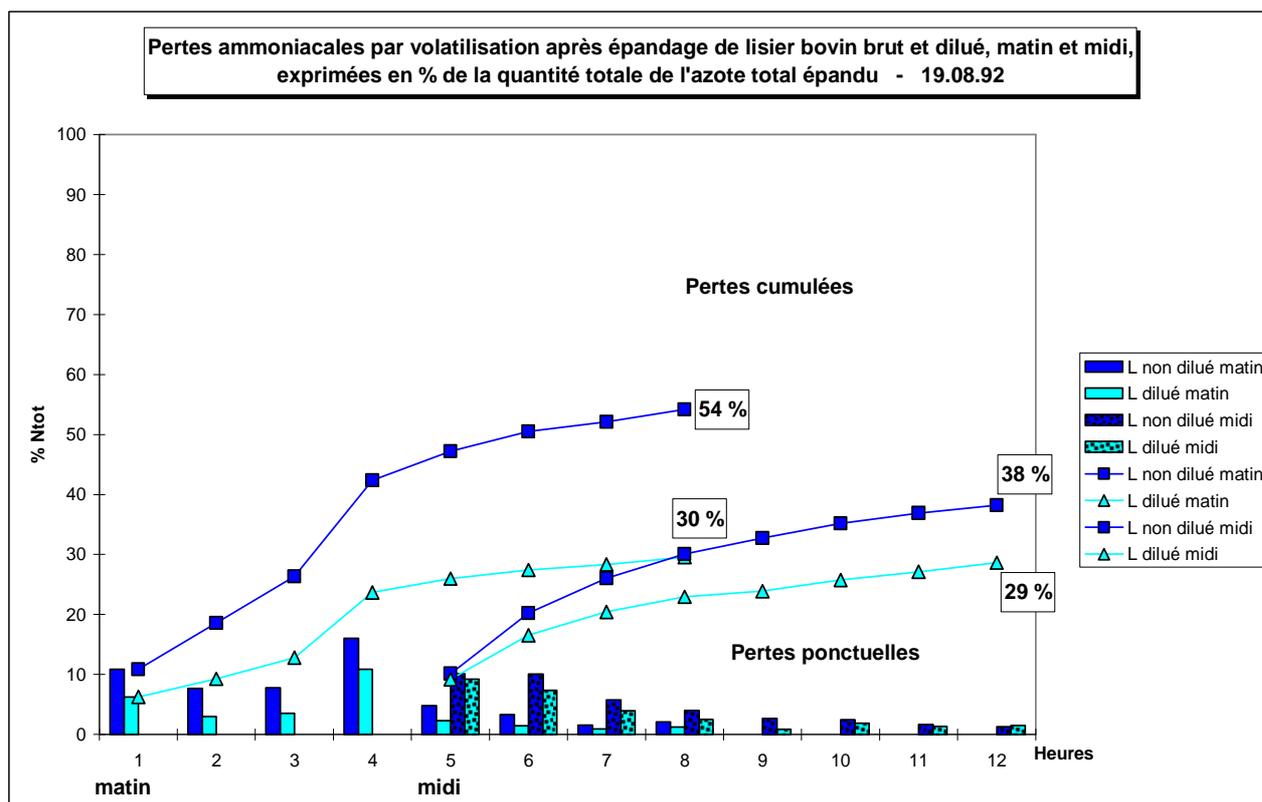
### 3.3.2.3 Comparaison entre du lisier brut et du lisier dilué épandu au matin ou à midi en 1992 – Mesures du 19.08.92

Tableau 13 : Résumé des mesures effectuées en 1992

Date	Epannage m <sup>3</sup> /ha	Objets	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>3</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
								Nt	N-NH <sub>4</sub>
19.08.1992	44 1,98% MS	dilué (matin)	3,16	1,08	139	47,52	41,1	29,6	86,5
	22 6,14% MS	non dilué (matin)	4,63	2,19	101,9	48,18	55,2	54,2	115
	44	dilué (midi)			139	47,52	39,8	28,6	83,8
	22	non dilué (midi)			101,9	48,18	38,9	38,2	80,7

#### Mesures du 19.08.92

Graphique 14 : Lisier dilué et épandu à différents moments de la journée (matin et midi) – 19.08.92



#### Commentaire :

- Pour les traitements « dilués » et « non dilués » on a pu constater que les pertes par volatilisation étaient les plus grandes pendant l'heure de midi.
- L'évaporation du lisier dilué est moins importante que celle du lisier non dilué.
- Pour le lisier dilué 30 % de l'azote total se sont volatilisés et, pour le lisier non dilué, 54 % pendant les 8 premières heures.

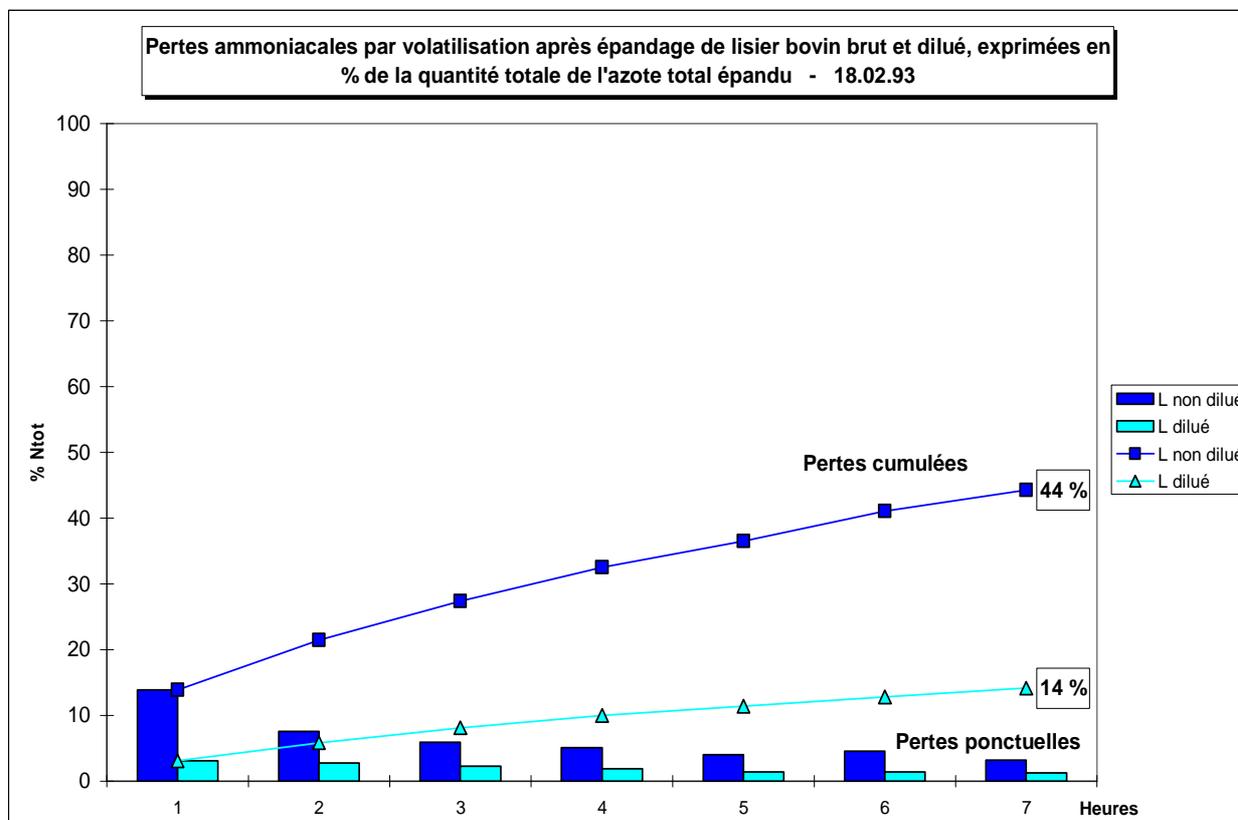
### 3.3.2.4 Comparaison entre du lisier brut, du lisier dilué et du lisier acidifié en 1993 – Mesures du 18.02.93, 25.06.93, 13.08.93

Tableau 14 : Résumé des mesures effectuées en 1993

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
18.02.1993	Lisier non traité	10	4,32	4,75	2,23	47,5	22,3	21,1	44,3	94,4
	Lisier dilué	20	2,63	3,56	1,21	71,2	24,2	10,1	14,1	41,6
25.06.1993	Lisier non traité	20	2,82	3,02	1,93	60,4	38,6	21,3	35,2	55,1
	Lisier dilué	40	1,65	1,83	1	73,2	40	16,8	22,9	42
	Lisier + HNO <sub>3</sub>	20	4,3	2,91	2,11	58,2	42,2	2,5	4,2	5,9
13.08.1993	Lisier non traité	20	6,93	4,4	2,05	88	41	53,3	60,6	130,1
	Lisier dilué	40	3,8	3,03	1,13	121,2	45,2	11,2	9,2	24,7
	Lisier + HNO <sub>3</sub>	20	7,28	4,86	2,42	97,2	48,4	34,9	35,9	72,1

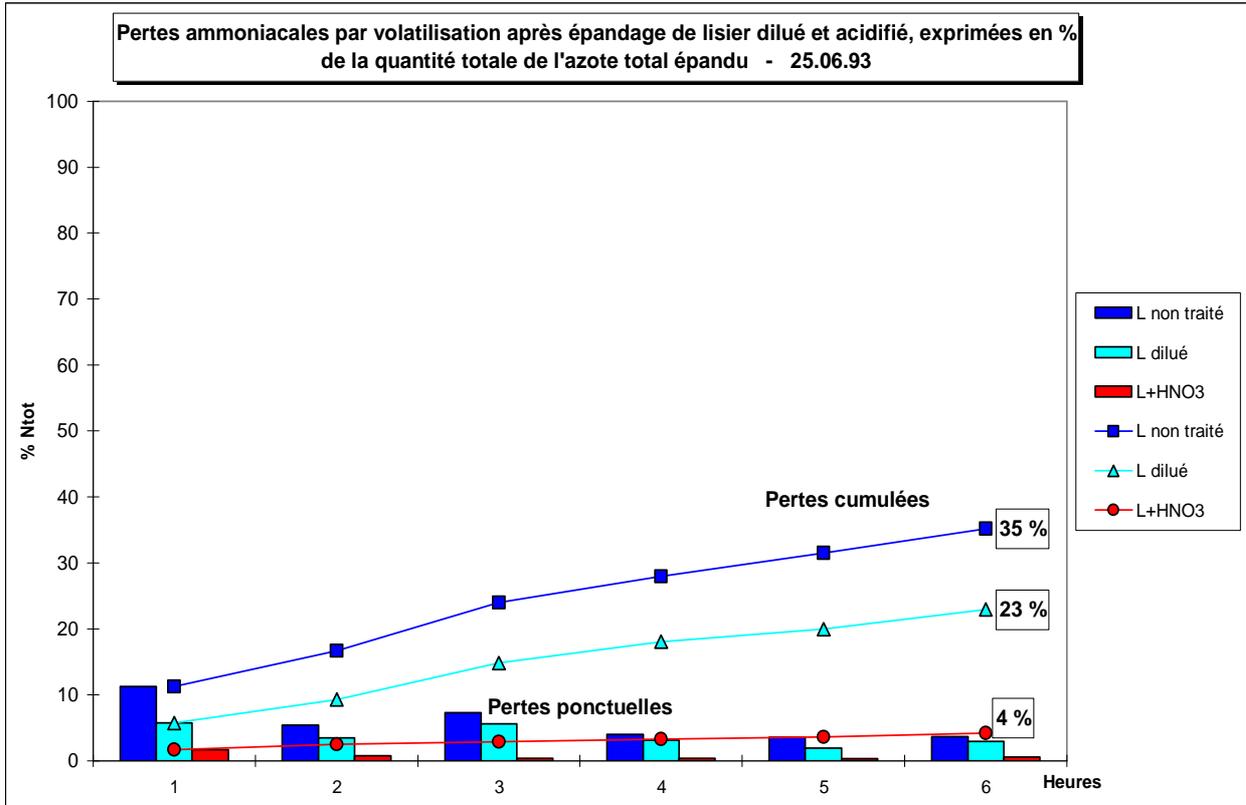
#### 1) Mesures du 18.02.93

Graphique 15 : Lisier dilué et non dilué – 18.02.1993



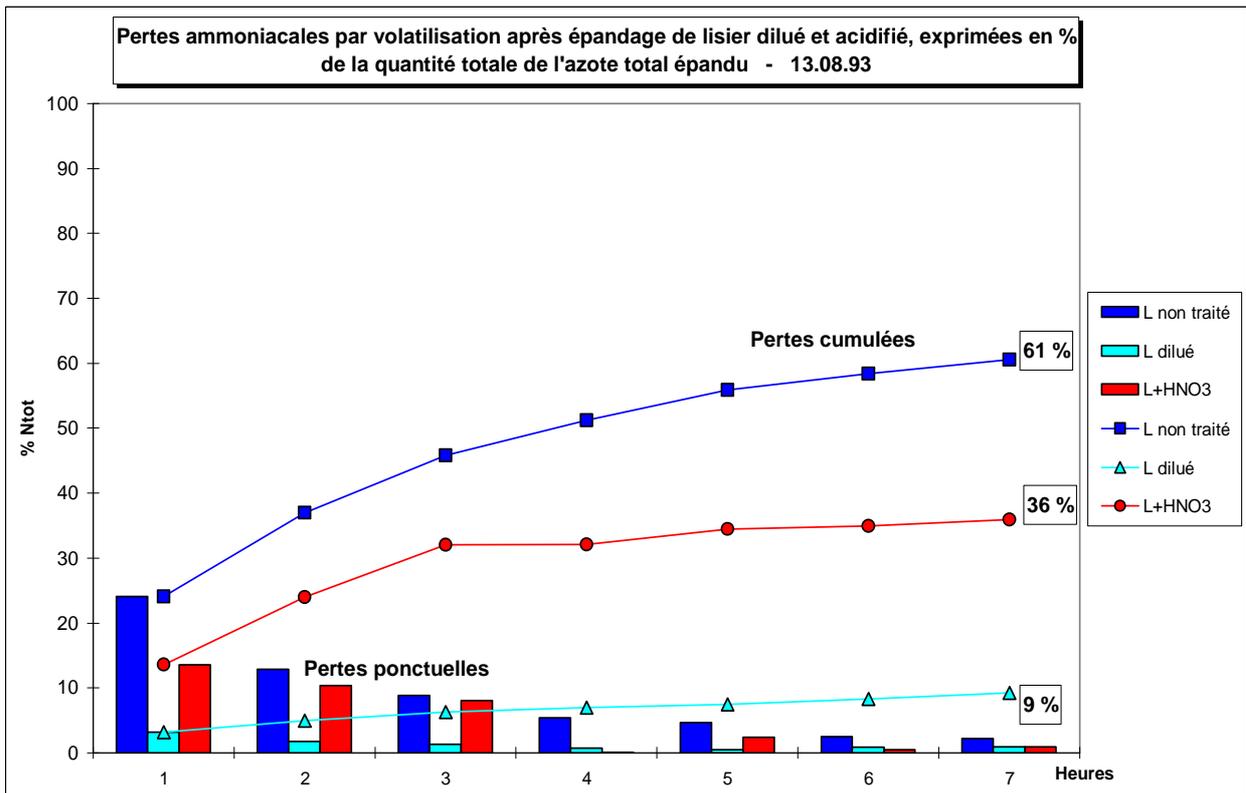
## 2) Mesures du 25.06.93

Graphique 16 : Lisier brut, dilué et acidifié – 25.06.1993



## 3) Mesures du 13.08.93

Graphique 17 : Lisier brut, dilué et acidifié – 13.08.1993



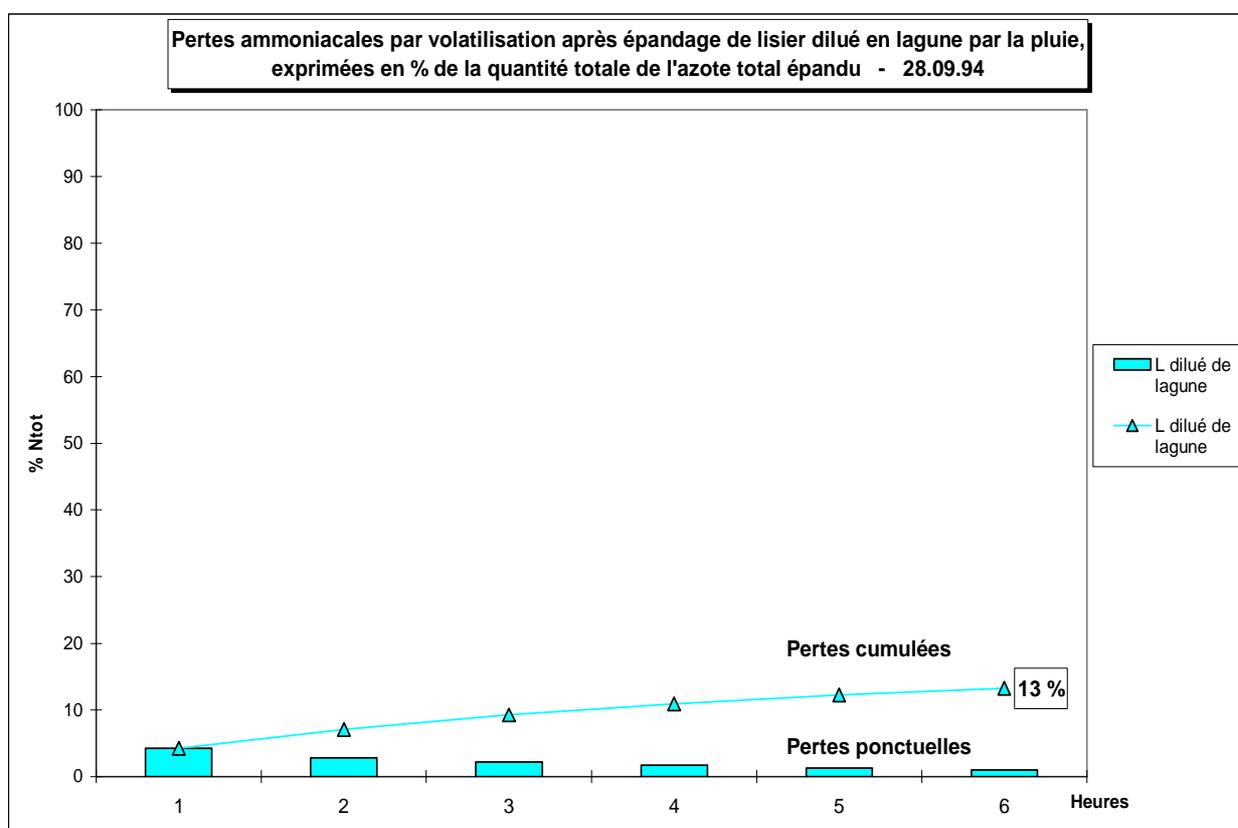
### 3.3.2.5 Lisier de lagune, dilué par la pluie en 1994 – Mesures du 28.09.94

Tableau 15 : Résumé des mesures effectuées en 1994

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épannu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épannu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
28.09.1994	Lisier dilué de lagune	18	2,4	1,72	0,56	31,0	10,1	4,1	13,2	40,6

#### Mesures du 28.09.94

Graphique 18 : Lisier dilué de lagune – 28.09.1994

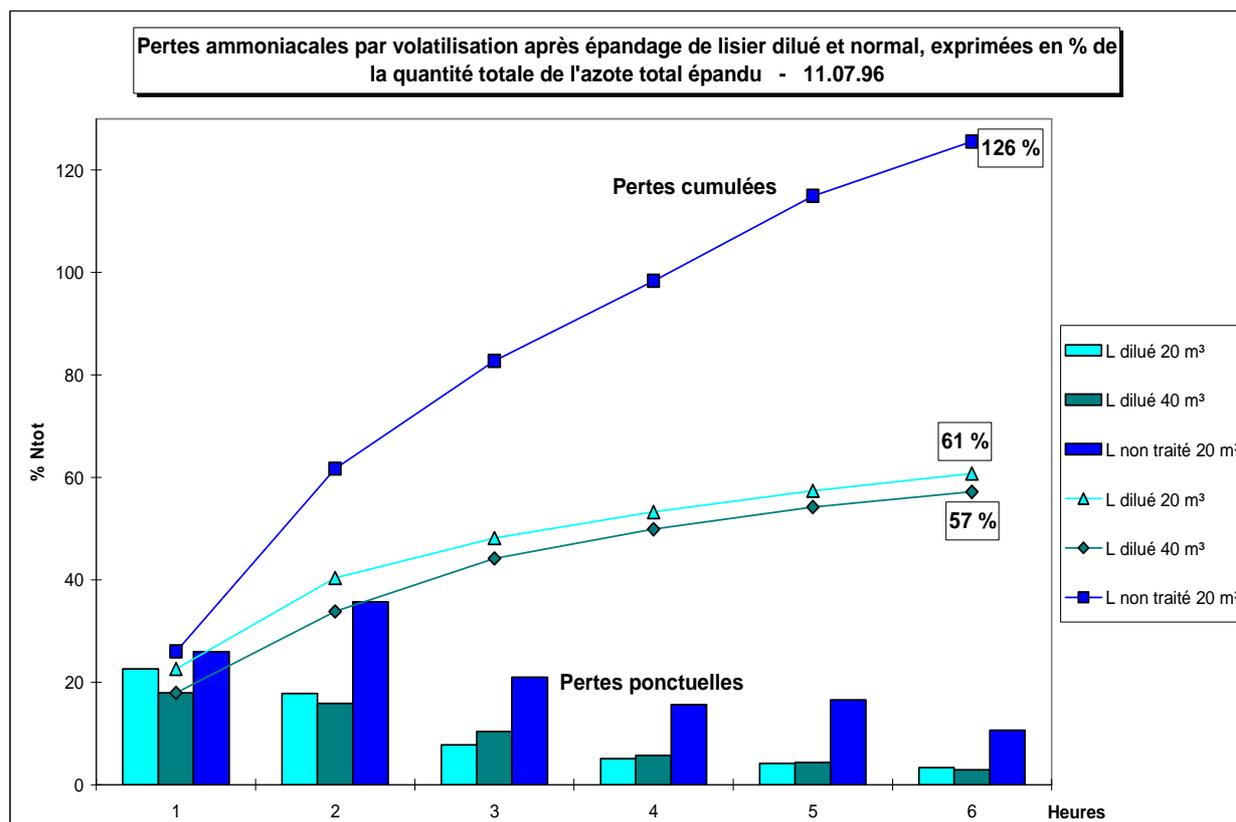


### 3.3.2.6 Comparaison entre du lisier brut et du lisier dilué, épandu à dose simple et double en 1996 – Mesures du 11.07.96

Le protocole prévoit de comparer du lisier normal, non dilué et épandu à 20 m<sup>3</sup>/ha, avec un lisier dilué à 50 % et épandu, une fois à la dose de 20 m<sup>3</sup>/ha et une autre fois à 40 m<sup>3</sup>/ha.

#### Mesures du 11.07.96

Graphique 19 : Lisier dilué et non traité – 11.07.96



#### Commentaire :

Le graphique montre que la dilution a un effet favorable sur la réduction des pertes. On remarque également que l'application d'une dose double de lisier dilué n'entraîne pas de pertes proportionnellement plus élevées, mais bien du point de vue quantitatif. Bref, on peut conclure que la seule bonne valorisation du lisier en pratique est d'épandre, après homogénéisation par mixage, un lisier suffisamment fluide c.à.d. ne dépassant pas 6 % de MS.

La donnée de 126 % de pertes est aberrante. Un seul tunnel de mesure a servi de référence pour calculer cette variante. Les données de l'autre tunnel étaient anormalement basses et n'ont pas été utilisées. Ceci explique le dépassement des 100 % de pertes.

### 3.3.3 Les mesures des pertes avec lisiers traités par aération

#### 3.3.3.1 Introduction

L'aération du lisier est un procédé qui consiste à injecter de l'oxygène dans le lisier. Lors de l'aération du lisier de bovin on observe en principe une augmentation de la température, une dégradation de la matière organique, une augmentation du pH, qui se stabilise vers un pH de 8, et une perte de la teneur en N total.

Le lisier aéré présente une série d'avantages dus principalement au fait que la matière organique ne rentre pas en phase anaérobie. En plus de l'effet favorable sur le climat de l'étable et le moindre développement des insectes, retenons les avantages suivants :

- Moins de pertes azotées lors de l'épandage (une partie est perdue lors de l'aération) ;
- Meilleure appétence de l'herbe en cas de pâturage ;
- Diminution des émissions de mauvaises odeurs ;
- Moins de dégâts occasionnés à la flore en place ;
- Hygiénisation : diminution du nombre de germes pathogènes contenus dans le lisier (bactéries, champignons, œufs de vers, parasites...etc.)
- Diminution du pouvoir germinatif des graines adventices qui conservent normalement leur viabilité dans les déjections animales ;
- Moins de dépendance lors de l'épandage vis-à-vis du voisinage (ce lisier ne dégage pratiquement plus de mauvaises odeurs) et des conditions climatiques (ce lisier souille moins les cultures et réduit les risques de « brûlures » du couvert végétal) ;
- Homogénéisation des lisiers et donc suppression de la sédimentation ou de la couche flottante.

Chez Agra-Ost, les essais d'aération de lisier ont déjà débuté en 1990 dans le cadre des travaux de l'I.R.S.I.A. Les mesures de pertes ammoniacales démarrent en 1991. C'est chez un agriculteur à Schoppen que le lisier aéré nécessaire pour cette expérimentation est préparé, dans des citernes en béton, rondes et étanches, d'une capacité de 18 m<sup>3</sup>. Le but de l'expérimentation est d'étudier l'intérêt de l'aération du lisier de bovin ainsi que l'efficacité de l'N qu'il contient.

Le système d'aération nous est mis à la disposition par la firme allemande RECK.

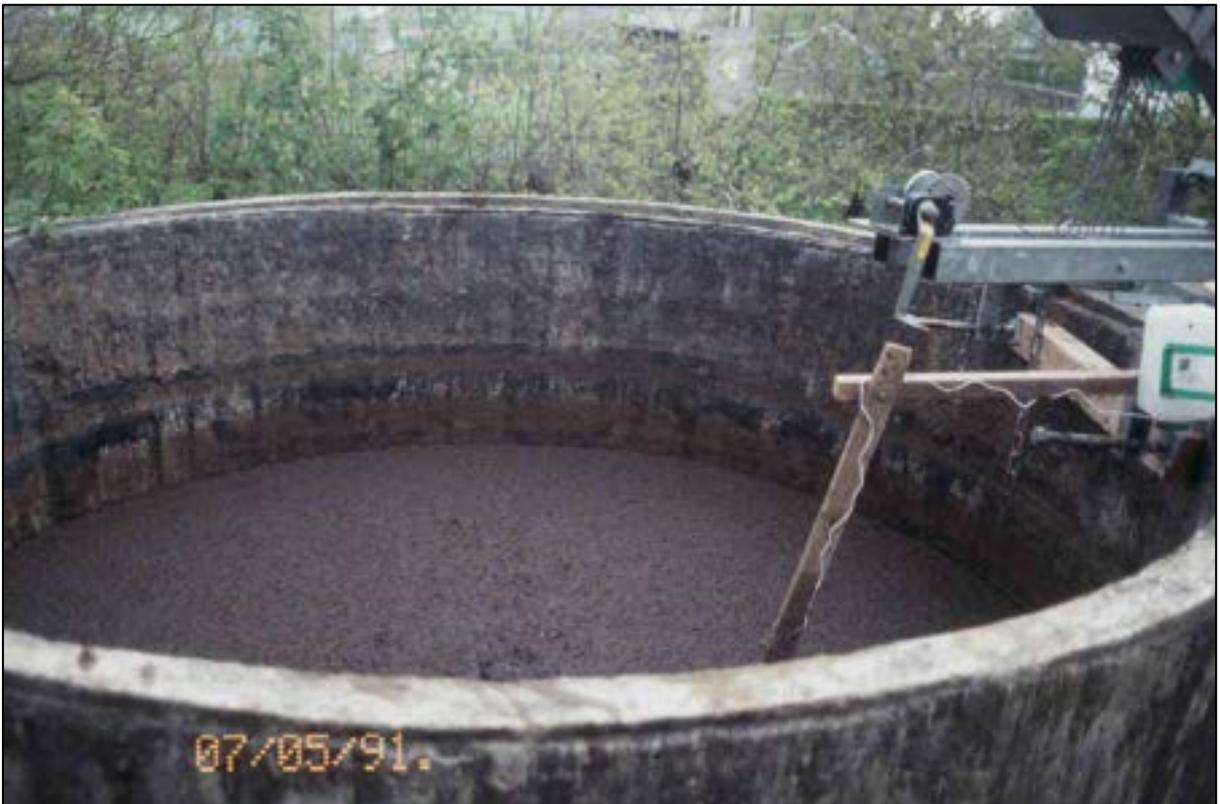
Lors de l'aération une augmentation de la température jusqu'à 25 °C est observée. Alors est mis au point un système permettant d'aérer au minimum le lisier, de façon à réduire les coûts, tout en gardant les avantages de l'aération. L'élévation de la température favorise les pertes d'azote ammoniacal.

Ainsi le lisier est mélangé alternativement, grâce à un programmeur horaire, qui déclenche l'aérateur pour une durée de 10 minutes.

- Les 10 premiers jours, toutes les 3 heures,
- Du 11<sup>ème</sup> au 20<sup>ème</sup> jour, toutes les 4 heures,
- Du 21<sup>ème</sup> au 25<sup>ème</sup> jour, toutes les 6 heures,
- Après 25 jours le lisier est considéré suffisamment transformé.

Le système d'aération « RECK » permet, grâce à la formation d'une couche de mousse à la surface du lisier, de capter les odeurs, et l'ammoniac en particulier, lors du mixage.







Les mesures des pertes sont ensuite effectuées lors de l'épandage en prairie. Celui-ci se fait en surface, avec le tonneau multibuses d'Agra-Ost (photo p. 39).

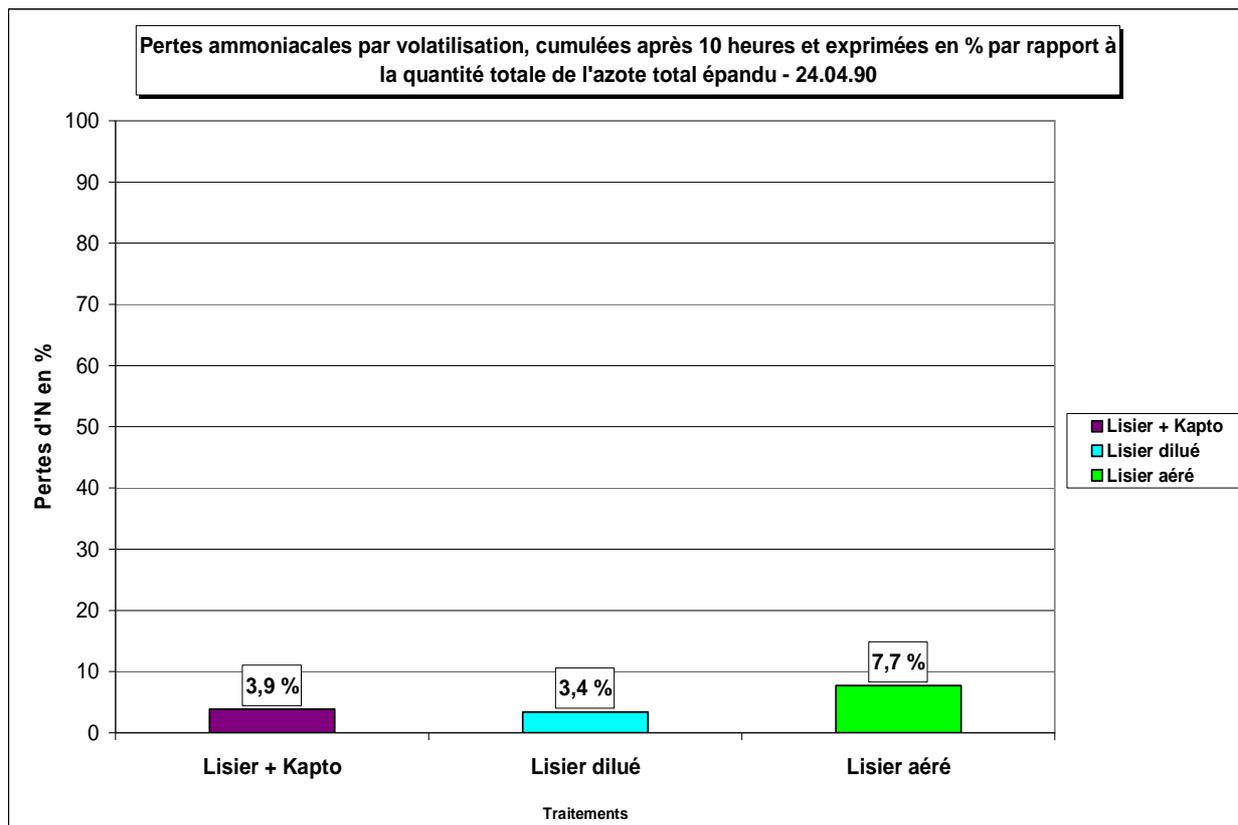
### 3.3.3.2 Comparaison entre du lisier dilué, lisier aéré et lisier traité au Kapto en 1990 – Mesures du 24.04.90

Tableau 17 : Résumé des mesures effectuées en 1990

Traitements	Analyses du lisier			Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes par volatilisation exprimées en % par rapport à	
	MS	Nt kg/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>				Nt	N-NH <sub>4</sub>
Lisier brut	7,08	4,18	1,51	62,7	22,65	-	-	-
Lisier + Kapto	8,57	4,14	0,92	62,1	13,8	2,4	3,86	17,39
Lisier dilué	3,16	2,94	0,75	88,2	22,5	3	3,4	13,3
Lisier aéré	5,97	4,34	0,83	65,1	12,45	5	7,68	40,16

## Mesures du 24.04.90

Graphique 21 : Lisier dilué, aéré et traité au Kapto – 24.04.90



### Commentaire :

Le lisier aéré montre une perte ammoniacale plus importante que le lisier traité au Kapto ou que le lisier dilué.

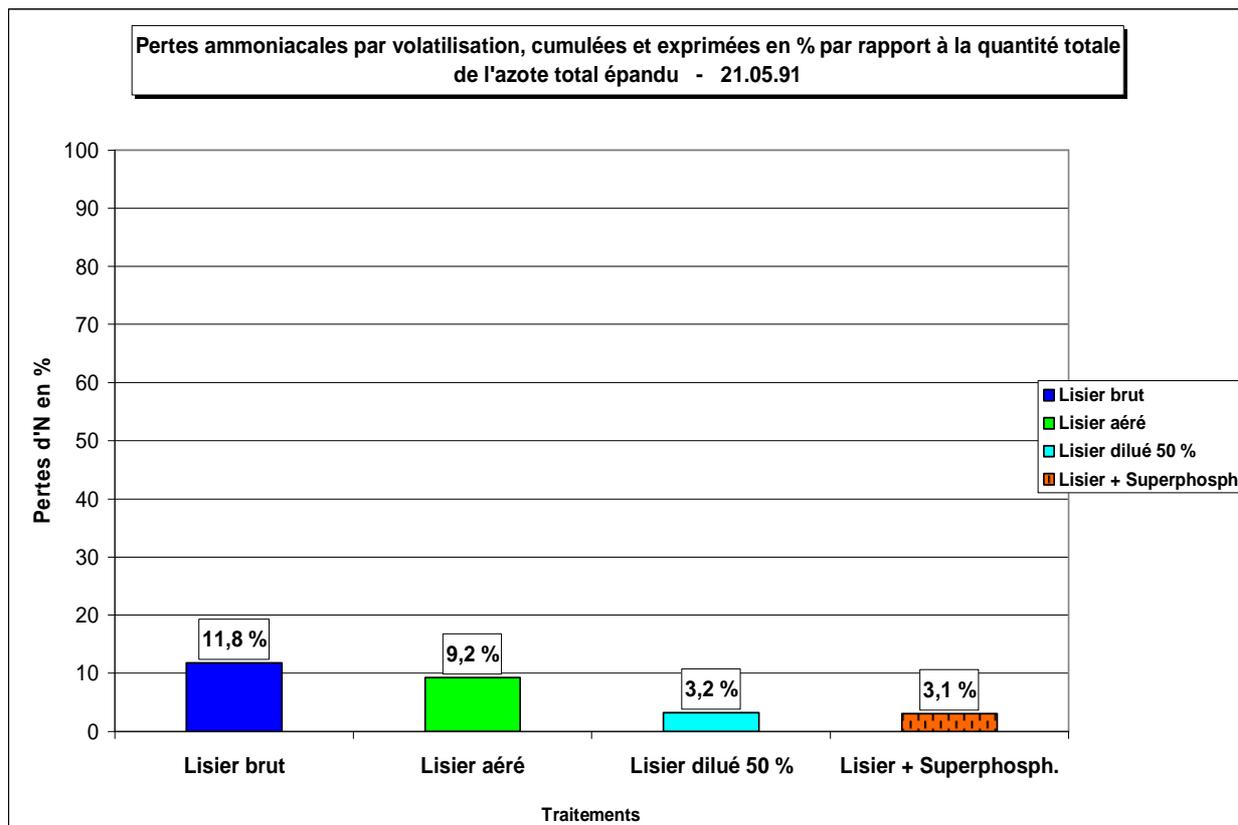
### **3.3.3.3 Comparaison entre du lisier brut, du lisier dilué, du lisier aéré et du lisier traité au Superphosphate en 1991 – Mesures du 21.05.91**

Tableau 18 : Résumé des mesures effectuées en 1991

Date	Epannage m <sup>3</sup> /ha	Produits	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> Kg/ha	% de pertes par rapport à	
								Nt	N-NH <sub>4</sub>
21.05.91	25,6	Lisier brut	4,48	2,43	114,688	62,21	13,5	11,77	21,70
	7,9% MS								
	25,6	aéré	4,52	2,21	115,712	56,58	10,7	9,25	18,91
	51,2	dilué 50%	2,57	1,26	131,584	64,51	4,21	3,2	6,53
25,6	Superphosph.	4,5	2,32	115,2	59,39	3,54	3,07	5,96	

## Mesures du 21.05.91

Graphique 22 : Lisier dilué, aéré et addition de Superphosphate – 21.05.91



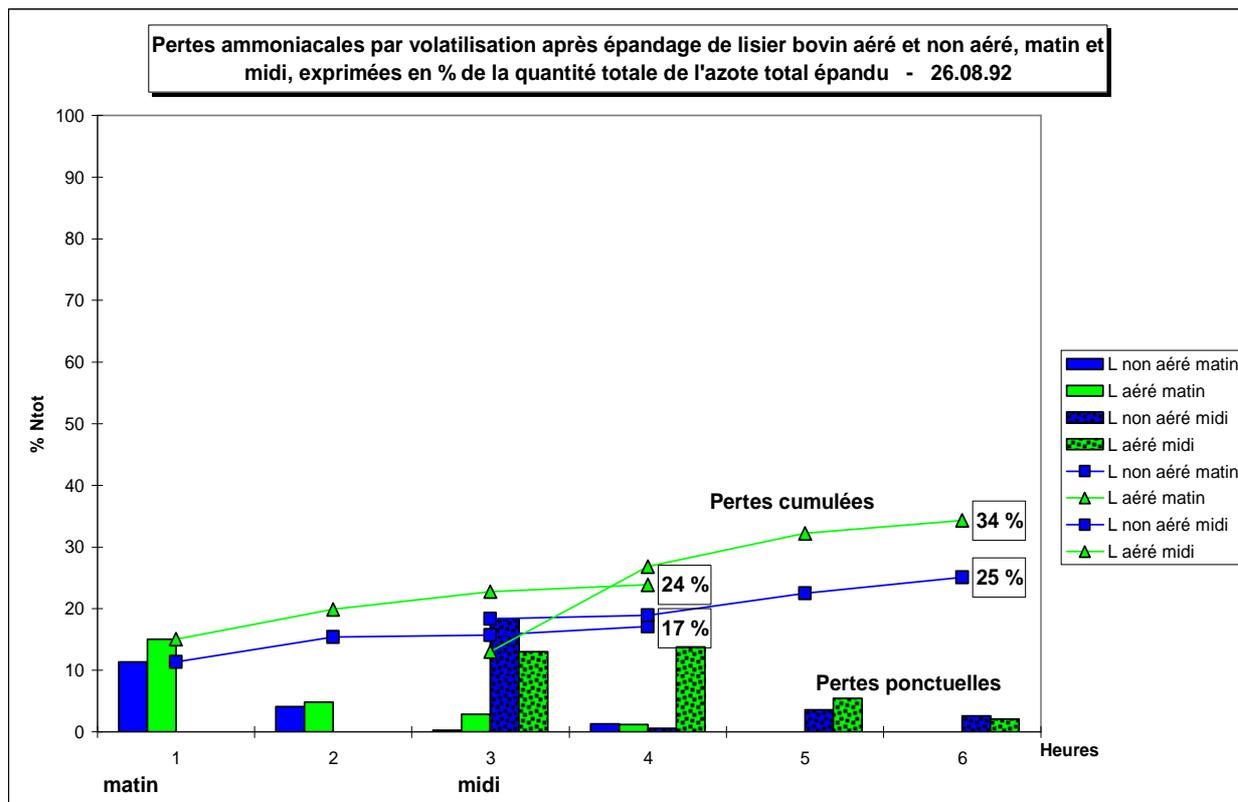
### 3.3.3.4 Comparaison entre du lisier aéré et non-aéré et épandu à différents moments de la journée (matin et midi) en 1992 – Mesures du 26.08.92

Tableau 19 : Résumé des mesures effectuées en 1992

Date	Epannage m <sup>3</sup> /ha	Objets	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
								Nt	N-NH <sub>4</sub>
26.08.1992	22 3,52% MS	aéré (Matin)	4,71	2,06	103,6	45,32	24,8	23,9	54,7
	22 8,29% MS	non aéré (Matin)	5,64	1,92	124,1	42,24	21,2	17,1	50,1
	22	aéré (Midi)			103,6	45,32	35,6	34,3	78,5
	22	non aéré (Midi)			124,1	42,24	31,1	25,1	73,7

## Mesures du 26.08.92

Graphique 23 : Lisier aéré et épandu à différents moments de la journée – matin et midi



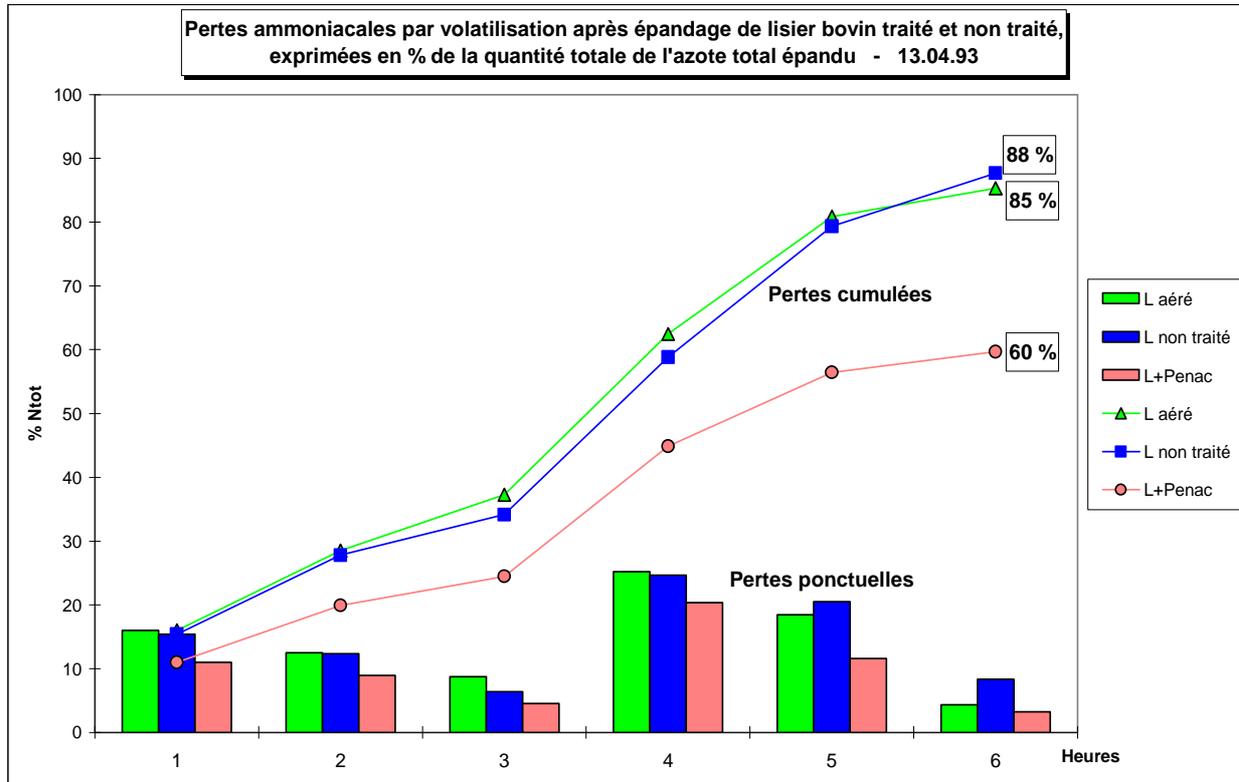
### 3.3.3.5 Comparaison entre du lisier aéré, du lisier non-aéré et du lisier traité au Penac G en 1993 – Mesures du 13.04.93, 18.05.93, 21.06.93, 03.08.93.

Tableau 20 : Résumé des mesures effectuées en 1993

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
13.04.1993	Lisier non traité	20	8,3	4,69	2,64	93,8	52,8	82,2	87,7	156
	Lisier aéré	20	7,57	4,06	2,65	81,2	53	69,3	85,3	131
	Lisier + Penac G	20	7,81	4,63	2,45	92,6	49	55,3	59,7	113
18.05.1993	Lisier non traité	22	8,29	5,38	2,78	118,4	61,2	130,8	110,5	213,9
	Lisier aéré	22	8,02	5,36	2,58	117,9	56,8	45	38,1	79,2
21.06.1993	Lisier non traité	22	6,09	5,59	2,93	122,9	64,4	160,8	130,9	249,9
	Lisier aéré	22	6,21	5,58	3,13	122,7	68,9	63,5	51,7	92,2
03.08.1993	Lisier non traité	20	6,34	5,62	3,13	112,4	62,6	64,2	57,1	102,6
	Lisier aéré	20	6,23	5,55	3,33	111	66,6	78,3	70,5	117,5
	Lisier + Penac G	20	5,25	4,84	2,54	96,8	50,8	72,1	74,5	142

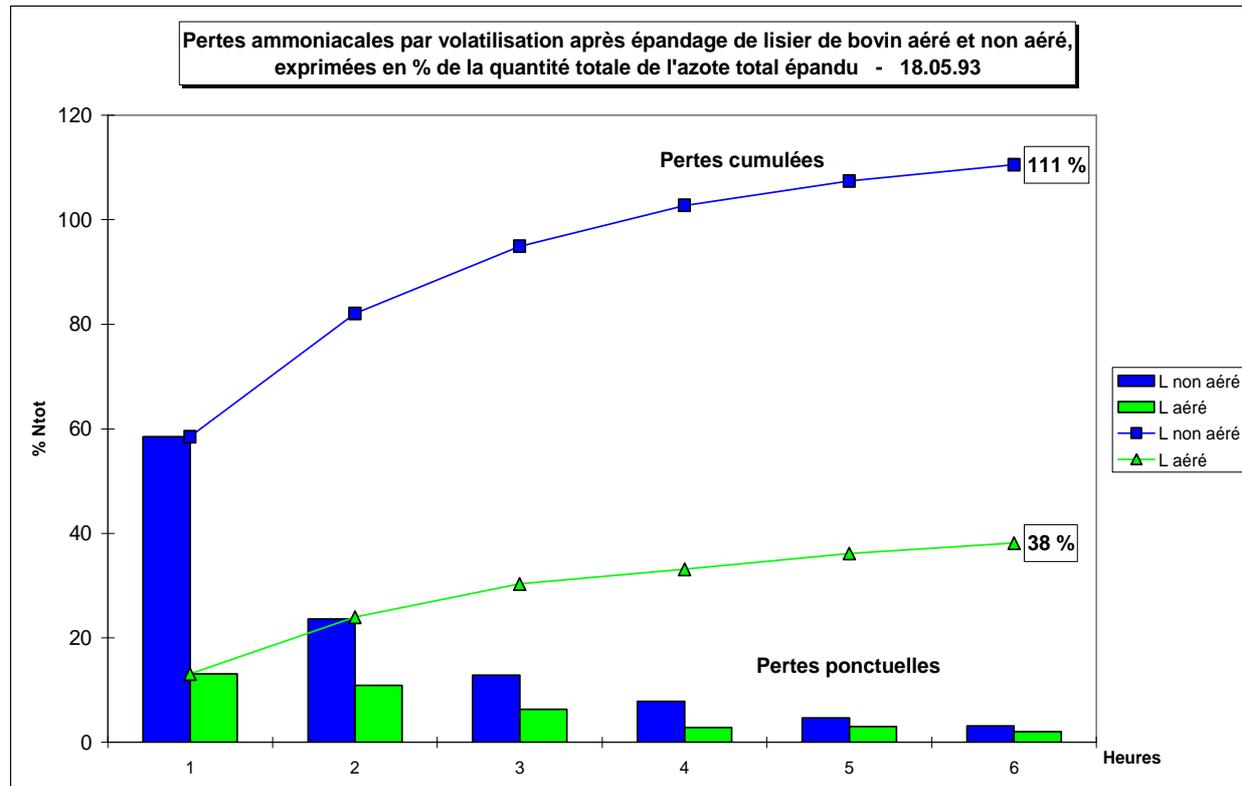
### 1) Mesures du 13.04.93

Graphique 24 : Lisier non-aéré, aéré et traité au Penac – 13.04.1993



### 2) Mesures du 18.05.93

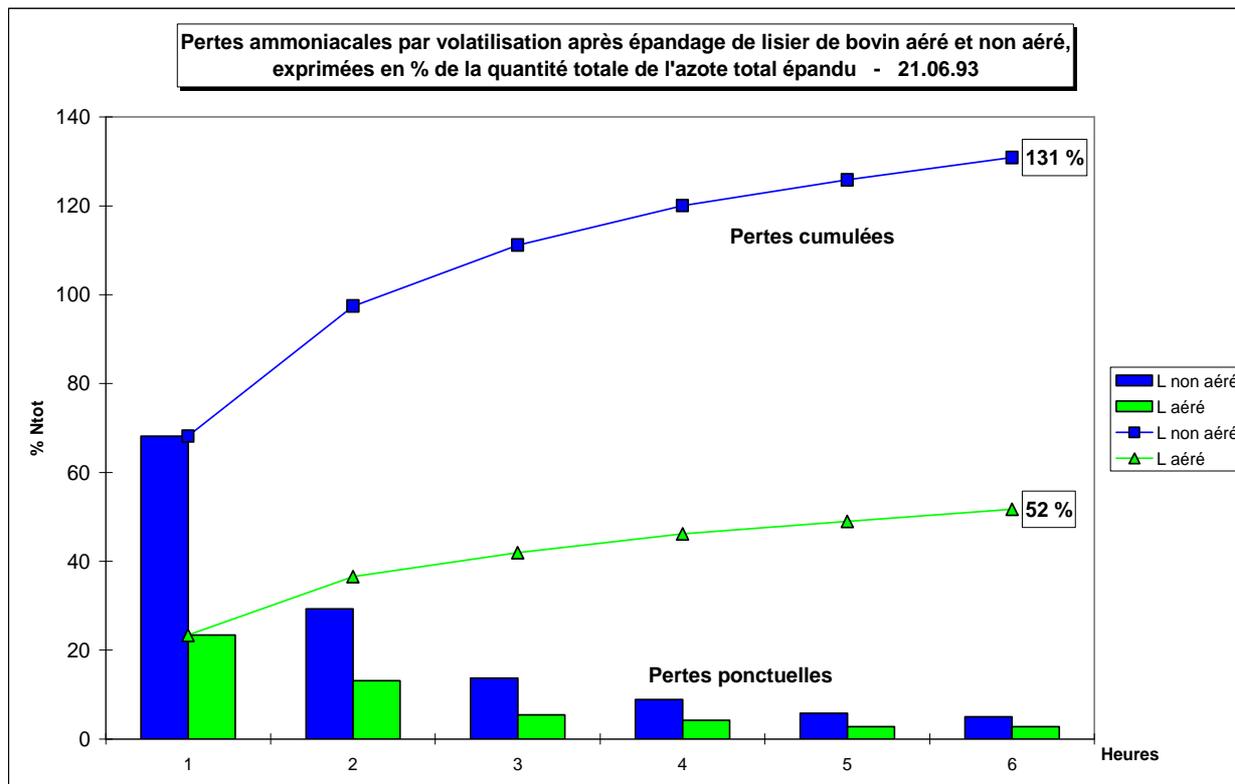
Graphique 25 : Lisier aéré et non aéré – 18.05.1993<sup>8</sup>



<sup>8</sup> Même remarque que pour le graphique du 26 septembre 2005, page 30, pour expliquer les pertes cumulées de 111 %

### 3) Mesures du 21.06.93

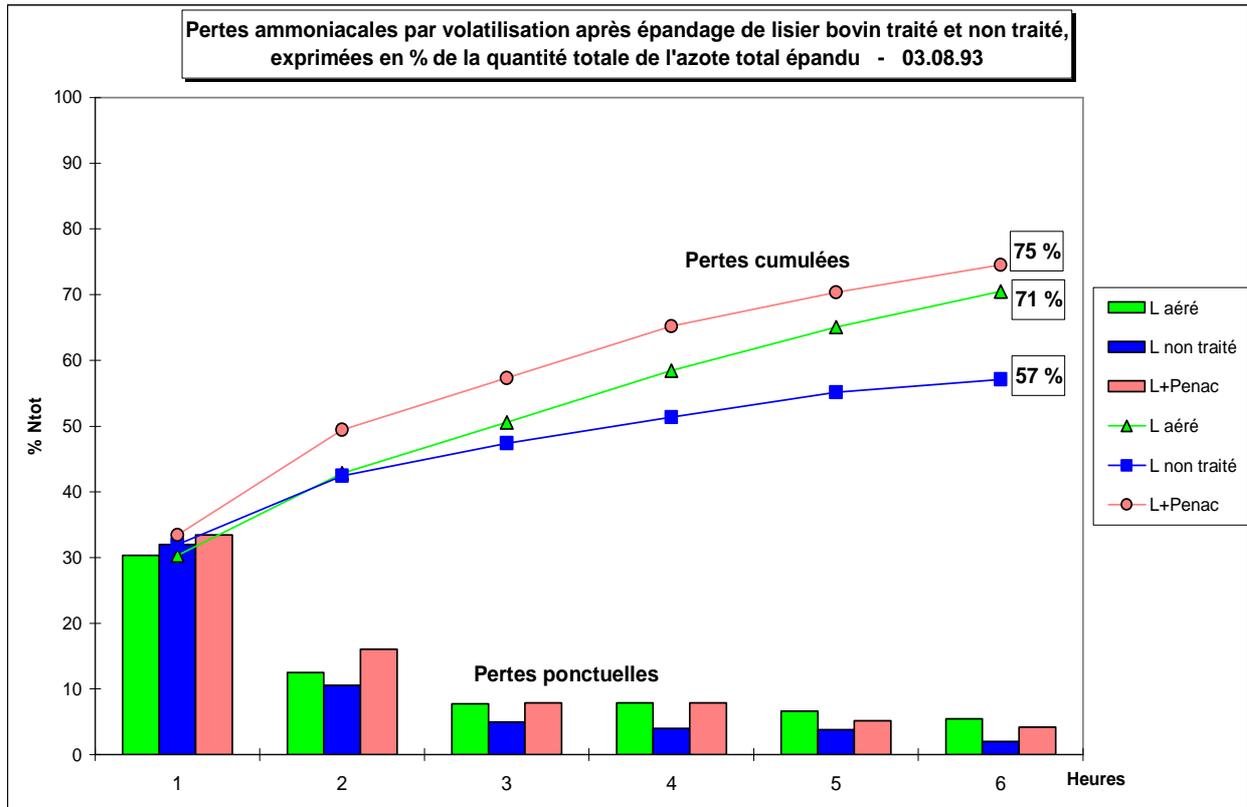
Graphique 26 : Lisier aéré et non aéré – 21.06.1993<sup>9</sup>



<sup>9</sup> On observe une bonne régularité dans les données de base relatives aux mesures des tunnels témoins et du lisier non aéré ; les pertes ponctuelles sont très élevées au départ, le cumul des écarts-types des 6 mesures explique la donnée de 131 % de pertes.

#### 4) Mesures du 03.08.93

Graphique 27 : Lisier aéré et lisier traité au Penac – 03.08.1993



#### Commentaire :

Les 2 mesures ne comparant que le lisier non aéré et le lisier aéré (18.05 et 21.06.93) présentent des résultats absolument similaires. On y constate des pertes nettement inférieures du lisier aéré par rapport aux pertes du lisier non aéré. Lors des 2 mesures avec l'additif Penac cette constatation n'est plus vraie.

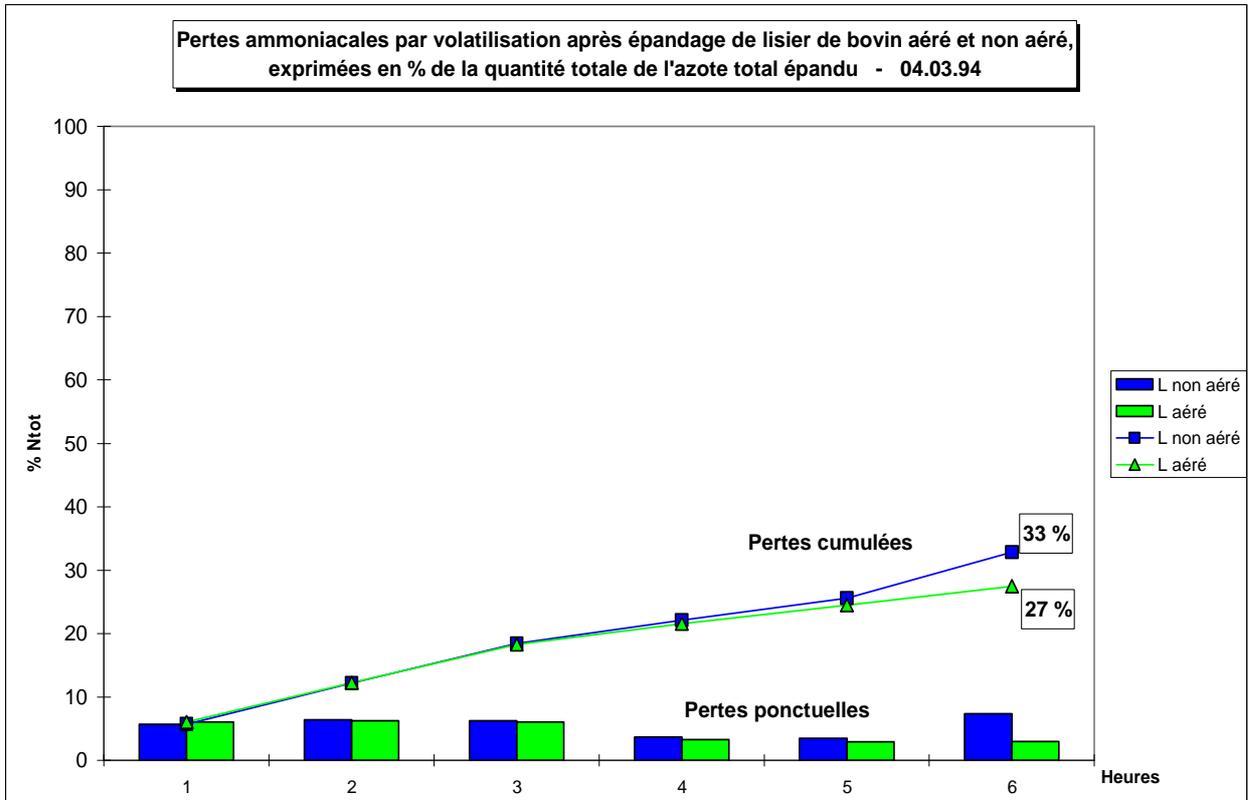
#### 3.3.3.6 Comparaison entre du lisier aéré et du lisier non-aéré en 1994 – Mesures du 04.03.94, 12.04.94, 14.07.94.

Tableau 21 : Résumé des mesures effectuées en 1994

Date	Variante	Epdage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
04.03.1994	Lisier non traité	20	5,64	4,72	1,96	94,4	39,2	31,0	32,9	79,1
	Lisier aéré	20	6,57	5,78	2,06	115,6	41,2	31,8	27,5	77,1
12.04.1994	Lisier non traité	30	8,6	6,1	2,26	183	67,8	24,1	13,2	35,6
	Lisier aéré	30	8,71	6,15	2,42	184,5	72,6	25,8	14	35,6
14.07.1994	Lisier non traité	30	6,6	5,82	3,02	174,6	90,6	88,3	50,6	97,4
	Lisier aéré	30	6,34	4,88	2,57	146,4	77,1	21,9	14,9	28,4

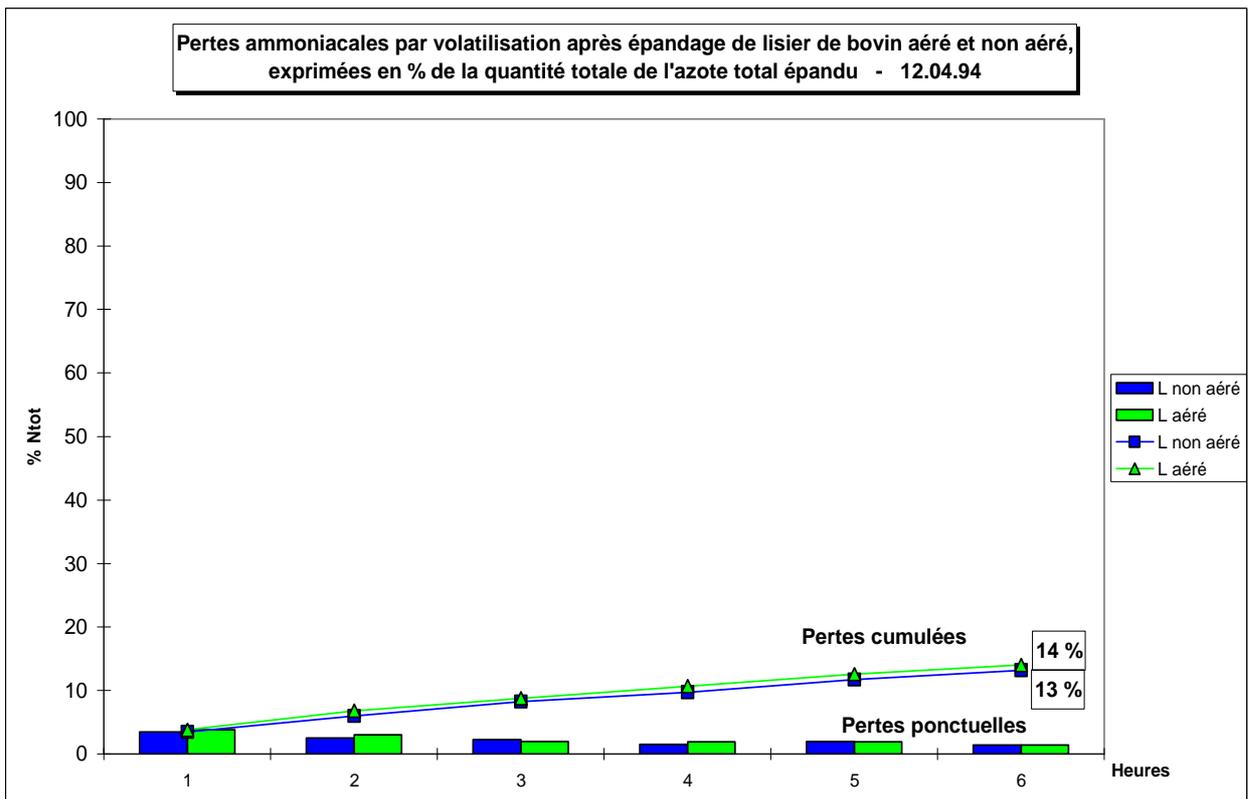
### 1) Mesures du 04.03.94

Graphique 28 : Lisier aéré et non aéré – 04.03.1994



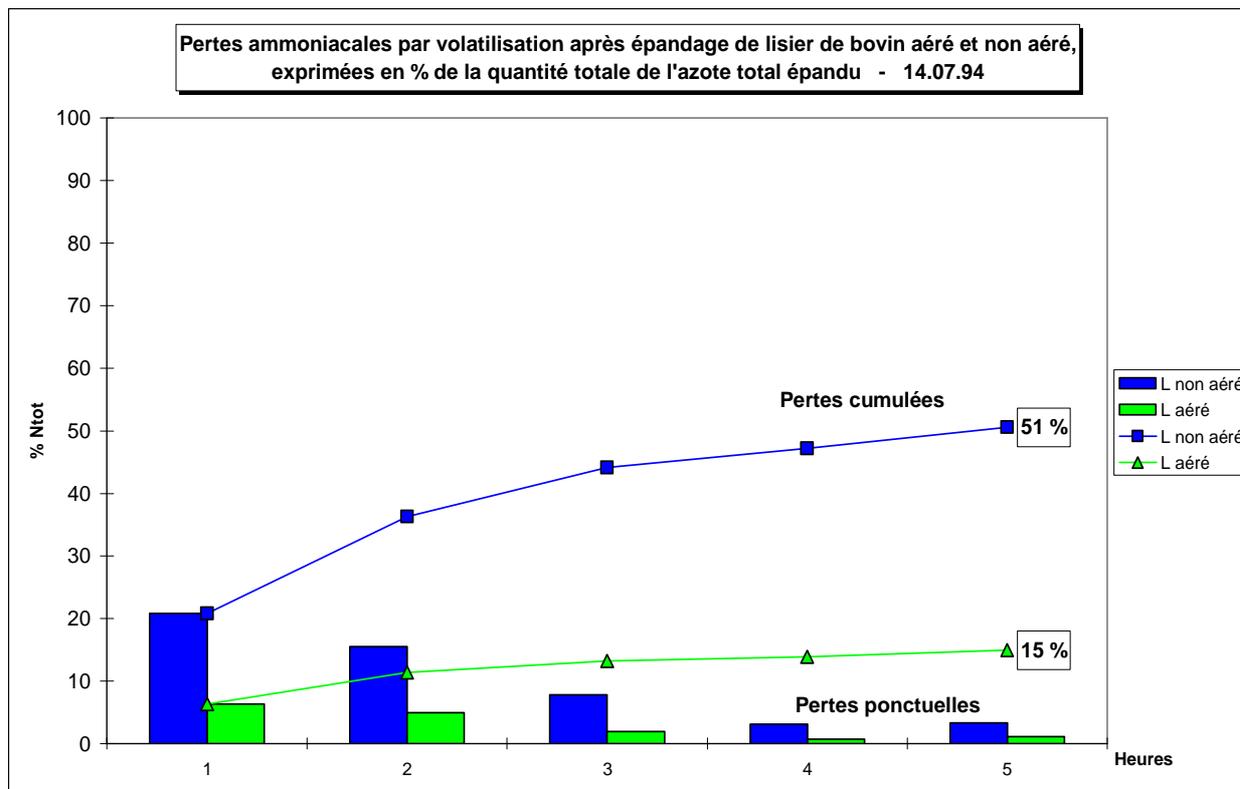
### 2) Mesures du 12.04.94

Graphique 29 : Lisier aéré et non aéré – 12.04.1994



### 3) Mesures du 14.07.94

Graphique 30 : Lisier aéré et non aéré – 14.07.1994



#### Commentaire :

En 94 c'est lors des dernières mesures avec lisier aéré (14.07) que l'on constate une nette différence entre les pertes enregistrées après épandage de lisier brut ou aéré et cela en faveur de ce dernier. Les 2 autres mesures sont moins explicites.

#### **3.3.3.7 Comparaison entre du lisier aéré et du lisier non aéré en 1998 – Mesures du 19.03.98 et 30.06.98**

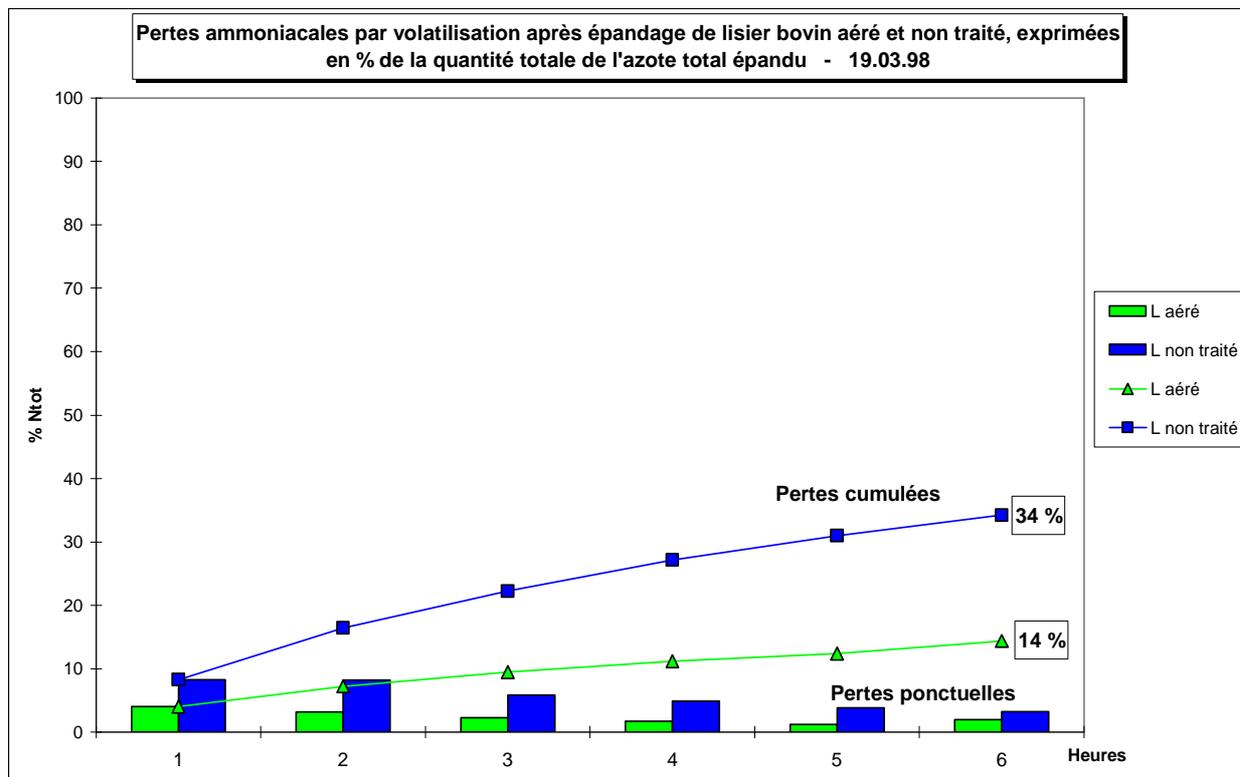
En 1998 deux nouvelles mesures de pertes sont réalisées, comparant le lisier brut et le lisier aéré. Le lisier aéré vient cette fois de la ferme Kessler à Attert, le lisier brut de la ferme Maraite à Schoppen. L'aération du lisier chez Kessler se fait à l'aide d'un compresseur. Les installations agricoles ne permettent pas toujours de produire les deux types de lisier dans une même exploitation, ce qui permettrait de disposer du même lisier de base.

Tableau 23 : Résumé des mesures effectuées en 1998

Date	Variante	Epannage m³/ha	MS %	Nt kg/m³	N-NH₄ kg/m³	Nt épandu kg/ha	N-NH₄ épandu kg/ha	Pertes N-NH₃ kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH₄
19.03.1998	Lisier non traité	20	8,07	3,15	1,97	63	39,4	21,5	34,2	54,7
	Lisier aéré	20	10,08	3,93	1,40	78,6	28	11,4	14,4	40,6
30.06.1998	Lisier non traité	20	8,27	4,62	1,91	92,4	38,2	12,3	13,3	32,2
	Lisier aéré	20	8,62	4,52	1,89	90,4	37,8	21	23,2	55,6

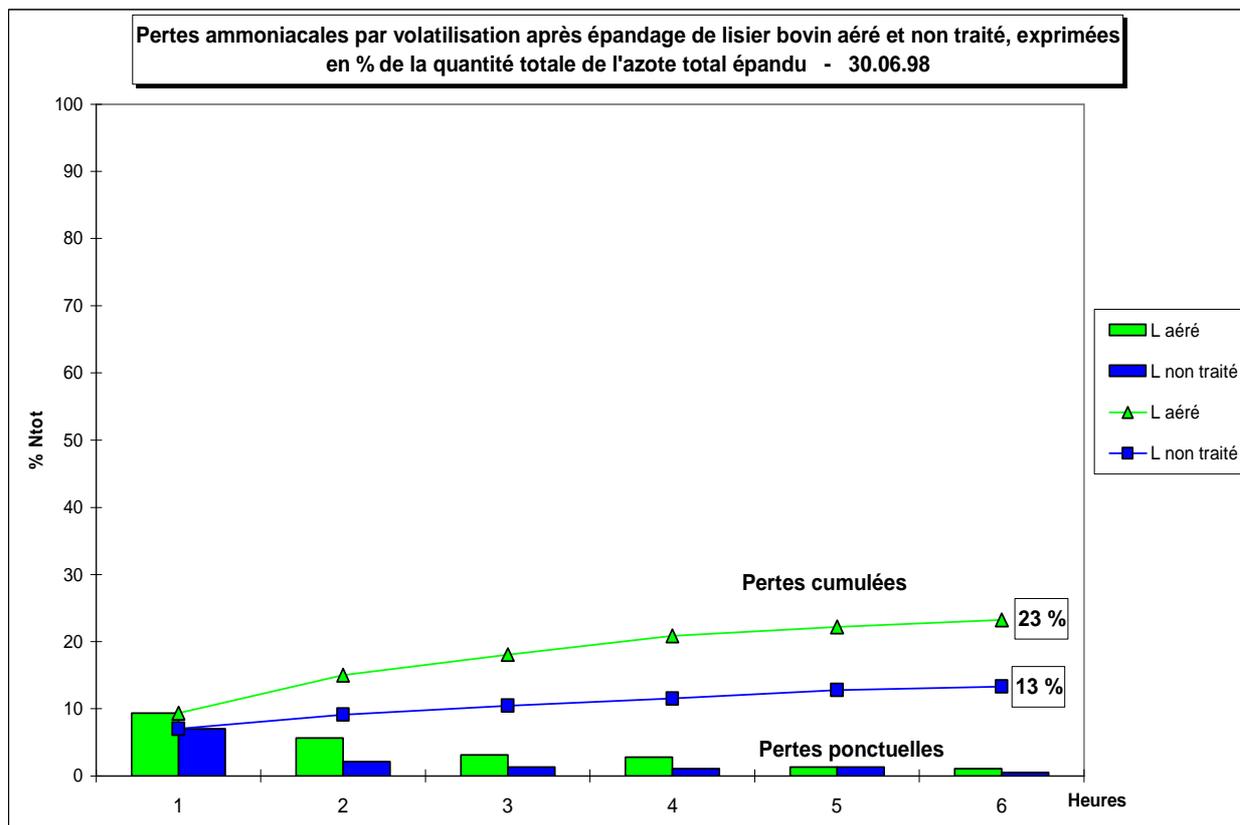
### 1) Mesures du 19.03.98

Graphique 32 : Lisier aéré et non aéré – 19.03.1998



### 2) Mesures du 30.06.98

Graphique 33 : Lisier aéré et non aéré – 30.06.1998



### 3.3.4 Les mesures des pertes avec lisiers traités par méthanisation

#### 3.3.4.1 Description de l'expérimentation 2001

En 2001 commence, dans le cadre des mesures de pertes d'ammoniac par volatilisation, une nouvelle série d'expérimentations.

A cette époque notre centre a l'aubaine de compter parmi ses membres et située à proximité géographique (9 km) une exploitation agricole qui vient de se lancer dans la biométhanisation. C'est la ferme Lenges de Recht, qui construit en 1999 la première installation de biogaz en région wallonne.

A côté d'une exploitation laitière, la famille Lenges détient aussi un atelier d'engraissement de porcs. Ainsi, ils disposent, pour la fermentation, d'un mélange de lisier de porcs et de bovins. En règle générale le mélange se compose de  $\pm 60\%$  de lisier de bovins et de  $40\%$  de lisier de porcs.

Au fil du temps, M. Lenges a eu l'occasion de recevoir, outre ses lisiers, une série d'autres matières organiques à fermenter : des tontes de pelouses, des graisses de fritures, des déchets de pommes, des farines fermentantes etc. Le lisier final, appelé aussi digestat, se trouve donc, par rapport au lisier témoin, enrichi d'une série d'éléments nouveaux

Pour la mesure des pertes ammoniacales par volatilisation après épandage c'est donc, d'une part le digestat de la fosse finale (non couverte jusqu'en 2002) et, d'autre part, le lisier brut de la préfosse (porc et bovin), que nous comparons. Les épandages se font en surface, soit avec le tonneau Agra-Ost avec rampe à multibuses (photo p.39), soit à la main avec l'arrosoir muni d'une palette distributrice (photo p.64)





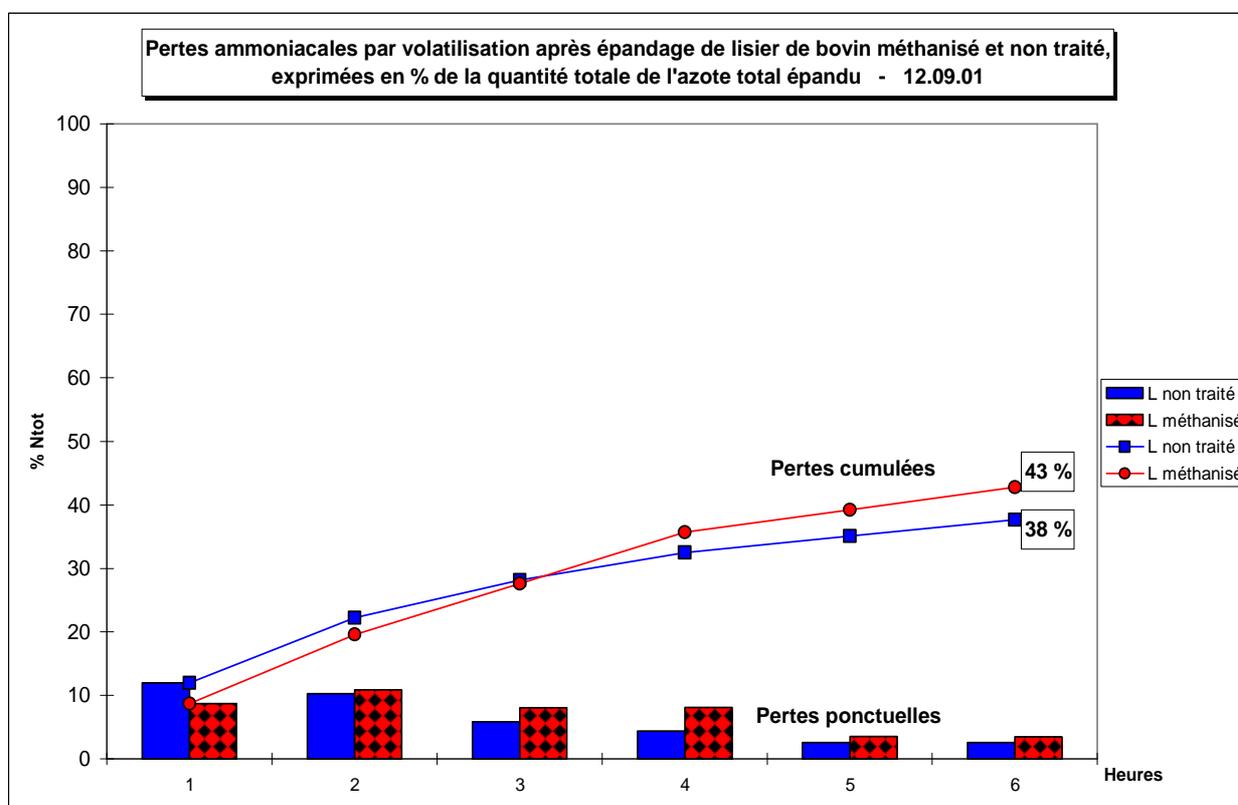
### 3.3.4.2 Premières mesures de pertes ammoniacales avec lisier méthanisé – Mesures du 12.09.01

Tableau 24: Résumé des mesures effectuées en 2001

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha (t/ha)	MS %	pH	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
										Nt	N-NH <sub>4</sub>
12.09.2001	Lisier non traité	15	8,14	7,76	5,27	2,67	79	40	29,8	37,7	74,3
	Lisier méthanisé	11	6,42	8,25	5,18	2,90	57	31,9	24,4	42,7	76,3

#### Mesures du 12.09.01

Graphique 34 : Lisier méthanisé - LENGES – 12.09.01



#### Commentaire :

La différence des pertes enregistrées lors de l'épannage de ces deux types de lisier n'est pas très importante (43 % pour le lisier méthanisé, 38 % pour le non traité), mais les pertes en elles-mêmes sont très élevées : plus de 70 % de l'azote ammoniacal épannu à l'ha sont partis !

En principe, lors de la méthanisation d'un lisier, il se produit une augmentation du pH. Cela augmente le risque de pertes par volatilisation de l' $\text{NH}_4$ , d'autant plus que le pourcentage d'azote ammoniacal par rapport à l'azote total est plus élevé pour le lisier digéré que pour le lisier brut. Dans notre cas concret, le pH est effectivement plus élevé pour le lisier digéré (8,25 par rapport à 7,76 pour le lisier brut). L'azote ammoniacal du digestat est de 2,90 uNH<sub>4</sub>

pour un Ntot de 5,18, soit 56 %, par rapport à 2,67 uNH<sub>4</sub> et 5,27 Ntot, soit 50,7 %, pour le lisier brut.

Par contre le pourcentage de MS du lisier digéré est de 6,42 % alors que la teneur en MS du lisier brut est de 8,14 %. Cette diminution de teneur en MS a l'avantage d'épandre un lisier plus fluide. Les risques de pertes par volatilisation sont d'autant plus faibles que le lisier a une faible teneur en MS.

### **3.3.4.3 Lisier méthanisé et non traité LENGES parallèlement au lisier méthanisé HECK ou KESSLER et lisier brut HECK (ou MÜLLER ou JENCHENNE) – Mesures du 08.04, 01.07 et 02.09.03, 15.06 et 12.10.04, 14.06 et 29.08.05**

Durant 3 ans une nouvelle expérimentation (7 mesures : 3 en 2003, 2 en 2004 et 2 en 2005) sert à comparer les pertes ammoniacales engendrées, après épandage, par des lisiers digérés par méthanisation et provenant de l'exploitation Lenges (ou Kessler en 2004) et de l'exploitation Heck par rapport à des lisiers bruts (non traités) également des exploitations Lenges et Heck (ou Müller et Jenchenne en 2005).

Ces mesures se font parallèlement aux deux essais en blocs METHAN I et METHAN II, dont le but est de comparer l'efficacité en prairie des lisiers digérés par méthanisation dans les exploitations Lenges et Heck, par rapport à des lisiers bruts (non traités).

#### *3.3.4.3.1. Description de l'expérimentation*

##### *- Exploitation LENGES (METHAN I) :*

Au printemps 2002 la famille Lenges renforce son installation biogaz d'un moteur-générateur de 100 kW. En recouvrant la fosse finale d'un sac de récupération à gaz (voir photos), ils augmentent leur capacité de stockage de gaz, tout en créant un genre de post-fermenteur. Pour nous, cela entraîne un digestat qui ne se trouve plus dans une fosse finale découverte, et donc dilué par les précipitations, mais dans une fosse couverte contenant le produit digéré (lisiers + cosubstrats) tels quels.

##### *- Exploitation HECK (METHAN II) :*

Entretemps, un deuxième agriculteur s'est mis à la biométhanisation dans notre région : la ferme Heck de Nidrum. Là, c'est du lisier bovin qui est digéré, enrichit par des cosubstrats agricoles tels que du fumier pailleux et de l'ensilage d'herbe.



Lors de chaque mesure, épandage de 4 lisiers en parallèle : \* Lisier non traité Lenges (Kessler)  
\* Lisier digéré Lenges (Kessler)  
\* Lisier non traité Heck (Müller, Jenchenne)  
\* Lisier méthanisé Heck

La dose appliquée est de 18 m<sup>3</sup>/ha.

Pour la 2<sup>ème</sup> mesure 2004 le lisier méthanisé Lenges est remplacé par du lisier méthanisé de l'exploitation Kessler d'Attert. Dans cette installation les exploitants mélangent des lisiers bovins de vaches laitières avec d'autres cosubstrats agricoles (fumier pailleux et ensilage maïs).

En 2005, quelques changements sont intervenus dans la composition des lisiers Lenges (digéré et « brut ») (voir détails ci-dessous).

En plus, ce n'est plus le lisier de l'exploitation Heck qui est utilisé comme lisier brut, mais le lisier bovin des exploitations Müller de Bütgenbach ou Jenchenne d'Elsenborn. Le lisier brut Heck provenant de la préfosse ou de l'étable des jeunes bêtes est régulièrement enrichi de cosubstrats agricoles, qui le rendent trop épais et trop peu homogène. Nous avons préféré nous procurer dans d'autres exploitations laitières le lisier brut qui sert de témoin dans l'essai.

#### Le détail des lisiers comparés :

- ◆ Lisier non traité Lenges : provient de la préfosse et est composé de ± 40 % de lisier de porc, 60 % de lisier bovin (VL = vaches laitières) + produits divers tels que farines fermentantes périmées ou mélanges liquides à base de levain (du secteur boulangerie / pâtisserie) ...
- ◆ Lisier méthanisé Lenges : provient du stockage final après digestion et est composé des lisiers et produits de la préfosse + cosubstrats rajoutés au fermenteur (p.ex. déchets de chocolat de la chocolaterie Jacques...)
- ◆ Lisier non traité Müller : lisier purement bovin (VL) d'une stabulation entravée
- ◆ Lisier non traité Jenchenne : lisier purement bovin (VL) d'une stabulation libre
- ◆ Lisier méthanisé Heck : lisier bovin (VL) + fumier pailleux + ensilages d'herbes
- ◆ Lisier non traité Heck : (génisses et vaches de réforme ≠ VL)

### 3.3.4.3.2. Sept mesures 2003 - 2005

Tableau 25 : Résumé des mesures effectuées 2003 - 2005

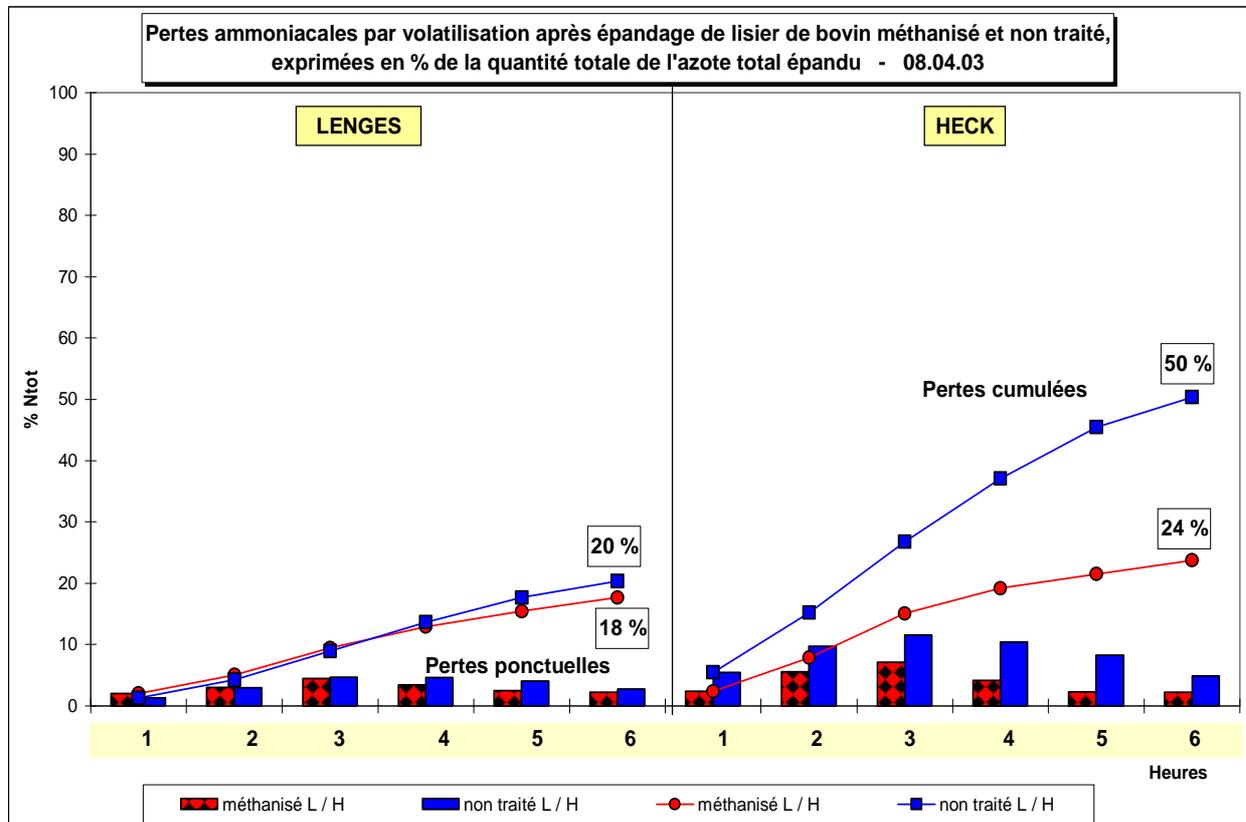
Date	Variante	Epend. m <sup>3</sup> /ha	pH	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épendu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épendu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
										Nt	N-NH <sub>4</sub>
08.04.2003	Lisier brut Lenges	18	7,29	6,53	4,01	2,17	72,18	39,06	14,70	20,37	37,64
	Lisier digéré Lenges	18	7,85	3,18	4,70	3,15	84,6	56,7	14,94	17,66	26,34
	Lisier brut Heck	18	7,72	9,93	5,52	2,09	99,36	37,62	50,03	50,36	133
	Lisier digéré Heck	18	8,02	5,18	3,87	1,99	69,66	35,82	16,52	23,72	46,12
01.07.2003	Lisier brut Lenges	18	7,55	5,80	3,54	1,56	63,72	28,08	13,5	21,18	48,06
	Lisier digéré Lenges	18	7,93	3,32	4,63	3,29	83,34	59,22	29,86	35,83	50,42
	Lisier brut Heck	18	7,65	8,99	4,23	1,65	76,14	29,7	30,96	40,66	104,25
	Lisier digéré Heck	18	7,95	6,79	4,25	2,30	76,5	41,4	26,35	34,45	63,65
02.09.2003	Lisier brut Lenges	18	7,24	4,75	2,51	1,09	45,18	19,62	6,34	14,02	32,29
	Lisier digéré Lenges	18	8,05	3,83	4,29	2,21	77,22	39,78	17,61	22,8	44,27
	Lisier brut Heck	18	7,61	5,94	2,63	1,02	47,34	18,36	8,9	18,8	48,48
	Lisier digéré Heck	18	8,12	4,78	3,69	1,60	66,42	28,8	41,67	62,73	144,68
15.06.2004	Lisier brut Lenges	18	7,59	4,19	3,70	2,11	66,6	37,98	9,23	13,86	24,31
	Lisier digéré Lenges	18	7,93	6,56	5,06	3,05	91,08	54,9	21,63	23,75	39,4
	Lisier brut Heck	18	7,71	8,38	4,22	1,61	75,96	28,98	17,16	22,59	59,2
	Lisier digéré Heck	18	8,22	5,43	4,23	2,42	76,14	43,56	19,49	25,59	44,74
12.10.2004	Lisier brut Kessler	18	7,32	6,36	2,79	0,97	50,22	17,46	3,54	7,04	20,26
	Lisier digéré Kessler	18	7,93	10,91	5,41	0,16	97,38	2,88	16,57	17,01	575,25
	Lisier brut Heck	18	8,09	6,08	3,03	1,65	54,54	29,7	16,60	30,44	55,9
	Lisier digéré Heck	18	8,09	4,75	3,96	1,50	71,28	27	11,4	15,99	42,22
14.06.2005	Lisier brut Lenges	18	5,10	7,72	4,47	1,51	80,5	27,18	2,76	3,43	10,15
	Lisier digéré Lenges	18	7,97	4,79	4,17	1,90	75,1	34,2	11,77	15,68	34,41
	Lisier brut Müller	18	7,65	5,27	3,41	1,86	61,4	33,5	10,60	17,28	31,67
	Lisier digéré Heck	18	8,22	3,82	3,48	1,76	62,6	31,7	26,97	43,05	85,12
29.08.2005	Lisier brut Lenges	18	7,02	7,79	2,7	2,4	48,6	43,2	6,55	13,48	15,17
	Lisier digéré Lenges	18	8,24	8,73	6,1	2,8	109,8	50,4	20,44	18,62	40,56
	Lisier brut Jenchenne	18	7,87	5,05	3,6	2,1	64,8	37,8	11,06	17,07	29,27
	Lisier digéré Heck	18	8,02	4,59	4,4	1,6	79,2	28,8	5,9	7,45	20,49

### 1) Mesures du 08.04.03

Tableau 26 : Caractéristiques des lisiers 1<sup>ères</sup> mesures 2003

	Lisier brut Lenges		Lisier méthanisé Lenges		Lisier brut Heck		Lisier méthanisé Heck	
	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>
PH	7,29		7,85		7,72		8,02	
% MS	6,53		3,18		9,93		5,18	
N total	4,01	72,18	4,70	84,6	5,52	99,36	3,87	69,66
N ammon.	2,17	39,06	3,15	56,7	2,09	37,62	1,99	35,82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,49		0,61		1,59		1,22	
K <sub>2</sub> O	4,00	soit	2,90	soit	7,26	soit	4,38	soit
CaO	0,78	54,1 %	0,18	67 %	1,09	37,9 %	0,70	51,4 %
MgO	1,61	NH3 de	0,72	NH3 de	2,09	NH3 de	1,85	NH3 de
Na <sub>2</sub> O	0,48	l'Ntot	0,61	l'Ntot	1,32	l'Ntot	0,77	l'Ntot

Graphique 35 : Lisier méthanisé - LENGES - HECK - 08.04.03



Conditions météorologiques :

Temps observé le 08.04 : Gelées nocturnes, temps très froid avec vent du Nord, sec et ensoleillé.

Station météo : 3,4°C ; VVT : 5,04 km/h ; HRA : 48,2 ; pluviosité : 0 mm.

Commentaire :

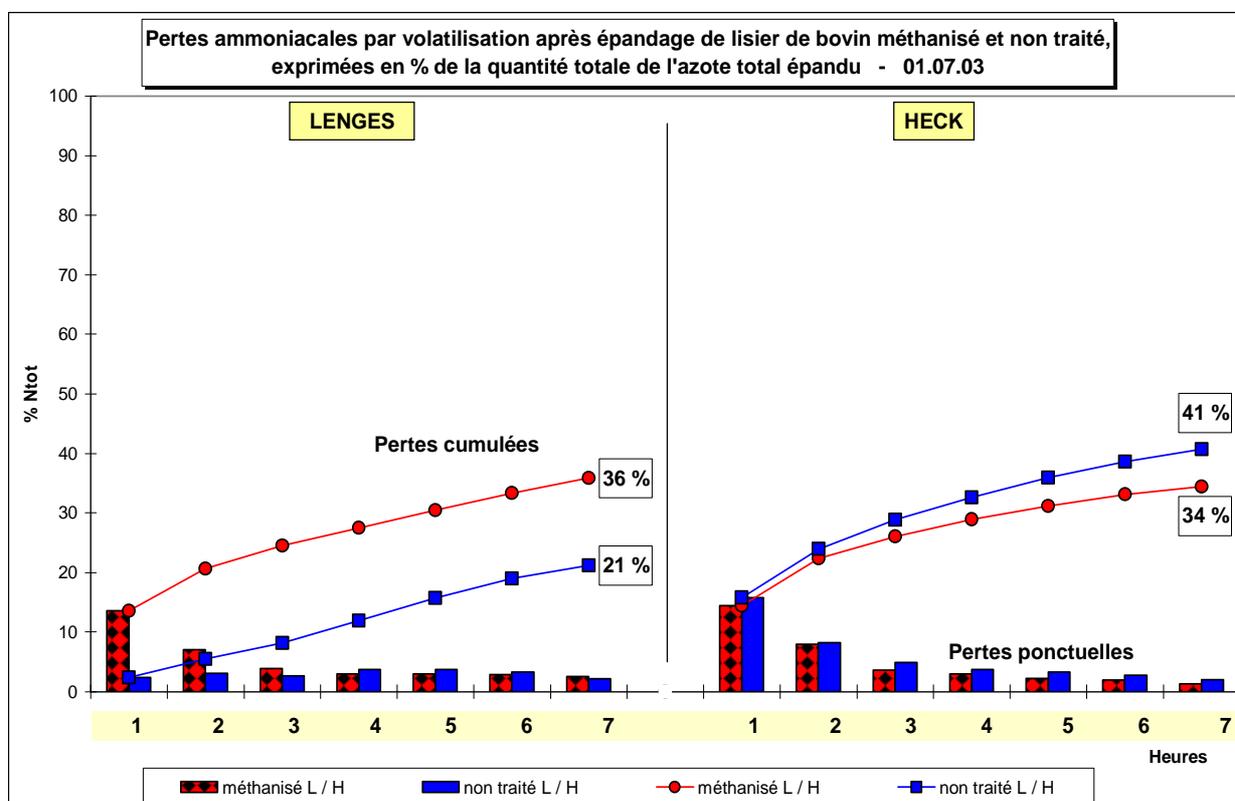
Ces mesures présentent des résultats inverses de ceux attendus, à savoir, moins de pertes avec le lisier méthanisé que brut. Cependant, lorsque l'on regarde les teneurs en MS des lisiers, on constate que les lisiers digérés ont des teneurs pratiquement de la moitié des lisiers bruts. Les différences de % d'N ammoniacal sont bien marquées entre lisiers digérés et bruts.

## 2) Mesures du 01.07.03

Tableau 27 : Caractéristiques des lisiers 2<sup>èmes</sup> mesures 2003

	Lisier brut Lenges		Lisier méthanisé Lenges		Lisier brut Heck		Lisier méthanisé Heck	
	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>
PH	7,55		7,93		7,65		7,95	
% MS	5,80		3,32		8,99		6,79	
N total	3,54	63,72	4,63	83,34	4,23	76,14	4,25	76,5
N ammon.	1,56	28,08	3,29	59,22	1,65	29,7	2,30	41,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,78		0,98		1,60		1,84	
K <sub>2</sub> O	3,07	soit	4,23	soit	5,34	soit	4,86	soit
CaO	2,21	44,1 %	0,11	71,1 %	0,19	39 %	2,33	54,1 %
MgO	0,78	NH3 de	0,42	NH3 de	1,16	NH3 de	1,22	NH3 de
Na <sub>2</sub> O	0,41	l'Ntot	0,71	l'Ntot	0,95	l'Ntot	0,77	l'Ntot

Graphique 36 : Lisier méthanisé - LENGES - HECK - 01.07.03



### Conditions météorologiques :

Temps observé le 01.07 : Au matin très couvert et orageux. Au cours de la matinée 2 averses ± fortes ; dans la suite pluie moyenne, continue.

Températures mesurées : midi 15,2 °C ; 15-16 h. 19,2 °C

Vitesse du vent mesurée : midi 0,88 m/sec ; 15-16 h. 2,42 m/sec

Station météo : 15,4°C ; VVT : 7,92 km/h ; HRA : 85,9 ; pluviosité : 0,92 mm.

### Commentaire :

On observe des résultats opposés entre les mesures effectuées chez Lenges, où le % d'N ammoniacal du lisier digéré est fort élevé (71,1 %), et les mesures chez Heck, où la teneur en N ammoniacal est moindre (54,1 %).

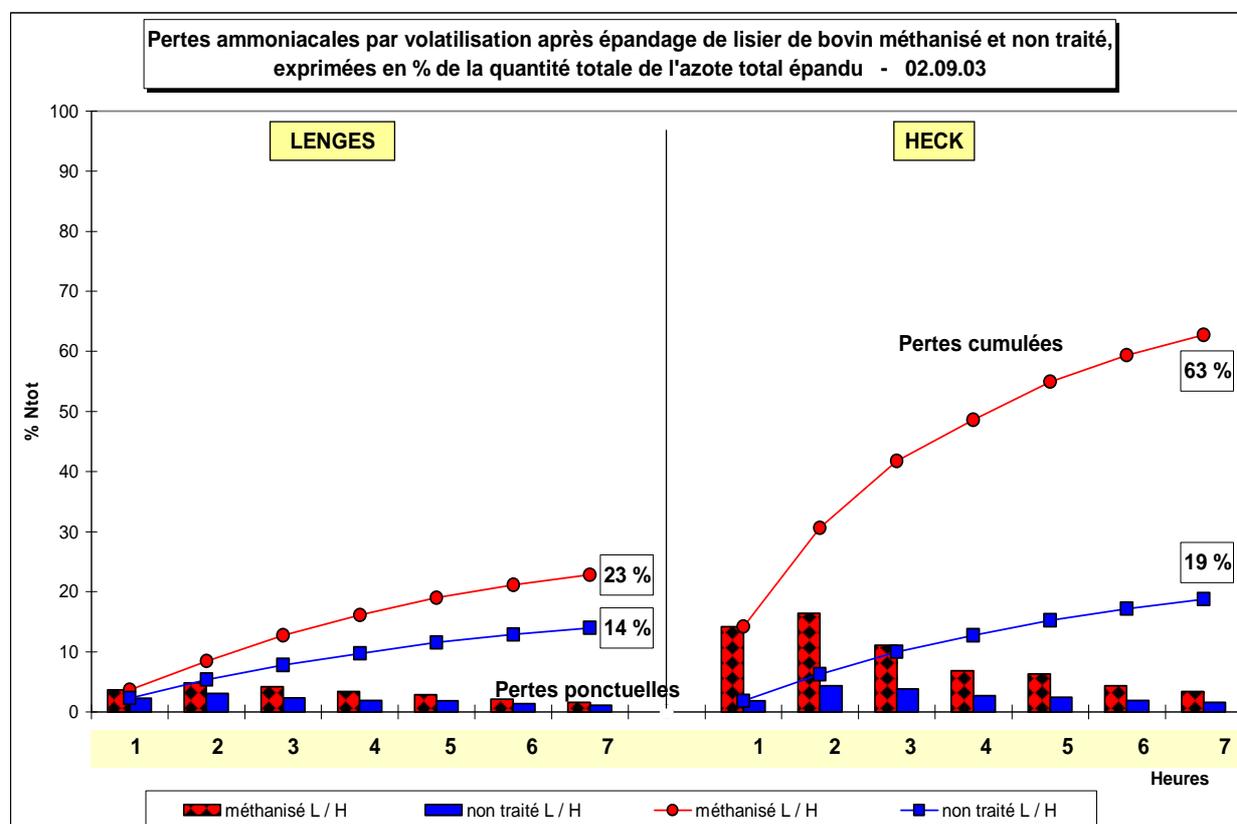
Les différences entre MS des lisiers sont moindres, mais les lisiers digérés sont toujours plus fluides.

### 3) Mesures du 02.09.03

Tableau 28 : Caractéristiques des lisiers 3<sup>èmes</sup> mesures 2003

	Lisier brut Lenges		Lisier méthanisé Lenges		Lisier brut Heck		Lisier méthanisé Heck	
	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>
PH	7,24		8,05		7,61		8,12	
% MS	4,75		3,83		5,94		4,78	
N total	2,51	45,18	4,29	77,22	2,63	47,34	3,69	66,42
N ammon.	1,09	19,62	2,21	39,78	1,02	18,36	1,60	28,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,11		1,18		1,15		1,02	
K <sub>2</sub> O	2,69	soit	4,29	soit	3,41	soit	4,75	soit
CaO	1,46	43,4 %	1,46	51,5 %	1,28	38,8 %	1,33	43,4 %
MgO	0,67	NH3 de	0,62	NH3 de	0,88	NH3 de	0,79	NH3 de
Na <sub>2</sub> O	0,37	l'Ntot	0,66	l'Ntot	0,61	l'Ntot	0,65	l'Ntot

Graphique 37 : Lisier méthanisé - LENGES - HECK - 02.09.03



Conditions météorologiques :

Temps observé le 02.09 : Après une nuit très fraîche ( $\pm 3$  degrés) le temps est clair (gros nuages blancs sans danger de pluie, avec passages de soleil).

Températures en hausse au cours de la journée, mais vent frais :  $\varnothing$  1,24 m/sec.

Station météo : 12,2°C ; VVT : 9,36 km/h ; HRA : 76 ; pluviosité : 0 mm.

Commentaire :

Lors de ces 3<sup>èmes</sup> mesures on observe les courbes attendues, à savoir, plus de pertes lors de l'épandage des lisiers digérés, cela d'autant plus que les différences de MS entre les lisiers digérés (3,83 et 4,78) et bruts sont faibles.

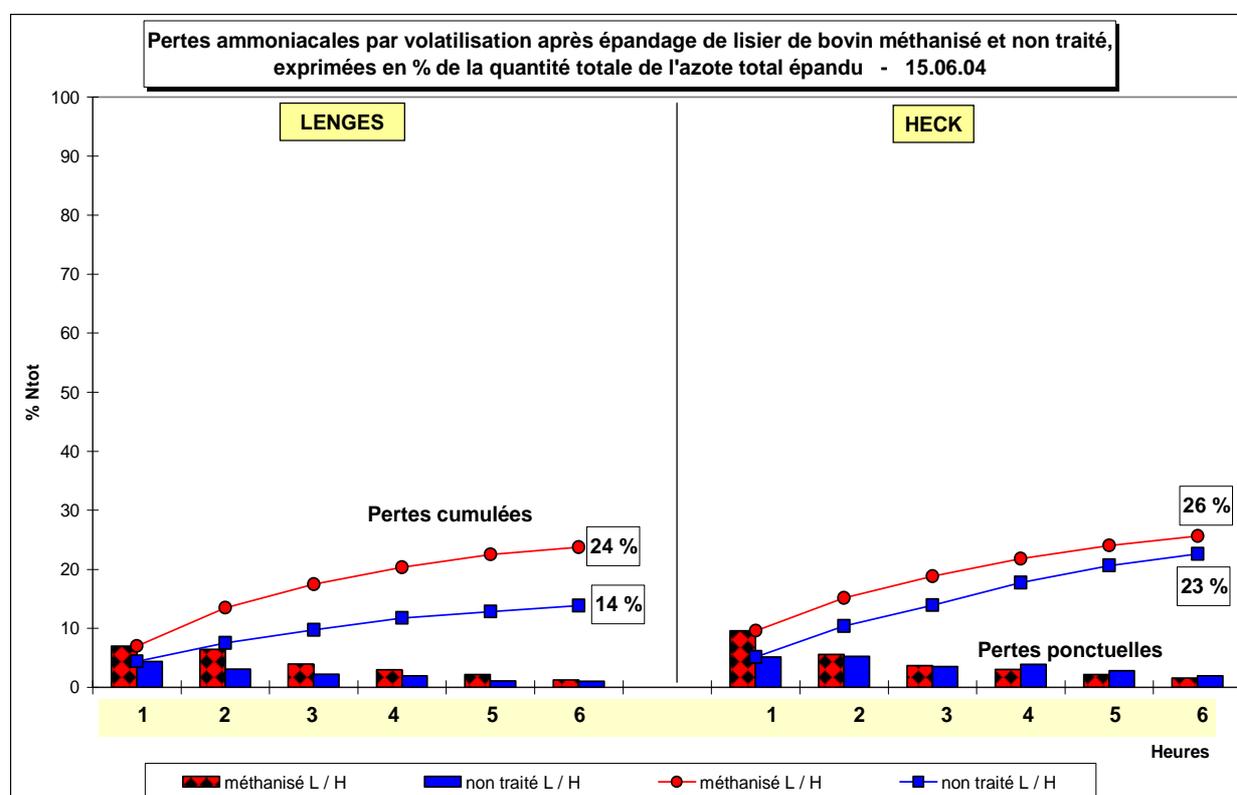
On remarque aussi un pH élevé des lisiers méthanisés (8,05 et 8,12), ce qui favorise les pertes ammoniacales par volatilisation.

#### 4) Mesures du 15.06.04

Tableau 29 : Caractéristiques des lisiers 1<sup>ères</sup> mesures 2004

	Lisier brut Lenges		Lisier méthanisé Lenges		Lisier brut Heck		Lisier méthanisé Heck	
	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>
PH	7,59		7,93		7,71		8,22	
% MS	4,19		6,56		8,38		5,43	
N total	3,70	66,6	5,06	91,08	4,22	75,96	4,23	76,14
N ammon.	2,11	37,98	3,05	54,9	1,61	28,98	2,42	43,56
% NH <sub>3</sub>		57 %		60,3 %		38,2 %		57,2 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,16		2,31		1,30		1,21	
K <sub>2</sub> O	0,36		3,84		5,28		5,59	
CaO	1,44		1,95		1,31		1,33	
MgO	0,74		1,25		1,06		1,01	
Na <sub>2</sub> O	0,36		0,63		0,74		0,81	

Graphique 38 : Lisier méthanisé - LENGES - HECK - 15.06.04



Conditions météorologiques :

Temps observé le 15.06 : Alternances de soleil et nuages, coups de vents relativement forts et températures au-dessus de 20°C ; donc pas de conditions idéales pour lisier.

Station météo : 22°C ; VVT : 10,44 m/s ; HRA : 65,5 ; pluviosité : 0 mm.

Commentaire :

En règle générale, dans ce type d'expérimentation avec lisiers méthanisés on s'attend à obtenir des lisiers digérés présentant des teneurs en MS inférieures aux lisiers bruts correspondants, ainsi que des teneurs en N ammoniacal supérieures dans les lisiers digérés par rapport aux lisiers bruts correspondants.

Lenges : Le % MS du lisier digéré est supérieur à celui du lisier de la préfosse ! De même l'N

total est supérieur dans le lisier digéré. On constate par ailleurs, que les teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O et surtout en K<sub>2</sub>O sont plus élevées dans le lisier méthanisé.

Ces différences s'expliquent par les cosubstrats introduits directement dans le fermenteur et donc après la préfosse.

Avec un % en N ammoniacal légèrement supérieur (3,3 %) pour le lisier digéré on obtient 10 % de pertes en plus. Ceci se justifie par un pH plus élevé et surtout une teneur en MS plus élevée du lisier digéré (2,37 %).

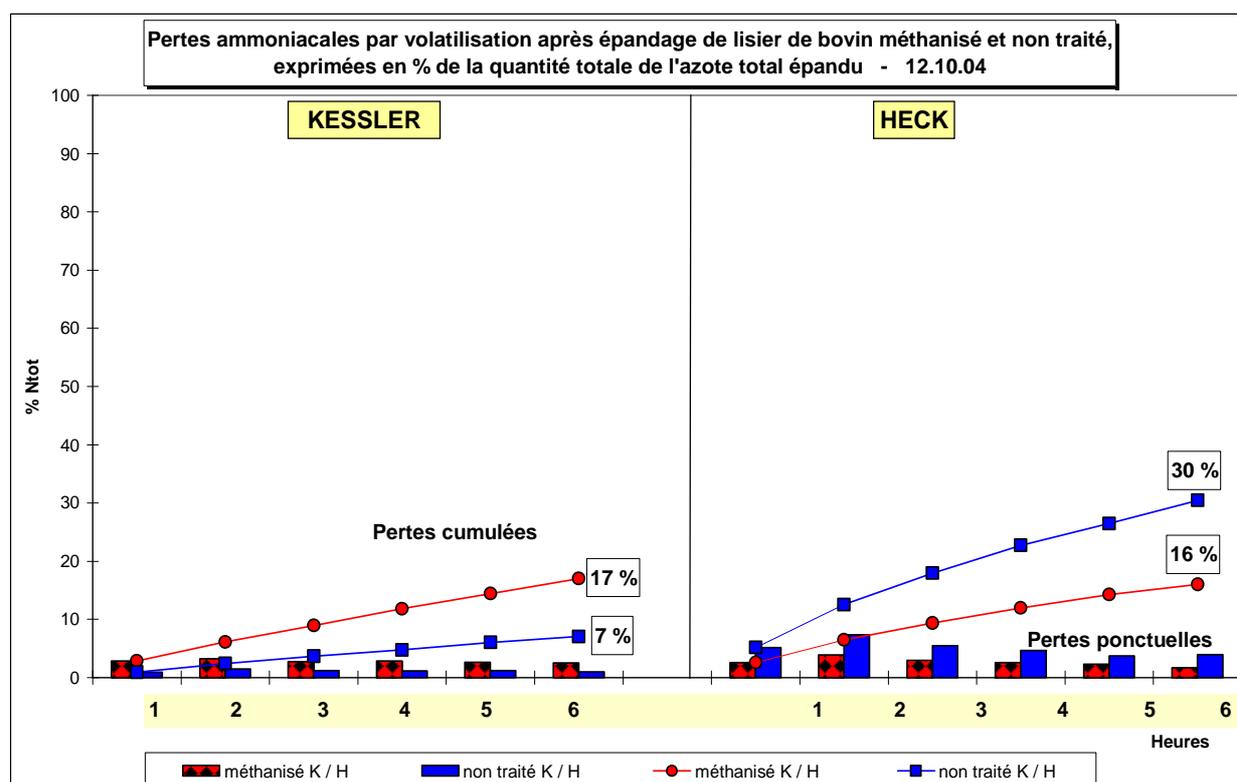
Heck : Le % de MS du lisier digéré est nettement plus faible (2,95 %) que celui du lisier brut ; ceci reflète une bonne digestion des matières. Le pH du lisier digéré dépasse 8 points, ce qui rend ce lisier sensible aux pertes. La teneur en N ammoniacal est nettement plus élevée pour le lisier digéré (19 %).

### 5) Mesures du 12.10.04

Tableau 30 : Caractéristiques des lisiers 2<sup>èmes</sup> mesures 2004

	Lisier brut Kessler		Lisier méthanisé Kessler		Lisier brut Heck		Lisier méthanisé Heck	
	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>
PH	7,32		7,93		8,09		8,09	
% MS	6,36		10,91		6,08		4,75	
N total	2,79	50,22	5,41	97,38	3,03	54,54	3,96	71,28
N ammon.	0,97	17,46	0,16	2,88	1,65	29,7	1,50	27
% NH <sub>3</sub>		34,8 %		2,96 %		54,5 %		37,9 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,24		2,08		1,15		1,00	
K <sub>2</sub> O	3,61		5,28		5,67		4,94	
CaO	1,56		2,59		1,35		1,17	
MgO	0,73		0,87		0,88		0,56	
Na <sub>2</sub> O	0,53		1,24		0,87		1,40	

Graphique 39 : Lisier méthanisé - KESSLER - HECK - 12.10.04



Conditions météorologiques :

Station météo : 9,4°C ; VVT : 11,16 km/h ; HRA : 82,2 ; pluviosité : 0 mm.

Commentaire :

Heck : On observe ici le même pH, supérieur à 8, pour les 2 types de lisier, une teneur en MS plus faible pour le lisier digéré et, ce qui est étonnant, un % en azote ammoniacal inférieur de 16,6 % pour le lisier digéré.

Dans ces conditions il est assez logique que le lisier brut montrait plus de pertes (14 %) que le lisier digéré.

Kessler : On est ici tout de suite frappé par le % de MS très élevé du lisier digéré 10,91 % ! Ceci signifie que la matière qui se retrouvait dans le stockage final n'a pas été suffisamment digérée dans les fermenteurs. Ceci peut s'expliquer par des temps de séjour trop courts. Pour optimiser le rendement des moteurs un maximum de matière est introduite.

De nombreux cosubstrats sont introduits en plus du lisier ; ceux qui sont principalement connus sont le fumier pailleux et le maïs ensilé.

La teneur en N total du lisier méthanisé est pratiquement le double que celle du lisier brut !

Enfin la teneur en N ammoniacal est anormalement basse 2,96 % ; ceci paraît invraisemblable et explique que le résultat obtenu par le calcul sur base de l'N ammoniacal est aberrant (575 % de pertes) voir tableau p.69<sup>10</sup>.

Pour les mesures des pertes ammoniacales on remarque des pertes plus élevées pour le lisier fermenté de 10 %. Les quantités perdues pendant les 6 heures de mesures sont assez stables, ce qui est contraire aux tendances généralement observées d'une diminution régulière des pertes de la première à la dernière mesure effectuée.

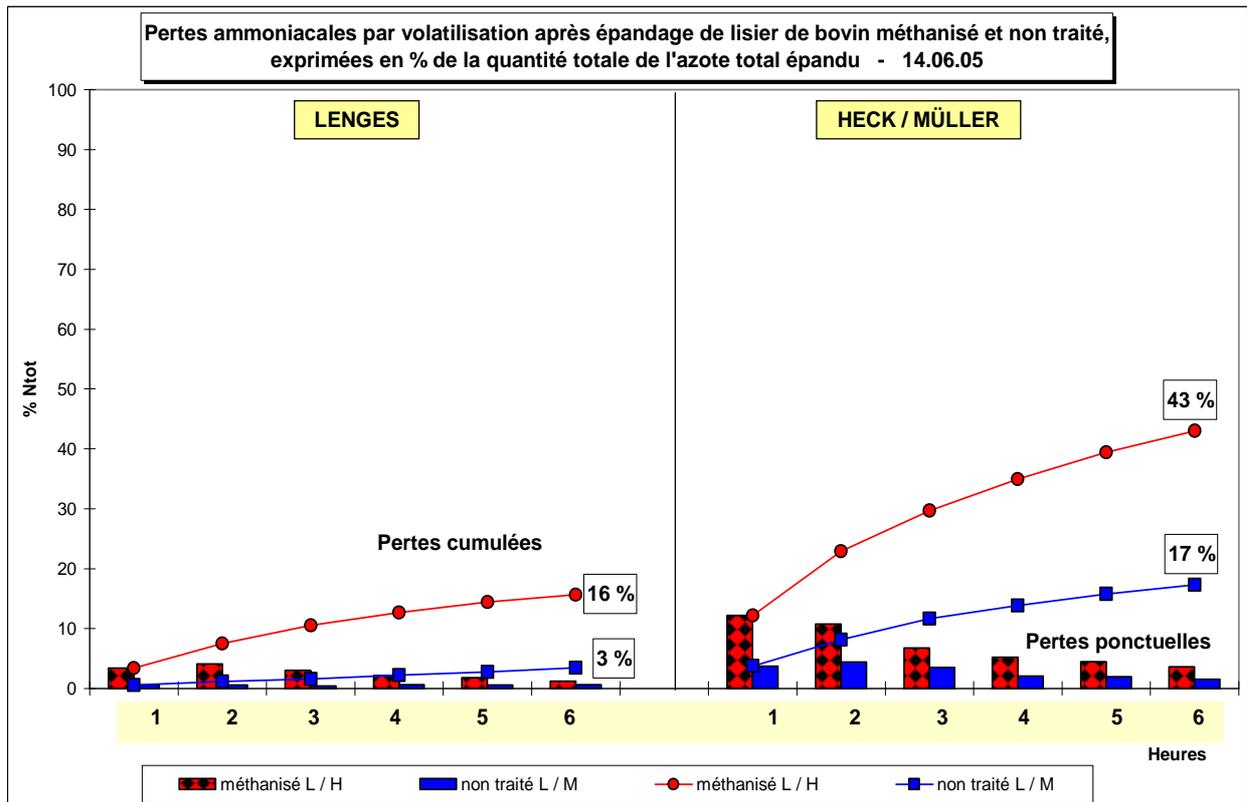
## 6) Mesures du 14.06.05

Tableau 31 : Caractéristiques des lisiers 1<sup>ères</sup> mesures 2005

	Lisier brut Lenges		Lisier méthanisé Lenges		Lisier brut Müller		Lisier méthanisé Heck	
	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>
pH	5,10		7,97		7,65		8,22	
% MS	7,72		4,79		5,27		3,82	
N total	4,47	80,5	4,17	75,1	3,41	61,4	3,48	62,6
N ammon.	1,51	27,18	1,90	34,2	1,86	33,5	1,76	31,7
% NH <sub>3</sub>		34 %		46 %		55 %		51 %
Analyse rapide NH <sub>4</sub>	1,7		2,2		1,7-1,8		1,7	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,53		1,40		0,66		0,92	
K <sub>2</sub> O	3,49		4,07		4,33		5,04	
CaO	1,70		1,40		1,65		1,19	
MgO	0,88		0,59		0,98		0,55	
Na <sub>2</sub> O	1,33		0,93		0,32		1,40	

<sup>10</sup> Les explications des calculs se retrouvent en Annexe 2.

Graphique 40 : Lisier méthanisé - LENGES - HECK / MÜLLER – 14.06.05



Conditions météorologiques :

Temps observé le 14.06 : Temps ensoleillé au matin, mais épandage du lisier à l'ombre, sur la rosée. Vers 11.30 h couvert, mais lourd et sec.

Station météo : 16,4°C ; VVT : 5,04 km/h ; HRA : 59,6 ; pluviosité : 0 mm.

Commentaire :

Les deux graphiques montrent les risques potentiels plus élevés des pertes par volatilisation du lisier méthanisé par rapport au lisier brut et ce, malgré des teneurs en MS des lisiers digérés plus faibles que les lisiers bruts, ce à quoi on s'attend.

Les pertes plus importantes des lisiers digérés peuvent s'expliquer par le pH plus élevé des lisiers digérés. Ceci est particulièrement vrai pour le lisier de chez Lenges où la différence est la plus grande entre lisier brut (5,1) et digéré (7,97).

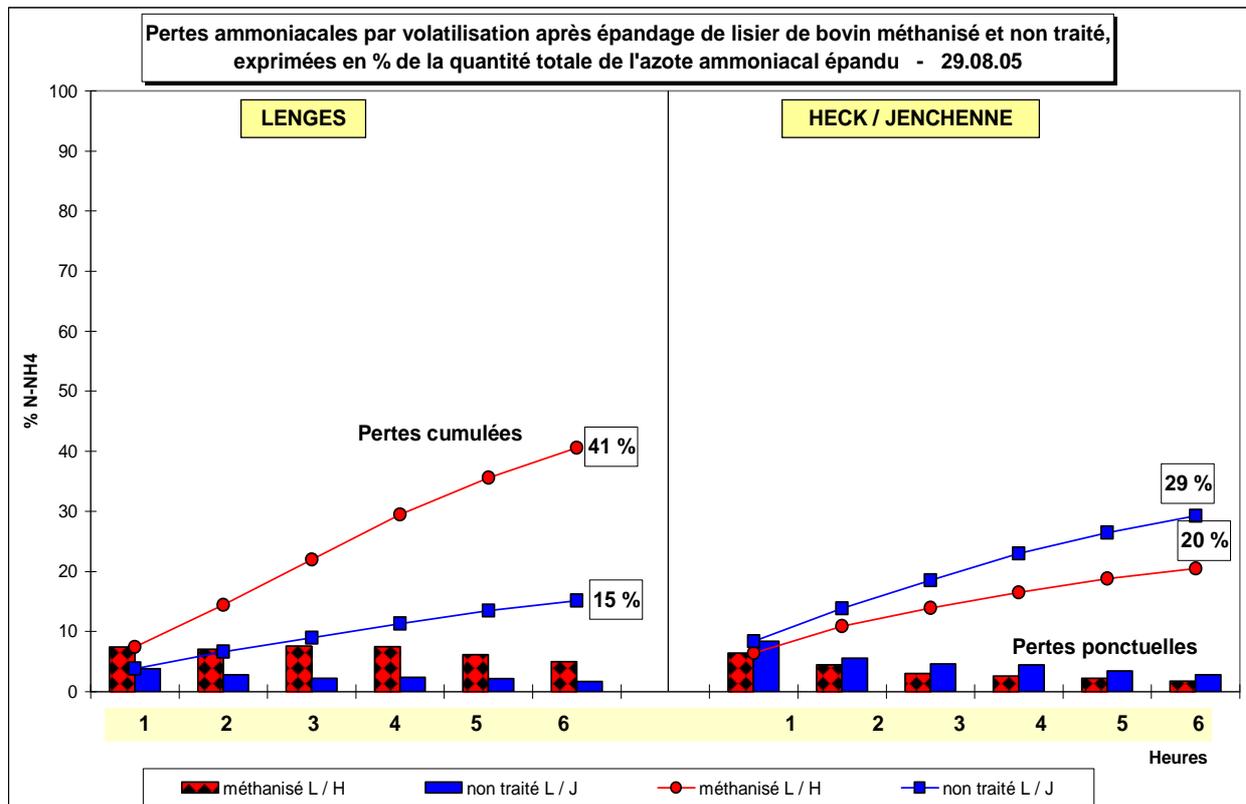
Les pertes sont exponentielles au-delà de pH 7.

## 7) Mesures du 29.08.05

Tableau 32 : Caractéristiques des lisiers 2<sup>èmes</sup> mesures 2005

	Lisier brut Lenges		Lisier méthanisé Lenges		Lisier brut Jenchenne		Lisier méthanisé Heck	
	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>	/ m <sup>3</sup>	/ 18 m <sup>3</sup>
PH	7,02		8,24		7,87		8,02	
% MS	7,79		8,73		5,05		4,59	
N total	2,7	48,6	6,1	109,8	3,6	64,8	4,4	79,2
N ammon.	2,4	43,2	2,8	50,4	2,1	37,8	1,6	28,8
% NH <sub>3</sub>		89 %		46 %		58 %		36 %
Analyse rapide NH <sub>4</sub>	1,8		2,8		1,5		1,1	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,15		3,23		0,88		1,10	
K <sub>2</sub> O	4,55		4,58		3,58		3,41	
CaO	1,58		2,52		0,94		1,19	
MgO	0,79		1,17		0,69		0,70	
Na <sub>2</sub> O	4,26		3,39		0,71		0,70	

Graphique 41 : Lisier méthanisé - LENGES - HECK / JENCHENNE – 29.08.05



Conditions météorologiques :

Temps observé le 29.08.05 : Epandage du lisier à l'ombre, sur forte rosée, mais au cours de la journée de plus en plus chaud et ensoleillé.

Station météo : 21,7°C ; VVT : 4,07 km/h ; HRA : 50,4 ; pluviosité : 0 mm.

Commentaire :

Le graphique Heck / Jenchenne est déroutant. On s'attend en effet à obtenir des pertes plus importantes avec le lisier digéré.

Ce qui est étonnant dans l'analyse du lisier de Jenchenne, c'est son pH très élevé, ce qui est anormal pour un lisier brut, sauf s'il mousse suite à l'ajout d'hypochlorite. De plus, son

pourcentage d'azote ammoniacal est nettement plus élevé (58 %) que celui du lisier méthanisé (36 %).

Avec des teneurs en MS proches de 5 % pour les 2 types de lisier, on peut expliquer le résultat obtenu, à savoir 10 % de pertes en plus pour le lisier brut par rapport au lisier méthanisé.

### 3.3.5 Les mesures des pertes avec lisiers et compléments (Phosphore – Calcium...)

Ces mesures-ci portent sur des lisiers qui ont été complétés en minéraux tels le calcium ou le phosphore. Elles sont réalisées lors de l'épandage de ces lisiers en surface avec le petit tonneau à palette inversée d'Agra-Ost (photo p. 21).

#### 3.3.5.1 Lisier complété en calcium

Deux mesures ont été réalisées dans ce domaine. L'une en 1991 sur des lisiers auxquels on a ajouté de la chaux carbonatée (mélange extemporané), l'autre sur un lisier traité suivant le système Rosal, en 2000.

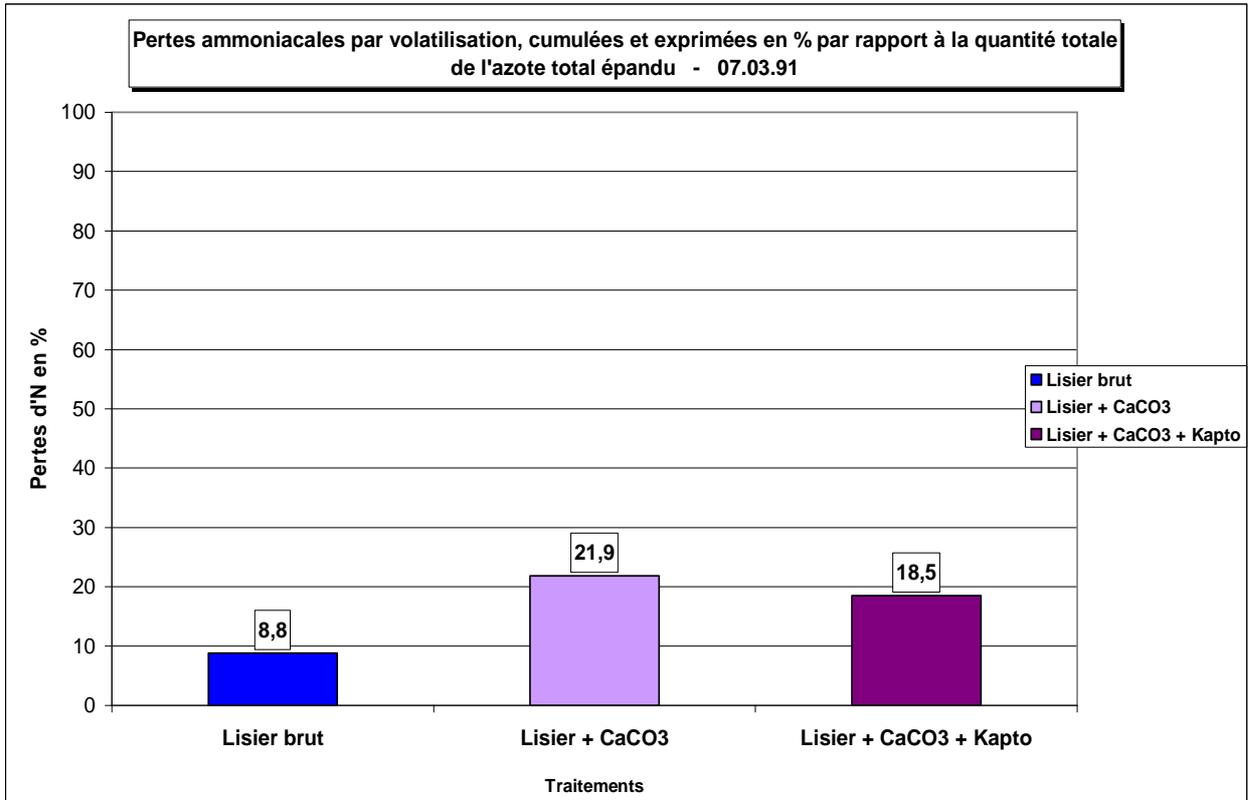
Le système Rosal consiste à apporter avec la fumure de base un complément minéral ayant comme support la chaux liquide. Cette solution nous est livrée par la Société Rosier. Le mélange répond à la formule 0,6-2,4-0 + 6 + 1,6. La densité du produit est de 1,57.

Tableau 33 : Résumé des mesures effectuées en 1991 et 2000

Date	Epannage m <sup>3</sup> /ha	Produits	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épanné kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épanné kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	% de pertes par rapport à	
								Nt	N-NH <sub>4</sub>
07.03.91	23 5,88% MS	Lisier brut	4,26	2,06	97,98	47,38	8,6	8,78	18,15
	23 6,18% MS	+ CaCO <sub>3</sub>	5,01	2,1	115,23	48,3	25,2	21,87	52,17
	23 5,99% MS	+ CaCO <sub>3</sub> + Kopto	5,46	2,77	125,58	63,71	23,2	18,47	36,42
04.04.00	20 6,53% MS	Lisier brut	4,18	1,64	83,6	32,8	7,16	8,56	21,82
	20 19,14 % MS	Lisier + Rosal	4,54	2,40	90,8	48	10,93	12,04	22,77

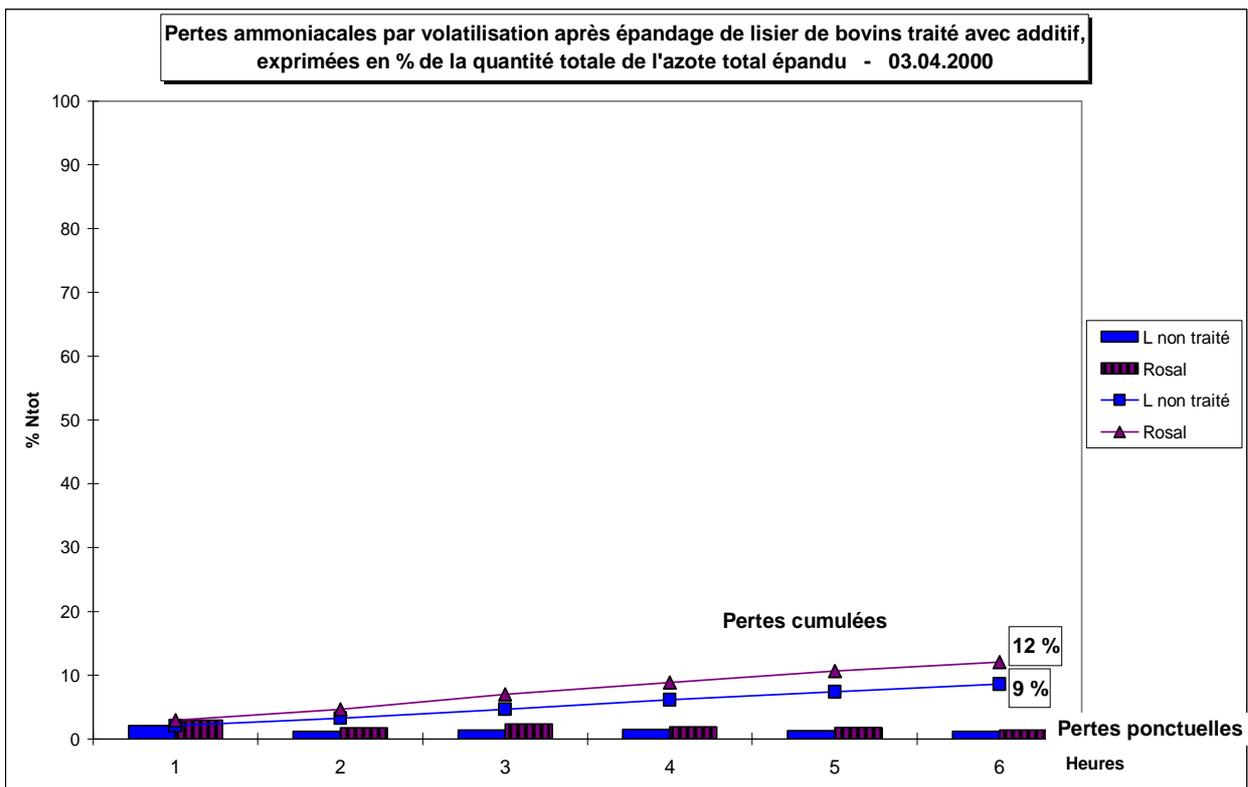
1) Mesures du 07.03.91

Graphique 42 : Lisier et addition de chaux et Kapto



2) Mesures du 03.04.00

Graphique 43 : Lisier et additif - Rosal - 03.04.00



Commentaire :

- Alors que le lisier traité au Kapto montre en 1<sup>ère</sup> année une excellente efficacité de cet additif (voir chapitre « additifs » 3.3.6.2.5. page 88), l'addition de chaux carbonatée au lisier (mélange extemporané) augmente très fortement les pertes par volatilisation de l'azote.
- Le produit Rosal n'a pas empêché les pertes par volatilisation. Au contraire, les pertes sont même légèrement plus importantes avec l'additif que sans (12 % avec Rosal, pour 9 % sans Rosal).

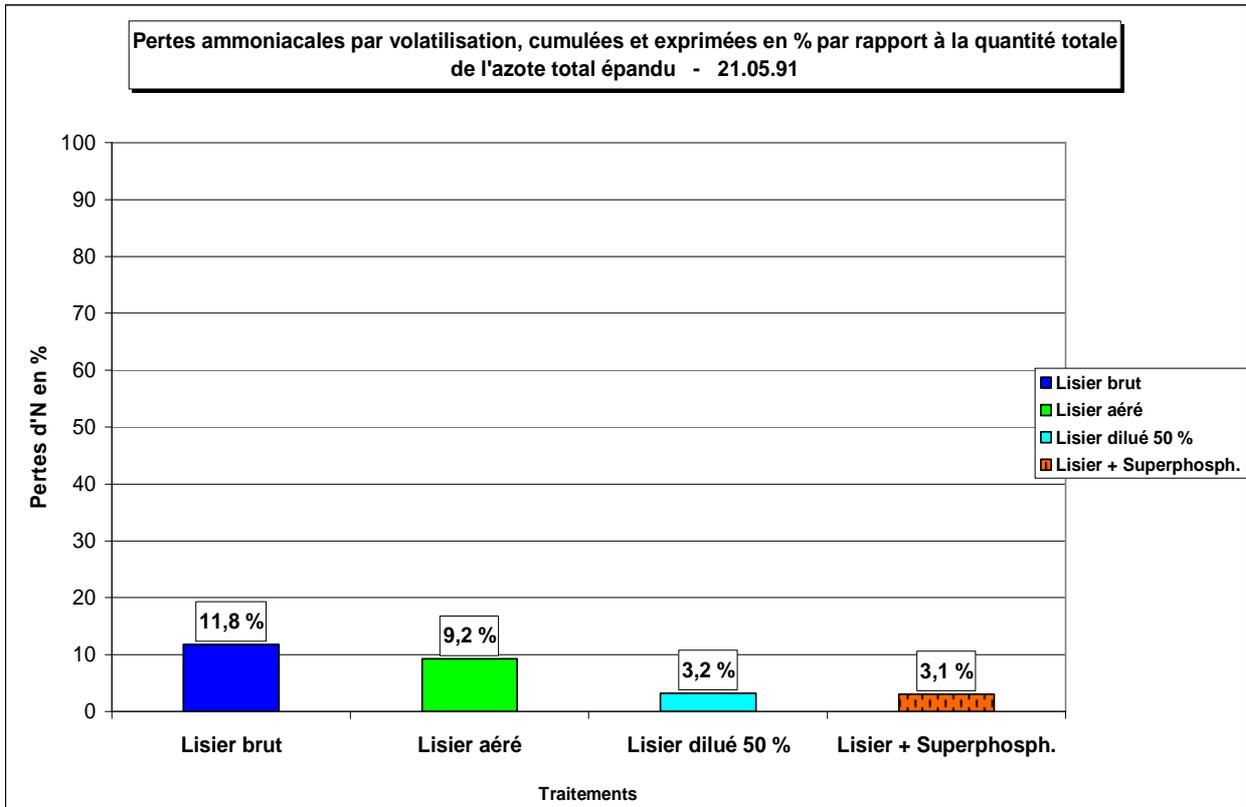
### 3.3.5.2 Lisier complémenté en phosphore

Tableau 34 : Résumé des mesures effectuées en 1991 et 1993

Date	Epannage m <sup>3</sup> /ha	Produits	Nt kg/m <sup>3</sup>	N-NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg / ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg / ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	% de pertes par rapport à	
								Nt	N-NH <sub>4</sub>
21.05.91	25,6 7,9% MS	Lisier brut	4,48	2,43	114,688	62,21	13,5	11,77	21,70
	25,6	Lisier aéré	4,52	2,21	115,712	56,58	10,7	9,25	18,91
	51,2	L dilué 50%	2,57	1,26	131,584	64,51	4,21	3,2	6,53
	25,6	Lisier + Superphosph.	4,5	2,32	115,2	59,39	3,54	3,07	5,96
24.03.1993	10 4,3% MS	Lisier brut	4,25	2,64	42,5	26,4	25,9	60,9	98,1
	10 4,46% MS	Lisier + P.bical.	4,41	2,64	44,1	26,4	19,2	43,5	72,6
	10 4,61% MS	Lisier + Superphosphat.	4,34	2,69	43,4	26,9	23,7	54,5	88
	10 4,34% MS	Lisier + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 26,5%	4,01	2,7	40,1	27	23,1	57,5	85,4

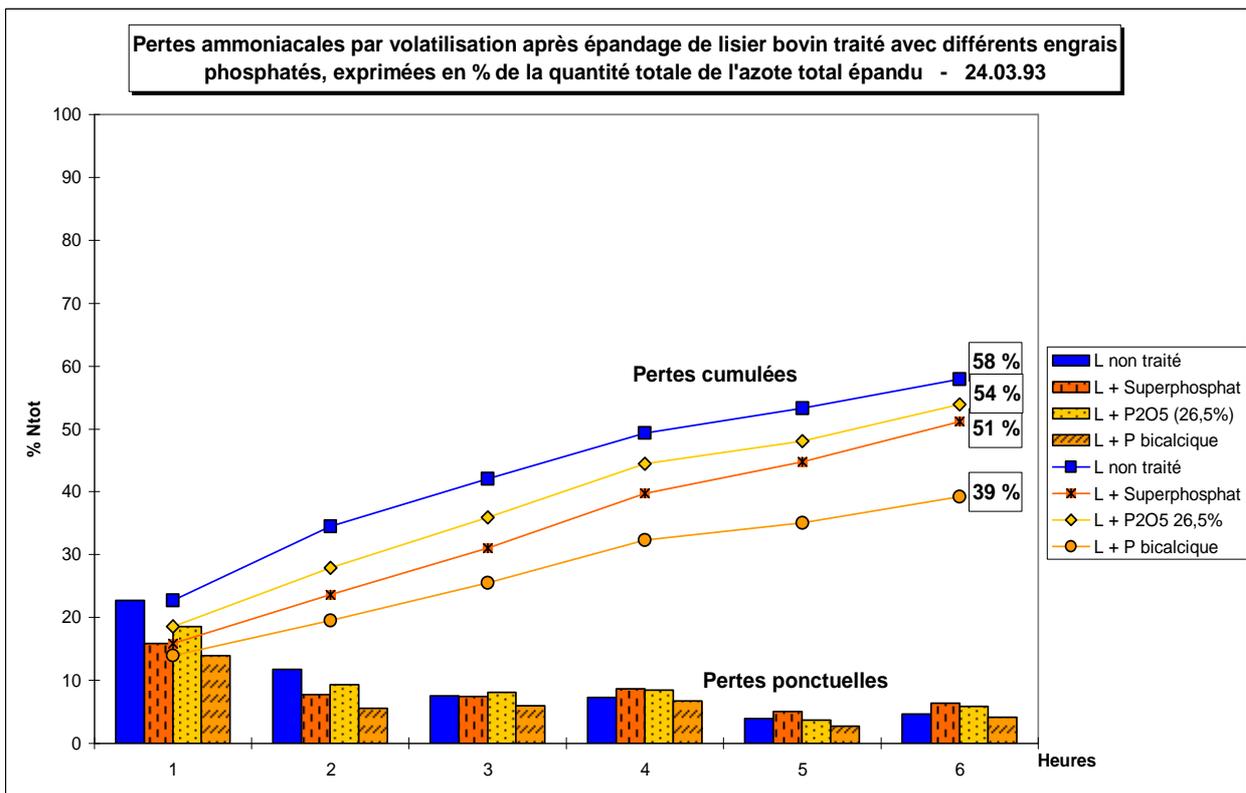
### 1) Mesures du 21.05.91

Graphique 44 : Lisier dilué, aéré et addition de Superphosphate



### 2) Mesures du 24.03.93

Graphique 45 : Lisier additionné de phosphates – 24.03.1993



Commentaire :

- Lors des 1<sup>ères</sup> mesures le Superphosphate Triple a une action positive. Cependant son utilisation ne se justifie pas toujours au niveau des besoins de la fumure de fond.
- Lors des 2<sup>èmes</sup> mesures le lisier traité avec des engrais phosphatés montre des émissions réduites par rapport au lisier normal. Néanmoins la différence n'est pas importante pour le superphosphate et le phosphate naturel (54 % et 51 %) ; sans les additifs, des pertes de 58 % ont été mesurées. Le phosphate bicalcique par contre montre un avantage d'à peu près 20 % avec le lisier témoin.

### 3.3.6 Les mesures des pertes avec lisiers traités avec additifs

Un grand nombre d'additifs de lisier ont été testés chez Agra-Ost. Des mesures de pertes d'azote par volatilisation ont alors été réalisées avec ces lisiers traités et cela lors des épandages ou en ferme, dans les étables.

#### 3.3.6.1 Liste des produits testés (autres que $\text{CaCO}_3$ , Rosal, phosphates ou $\text{HNO}_3$ ) :

- Actilith
- Agrozyme
- Algalise
- Bio-Active
- Bio-Algeen
- Biolisier
- Deodostar
- Di-Odor
- Di-Odor(2)
- Di-Olfac
- EM oud
- EM new
- Hygiasan G90
- Kapto
- Lobial
- Lobiflor 2
- Penac G
- Pit Boss
- Savitalyse
- LisierVital



### 3.3.6.2 Lors des épandages

#### 3.3.6.2.1. Bref historique :

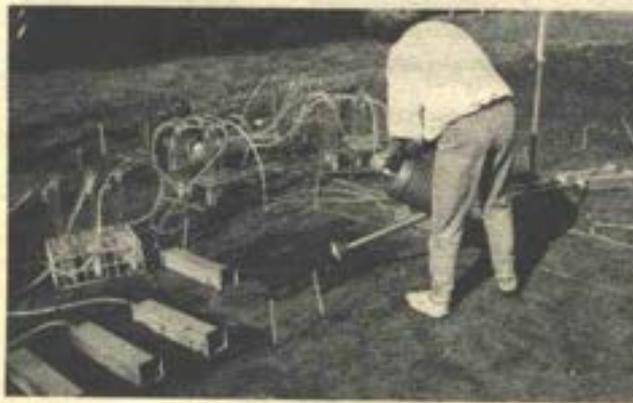
Comme expliqué auparavant, Agra-Ost ne disposait pas au début de son propre matériel de mesure. C'est en collaboration avec le professeur Vlassak<sup>11</sup> de la K.U.L. (Université catholique de Louvain) que les premières mesures ont été réalisées (1990) et notamment avec un additif : le Kapto. Ce produit était fourni par la firme Aegten de Meeuwen.

Un article, paru de ce temps dans le Sillon belge, décrivait l'essai réalisé par M. Vlassak, ainsi que la problématique des pertes ammoniacales lors de l'épandage du lisier.

*Article paru au Sillon belge le 30.03.90 : 1<sup>ère</sup> partie*



Ces derniers mois, il a beaucoup été question dans les médias de la protection de l'environnement. Dans ce domaine, les agriculteurs et en particulier les éleveurs, ont été souvent décriés. En réalité, on a souvent exagéré la part prise par l'agriculture dans les problèmes de pollution. En ce qui concerne les rejets d'ammoniaque d'origine agricole, on avance des chiffres allant de 10 à 70 %. En fait, on ne dispose pas encore de chiffres et de données scientifiques qui soient dignes de foi. Ce qui est sûr par contre, c'est que la majeure partie de l'ammoniaque d'origine agricole qui s'évapore dans l'atmosphère, provient des grosses unités d'élevage.



Cette photo montre comment s'effectuent les mesures des quantités d'ammoniaque qui s'évaporent. Le lisier est épandu de façon homogène dans les parcelles au moyen d'un arrosoir. A gauche de la photo, on peut remarquer de petits tunnels dans lesquels on crée un courant d'air au moyen d'une pompe.

Le professeur Vlassak qui est responsable du Laboratoire de recherches sur la Fertilité et la Biologie des Soils à la KUL mène depuis plusieurs années des recherches afin de résoudre ce problème de la volatilisation de l'azote ammoniacal. Dernièrement, il vient de mettre au point, en collaboration avec la firme Aegten de Meeuwen, un produit diminuant l'agressivité du lisier pour l'environnement. Ce produit, baptisé Kapto, est un liquide qui diminue la volatilisation de l'ammoniaque du lisier et réduit les odeurs. En outre, ce produit a également une certaine valeur fertilisante.

<sup>11</sup> Voir 1<sup>ère</sup> partie de l'article, paru au Sillon belge le 30.03.90

### 3.3.6.2.2. Description de l'additif Kapto :

Article paru au Sillon belge le 30.03.90 : 2<sup>ème</sup> partie

Le produit a été présenté dernièrement lors d'une conférence de presse par le professeur Viessak et deux représentants de la firme Aegten qui ont participé aux recherches.

Des essais en champs ont été effectués durant l'hiver 1988-1989 et durant l'été 1989. Lors de ces essais, 50 tonnes de lisier ont été appliquées et des pertes en ammoniacque de 23% et 40% respectivement ont été enregistrées. La plus grande partie des pertes se produit peu après l'épandage. Ensuite, les pertes diminuent graduellement et après 3 jours, il ne se produit plus aucune volatilisation d'ammoniacque. On a pu également mettre en évidence que la volatilisation dépendait fortement de nombreux facteurs dont notamment la température et l'acidité du sol.



Cet appareil de dosage a été réalisé par l'agriculteur lui-même. On peut à l'heure actuelle trouver sur le marché ce type d'installation.

Dans notre essai l'amendement Kapto était utilisé à raison de 30 kg par m<sup>3</sup> de lisier. Au prix de 0,149 €/kg (6 FB/kg) le traitement d'un m<sup>3</sup> coûtait donc en pratique :  
30 kg x 0,149€/kg = 4,47 €/m<sup>3</sup> (180 FB/m<sup>3</sup>) de lisier.

Ce coût est assez élevé et ne se justifie pas pour nos régions. De plus, le Kapto est un amendement contenant 12,5% de formaldéhyde, substance qui, à notre avis, épandue régulièrement en quantité importante, pourrait nuire à l'environnement<sup>12</sup>

#### DU FORMALDÉHYDE POUR FREINER LA NITRIFICATION

En laboratoire, plusieurs produits et mélanges de produits ont été expérimentés sur différents échantillons de lisier. Le produit découvert possède en fait la propriété de freiner le phénomène de nitrification c'est-à-dire la transformation de l'azote ammoniacal en azote nitraté. Ce mélange contient 12,3% de formaldéhyde, 5,5% d'oxyde de calcium et 4,7% d'oxyde de magnésium. Dans les essais effectués, il a permis de réduire la nitrification de 70% pour le lisier de bovin, de 85% pour le lisier de porc et de 44% pour le lisier de poule.

En plus de son action sur l'azote, Kapto a également l'avantage de réduire les odeurs émanant du lisier et de nuire en rien à la faune et à la flore. Ceci mérite d'être souligné car il faut savoir que le formaldéhyde est également utilisé, mais à une concentration 20 fois plus élevée, comme désinfectant.

Il faut également remarquer que le pourcentage de réduction de la volatilisation de l'azote est directement proportionnel à la concentration de Kapto dans le lisier. Si l'on utilise Kapto à la concentration de 3% (= 1500 kg/50 tonnes de lisier), la réduction de la volatilisation de l'azote ammoniacal est pratiquement de 100%. Par contre, en n'utilisant que 640 kg de produit dans 50 tonnes de lisier, l'efficacité est de 46,5 à 63% suivant le type de lisier, sa teneur en matière sèche, la température, etc.

#### DOSAGE DU PRODUIT

Le produit peut être mélangé au lisier, soit dans la citerne si l'on dispose d'un mixer ou d'une installation spéciale de dosage, soit lors du pompage du lisier dans le tonneau. Du fait qu'il n'existe encore aucune étable qui soit équipée d'une telle installation de dosage et que seulement 10% des éleveurs disposent d'un mixer, il est pratiquement certain qu'à l'avenir, le produit sera mélangé au lisier lors de son pompage dans le tonneau. On peut d'ailleurs déjà trouver à l'heure actuelle, des pompes de dosage à installer sur le tonneau à lisier.



Le produit est puisé directement des citernes en plastique vers le tonneau à lisier.

#### ECONOMISER L'ENGRAIS

Bien que l'efficacité de Kapto ne soit plus à démontrer, on peut se demander si le produit sera à l'avenir utilisé à grande échelle. En Belgique, la législation n'impose pas encore de limiter les émanations d'ammoniacque provenant des déjections animales. En Hollande par contre, des normes ont été fixées et les constructeurs de tonneaux à lisier ont dû mettre au point des systèmes d'injection. A côté de tous les avantages qu'offre Kapto, le produit permet de faire des économies d'engrais et il donne également une valeur ajoutée au lisier.

En ce qui concerne le prix de cet additif, M. Jaak Aegten ne peut pas encore se prononcer; cela dépendra de la demande et de l'infrastructure qui devra être mise en place pour commercialiser le produit. Il est toutefois probable que son prix sera inférieur à celui du kg du nitrate d'ammoniacque. En ce qui concerne le conditionnement, Kapto est livrable en citerne de plastique de 1.200 kg ou par camion de 25 tonnes.

<sup>12</sup> Remarque extraite du rapport technique annuel d'Agra-Ost de 1990

### 3.3.6.2.3. *Lisier et Penac G :*

Qu'est-ce que le « Penac G » ?

En 1992, après des années d'expérimentation, un technicien allemand nommé Roland Plocher met sur le marché le « Plocher-Energie-System ».

Plocher part de l'idée qu'en plus du magnétisme, de la radioactivité, de l'énergie chimique et thermique, il existe d'autres formes d'énergie. Il développe un appareil susceptible d'attirer le champ énergétique qui nous entoure (il appelle cela « énergie libre »). Il prétend pouvoir capter, neutraliser et concentrer cette énergie. Dans ce champ énergétique neutre et focalisé en un laser, il introduit une substance pure comme p.ex. de l'oxygène pur. D'autres substances aussi, en état liquides ou solides, entrent en ligne de compte à cet effet. Selon Plocher chaque matière est marquée de sa propre matrice énergétique, constituée de particules énergétiques qui contiennent, selon la substance, des informations spécifiques. Ces informations sont en fin de compte copiées par le faisceau énergétique sur un support organique ou inorganique tel que de la farine de quartz, du CaCO<sub>3</sub> ou de la mélasse. Selon lui, la substance porteuse libère alors, de façon illimitée dans le temps, des informations d'oxygène à son environnement. Ces informations conduisent à des réactions catalytiques. Il nomme cela « système – énergie – Plocher ».

Au fil des ans le système fut affiné. Différents groupes de produits sont développés, les produits Penac, dont chacun possède, selon le concepteur, son propre mode de fonctionnement :

- **Penac K :** (**K**ompost = compost) favoriserait la vie microbienne dans le compost. La part de bactéries O<sub>2</sub> augmenterait, des virus seraient dérangés, et le développement des micro-éléments pouvant être absorbés par les plantes augmenterait. Le processus de compostage serait accéléré et moins de nuisance olfactive ainsi qu'une meilleure capacité d'absorption d'eau sont visées.
- **Penac T :** (**T**iere = animaux) introduit dans l'alimentation du bétail stabiliserait l'état sanitaire de ce dernier. La résistance naturelle des animaux serait améliorée et ils auraient besoin de moins de médicaments. Parallèlement ils montreraient des changements de croissance positifs.
- **Penac W :** (**W**asser = eau) Ce produit est appliqué parallèlement à des catalyseurs imperméables pour l'assainissement de l'eau. L'eau eutrophiée (riche en algues) redevient claire.
- **Penac G :** (**G**ülle = lisier) Après un traitement avec ce produit la croûte du lisier se dissout et le lisier remanifeste des signes d'une vie microbienne. Il se déroule dans le lisier des processus de transformations par lesquels l'azote devient soluble dans l'eau et demeure ainsi, comme azote ammoniacal, directement assimilable pour les plantes. Le développement d'ammoniac, gaz qui se volatilise, est fortement freiné. La plupart des processus qui se déroulaient auparavant en anaérobie, se déroulent après un traitement au Penac en aérobie.

Le système Plocher qui traite le lisier a pour but d'améliorer la fertilisation. D'une part, pour rentabiliser l'agriculture, et d'autre part pour protéger l'environnement des effets négatifs de la fertilisation au lisier et du stockage du lisier.

### 3.3.6.2.4. *Les autres additifs*

Plusieurs produits testés tels que l'Algalise ou l'Actilith sont à base d'algues. Ils se constituent d'algues marines calcaires, de Bentonit et de levures.

Le Lobial ou Lobiflore, le Deodostar, le Biolisier ou le Savitalyse sont des préparations bactériologiques.

### 3.3.6.2.5. Mesures de pertes lors des épandages

Tableau 35 : Résumé des mesures effectuées avec additifs, lors des épandages – 1990 - 1999

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
24.04.1990	Lisier brut	15	7,08	4,18	1,51	62,7	22,65	-	-	-
	Lisier + Kapto	15	8,57	4,14	0,92	62,1	13,8	2,4	3,86	17,39
	Lisier dilué	30	3,16	2,94	0,75	88,2	22,5	3	3,4	13,3
	Lisier aéré	15	5,97	4,34	0,83	65,1	12,45	5	7,68	40,16
07.03.1991	Lisier brut	23	5,88	4,26	2,06	97,98	47,38	8,6	8,78	18,15
	Lisier + CaCO <sub>3</sub>	23	6,18	5,01	2,1	115,23	48,3	25,2	21,87	52,17
	Lisier + CaCO <sub>3</sub> + Kapto	23	5,99	5,46	2,77	125,58	63,71	23,2	18,47	36,42
13.04.1993	Lisier non traité	20	8,3	4,69	2,64	93,8	52,8	82,2	87,7	156
	Lisier aéré	20	7,57	4,06	2,65	81,2	53	69,3	85,3	131
	Lisier + Penac G	20	7,81	4,63	2,45	92,6	49	55,3	59,7	113
03.08.1993	Lisier non traité	20	6,34	5,62	3,13	112,4	62,6	64,2	57,1	102,6
	Lisier aéré	20	6,23	5,55	3,33	111	66,6	78,3	70,5	117,5
	Lisier + Penac G	20	5,25	4,84	2,54	96,8	50,8	72,1	74,5	142
10.09.1993	Lisier non traité	20	4,45	6,92	4,03	138,4	80,6	120,1	86,8	149
	Lisier + Actilith	20	9,68	7,61	3,64	152,2	72,8	105,8	69,5	145,4
	Lisier + Algalise	20	6,15	7,61	4,14	152,2	82,8	101,8	66,9	122,9
20.07.1994	Lisier non traité	30	5,46	6,33	4,2	189,9	126,0	71,5	37,6	56,7
	Lisier + Lobial	30	5,2	6,49	4,37	194,7	131,1	186,2	95,6	142
	Lisier + Actilith	30	7,6	5,84	4,46	175,2	133,8	122,8	70,1	91,8
11.10.1994	Lisier non traité	18	2,11	1,74	0,74	31,3	13,3	6,29	20,1	47,2
	Lisier + Savitalyse	18	2,31	7,94	3,24	142,9	58,3	8,45	5,9	14,5
11.01.1996	Lisier + Deodostar	16	7,21	5,59	3,45	89,44	55,2	123,65	138,2 5	224
	Lisier + Biolisier	16	6,85	7,44	3,745	119,04	59,92	109,96	92,37	183,5
	Lisier + Lobial	16	5,21	6,07	3,92	97,12	62,72	98,96	101,8 9	157,77
	Lisier + Savitalyse	16	9,83	8,395	3,22	134,32	51,52	85,83	63,9	166,6
	Lisier non traité	16	4,75	6,61	3,715	105,76	59,44	107,20	101,3 6	180,34
13.06.1996	Lisier + LVital 1,5	18	5,95	3,83	1,97	68,94	35,46	28,05	40,68	79,1
	Lisier + LVital 0,75	18	5,61	4,00	2,12	72	38,2	28,67	39,83	75,06
	Biolisier	18	5,43	4,04	2,00	72,7	36,0	36,85	50,68	102,35
15.10.1996	Lisier + New EM	22	7,63	4,11	0,88	90,42	19,36	11,17	12,36	57,71
	Lisier + Oud EM	32,5	7,36	3,82	1,30	124,15	42,25	21,43	17,26	50,71
	Lisier + Pit Boss	45,25	6,74	4,33	1,81	195,9	81,9	31,82	16,24	38,85
	Lisier non traité	48	6,87	4,06	1,92	194,9	92,16	50,49	25,91	54,79

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
16.10.1996	Lisier + Bio-Active	25	6,63	4,46	1,99	111,5	49,75	51,11	45,84	102,74
	Lisier + New EM	25	7,63	4,11	0,88	102,75	22	13,83	13,46	62,86
	Lisier + LVital	25	7,08	3,90	2,00	97,5	50	30,09	30,86	60,18
	Lisier non traité	25	6,87	4,06	1,92	101,5	48	43,57	42,93	90,77
11.06.1997	Lisier porcin non traité	20	10,5	3,47	2,61	69,4	52,2	58,0	75,2	111,1
	Lisier porcin + EM	20	10,7 1	3,86	1,82	77,2	36,4	10,8	15,5	29,6
13.01.1998	Lisier non traité	20	8,09	4,30	2,27	86	45,4	36,33	42,24	80,02
	Lisier + Bio-Algeen	20	7,73	4,19	2,15	83,8	43,0	36,19	43,19	84,16
	Lisier + Hygiasan	20	7,86	4,33	2,27	86,6	45,4	36,62	42,29	80,66
01.04.1998 Pertes durant 6 heures	Lisier non traité	20	8,25	3,36	1,21	67,2	24,1	7,9	11,8	32,9
	Lisier + Algalise	20	8,36	3,27	1,28	65,3	25,5	4,7	7,1	18,3
	Lisier + Penac	20	8,21	3,33	1,26	66,5	25,2	4,0	6,0	15,9
20.10.1998 Pertes durant 6 heures	Lisier non traité	20	7,5	3,04	1,05	60,8	21	24,8	40,8	118,2
	Lisier + Algalise	20	7,7	2,57	1,16	51,4	23,2	8,6	16,7	36,9
	Lisier + Penac	20	7,6	2,92	1,13	58,4	22,6	16,2	27,7	71,5
<b>Moyennes des 2 mesures (01.04 et 20.10.98)</b>	<b>Lisier non traité</b>	<b>20</b>	<b>7,90</b>	<b>3,20</b>	<b>1,13</b>	<b>64</b>	<b>23</b>	<b>16,4</b>	<b>26,3</b>	<b>75,5</b>
	<b>Lisier + Algalise</b>	<b>20</b>	<b>8,00</b>	<b>2,92</b>	<b>1,22</b>	<b>58</b>	<b>24</b>	<b>6,6</b>	<b>11,9</b>	<b>27,6</b>
	<b>Lisier + Penac</b>	<b>20</b>	<b>7,90</b>	<b>3,12</b>	<b>1,20</b>	<b>62</b>	<b>24</b>	<b>10,1</b>	<b>16,8</b>	<b>43,7</b>
	<b>Pertes moyennes au cours des 6 premières heures après l'épandage</b>									
25.01.1999	Lisier non traité	20	5,4	3,51	1,69	70,2	33,8	15,33	21,83	45,35
	Lisier + Di-Odor avant ép.	20	5,38	3,08	1,70	61,6	34	14,04	22,78	41,28
	Lisier + Di-Odor depuis 6/1	20	5,25	3,21	1,68	64,2	33,6	21,45	33,41	63,83
06.07.1999	Lisier non traité	20	2,18	2,35	1,04	47	20,8	10,91	23,22	52,47
	Lisier + Di-Olfac	20	1,99	1,52	1,04	30,4	20,8	11,85	38,98	56,97

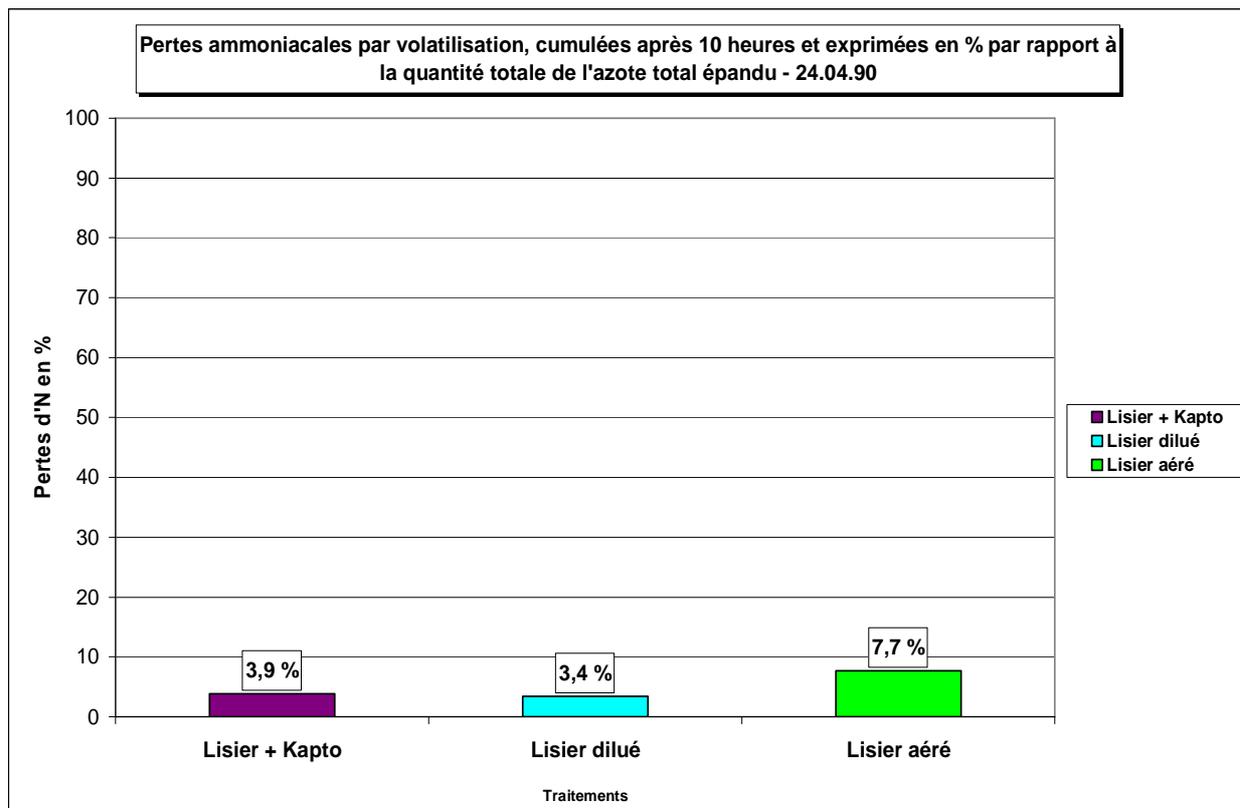
Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épanné kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épanné kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
06.10.1999 Pertes durant 6 heures	Lisier non traité	20	4,87	3,24	1,35	64,7	27	19,5	30,1	72,0
	Lisier + Agrozyme	20	4,90	3,25	1,28	65	25,5	15,6	23,9	61,3
03.11.1999 Pertes durant 6 heures	Lisier non traité	20	5,02	3,07	1,56	61,3	31,2	6,8	11,2	21,9
	Lisier + Agrozyme	20	5,01	3,11	1,53	62,2	30,6	10,6	17,0	34,6
<b>Moyennes des 2 mesures (06.10 et 03.11.99)</b>	<b>Lisier non traité</b>	<b>20</b>	<b>4,94</b>	<b>3,15</b>	<b>1,46</b>	<b>63</b>	<b>29</b>	<b>13,1</b>	<b>20,6</b>	<b>47,0</b>
	<b>Lisier + Agrozyme</b>	<b>20</b>	<b>4,96</b>	<b>3,18</b>	<b>1,40</b>	<b>64</b>	<b>28</b>	<b>13,1</b>	<b>20,5</b>	<b>47,9</b>



Ici aussi les épandages ce sont faits en surface, avec le petit tonneau à lisier d'Agra-Ost muni d'une buse avec palette inversée (photo p. 21).

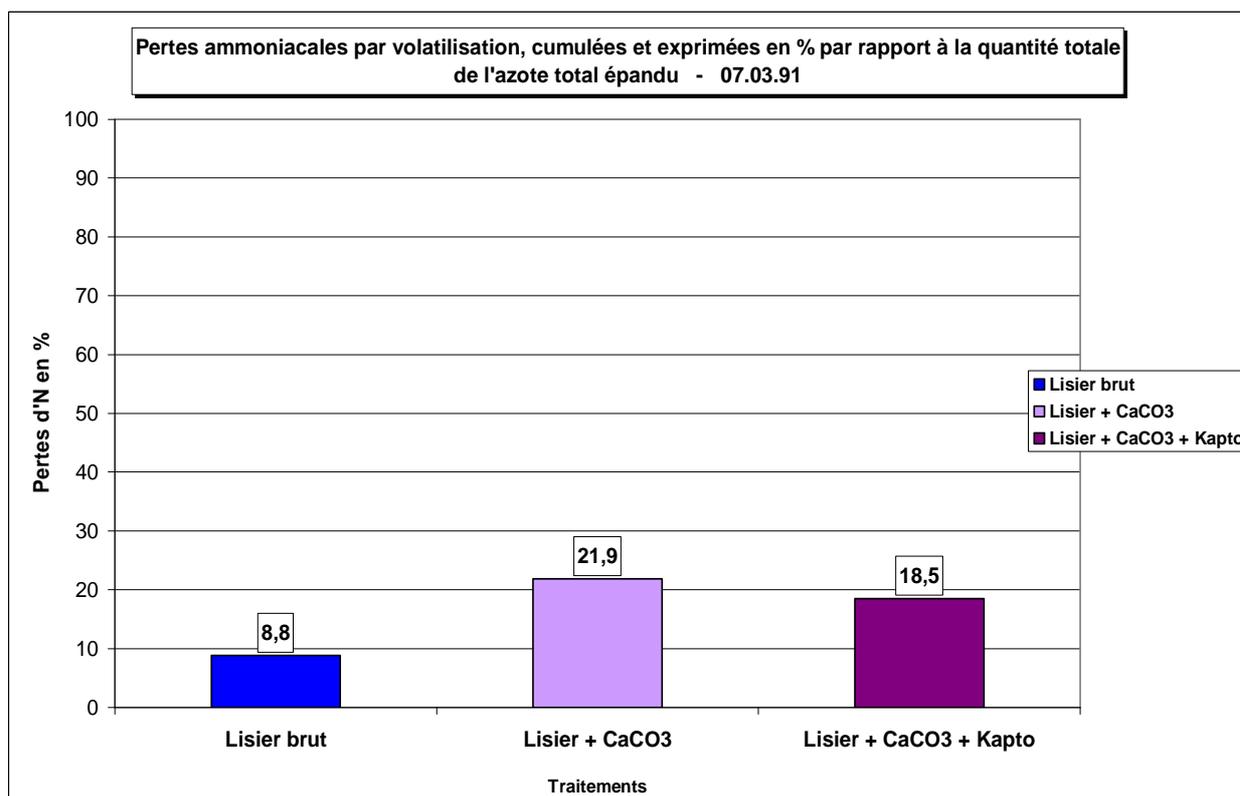
### 1) Mesures du 24.04.90

Graphique 46 : Lisier dilué, aéré et traité au Kapto – 24.04.90



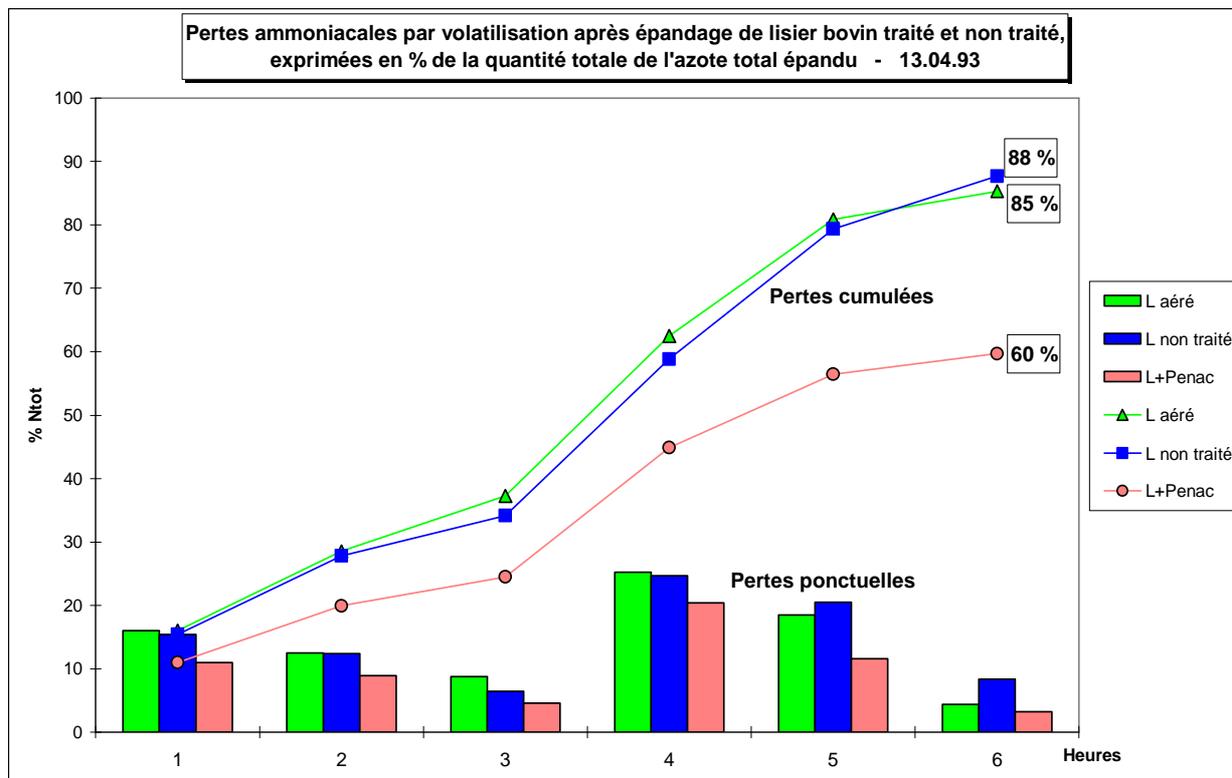
### 2) Mesures du 07.03.91

Graphique 47 : Lisier et addition de chaux et Kapto



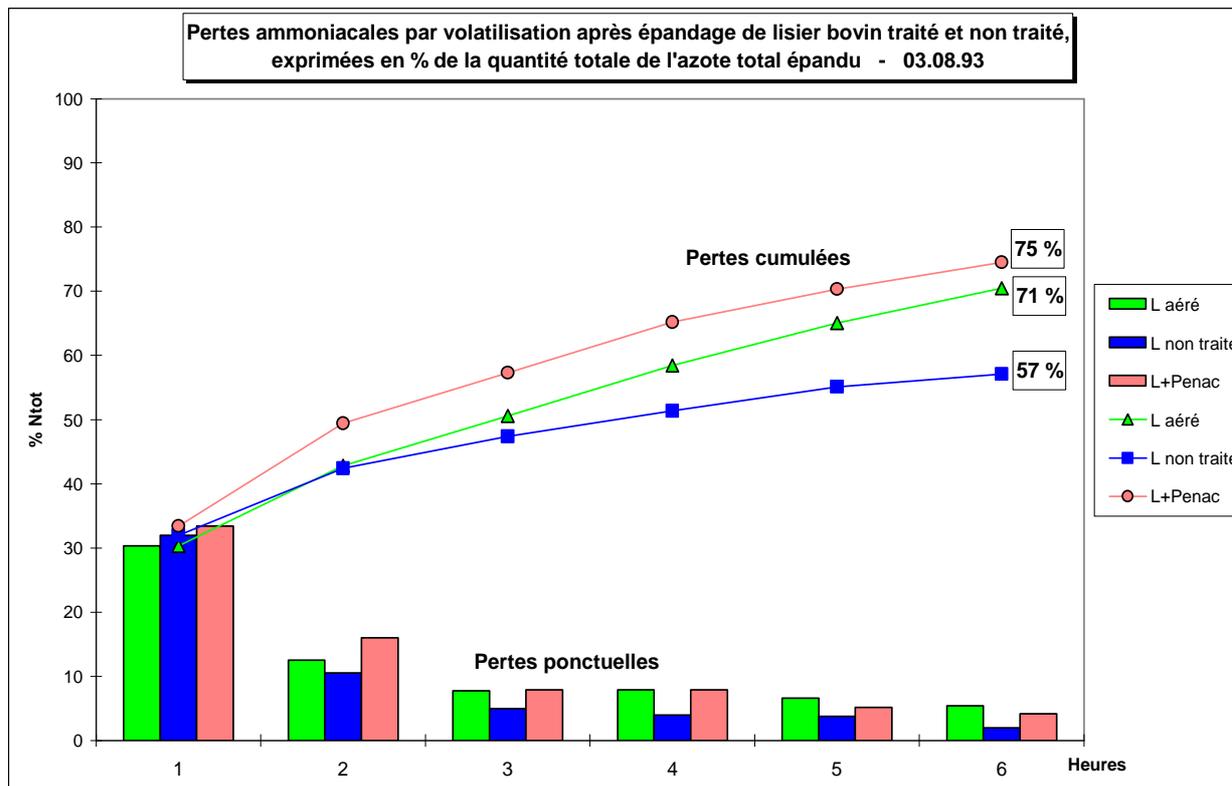
### 3) Mesures du 13.04.93

Graphique 48 : Lisier aéré et lisier traité au Penac – 13.04.1993



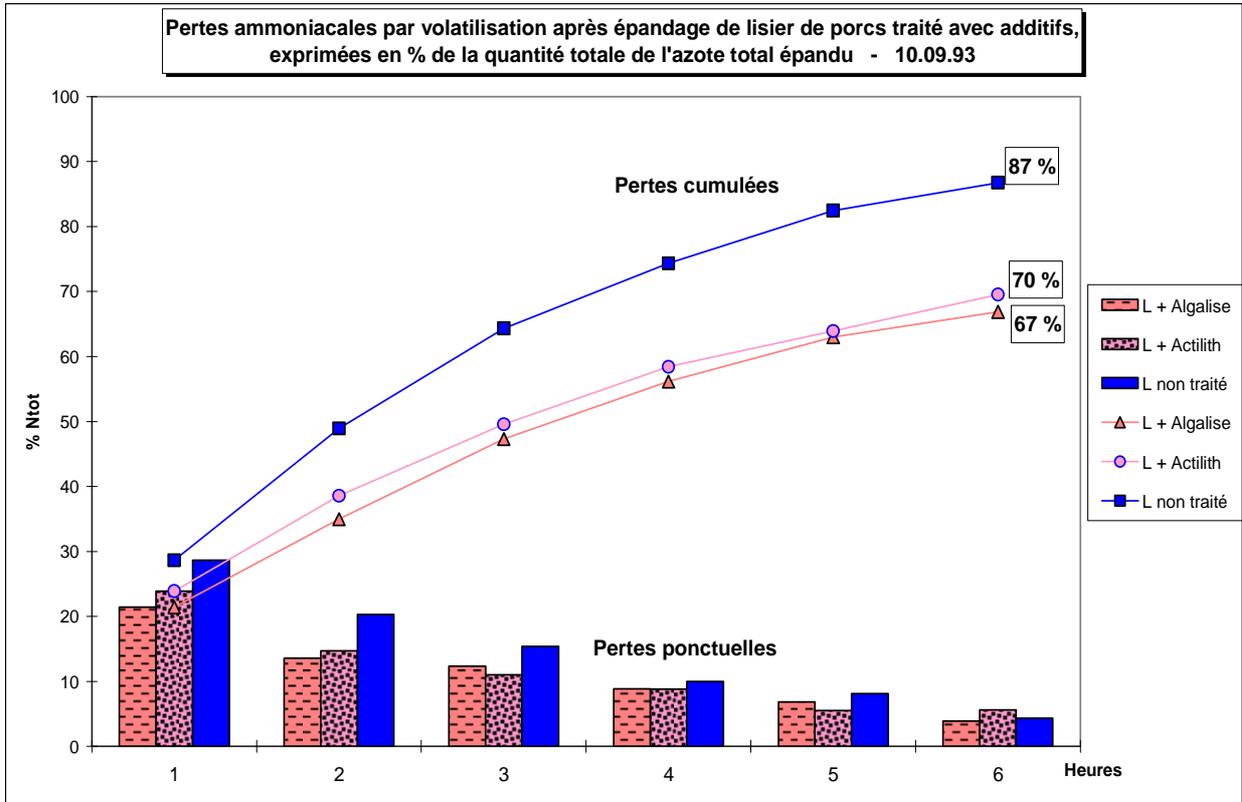
### 4) Mesures du 03.08.93

Graphique 49 : Lisier aéré et lisier traité au Penac – 03.08.1993



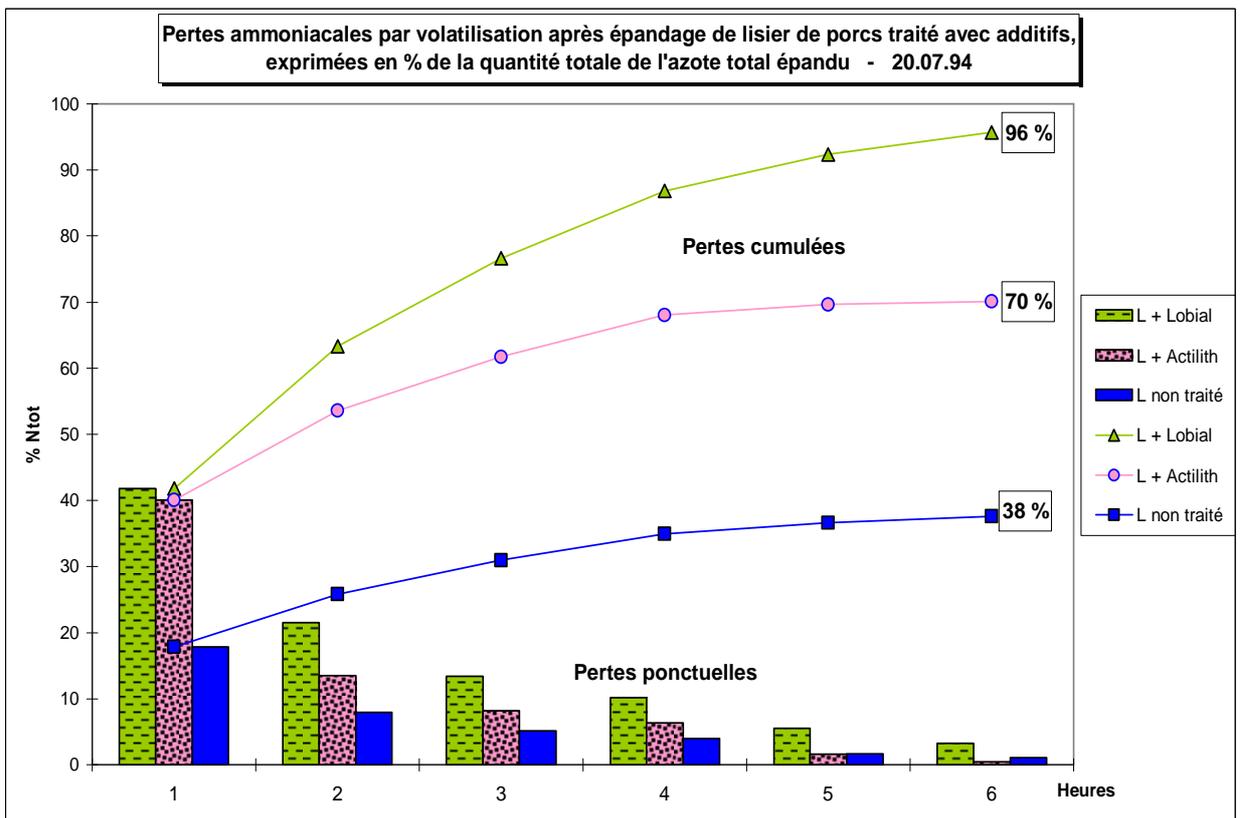
### 5) Mesures du 10.09.93

Graphique 50 : Lisier et additifs à base d'algues – 10.09.1993



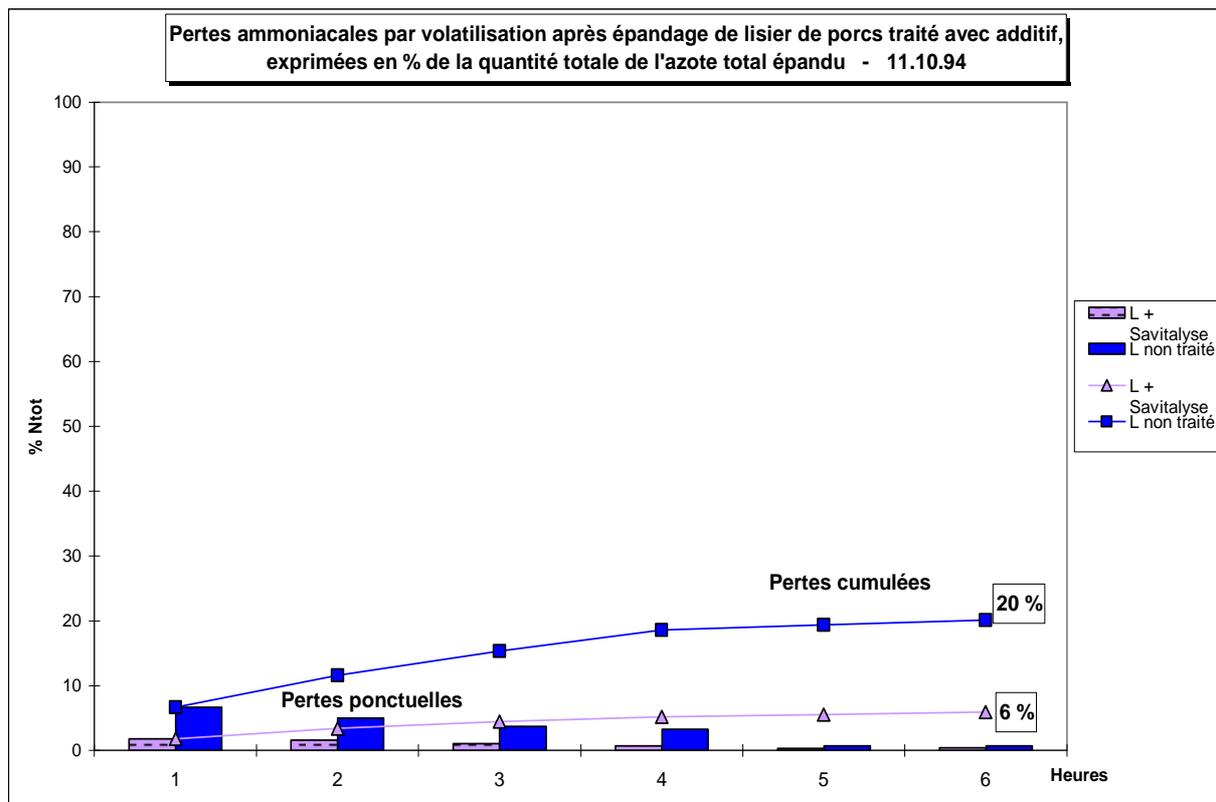
### 6) Mesures du 20.07.94

Graphique 51 : Lisier et additifs - Lobial et Actilith – 20.07.1994



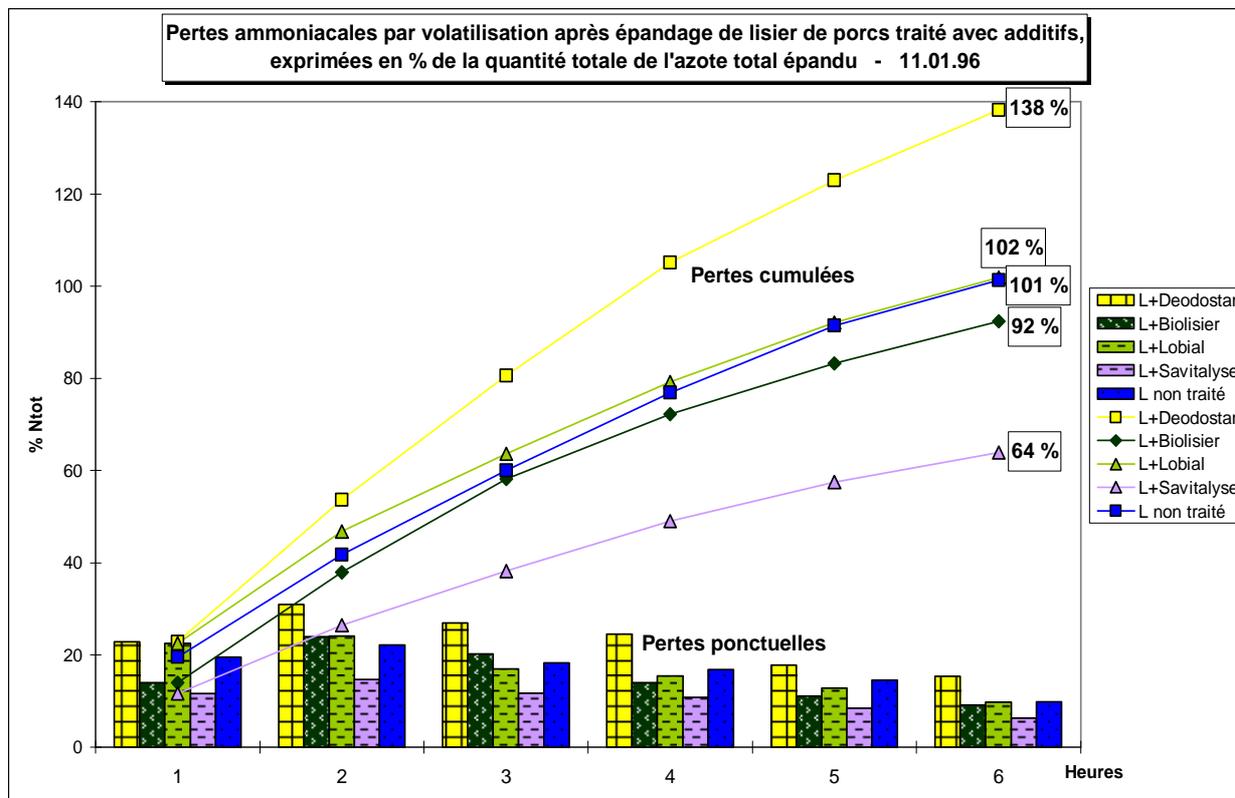
## 7) Mesures du 11.10.94

Graphique 52 : Lisier et additif - Savitalyse – 11.10.1994



## 8) Mesures du 11.01.96

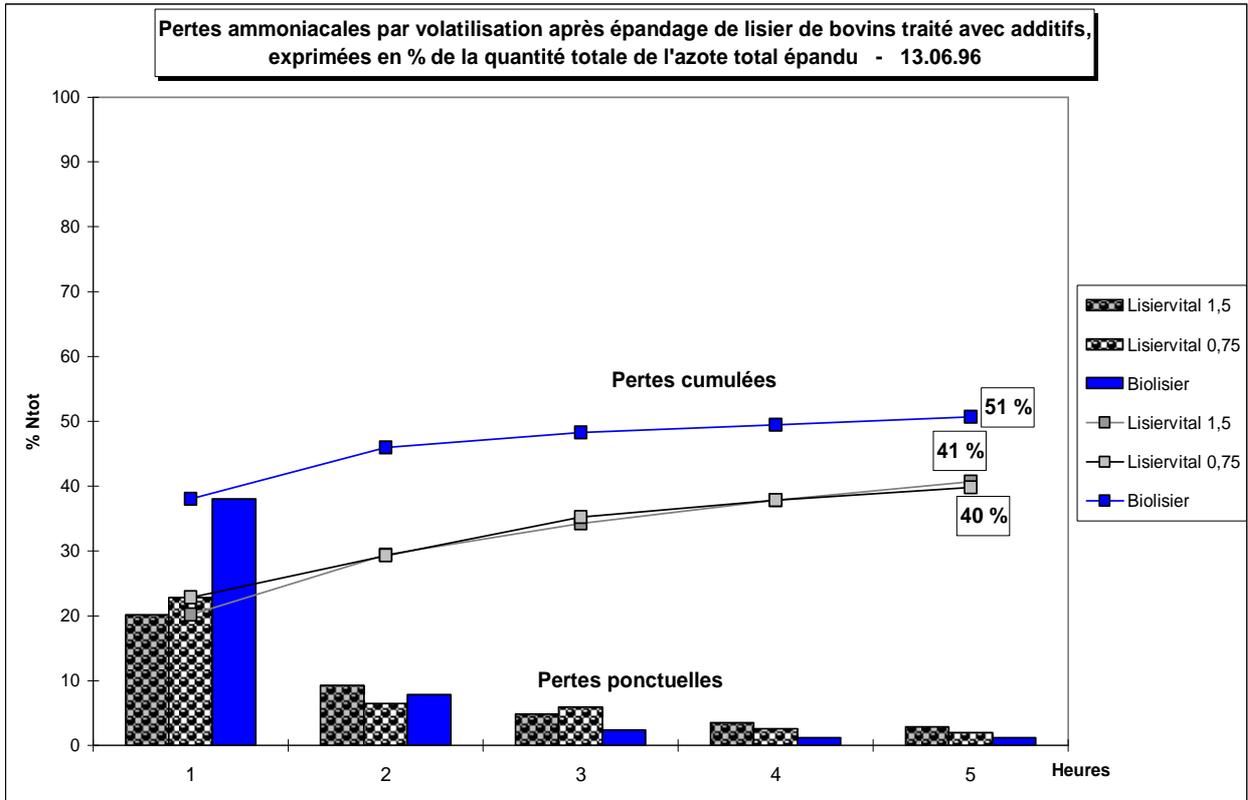
Graphique 53 : Lisier de porcs et additifs – Deodostar, Biolisier, Lobial, Savitalyse - 11.01.96<sup>13</sup>



<sup>13</sup> Les mesures des 2 tunnels témoin et des 2 tunnels ayant reçu le Deodostar sont parfaitement cohérentes ; on doit donc accepter ici aussi que le cumul des écarts-types des 6 mesures provoque une perte supérieure à 100 %.

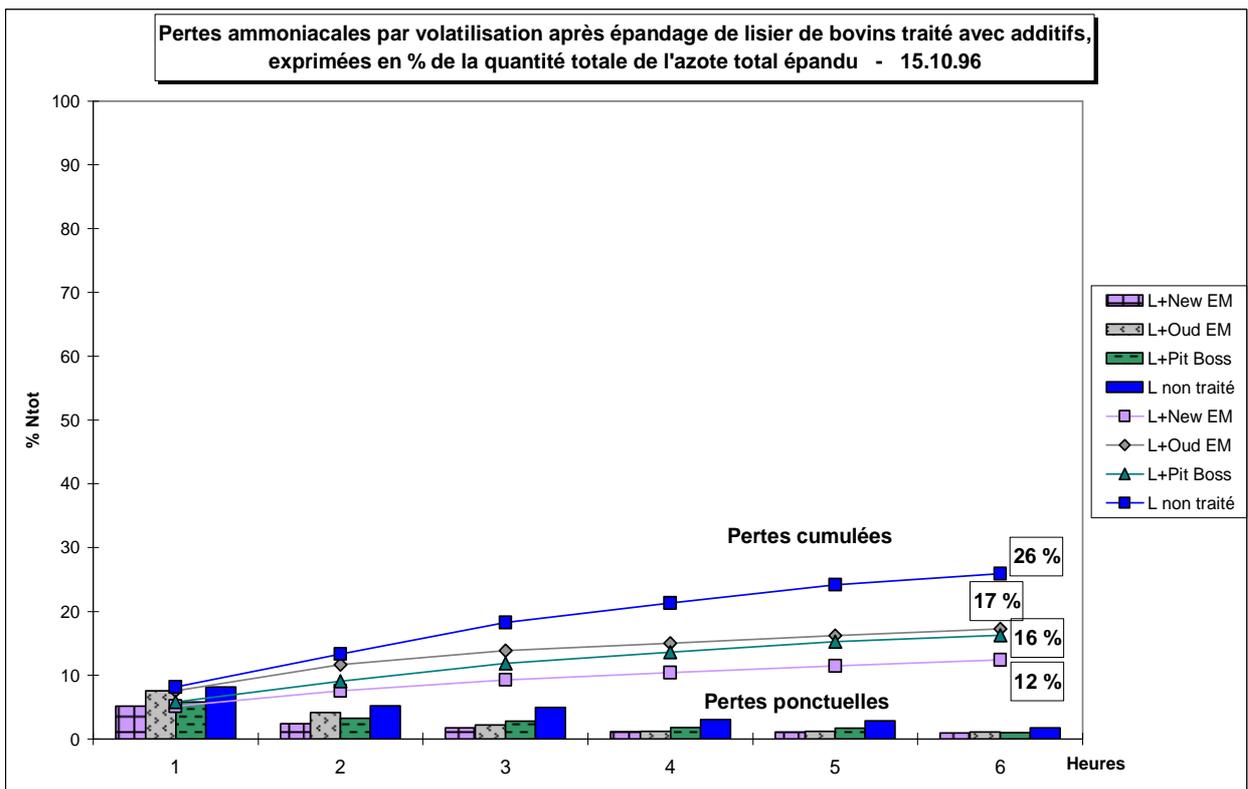
### 9) Mesures du 13.06.96

Graphique 54 : Lisier et additifs - Lisiervital 1,5 et 0,75, Biolisier – 13.06.96



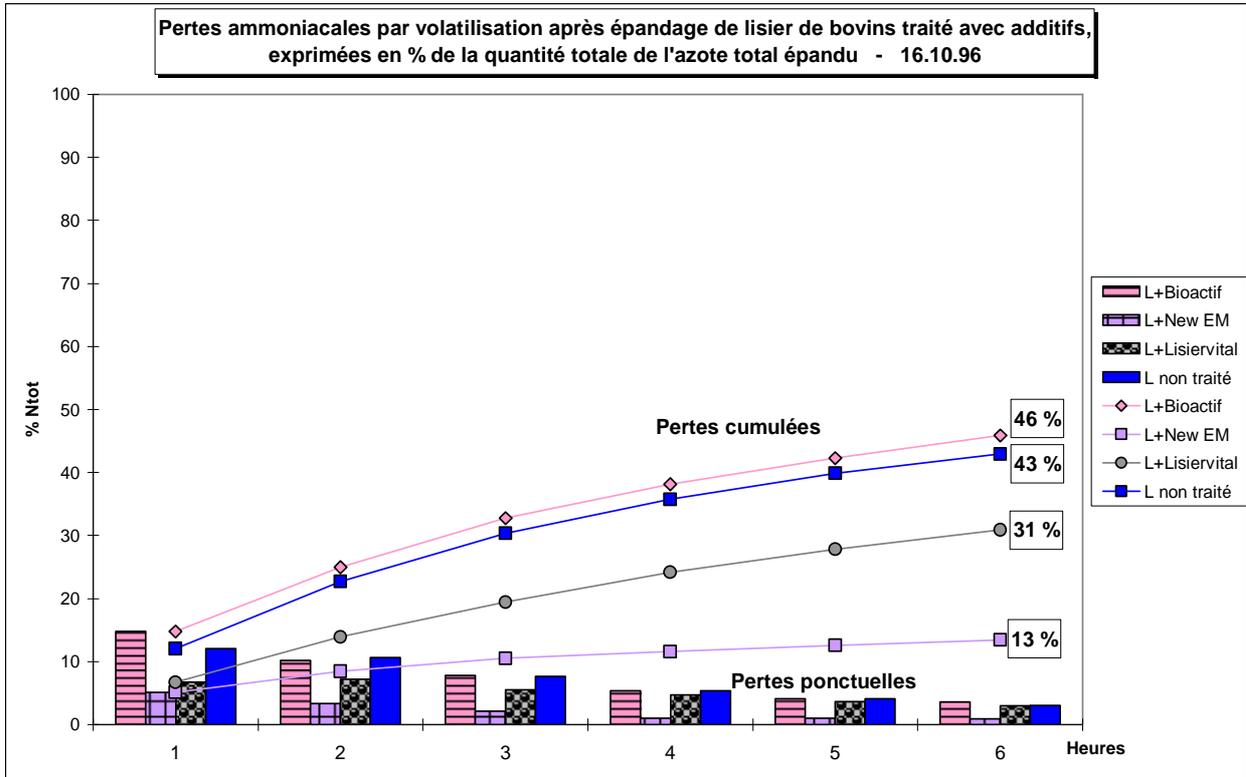
### 10) Mesures du 15.10.96

Graphique 55 : Lisier et additifs – New EM, Oud EM, Pit Bos – 15.10.96



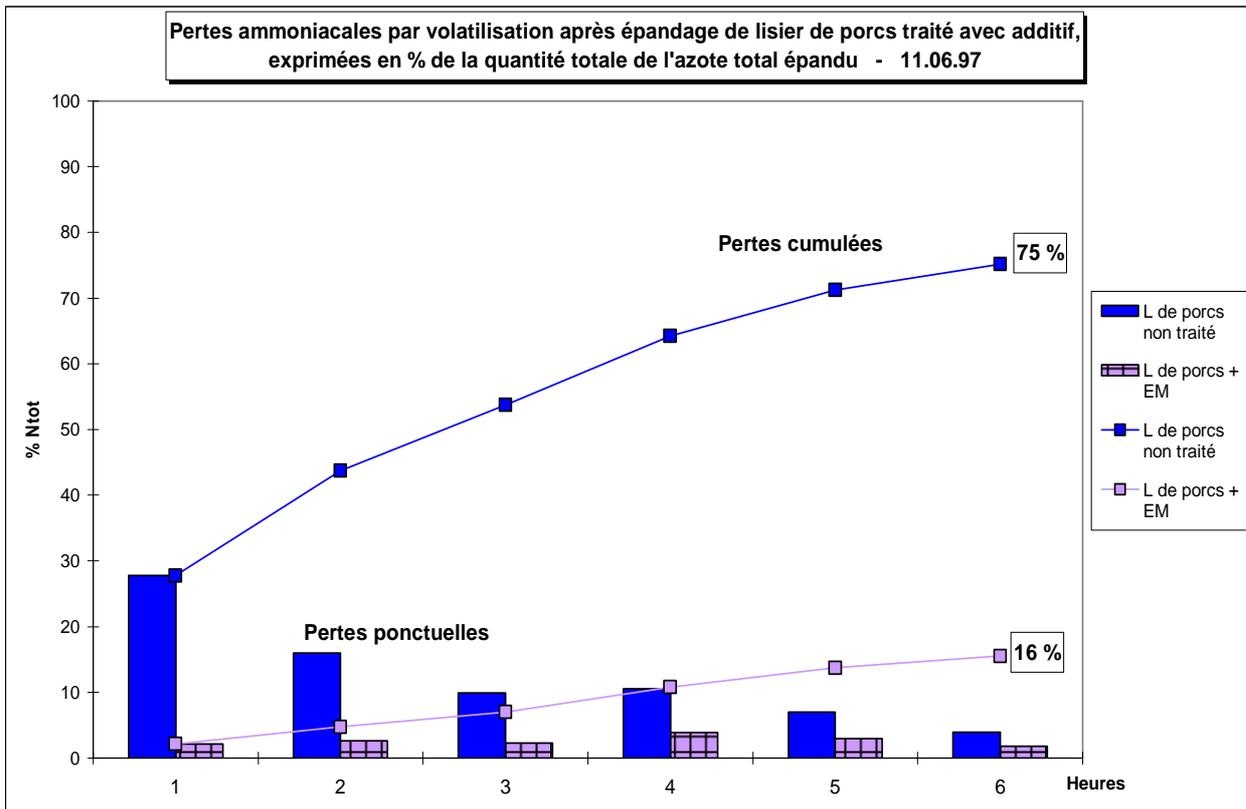
### 11) Mesures du 16.10.96

Graphique 56 : Lisier et additifs - Bioactif, New EM, Lisiervital – 16.10.96



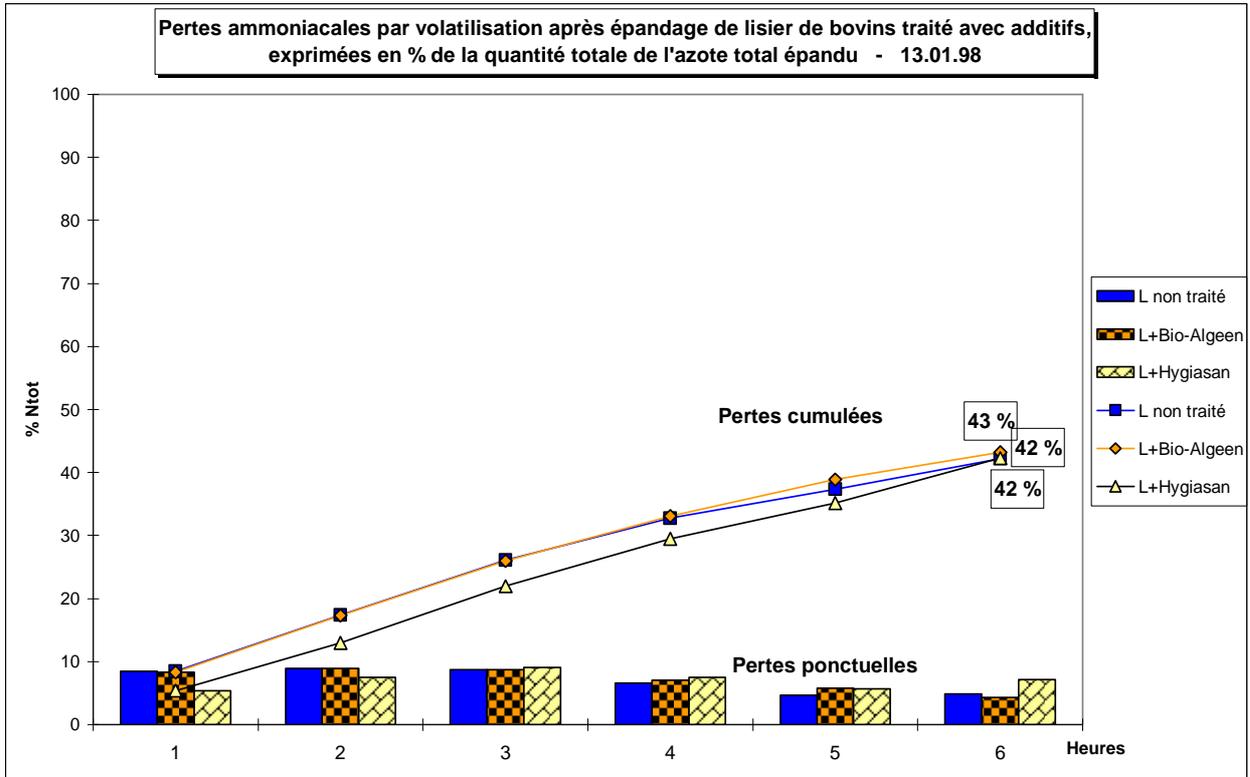
### 12) Mesures du 11.06.97

Graphique 57 : Lisier de porcs et additif – EM - 11.06.97



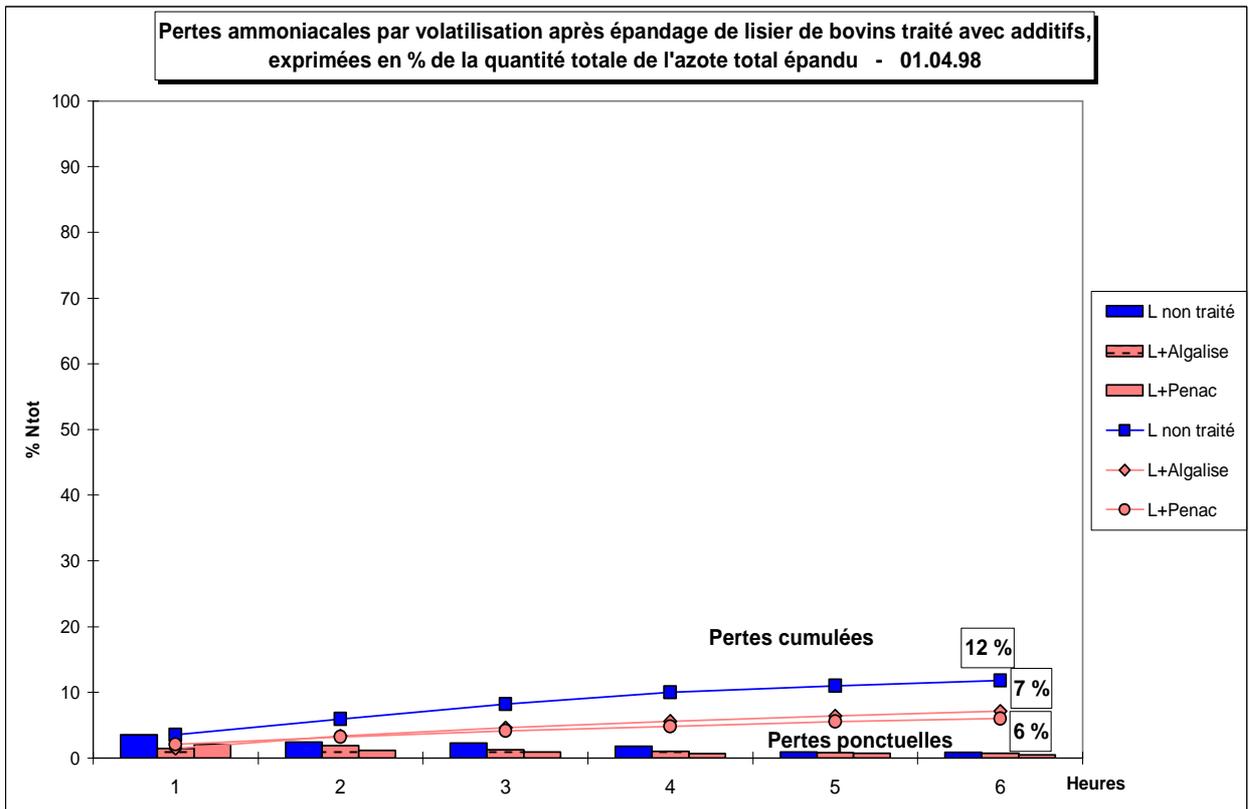
### 13) Mesures du 13.01.98

Graphique 58 : Lisier et additifs – Bio-Algeen et Hygiasan - 13.01.98



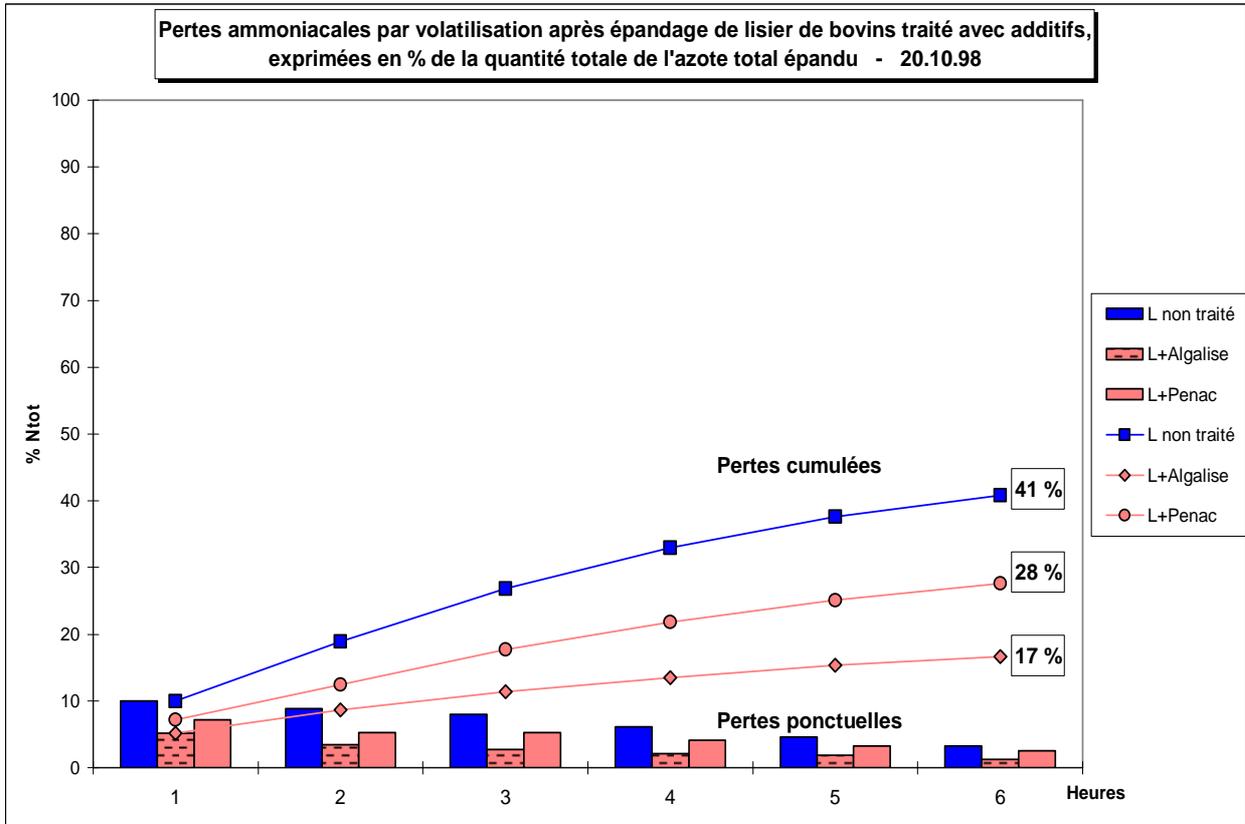
### 14) Mesures du 01.04.98

Graphique 59 : Lisier et additifs - Algalise et Penac – 01.04.98

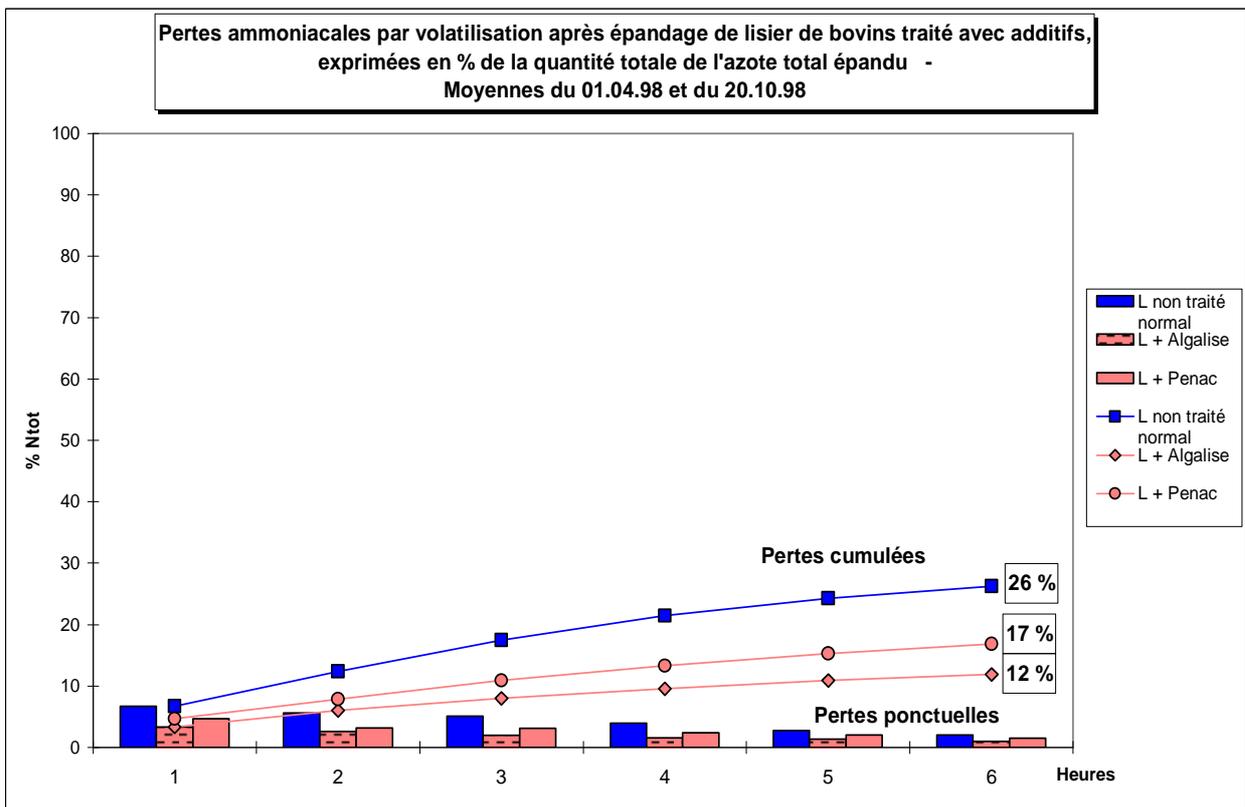


### 15) Mesures du 20.10.98

Graphique 60 : Lisier et additifs - Algalise et Penac – 20.10.98

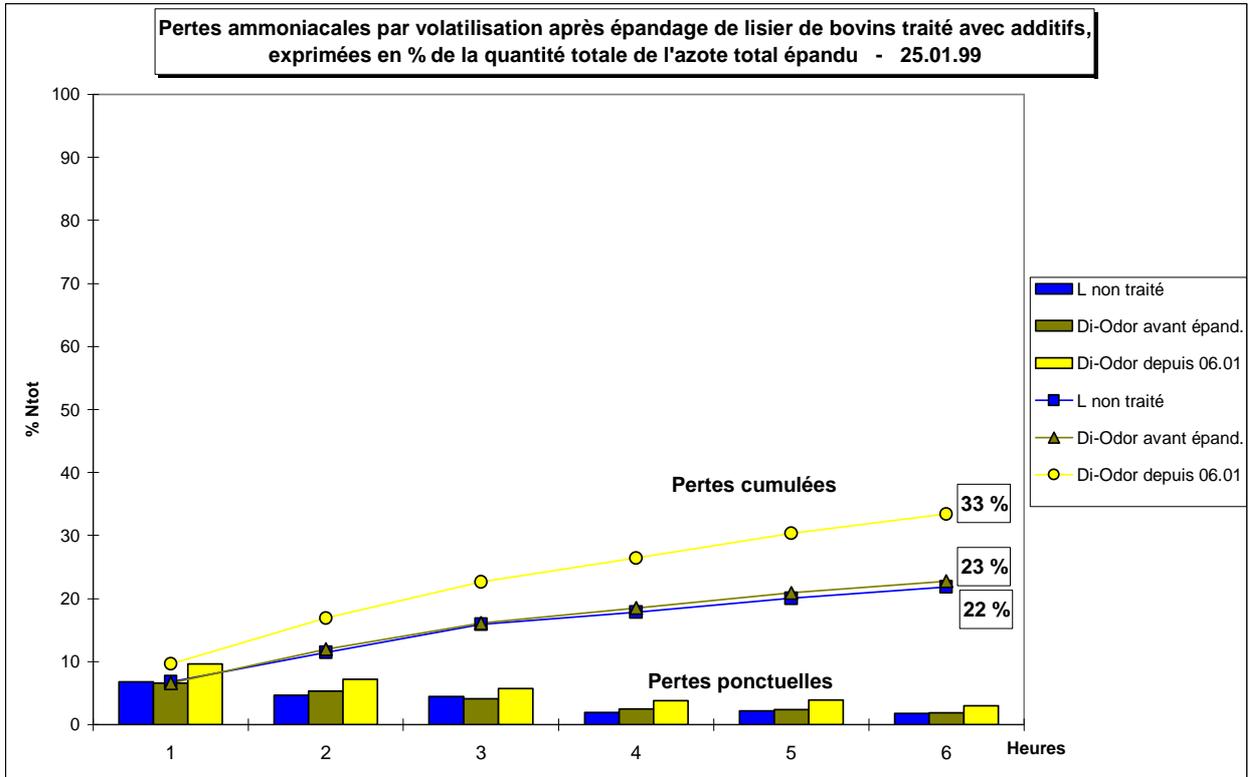


Graphique 61 : Moyennes des 2 mesures après épandage de lisier de bovin traité aux additifs Algalise et Penac



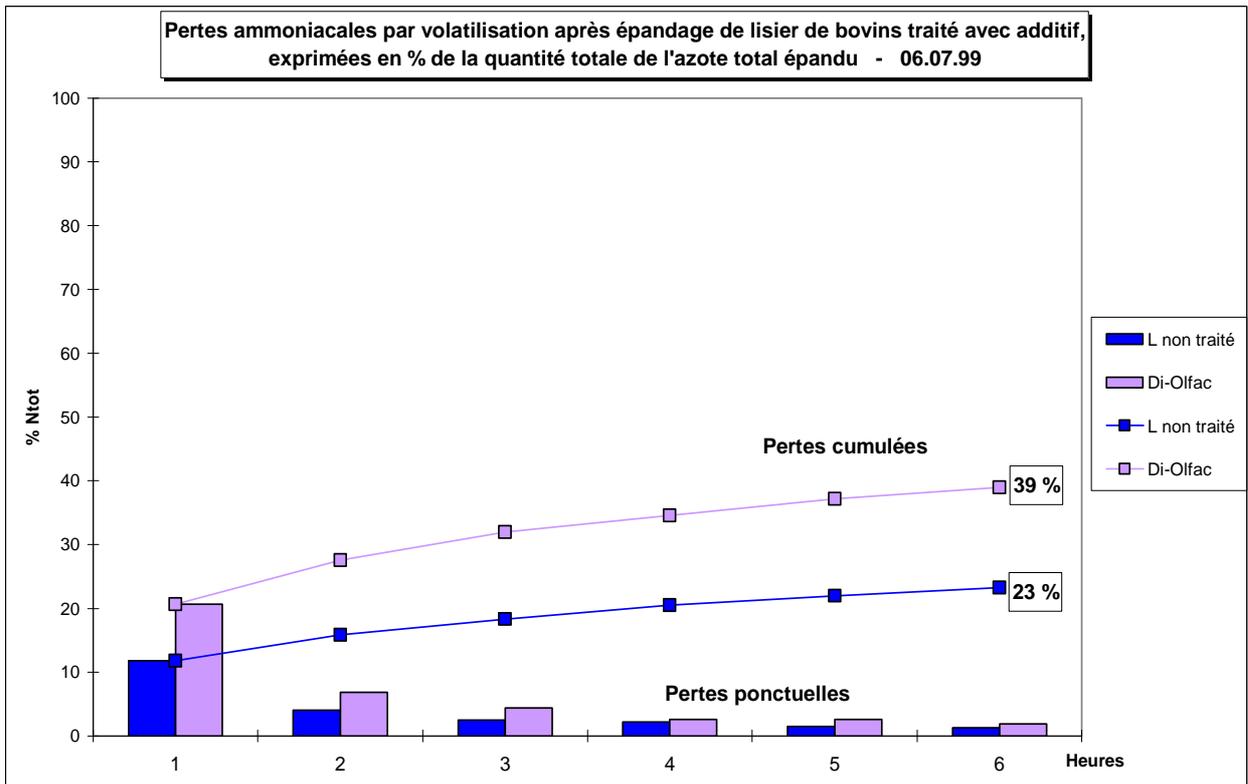
### 16) Mesures du 25.10.99

Graphique 62 : Lisier et additif - Di-Odor – 25.01.99



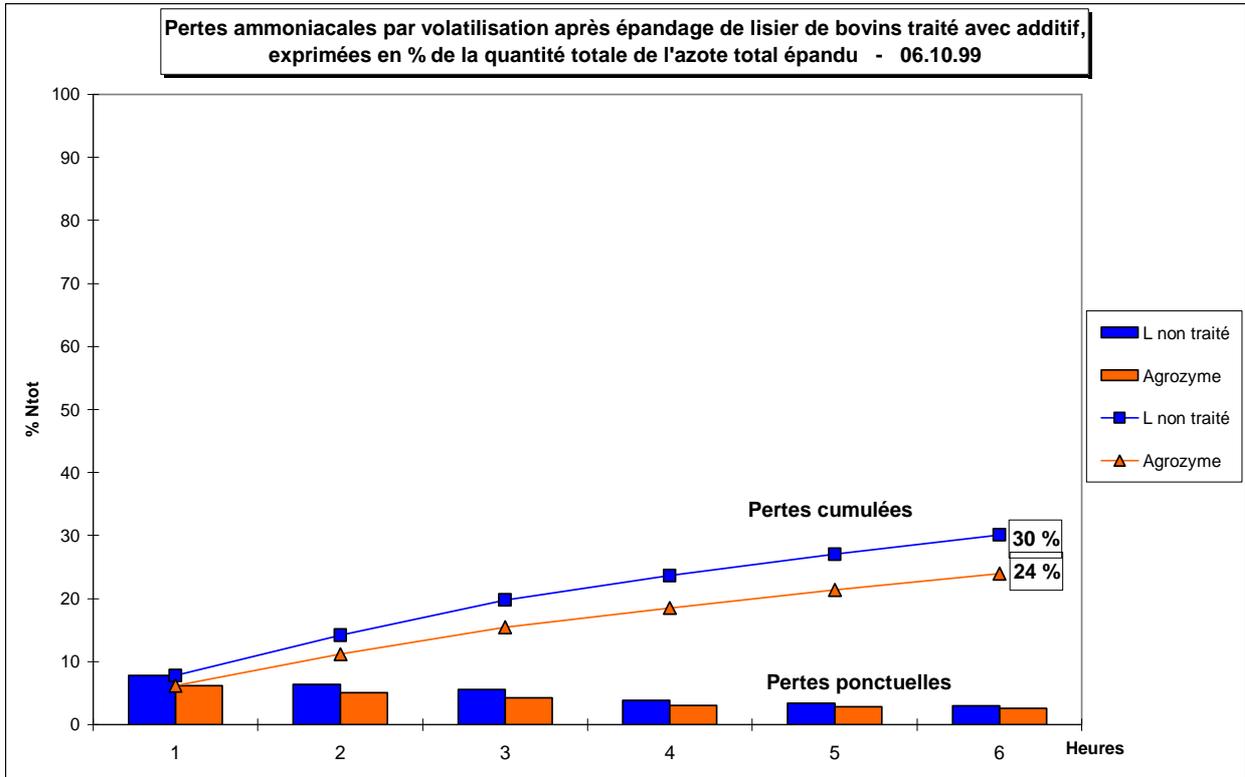
### 17) Mesures du 06.07.99

Graphique 63 : Lisier et additif - Di-Olfac – 06.07.99



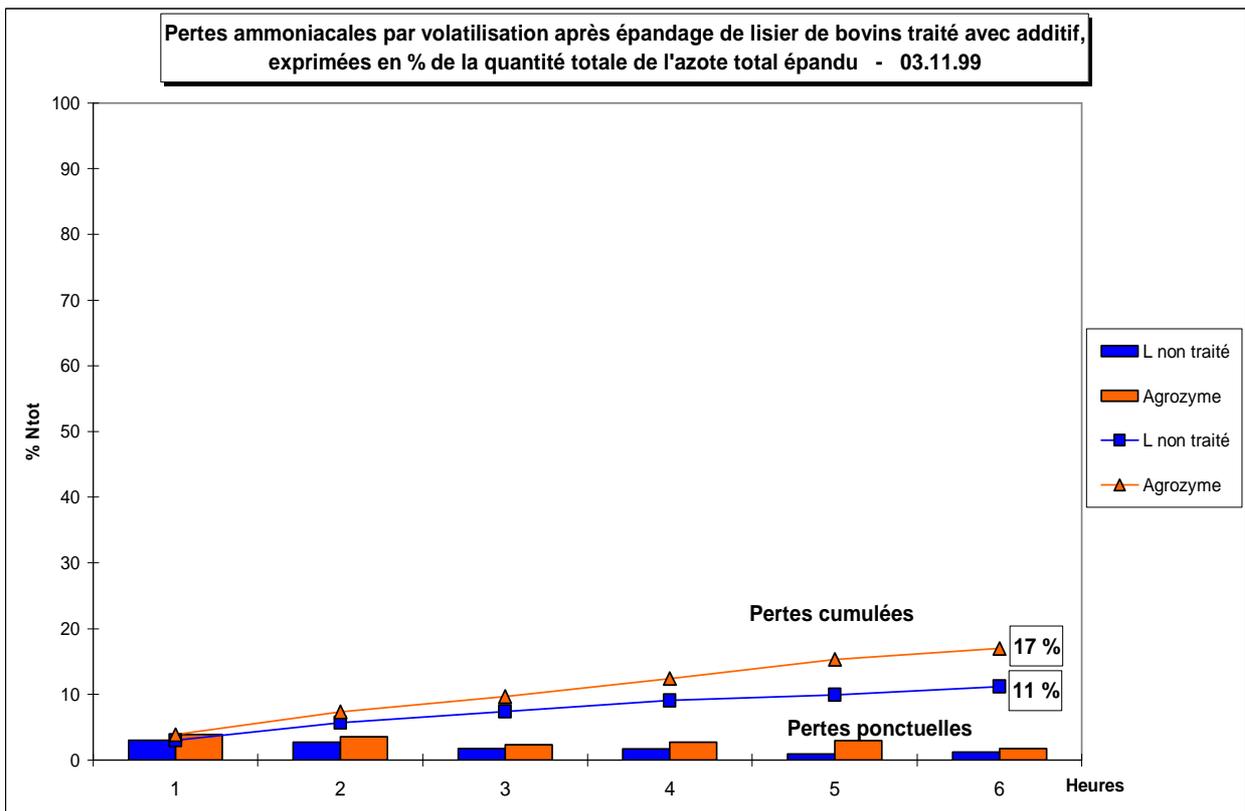
### 18) Mesures du 06.10.99

Graphique 64 : Lisier et additif - Agrozyme – 06.10.99

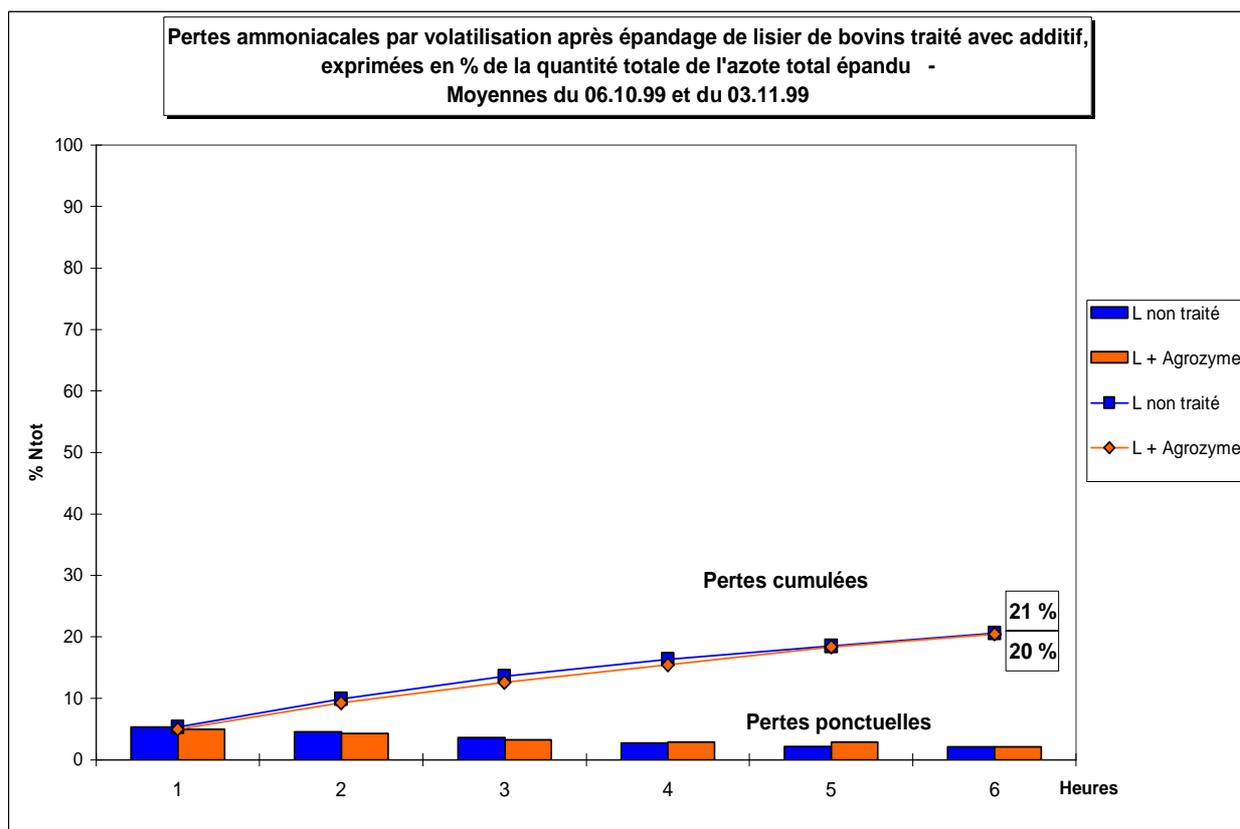


### 19) Mesures du 03.11.99

Graphique 65 : Lisier et additif - Agrozyme – 03.11.99



Graphique 66 : Moyennes des 2 mesures après épandage de lisier de bovins traité à l'additif Agrozyme



### 3.3.6.3 En étable

#### 3.3.6.3.1. Introduction

Parallèlement aux mesures de pertes par volatilisation faites sur des lisiers traités avec des additifs et épandus en prairie, ces additifs sont aussi testés dans des fosses à lisier.

#### But :

Les différents additifs au lisier sont testés dans les fosses en vue de :

- Dégrader la croûte qui se forme, pour en faciliter la vidange ;
- Réduire les émissions ammoniacales pour :
  - améliorer le climat d'étable,
  - stabiliser la valeur fertilisante du lisier,
  - réduire les mauvaises odeurs.

Un bon climat d'étable a pour conséquence d'améliorer l'ingestion des aliments et donc d'améliorer le gain de poids moyen quotidien des animaux.

#### Mesures réalisées

- Observations : évolution de la consistance du lisier.
- Prise d'échantillons au début et en fin d'essai, pour la détermination de l'évolution de la composition du lisier.
- Mesure du climat d'étable (température et teneur en ammoniac), en tenant compte du kg de porcs par loge.
- Mesure des pertes ammoniacales après épandage du lisier au champ (voir chapitre précédent).

#### Cadre et technique :

##### 1<sup>ère</sup> étable : porcherie de M. Marc Laurent à Poteau

Il s'agit d'une étable de porcs à l'engraissement, dans laquelle on dispose de 5 loges avec 78 porcs / loge / 4 mois. Chaque loge a une fosse séparée des autres, d'un volume théorique de 81 m<sup>3</sup> (13,5 m de long x 5 m de large x 1,2 m de profondeur). La vidange de la citerne se fait après chaque essai, soit 3 fois par an. La durée d'action des produits est donc de 4 mois et des échantillons sont prélevés au début et à la fin des 4 mois.

A la fin d'un cycle de 4 mois les teneurs en ammoniac sont mesurées dans les différentes loges.

Quelques difficultés rencontrées dans cette porcherie :

- L'alimentation des porcs se fait avec des déchets de pommes de terre, dont l'épluchure n'est pas complètement dégradée dans le tube digestif des porcs. Une partie de ces épluchures non dégradées forme alors une couche flottante très résistante à la surface du lisier.
- Le type de fosse à lisier rend la vidange difficile.
- L'apport régulier de sérum de fromage dans l'alimentation des porcs donne une odeur très marquée au lisier.





Les 2 photos suivantes montrent le détecteur d'ammoniac utilisé pour les mesures de climat d'étable. Il s'agit d'une cellule électro-chimique « OLDHAM » qui permet des mesures en ppm NH<sub>3</sub>.

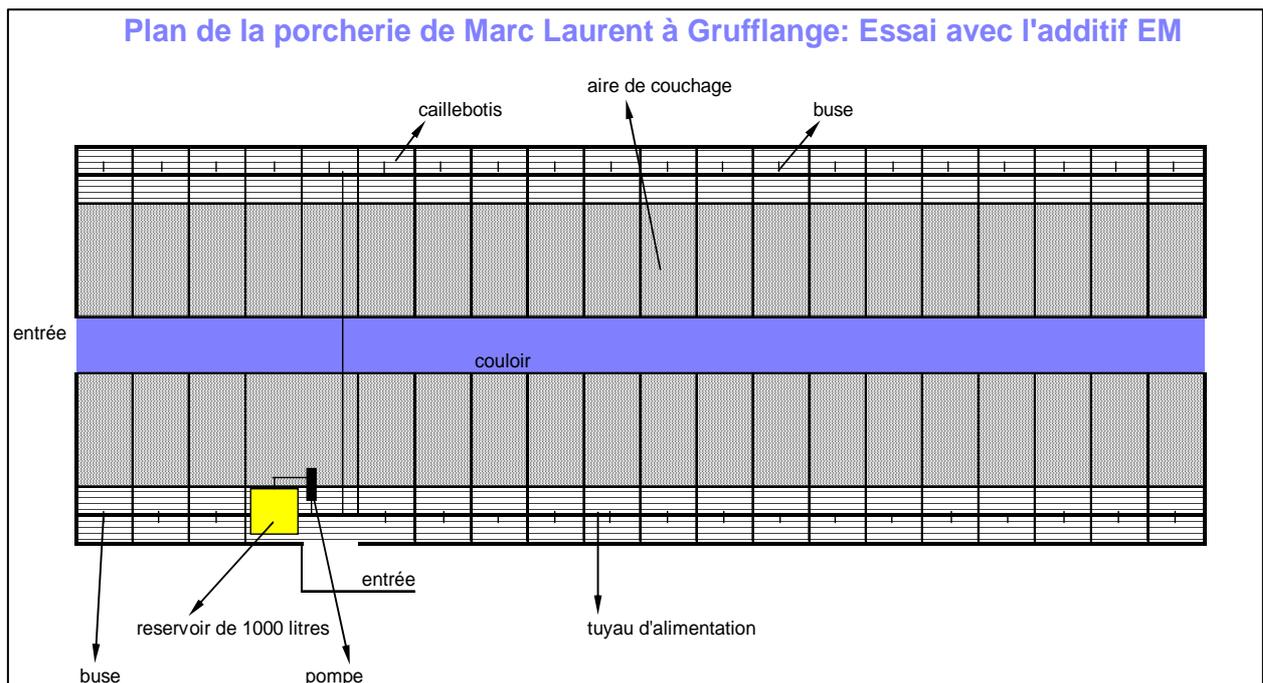




2<sup>ème</sup> étable : porcherie de M. Marc Laurent à Grufflingen

Il s'agit d'une autre porcherie de M. Laurent, qui se situe à Grufflingen. Concrètement il y a 2 étables semblables comprenant chacune 40 loges. Dans une loge se trouvent 11 porcs pendant une durée d'engraissement d'environ 4 mois. L'alimentation se fait ici à base de farine. Pour l'essai, une des étables est non traitée et peut donc être considérée comme témoin.

Plan de l'étable à Grufflingen



### 3.3.6.3.2. Sept expérimentations

Remarque :

Vu qu'il s'agit dans ce rapport spécifiquement de mesures de la volatilisation de l'ammoniac, nous ne reprenons dans ce chapitre que l'influence des additifs sur ce facteur. Nous ne parlons donc pas des autres aspects mesurés au cours de ces expérimentations, tels que l'homogénéité et fluidité du lisier, indice de consommation et alimentation des porcs, relation entre cet indice de consommation et le climat d'étable, etc. Ces aspects là dépassent le cadre de cette étude, puisqu'ils relèvent d'une étude spécifique, détaillée et comparative des différents additifs de lisier.

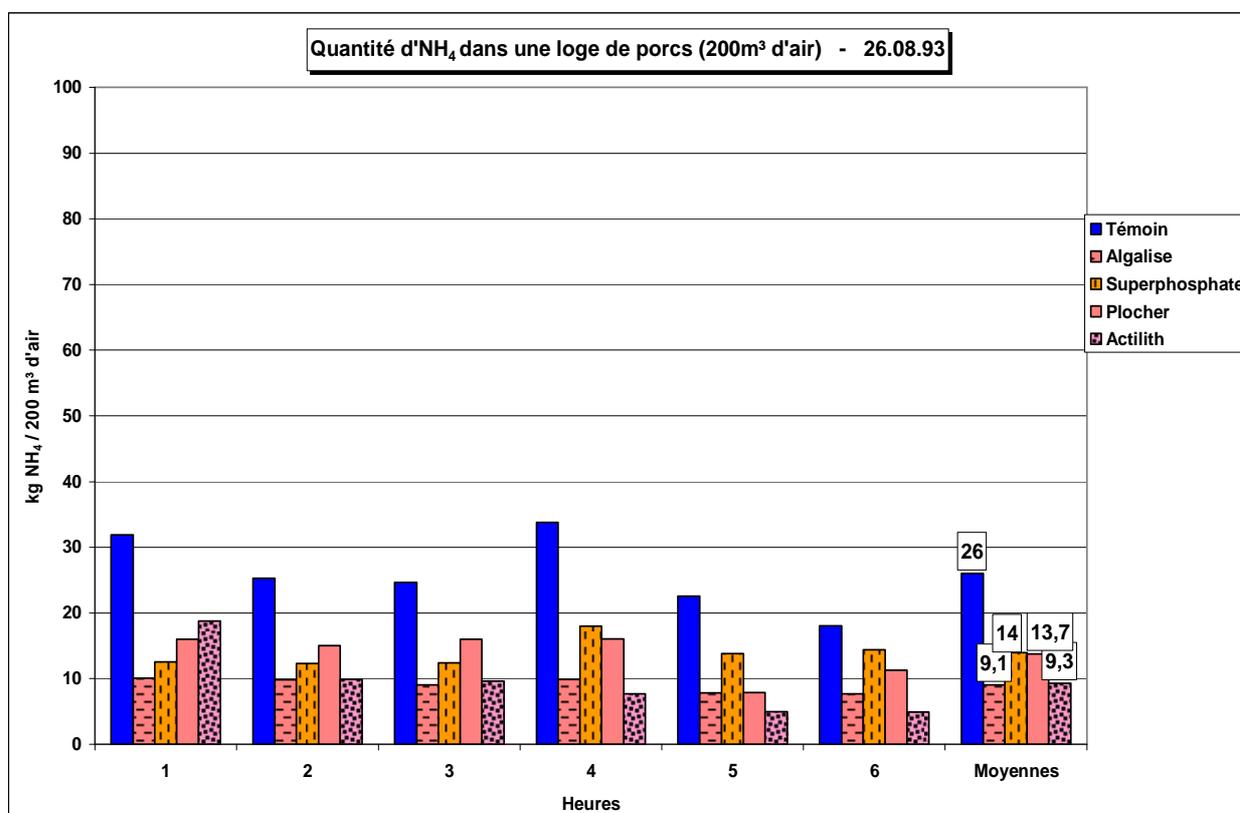
Dans la partie suivante nous ne décrivons pas tous les produits dans leurs détails ; uniquement le traitement EM est présenté plus en détails, puis qu'il s'agit d'un produit très connu et utilisé dans le domaine agricole.

Pour les autres, les protocoles d'applications varient selon les modes d'emploi des produits testés. En général il s'agit de les épandre directement dans les fosses, sur les couches flottantes éventuelles, de les mélanger, si possible au lisier ou de les épandre ou arroser sur les caillibottis.

#### 3.3.6.3.2.1. 1<sup>ère</sup> expérimentation (porch. à Poteau) : 22.04.93 – 26.08.93

##### Mesure d'ammoniac dans les loges : 26.08.93

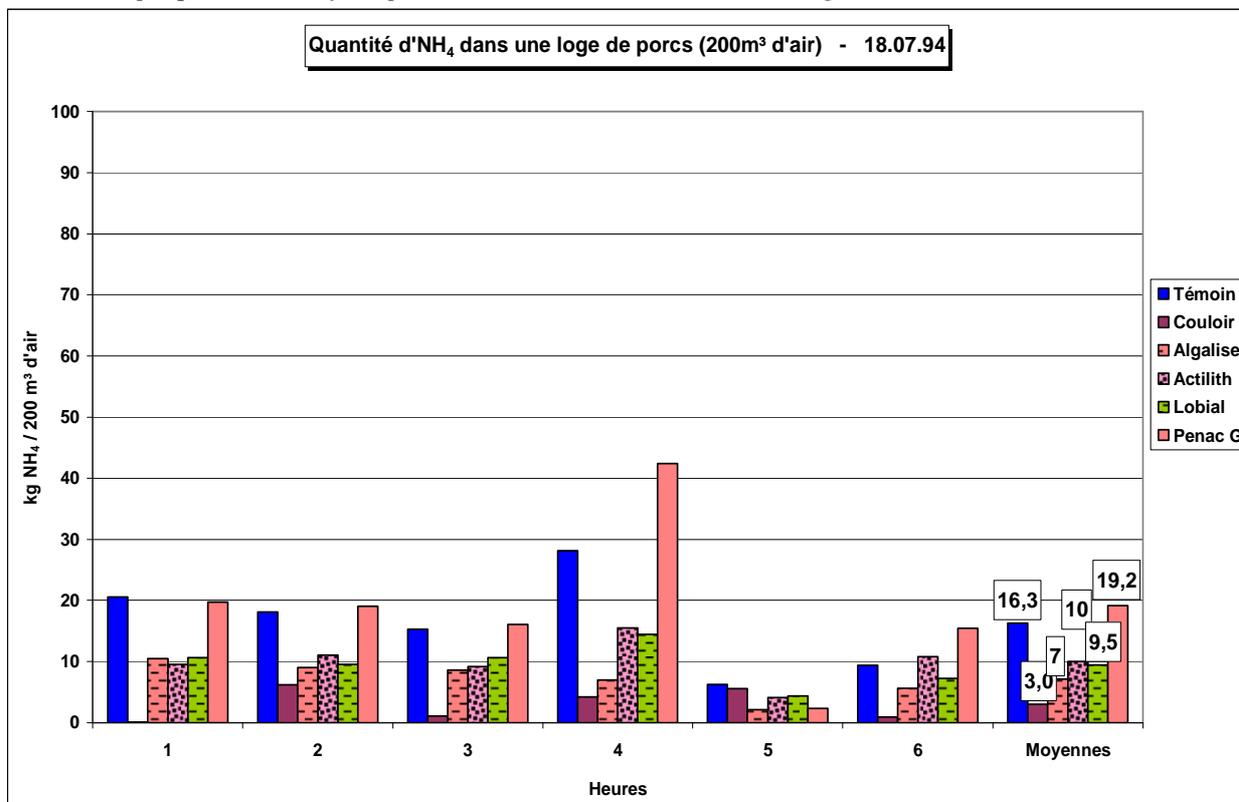
Graphique 67 : Additifs en porcherie - Actilith, Penac G, Superphosphate, Algalise – 26.08.93



3.3.6.3.2.2. 2<sup>ème</sup> expérimentation (porch. à Poteau) : 21.03.94 - 20.07.94

**Mesure d'ammoniac dans les loges : 18.07.94**

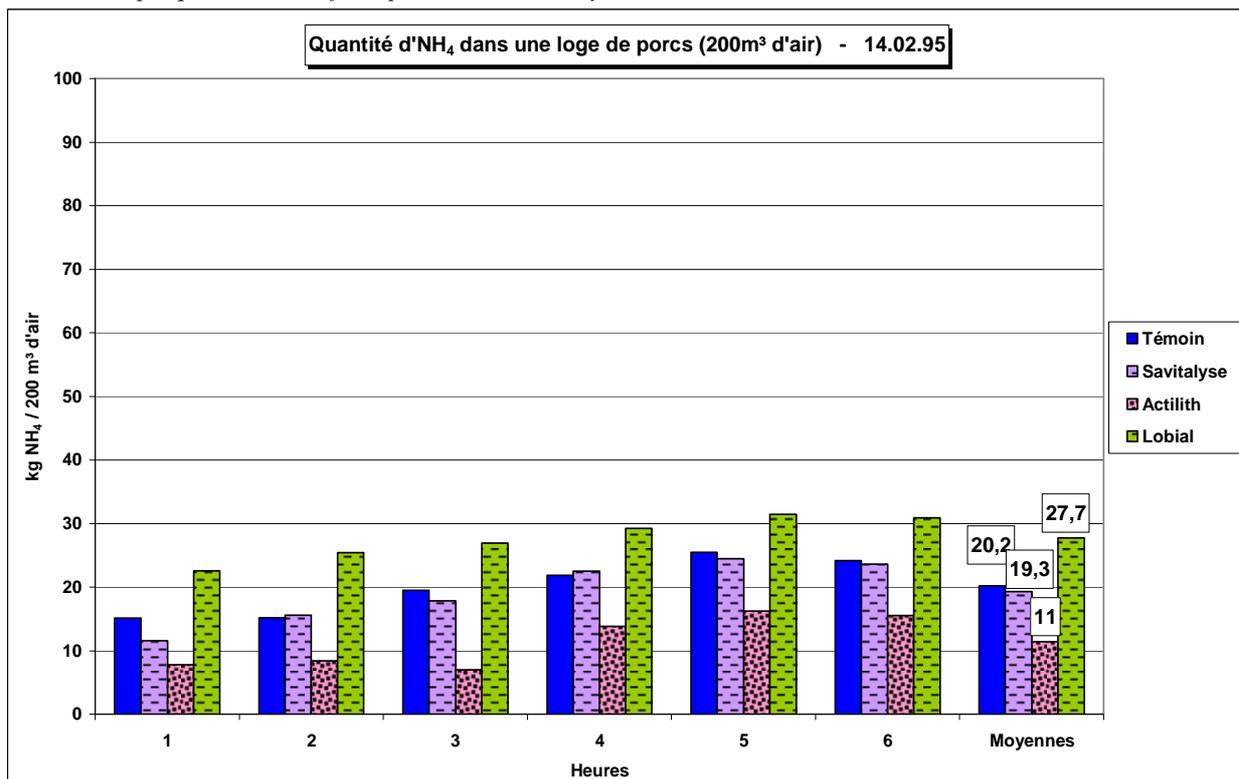
Graphique 68 : Additifs en porcherie - Actilith, Penac G, Lobial, Algalise – 18.07.94



3.3.6.3.2.3. 3<sup>ème</sup> expérimentation (porch. à Poteau) : 05.10.94 - 16.02.95

**Mesure d'ammoniac dans les loges : 14.02.95**

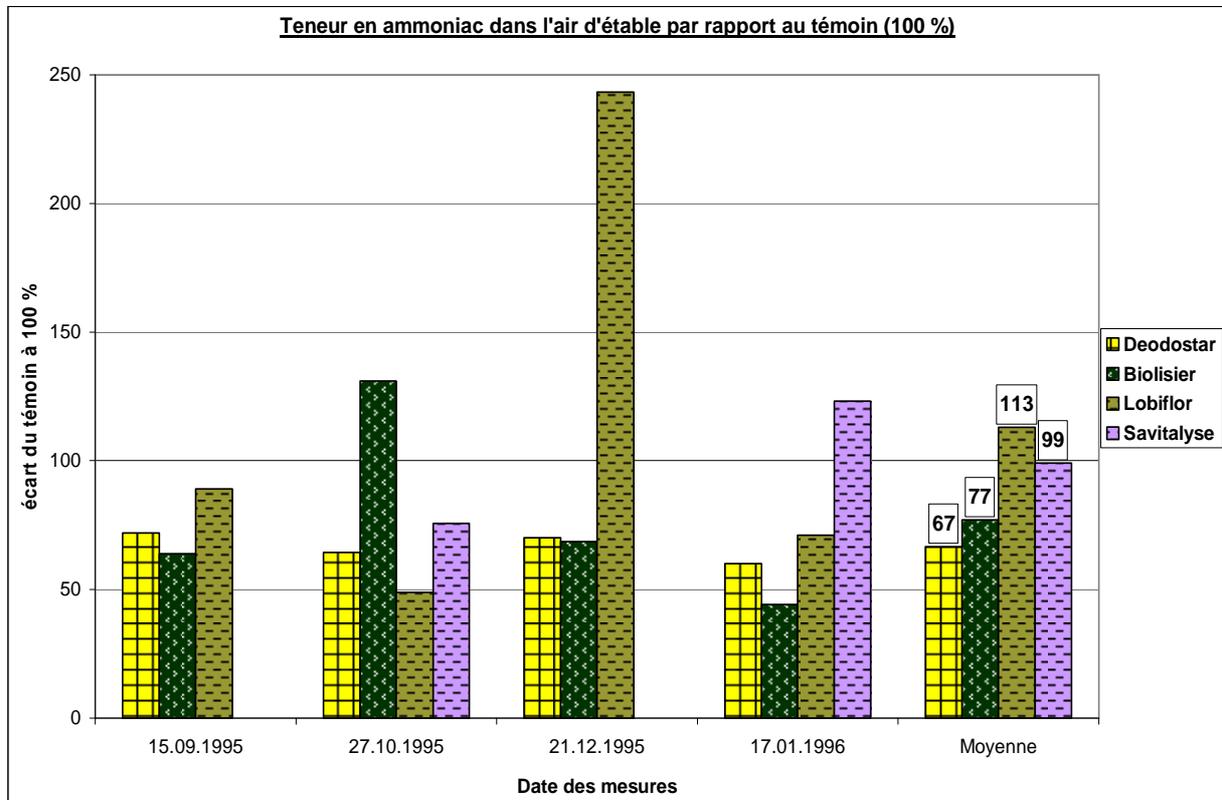
Graphique 69 : Additifs en porcherie - Savitalyse, Actilith, Lobial – 14.02.95



3.3.6.3.2.4. 4<sup>ème</sup> expérimentation (porch. à Poteau) : 16.08.95 - 17.01.96

**Teneur en ammoniac dans l'air d'étable par rapport au témoin (100 %)**

Graphique 70 : Additifs en porcherie – Deodostar, Savitalyse, Lobiflor, Biolisier – 4 dates



Commentaire :

On peut constater que les produits Actilith et Algalise montrent des tendances positives et améliorent légèrement le climat d'étable. Les autres produits (phosphat, Penag G, Savitalyse...) donnent des résultats insuffisants ou très irréguliers (voir Lobial). En ce qui concerne la liquéfaction, de légères améliorations ont été obtenues par le produit Lobial.

### 3.3.6.3.2.5. 5<sup>ème</sup> expérimentation (porch. à Poteau) : 25.01.96 - 11.07.96

Le produit testé : EM (« Micro-organismes Efficaces »), inventé par M. Teruo Higa, professeur d'Horticulture à l'Université Ryukyus d'Okinawa, au Japon. Cette préparation liquide est une solution de quatre-vingt micro-organismes différents. Les doses à appliquer sont très variables d'une exploitation à l'autre et dépendent de la particularité de l'exploitation. Ici, dans l'essai, 6 loges sont à notre disposition, ce qui offre 5 possibilités d'application différente + un témoin.

Le protocole d'application est le suivant :

- Loge X : le témoin, ne reçoit aucun produit
- Les porcs des loges 1 – 5 reçoivent l'EM concentré dans la soupe (4 cc / porc / jour)
- Les loges 1 – 4 sont arrosées au début de l'essai avec la solution suivante :  
15 litres EM concentré + 30 litres de mélasse + 500 litres d'eau
- Les loges 1 + 2 sont en plus arrosées chaque semaine avec la solution suivante :  
par loge : 6 litres EM concentré + 6 litres de mélasse + 120 litres d'eau.
- La loge 3 est arrosée aussi chaque semaine, mais avec la demi-dose :  
3 litres EM concentré + 3 litres de mélasse + 120 litres d'eau.

Tableau 36 : Additif en porcherie – EM – 25.01 – 11.07.96 : 13 mesures

	<b><u>05/02/96</u></b>		<b><u>12/02/96</u></b>		<b><u>22/02/96</u></b>		<b><u>01/03/96</u></b>
<b>Loge X</b>	15,5 (1)    0,51 (2)		15,5    0,45		17        1		24        1
<b>Loge 1</b>	12        0,19		15,5    0,256		14        0,19		16        0,22
<b>Loge 2</b>	13,5     0,184		14,5    0,207		14        0,18		18        0,253
<b>Loge 3</b>	19        0,475		(23,5)    /		23        0,42		18        0,32
<b>Loge 4</b>	14        0,51		18        0,576		16        0,36		16        0,33
<b>Loge 5</b>	24,5     0,52		20        0,673		15        0,75		(8)        /
	<b><u>07/03/96</u></b>		<b><u>20/03/96</u></b>		<b><u>28/03/96</u></b>		<b><u>09/04/96</u></b>
<b>Loge X</b>	17        0,66		15        0,45		14        0,37		9         0,21
<b>Loge 1</b>	18        0,24		17        0,61		(8) -> pas de porcs		12        0,48
<b>Loge 2</b>	19        0,31		18        0,89		13        0,55		9         0,27
<b>Loge 3</b>	19        0,34		15        0,22		16        0,36		8         0,16
<b>Loge 4</b>	16        0,33		13        0,26		12        0,29		10        0,16
<b>Loge 5</b>	18        0,78		13        0,41		8         0,23		8         0,21
	<b><u>02/05/96</u></b>		<b><u>24/05/96</u></b>		<b><u>31/05/96</u></b>		<b><u>18/06/96</u></b>
<b>Loge X</b>	(18)->bombe à chal.		9         0,33		10        0,32		14        0,40
<b>Loge 1</b>	11        0,26		8         0,14		11        0,2		11        0,17
<b>Loge 2</b>	11        0,23		8         0,13		12        0,19		14        0,20
<b>Loge 3</b>	18        0,31		10        0,17		14        0,22		15        0,26
<b>Loge 4</b>	12        0,38		11        0,49		21 Pas de porcs		12        0,51
<b>Loge 5</b>	10        0,14		11        0,18		15        0,27		11        0,16
	<b><u>28/06/96</u></b>						
<b>Loge X</b>	12        0,25		(1) ppm dans la loge				
<b>Loge 1</b>	13        0,21		(2) ppm dans la loge par 100 kg de porc				
<b>Loge 2</b>	19        0,32						
<b>Loge 3</b>	14        0,33						
<b>Loge 4</b>	12        0,55						
<b>Loge 5</b>	12        0,23						

Le résultat par 100 kg vifs de porc en résumé :

Tableau 37 : Teneur en ammoniac par rapport au témoin (100 %)

Loge	Teneur en ammoniac par rapport au témoin (100 %)
Loge X (témoin)	100 %
Loge 1	69 %
Loge 2	77 %
Loge 3	69 %
Loge 4	96 %
Loge 5	88 %

Commentaire :

On constate dans toutes les loges traitées une réduction des teneurs en ammoniac ; celles-ci sont d'autant plus fortes qu'on réalise un arrosage hebdomadaire.

Avec la demi-dose on obtient le même résultat.

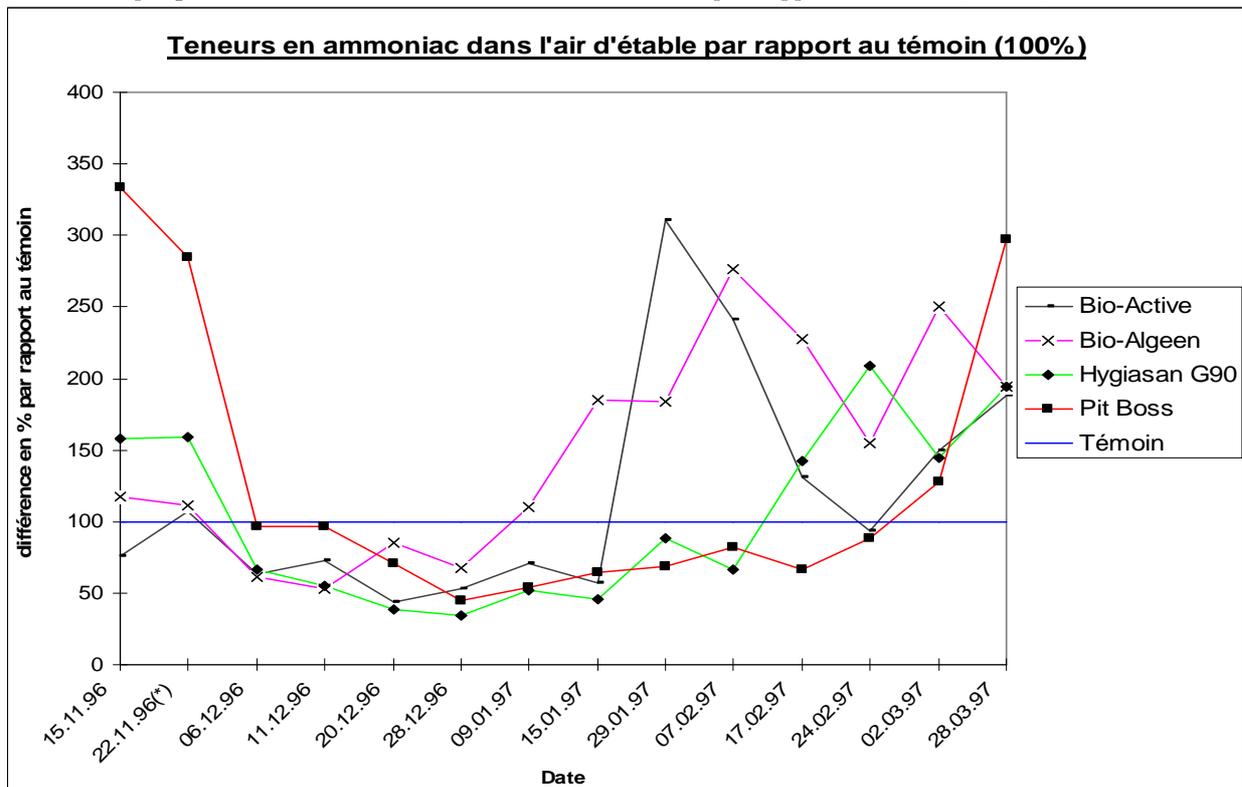
D'après des observations de M Marc Laurent, les porcs avaient tendance à moins tousser ; de même, il observait moins de mouches dans les loges traitées.

3.3.6.3.2.6. 6<sup>ème</sup> expérimentation (porch. à Poteau) : 14.11.96 - 15.04.97

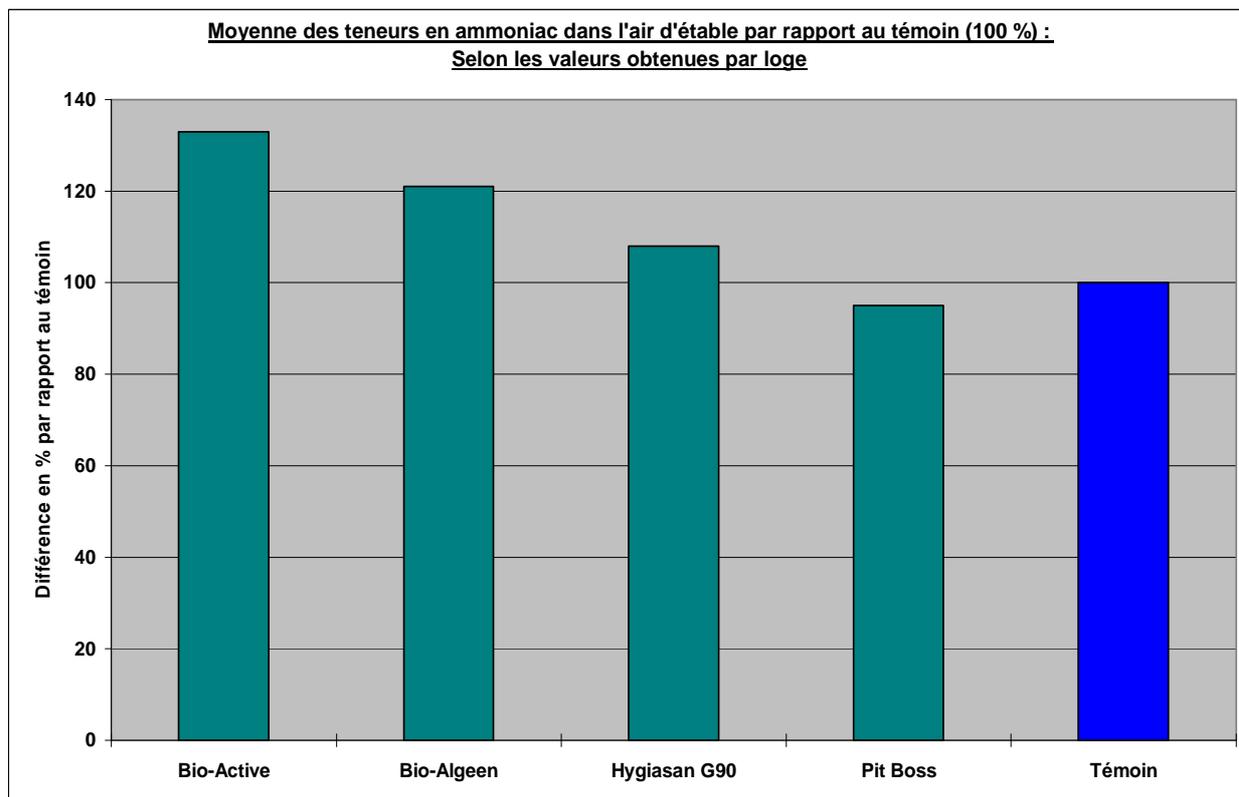
Quatre produits sont testés en parallèle : Bio-Active (additif minéral), Bio-Algeen (préparation d'algues marines), Hygiasan G90 (préparation bactériologique), Pit-Boss (préparation chimique à base de cuivre).

14 séries de mesures du climat d'étable sont réalisées.

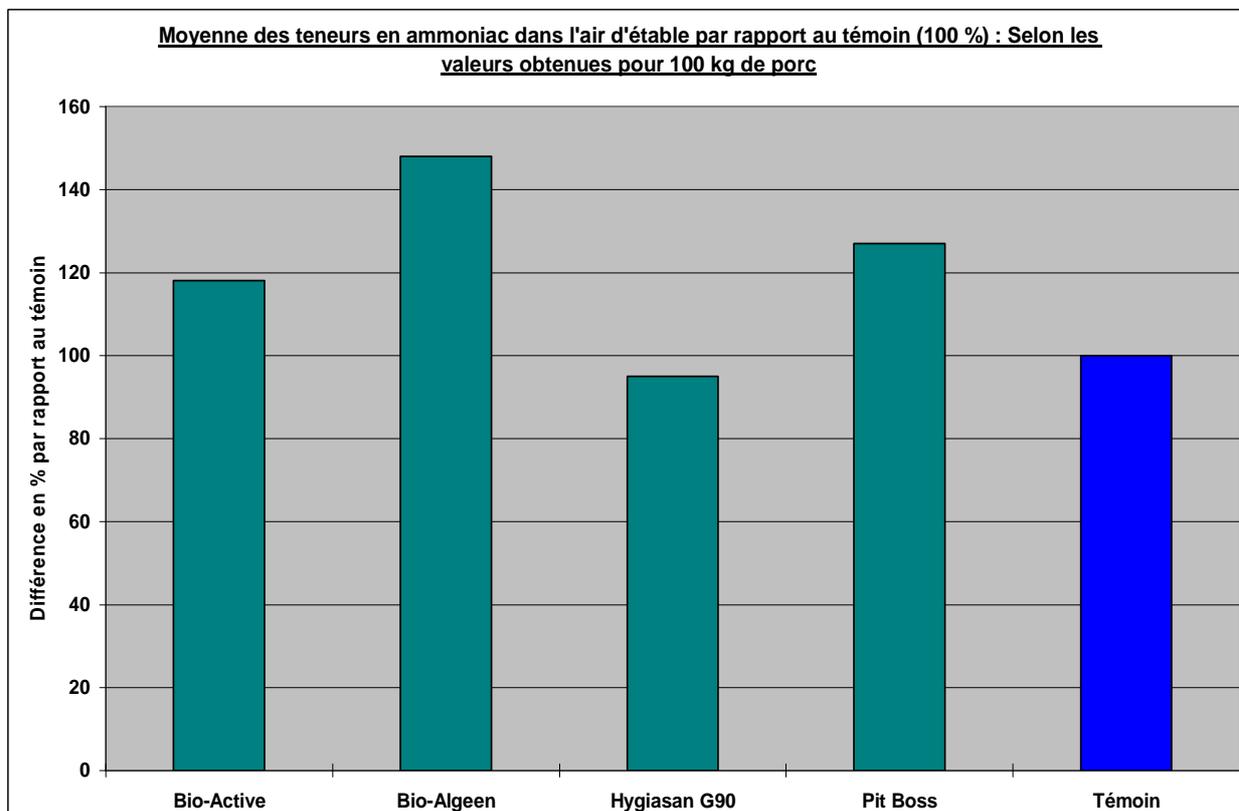
Graphique 71 : Teneurs en ammoniac dans l'air d'étable par rapport au témoin (100 %)



Graphique 72 : Moyenne des teneurs en ammoniac dans l'air d'étable par rapport au témoin (100 %) selon les valeurs obtenues par loge



Graphique 73 : Moyenne des teneurs en ammoniac dans l'air d'étable par rapport au témoin (100 %) selon les valeurs obtenues par 100 kg de porcs



### Commentaire :

14 séries de mesures ont donc été effectuées. Aucun produit n'améliore à long terme et d'une façon suffisante le climat d'étable. Au contraire, le Bio-Active et le Bio-Algeen entraînent, après quelques semaines déjà, une forte augmentation de la teneur en NH<sub>3</sub>.

3.3.6.3.2.7. 7<sup>ème</sup> expérimentation (porch. à Grüfflingen) : 23.10.96 - 12.03.97

Il s'agit d'un 2<sup>ème</sup> essai avec le produit EM d'origine japonaise, mais fabriqué cette fois en Belgique (Visé).

L'essai se déroule dans la porcherie de Grüfflingen (description p.98)

Le protocole suivi :

- Deux arrosages complets, avant et pendant la période d'essai, avec 1000 litres EM concentré (07.10.96 et 13.01.97).
- EM dans l'eau de boisson : 1 litre EM/1000 litres d'eau. Parce que les conduites d'eau ont tendance à se boucher, l'agriculteur après ± 3 semaines de traitement n'ajoute plus le produit dans l'eau de boisson.
- Arrosage journalier à l'aide d'une rampe de pulvérisation avec le mélange suivant :
  - Au début (jusqu'au 05.02.97)
    - 20 litres EM
    - 20 litres de mélasse
    - 860 l d'eauon épand 50 litres du mélange par arrosage (100 litres/jour)
  - A partir du 05.02.97 :
    - 20 litres EM concentré
    - 980 litres d'eaupendant 5 jours, ces 1000 litres sont.
- A partir du 05.02.97 : mélange d'une brouette de sciure avec 2 litres EM concentré et 2 litres d'eau. La sciure est distribuée sur les aires de couchage.

### Résultats :

Tableau 38 : Teneurs en ammoniac dans l'air de l'étable (teneur exprimée en ppm/m<sup>3</sup> d'air)

Date	Etable sans EM	Etable avec EM	Différence
30.10.96	12	7	-5
07.11.96	14	13	-1
22.11.96	16	14	-2
02.12.96	10	11	+1
11.12.96	9	9	0
18.12.96	15,5	11,5	-4
09.01.97	15	18	+3
13.01.97	17	14	-3
30.01.97	16	17	+1
05.02.97	24	31	+7
17.02.97	19	17	-2
24.02.97	40	25	-15
02.03.97	19	12	-7

Commentaire :

Jusqu'au 05.02.97, on n'observe pas de diminution de la teneur en ammoniac dans l'air de l'étable suite à l'application du produit EM.

Suite à une visite de M. Ikemi et M. Franck (représentants de la société distributrice de l'EM en Belgique), le 05.02.97, un traitement avec de la sciure (brouette + 3 l EM + 2 l d'eau), répartie sur les aires de couchage, est introduit. Les teneurs en ammoniac dans l'air d'étable ont alors diminuées.

Une analyse microbiologique des lisiers (par le Centre Wallon de Bioindustrie) montre que l'utilisation d'EM ne modifie pas significativement l'équilibre microbien des lisiers.

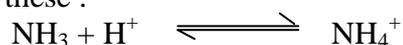
Remarque :

Les comparaisons des analyses classiques complètes ne sont pas reprises de façon détaillée dans ce rapport. Tous ces éléments supplémentaires aux mesures de pertes par volatilisation peuvent être revus dans les archives et rapports annuels d'Agra-Ost.

### 3.3.7 Les mesures des pertes avec lisiers acidifiés

#### 3.3.7.1 L'acidification du lisier – Explications préliminaires

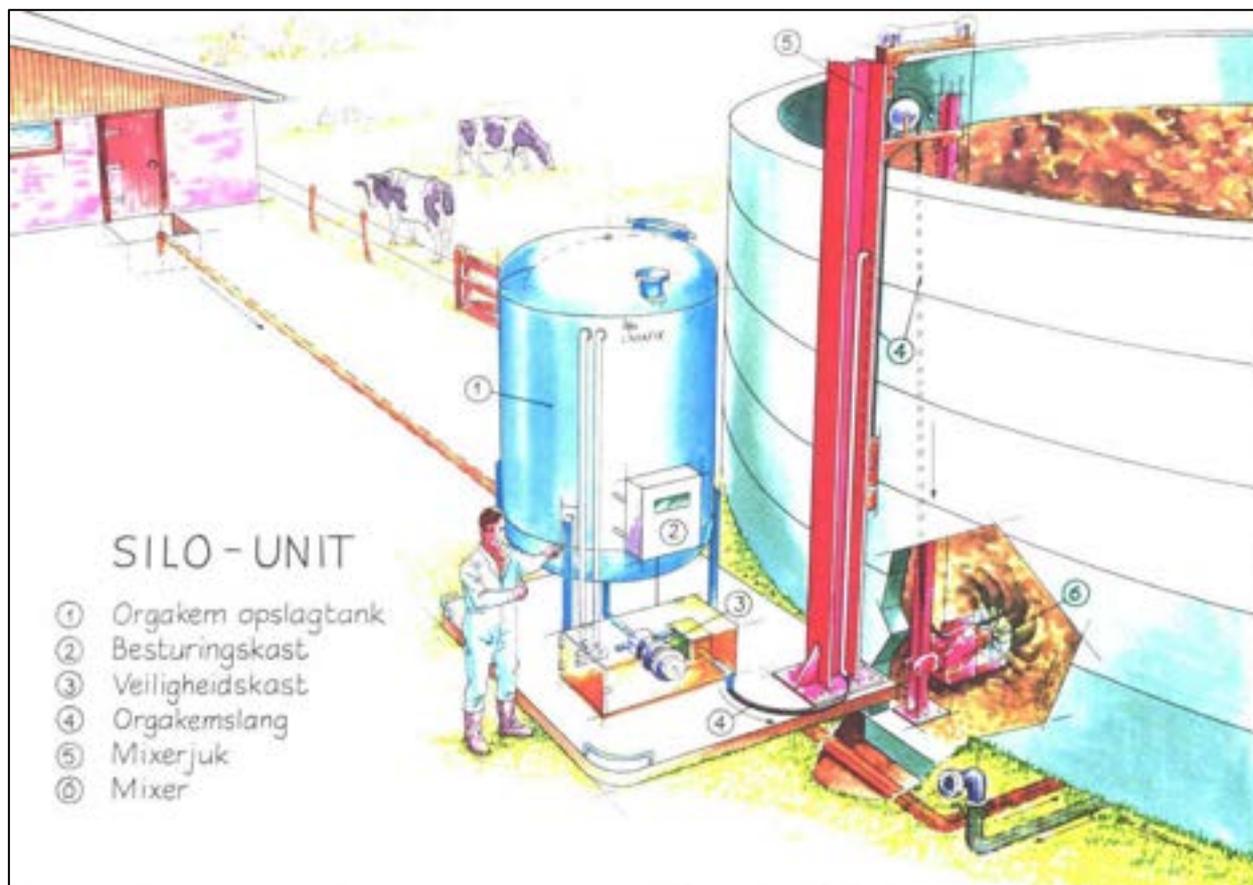
Au début des années 90 l'Administration hollandaise se fixe le but d'atteindre une diminution des émissions d'ammoniac issues de l'élevage de 30 % en 1994 à 70 % en 2000. Suite à cette déclaration la société LIMAFIX développe un procédé d'acidification des effluents d'élevage, grâce auquel ils veulent diminuer les émissions d'ammoniac de 98 %. Le principe de l'acidification qu'ils appliquent est le suivant : le produit liquide « Orgakem », obtenu par un procédé chimique et constitué principalement d'acide nitrique concentré, contient des ions d'hydrogène. Le degré d'acidité d'un lisier étant défini par le nombre d'ions d'hydrogène présents, plus il y a d'ions d'hydrogène, plus le degré d'acidité est élevé, plus le pH est bas. Puisque l'ammoniac, lorsqu'il entre en contact avec des ions d'hydrogène, réagit vers l'ammonium non-volatile, la quantité d'ammoniac volatile dépend aussi du pH. Pour un lisier avec un pH élevé il y aura donc plus de pertes d'ammoniac qu'avec un pH bas. La réaction d'équilibre suivante illustre cette thèse :



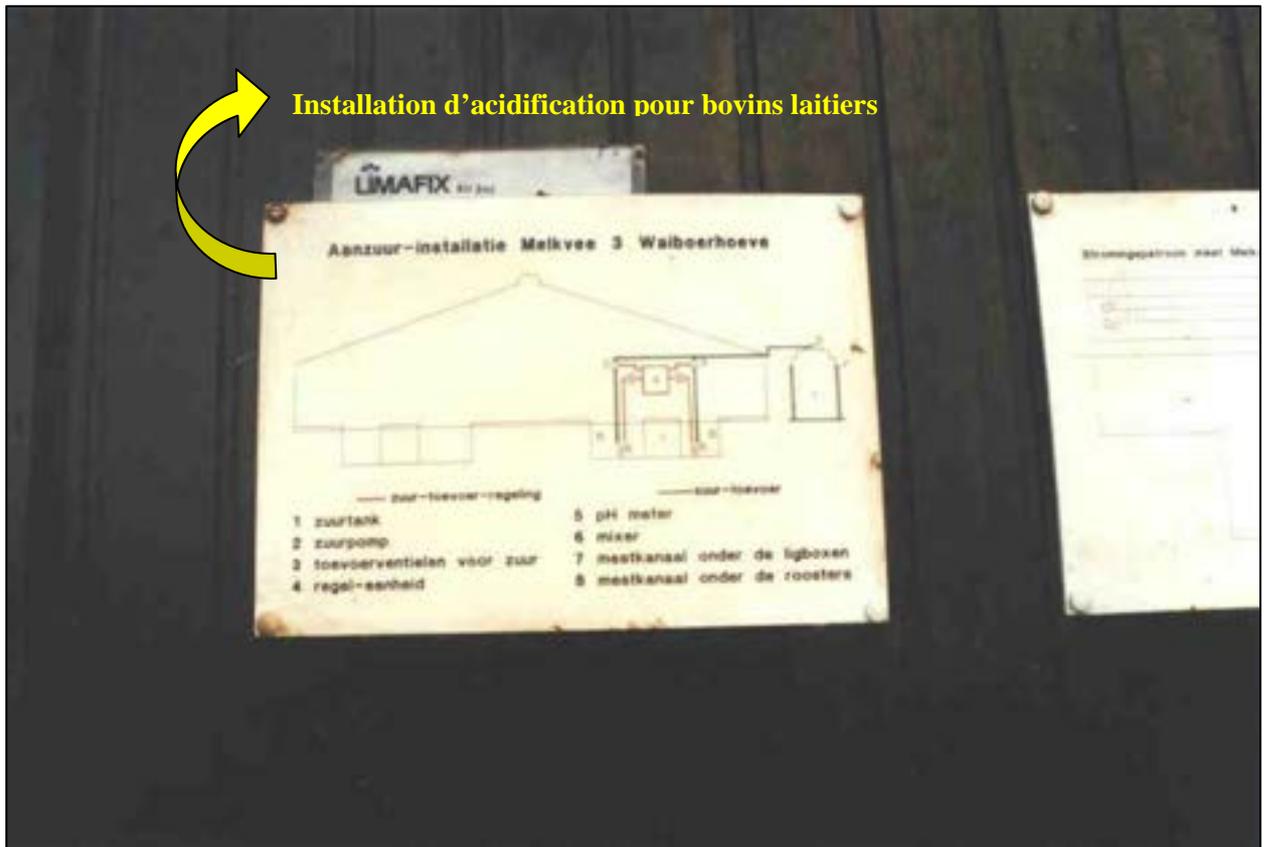
#### 3.3.7.2 Visite en Hollande – Mai 1993

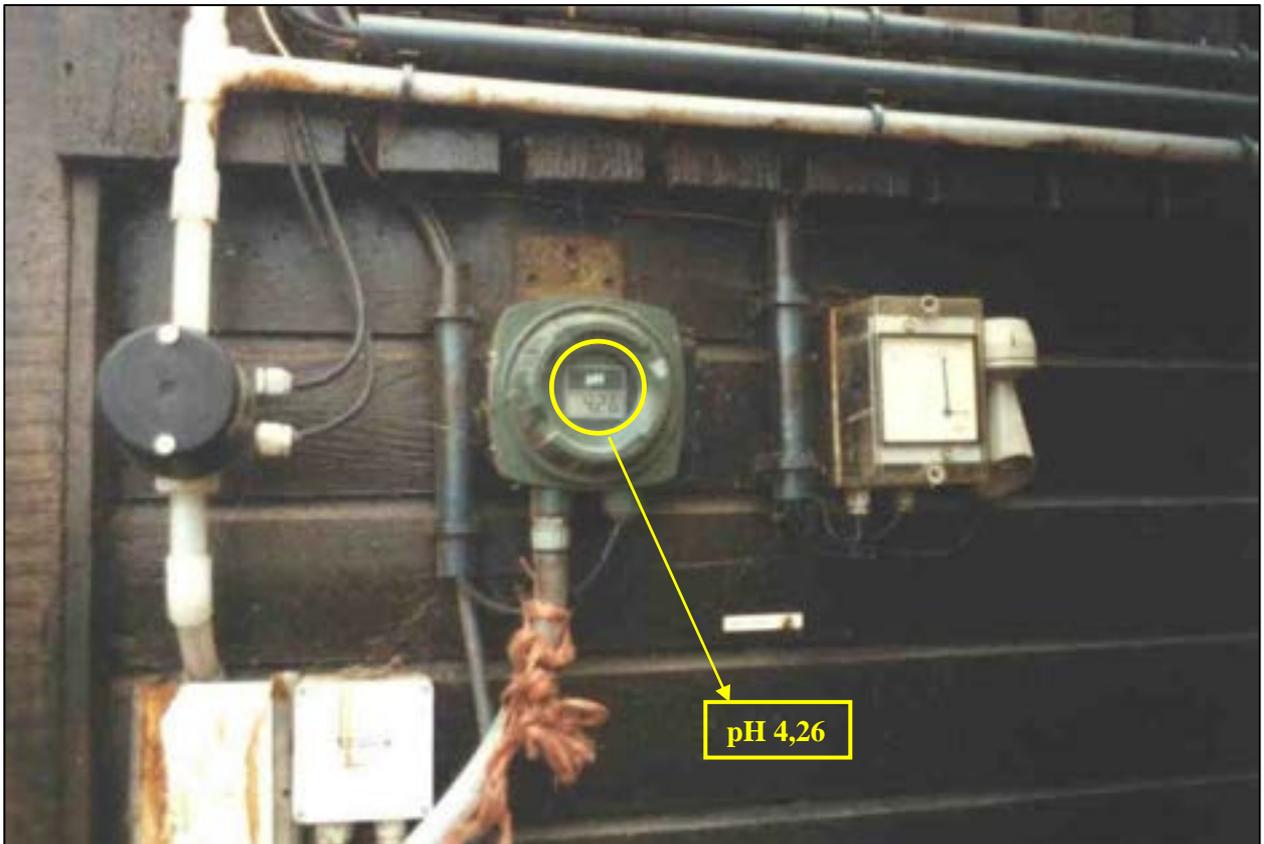
Pour se faire une idée précise des méthodes pratiquées en Hollande, Agra-Ost visite différentes exploitations travaillant avec la société LIMAFIX pour acidifier leur lisier dans le but de limiter les pertes d'azote par volatilisation.

*Schéma théorique d'une installation :*



Installation hollandaise visitée :





### 3.3.7.3 Mesures réalisées chez Agra-Ost

L'expérimentation avec acidification est réalisée chez Agra-Ost à l'aide d'un mélange « lisier + acide nitrique » dans les proportions de 500 l de lisier pur + 10 litres d' $\text{HNO}_3$  (3 %), afin de diminuer le pH jusqu'à 4,5.



Cette photo illustre le remplissage du tonneau utilisé pour l'épandage en surface : petit tonneau à pression équipé d'une palette inversée, rabattant le lisier au sol après projection. Voir aussi photo p. 21.



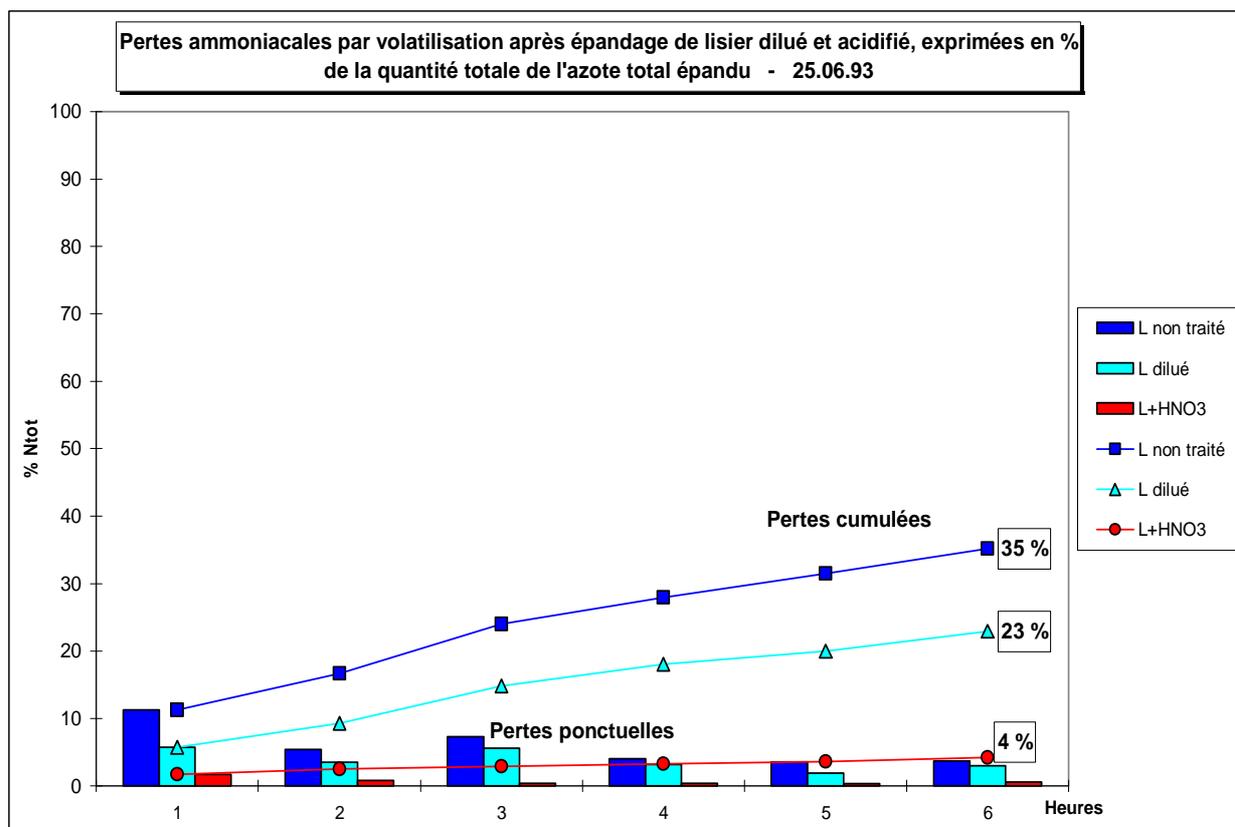
En 1993, deux mesures successives ont été réalisées avec du lisier acidifié : la première le 25.06, la deuxième le 13.08. Simultanément au lisier acidifié, du lisier dilué a été testé.

Tableau 39 : Résumé des mesures effectuées en 1993

Date	Variante	Epannage m <sup>3</sup> /ha	MS %	Nt kg/m <sup>3</sup>	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Nt épandu kg/ha	N-NH <sub>4</sub> épandu kg/ha	Pertes N-NH <sub>3</sub> kg/ha	Pertes en %	
									Nt	N-NH <sub>4</sub>
25.06.1993	Lisier non traité	20	2,82	3,02	1,93	60,4	38,6	21,3	35,2	55,1
	Lisier dilué	40	1,65	1,83	1	73,2	40	16,8	22,9	42
	Lisier + HNO <sub>3</sub>	20	4,3	2,91	2,11	58,2	42,2	2,5	4,2	5,9
13.08.1993	Lisier non traité	20	6,93	4,4	2,05	88	41	53,3	60,6	130,1
	Lisier dilué	40	3,8	3,03	1,13	121,2	45,2	11,2	9,2	24,7
	Lisier + HNO <sub>3</sub>	20	7,28	4,86	2,42	97,2	48,4	34,9	35,9	72,1

### 1) Mesures du 25.06.93

Graphique 74 : Lisier acidifié et dilué



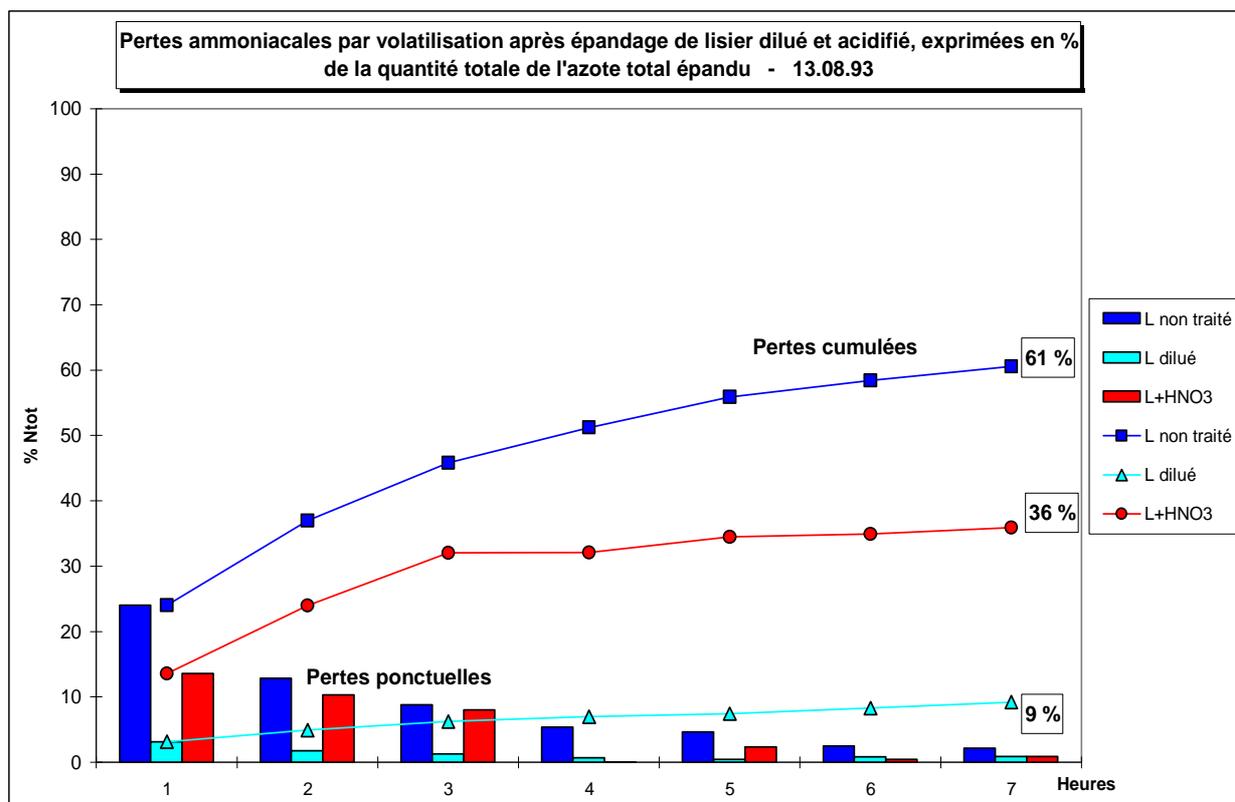
Température moyenne au sol : 18 – 19 °C ; vitesse moyenne du vent : 5,4 km/h.

#### Commentaire :

Le lisier acidifié montre à peine 6 % de pertes d' $\text{NH}_4$  tandis que le lisier dilué entraîne 42 % de pertes et le lisier normal 55 %.

## 2) Mesures du 13.08.93

Graphique 75 : Lisier acidifié et dilué



Température moyenne au sol : 15,8 °C ; vitesse moyenne du vent : 2,64 km/h.

### Commentaire :

Cette fois, l'avantage pour le lisier acidifié est moindre que pour le lisier dilué. Ce dernier montre des pertes de 25 % de l'azote ammoniacal par rapport à 72 % pour le lisier acidifié.

### 3.3.8 Mesures de pertes sur fumier, fumier composté, litière et après épandage de différentes matières organiques

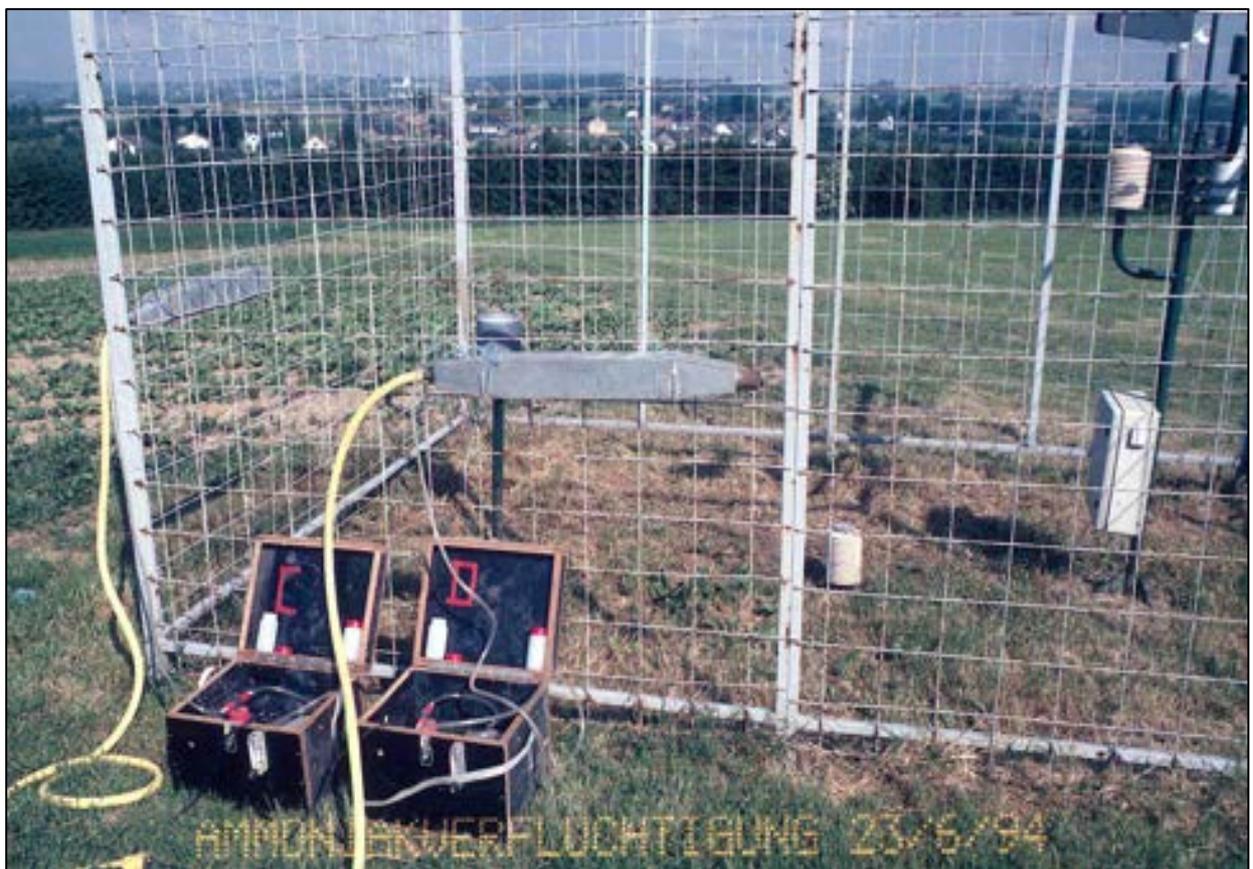
#### 3.3.8.1 Mesures de pertes sur des tas de fumier et de fumier composté

En 1994 sont comparées les pertes d'ammoniac dans l'air au-dessus d'un tas de fumier brut et d'un tas de fumier composté.

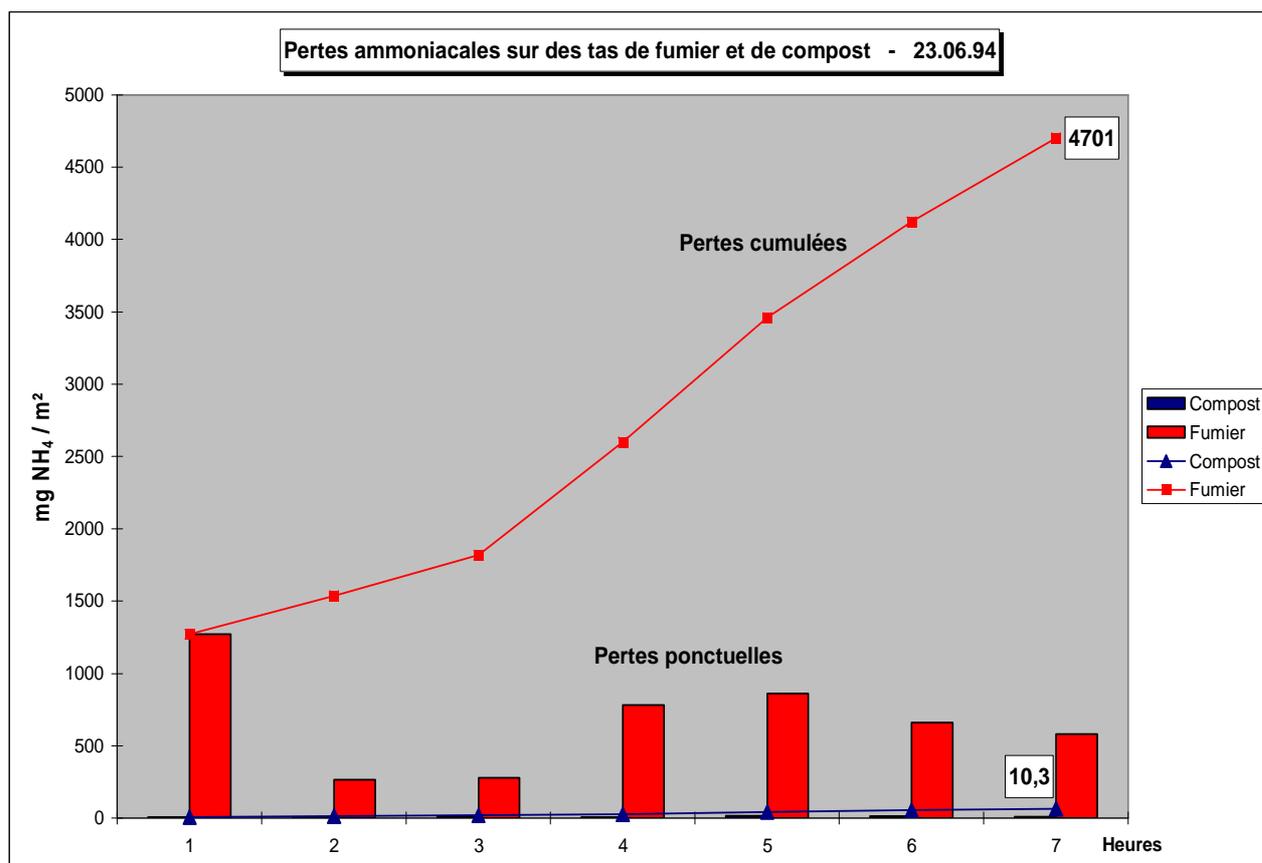
Ces mesures sont réalisées dans le cadre d'une étude comparative de pertes par jus d'écoulement sous des tas de fumier et de fumier composté. Deux plates-formes, dont la base est une tôle ondulée « Eternit » permettant de récolter les jus tous les 30 cm, séparément et dans des récipients distincts, sont mises en place pour être chargées l'une de fumier, l'autre de compost de fumier.







Graphique 95 : Pertes ammoniacales sur des tas de fumier et de compost en mg NH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup> – 23.06.1994



Commentaire :

Très clairement on observe des pertes nettement plus élevées au-dessus du tas de fumier que du fumier composté.

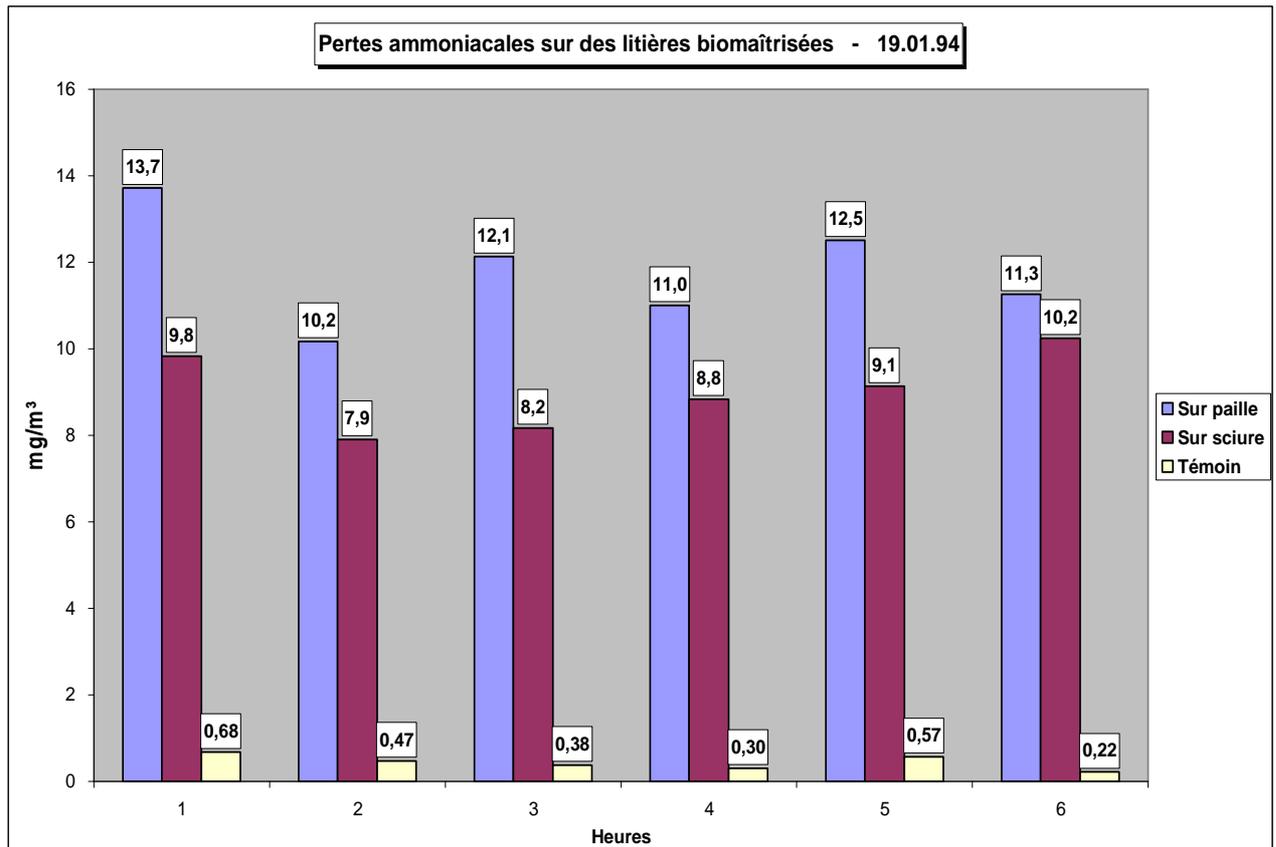
Les pertes au-dessus du compost sont faibles et régulières, tandis qu'au-dessus du fumier on observe une variation pendant la journée. Les pertes produites lors du compostage n'ont pas été prises en compte.

### 3.3.8.2 Mesures de pertes sur de la litière biomâtrisée en étable de porcs

➤ Deux séries de mesures sont effectuées en 1994, en collaboration avec le professeur B. Nickx, à la ferme expérimentale du Sart-Tilman. Il s'agit d'une comparaison entre des émanations dans une étable avec porcs sur sciure et porcs sur paille hachée.

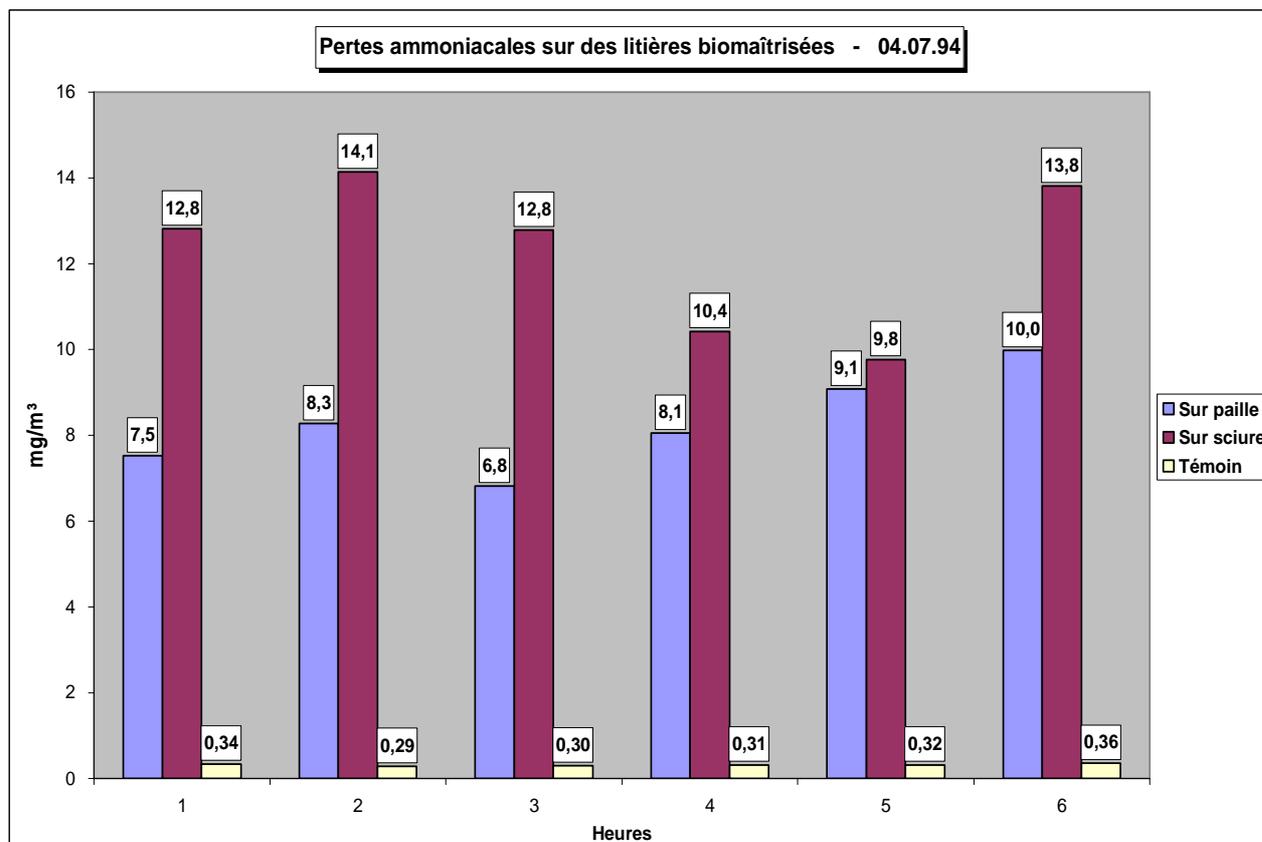
#### 1) Mesures du 19.01.94

Graphique 76 : Pertes ammoniacales sur de la litière biomâtrisée en étable de porcs, en  $\text{mg NH}_4 / \text{m}^3$  - 19.01.94



## 2) Mesures du 04.07.94

Graphique 77 : Pertes ammoniacales sur de la litière biomâtrisée en étable de porcs en  $\text{mg NH}_4 / \text{m}^3$  - 04.07.94



➤ Dans le cadre d'une étude sur l'engraissement de porcs sur litière biomâtrisée, Agra-Ost réalise, en 1995, deux autres séries de mesures dans ce type d'étable, chez un agriculteur. Pratiquement cet essai se déroule dans une étable vide de 4 x 4 m, chez l'agriculteur Leo Ortmanns à Astenet. L'étable est remplie avec de la sciure sur une épaisseur de 30 cm. Une caisse d'alimentation et un abreuvoir y sont installés et 12 porcs d'un poids moyen de  $\pm 30$  kg y sont introduits.

Chaque semaine des mesures de température sont prises.

Les teneurs ammoniacales de l'air sont mesurées 2 fois sur toute la durée : une première fois le 19.09.1995 et une seconde fois, 2 jours après la sortie des porcs (amenés à l'abattoir le 16.10.95) le 18.10.1995.

La hauteur de la sciure à la fin de l'essai est de 45 cm (pour un début à 30 cm).

Les résultats de cet essai sont comparés à ceux obtenus dans la conduite des porcs sur caillebotis dans l'exploitation de M. Ortmanns.

## 3) Mesures du 19.09.95

Une valeur de 7 ppm a été trouvée pour la conduite des porcs sur litière bio-mâtrisée et une valeur de 24 à 28 ppm pour la conduite sur caillebotis.

#### 4) Mesures du 19.09.95

13 ppm ont été mesurées pour la conduite sur litière bio-maîtrisée et 27 ppm pour la conduite sur caillebottis.

##### Commentaire :

Les valeurs de 7 et 13 ppm trouvées pour la conduite sur la litière bio-maîtrisée est un signe d'un excellent climat d'étable.

Dans une telle étable il n'y a pas d'odeurs nuisibles.

#### 3.3.8.3 Mesures de pertes après épandage de différentes matières organiques

Le 09.10.97 un épandage, avec doses tout à fait pratiques, de trois types de matières organiques est réalisé : fientes de poules 6 t/ha, lisier de porcs 15 m<sup>3</sup>/ha, litière biomâtrisée (LBM) 10 t/h, et suivi d'une mesure des pertes ammoniacales.

Le 04.11.98 des nouvelles mesures sont faites après épandage avec également 3 types de matières organiques. Cette fois ce n'est plus du lisier de porc qui est comparé à de la litière biomâtrisée et des fientes de poules, mais un compost de déchets verts :

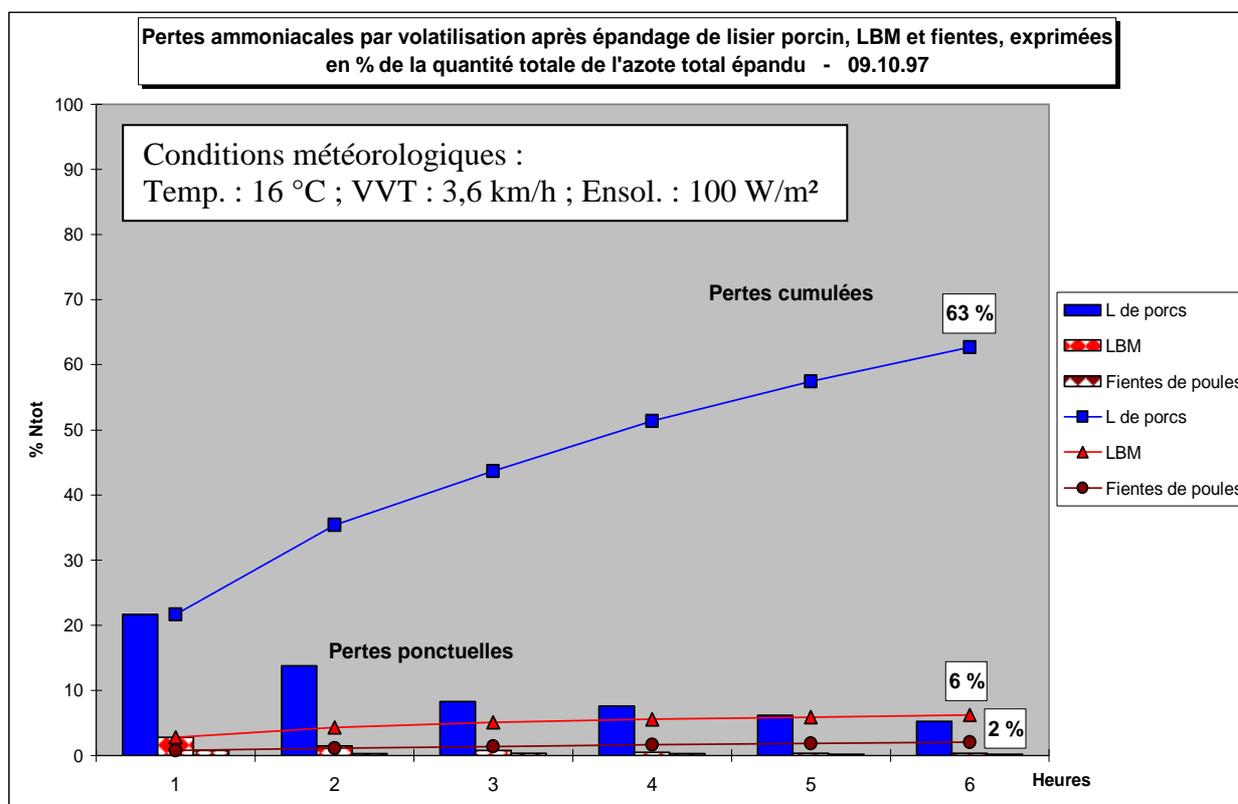
- Fientes de poules : 3,15 t/ha
- LBM : 10,6 t/ha
- Compost déchets verts : 20,75 t/ha

Tableau 40 : Résumé des mesures de pertes respectives à chaque type de matière épandue

Date	Matière organique épandue					N-NH <sub>4</sub> apporté kg/ha	Ntot apporté kg/ha	Pertes N-NH <sub>4</sub>		
	% MS	pH	Quantité /ha	N- NH <sub>4</sub> kg/m <sup>3</sup>	Ntot kg/m <sup>3</sup>			% N-NH <sub>3</sub>	% Ntot	Quantité (kg)
09.10.97										
Lisier de porcs	5,38	8,35	15 m <sup>3</sup>	5,25	7,46	78,75	111,9	89	62,6	70,1
Fientes de poules	62,8	7,78	6 t	5,86	36,1	35,16	216,6	12,7	2,1	4,5
LBM	57,1	8,33	10 t	1,63	11,09	16,3	110,9	42,3	6,2	6,9
04.11.98										
Fientes de poules	30,87	8,93	3,15 t	8,72	28,75	27,47	90,6	36,7	11,1	10,1
LBM	39,24	6,89	10,6 t	0,16	7,83	1,7	83	-32	-0,7	-0,5
Compost déch. verts	61,92	7,77	20,75 t	0,05	3,10	1,04	64,3	-27,8	-0,4	-0,3

### 1) Mesures du 09.10.97

Graphique 78 : Pertes ammoniacales après épandage de lisier de porcs, litière biomâtrisée, fientes de poules - 09.10.97



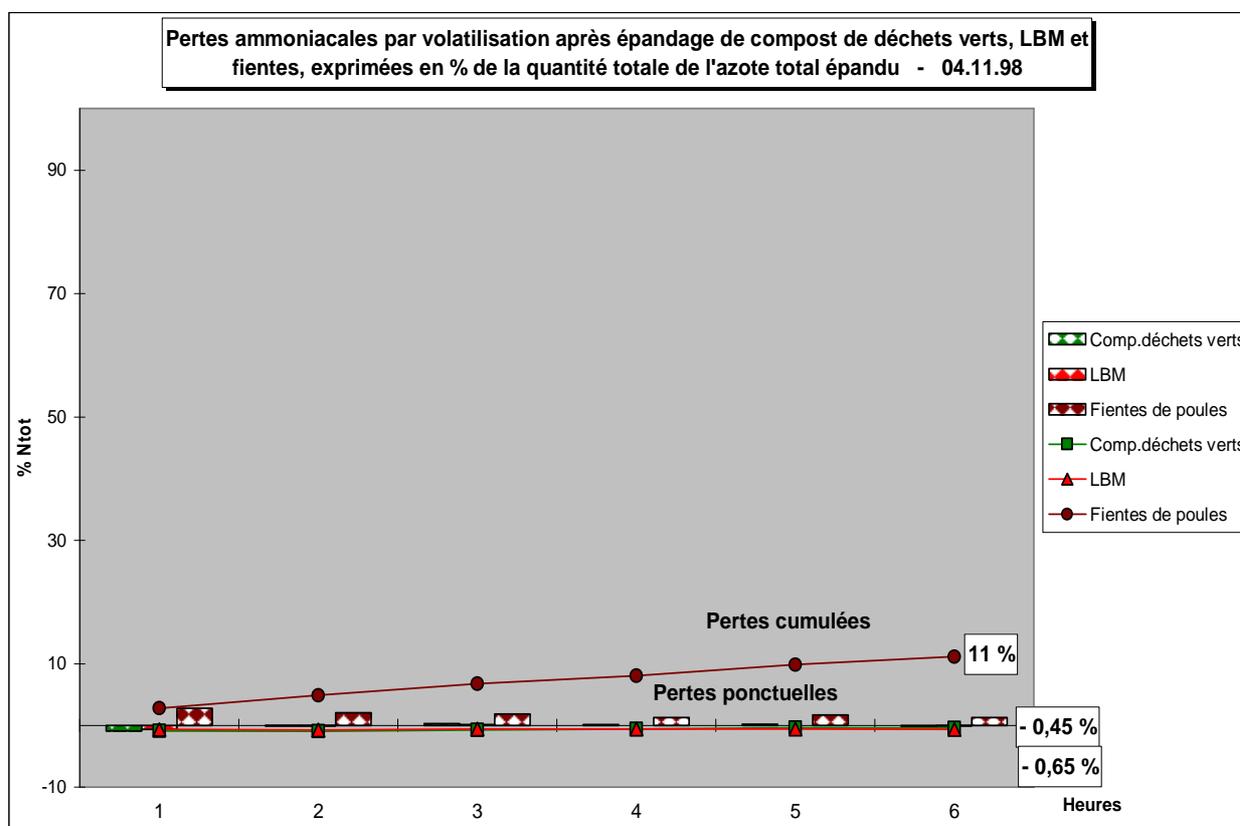
#### Commentaire :

Après 6 heures de mesure on peut observer que le lisier de porcs a perdu presque 90 % de son azote ammoniacal (azote ammoniacal = 70 % de l'azote total).

Pour l'épandage des fientes de poules, 12,7 % de l'azote ammoniacal épandu ont été perdus (azote ammoniacal = 16 % de l'azote total) et pour la LBM les pertes sont de 42,3 % (azote ammoniacal = 15 % de l'azote total). Mais, en ce qui concerne les fientes, les pertes peuvent se maintenir encore plusieurs jours après l'épandage et même augmenter à nouveau.

## 2) Mesures du 04.11.98

Graphique 79 : Pertes ammoniacales après épandage de fientes de poules, litière biomâtrisée, comp.de déchets verts – 04.11.98



### Commentaire :

Les résultats sont quelque peu étonnants, mais s'expliquent :

La première et deuxième heure, le compost de déchets verts et la litière biomâtrisée perdent moins d'azote ammoniacal que le témoin, qui n'a reçu aucune matière organique.

En analysant le détail des résultats il s'avère qu'un des deux tunnels témoins, qui se trouve entre les deux tunnels de fientes et les deux tunnels de compost, a été légèrement contaminé dans son air d'entourage par les émanations des fientes. L'autre tunnel témoin, se trouvant entre les deux tunnels de compost et les deux tunnels de LBM, n'enregistre pratiquement aucune teneur d'ammoniac dans l'air.

Au fil des heures (3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup>), le compost de déchets verts montre une petite poussée de pertes. Celle-ci est restée néanmoins minimale si l'on considère, d'une part, que le cumul des pertes se situe sous les pertes enregistrées par le témoin, d'autre part que le maximum perdu au cours de la 3<sup>ème</sup> heure est de 16,1 % d'un total épandu de 1,04 kg/ha (le compost de déchets verts ne dose que 0,05 kg N-NH<sub>4</sub> x 20,75 t/ha = 1,04 kg/ha).

Pour la LBM aussi les pertes sont nulles. Lors des mesures du 09.10.97 la LBM perd jusqu'à 42,3 % des 16,3 kg apportés. Cette différence s'explique par un pH plus élevé (8,33 en 97 pour 6,89 cette fois-ci) et une teneur en N-NH<sub>4</sub> plus élevée (1,63 kg/m<sup>3</sup> en 97 pour 0,16 kg/m<sup>3</sup> en 98).

Les pertes engendrées par les fientes de poules sont plus élevées cette fois-ci : 36,7 % en 98 pour 12,7 % en 97. Ceci aussi s'explique vraisemblablement par une MS beaucoup plus élevée en 97 (62,8 % pour 30,87 % en 98), un pH plus bas, donc plus favorable en 97 (7,78 en 97 pour 8,93 en 98) et un azote ammoniacal bien plus élevé en 98 (8,72 uNH<sub>4</sub> en 98 pour 5,86 uNH<sub>4</sub> en 97).

## **4 Discussion des résultats par catégorie**

### **4.1 Les techniques d'épandage**

#### **4.1.1 En culture**

Il est clair que l'épandage en surface, sans travail rapide du sol est une technique à proscrire. Ainsi, l'épandage de lisier sur terre nue dès le mi-février, pour y planter un maïs début mai, est une mauvaise pratique agricole.

Nos essais montrent que l'incorporation doit se faire simultanément ou directement après l'épandage et que, pour des lisiers, l'épandage doit être proche de la date d'implantation de la culture suivante.

#### **4.1.2 En prairie**

Un chemin important et régulier est parcouru pour réduire les pertes ammoniacales lors de l'épandage.

L'épandage classique par aspersion vers le haut disparaît au profit du système rabattant le lisier au sol.

L'idéal est de déposer le lisier sur le sol, par un tonneau porte outil, équipé d'une rampe à patin.

L'injection dans le sol est abandonnée, car ce système nécessite beaucoup d'énergie pour un rendement d'épandage faible. De plus, des problèmes d'adventices apparaissent dans certaines circonstances comme une sécheresse après l'injection.

L'épandage par pendillards, testé à Junglinster et lors de journées portes ouvertes, n'est pas adapté aux prairies ; les pertes restent élevées et le lisier est déposé en « boudins » sur le sol de façon irrégulière.

Les systèmes à patins sont ceux qui permettent un bon compromis entre la rapidité à l'épandage et la minimisation des pertes. Il faut cependant toujours garder à l'esprit qu'en prairie l'épandage en surface d'un lisier fluide dans de bonnes conditions (temps humide, frais, couvert, peu ou pas de vent) est l'épandage qui permet de mieux répartir l'engrais de ferme pour les plantes qui occupent la totalité de la surface.

L'épandage par patins dépose le lisier en ligne écarté d'au moins 17 cm ; ceci est et reste un inconvénient.

La comparaison de 3 systèmes de patins montre après 2 ans que les pertes ne dépassent pas en moyenne 26 %, même si la température atteignait 23 °C et que la pluviosité était généralement nulle.

Enfin, un système qui mériterait d'être plus utilisé en prairie est le système pendulaire, qui épand de façon régulière par grosses gouttes.

Voici le classement des différents systèmes, par ordre du moins performant (c.à.d. risque de pertes ammoniacales élevé à l'épandage, dérive etc....) au plus performant :

- a) Déflecteur vers le haut ou palette vers le haut
- b) Palette inversée ou déflecteur vers le bas
- c) Pendulaire (déflecteur oscillant)
- d) Multibuses
- e) Tuyaux trainés
- f) Patins
- g) Injecteurs (non recommandé en prairie)

#### **4.2 La dilution**

L'apport d'eau réduit généralement les pertes par volatilisation.

De nombreuses mesures ont été effectuées en diluant le lisier. L'eau a un effet positif et est à conseiller lorsque les lisiers sont trop épais. L'augmentation des pertes et les effets négatifs se marquent en prairies dès que l'on utilise des lisiers dépassants 8 % de MS. En prairie l'idéal serait d'épandre du lisier de maximum 4 % de MS. En pratique, si on atteint 6 % de MS on obtient un bon compromis économique. Les lisiers bruts ont des teneurs en MS proche de 8 %.

L'apport d'eau pour la dilution du lisier épais, supérieur à 8 % de MS et destiné à être épandu en prairie, peut être réalisé par la déviation temporaire des descentes d'eau de toit ou par la récupération d'eau de surface.

En culture, si l'incorporation suit directement ou est simultanée, la teneur en MS n'est pas un facteur limitant, si ce n'est pour garantir la fluidité dans les tuyaux répartiteurs.

#### **4.3 Les traitements**

Deux systèmes de traitement ont été étudiés :

- **L'aération** qui consiste à mélanger le lisier en insufflant de l'air au niveau des hélices du mixer. L'apport d'air se faisant par un compresseur situé généralement dans un boîtier à l'arrière du mixer (système Reck) ou par la projection de microbulles à la périphérie des hélices (brevet Arnold).

L'idée maîtresse, en aérant le lisier, est de maintenir la matière organique en état initial, évitant la formation de composés issus de la fermentation, comme les acides gras volatiles, les sulfures, les mercaptans, etc.

De plus les bactéries aérobies transforment une partie de l'N minéral en azote organique, ce qui correspond à une forme de « compostage » du lisier. Le lisier est plus fluide et moins agressif pour la végétation en place.

On peut affirmer que l'aération des lisiers permet de réduire systématiquement le pourcentage de pertes par volatilisation de l'ammoniac lors de l'épandage. De plus, les lisiers régulièrement aérés dégagent très peu ou pas d'odeur à l'épandage. Mais le processus d'aération doit être contrôlé pour éviter l'augmentation de température et du pH, deux facteurs que favorisent les pertes au stockage.

- A contrario, **la méthanisation** consiste à travailler en anaérobiose provoquant une digestion partielle de la partie carbonée, ce qui a pour conséquence de fluidifier le lisier. Par contre,

l'azote organique est en partie transformé en N minéral, plus rapidement disponible pour les plantes qui reçoivent le lisier digéré.

Par la méthanisation le risque de pertes d'ammoniac est augmenté sensiblement. En effet, les digestats perdent plus d'ammoniac à l'épandage que les lisiers bruts correspondants. Ceci est dû à l'augmentation du pH du lisier méthanisé.

Un facteur favorisant la pénétration du lisier dans le sol, c'est celui de la diminution de la teneur en MS des lisiers digérés. Si la teneur en MS est plus basse que pour les lisiers bruts correspondants, ce facteur réduira les pertes. Mais, en pratique, on ne compare jamais les mêmes produits, car le digestat contient d'autres matières que les lisiers introduits dans le fermenteur. En effet, en pratique, pour augmenter le pouvoir méthanogène du digesteur, le lisier est plutôt considéré comme un support auquel on ajoute des matières organiques riches en énergie, facilement dégradable et dont la MS est élevée. On constate aussi qu'un temps de séjour réduit dans un digesteur provoque une augmentation des pertes ammoniacales. Donc, la méthanisation entraîne en pratique un risque accru de pertes par volatilisation de l'ammoniac.

#### 4.4 Les additifs

##### 4.4.1

Certains additifs, quoiqu'efficaces, ont été abandonnés pour des raisons environnementales. C'est le cas du **Kapto**, additif à base de formaldéhyde. Cette molécule limite les pertes en retardant la nitrification, mais il est inadéquat d'épandre systématiquement du formaldéhyde en prairie, car ce produit agit aussi négativement sur la vie biologique du sol.

L'**acide nitrique** en abaissant le pH bloque les pertes d'ammoniac, mais si en 1993 cette solution était envisageable, elle ne l'est plus aujourd'hui vu l'apport d'N lié à son usage et la dangerosité de la manipulation de cet acide fort.

Si donc l'acidification est très efficace et limite drastiquement les pertes par volatilisation, son usage est dangereux, cher et non adéquat par les autres éléments apportés, exemple : acide nitrique (apport d'azote), acide sulfurique (du soufre).

##### 4.4.2 Les amendements calcaires

Les carbonates  $\text{CaCO}_3$  ne réduisent en rien les pertes par volatilisation, que du contraire, ils augmentent les pertes, d'autant plus que le contact avec le lisier est long. En 2000 l'apport de Rosal, qui est une forme liquide de carbonate, confirme nos observations. Il faut de plus noter que la densité de la chaux liquide approche les 1700 kg par  $\text{m}^3$  contre 1000 pour le lisier. Il faut donc équiper les tonneaux d'agitateurs pour maintenir un mélange homogène et être attentif à la portance pour éviter de tasser le sol.

##### 4.4.3 Le Phosphore

L'ajout de phosphore au lisier a un effet positif sur les pertes par volatilisation de l'ammoniac. C'est principalement sous la forme bicalcique que l'efficacité est la plus marquée.

Cependant nous ne pouvons conseiller l'usage généralisé de phosphore ; en effet en système d'élevage cet élément est généralement disponible en suffisance, car les prairies permanentes sont en principe bien pourvues en cet élément.

#### 4.4.4 La silice : Penac G – système Plocher...

Nos résultats ne sont pas sans équivoque : quelques fois, le lisier traité montre un résultat plutôt positif, une autre fois, des résultats négatifs sont mesurés pour le lisier traité (voir 4 mesures tableau 35 page 88 - 89).

De plus il n'a pas été constaté d'amélioration ni du point de vue des odeurs, ni du point de vue de l'homogénéité.

Nous concluons qu'aucun effet positif systématique n'a pu être enregistré, ce qui a été vérifié en ferme après usage de cet additif.

#### 4.4.5 Les additifs spécifiques

Ces substances montrent parfois une efficacité positive, mais, en général, les produits ne donnent pas les résultats attendus ; de plus, leur efficacité est irrégulière. Vu leurs coûts et le temps nécessaire à les appliquer, ils ne sont pas systématiquement recommandables. Certains additifs agissent temporairement pour améliorer le climat de l'étable.

Occasionnellement et dans certains cas bien spécifiques des additifs peuvent apporter des solutions, comme la dégradation d'une croute très sèche, ce qui permettrait de débloquer une fosse. Mais, en général, l'agriculteur devrait veiller à ne jamais arriver à de telles situations.

Jusqu'ici il s'avère que la dilution du lisier à l'eau a le meilleur effet sur la fluidité et qu'elle permet de réduire les odeurs. Enfin, la dilution du lisier a un effet favorable sur l'homogénéité de l'épandage ainsi que sur la végétation.

Des recherches se poursuivent en la matière, mais nous attendons toujours l'additif efficace régulièrement et bon marché.

En bref :

Aucun produit miracle.

Nos travaux confirment ceux de M. Kunz de Aulendorf.

Certains additifs ont une action favorable, mais le coût du traitement du lisier avec l'additif ne compense généralement pas l'avantage attendu.

L'additif doit se payer !

L'additif reste le point sur le i qui ne se justifierait que si d'autres conditions sont remplies, comme :

- l'homogénéisation,
- la connaissance de la valeur agronomique de son lisier,
- les bonnes conditions d'épandage.

#### 4.5 Mesures de pertes relatives à d'autres matières que du lisier

Ces mesures montrent que les pertes après épandage ou en tas sont directement liées à la teneur en azote ammoniacal de la matière organique étudiée. De plus, certains facteurs favorisent les pertes comme un pH élevé, une teneur en MS faible. Les matières organiques à action lente, comme le compost de déchet vert et le compost de fumier, présentent peu de risques de pertes ammoniacales après épandage. L'épandage de litière de porcs biomaitrisée est nettement moins risqué concernant les pertes par volatilisation de l'ammoniac que le lisier de porc.

Les mesures ammoniacales de l'air d'étable sont un bon moyen d'exprimer en chiffres le facteur odeur dans les stabulations porcines. Les valeurs de 7 et 13 ppm trouvées p.ex. pour la

conduite sur la litière bio-maîtrisée sont un signe d'un excellent climat d'étable. Dans une telle étable il n'y a pas d'odeurs nuisibles. Autre avantages de l'engraissement sur litière bio-maîtrisée : La mortalité et les frais vétérinaires sont très faibles et on peut utiliser des bâtiments vides, qui ne sont pas utilisés actuellement. Inconvénients de ce système : Une augmentation de la main-d'œuvre et plus de place par porc d'engraissement sont nécessaires. Les fientes de poules sont des matières beaucoup moins maîtrisables, car les pertes dépendent de leur MS, leur pH et leur teneur en azote ammoniacal.

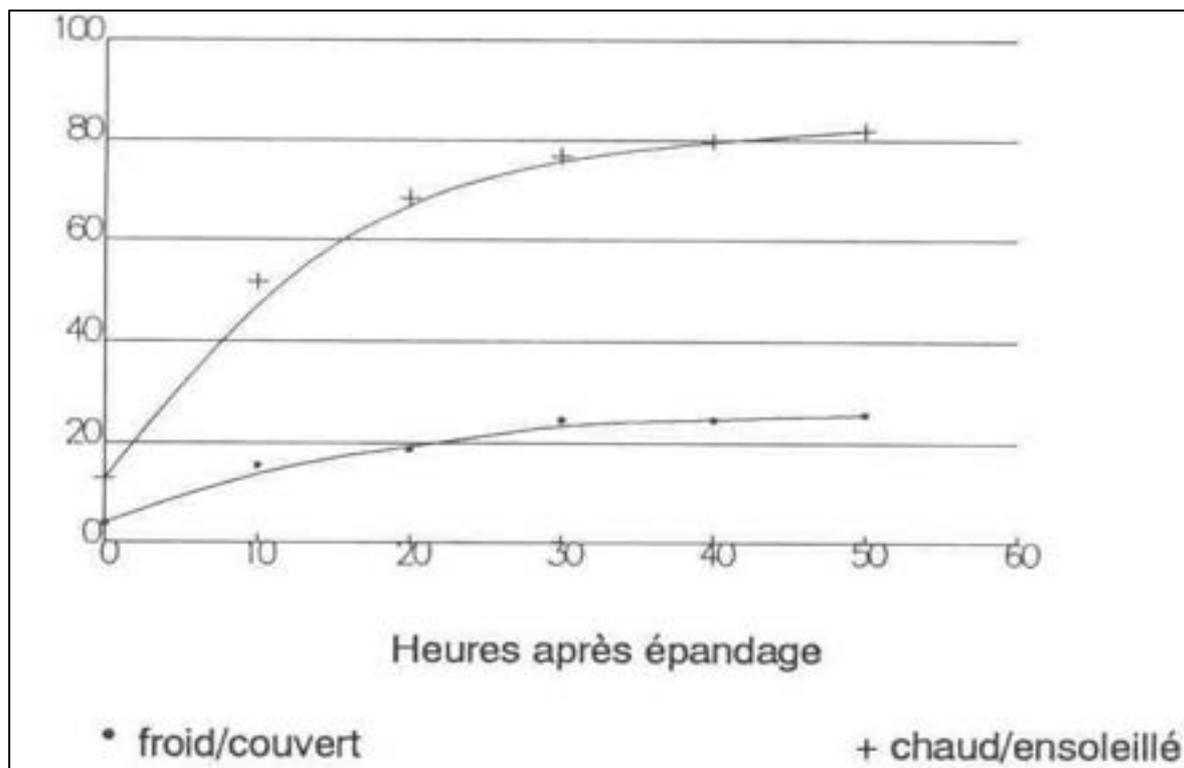
#### 4.6 Remarques générales

Qu'il s'agisse de systèmes d'épandage, de dilution, d'aération, d'additifs..., un critère important à prendre en compte est le coût du traitement envisagé pour réduire les pertes par volatilisation de l'ammoniac. Il faut tenir compte que la valeur engrais d'un m<sup>3</sup> de lisier de bovin est d'environ 8,63 € (janvier 2010) pour une teneur en matière sèche d'environ 8 %. Si certains traitements paraissent intéressants, encore faut-il qu'économiquement et écologiquement ils soient justifiés.

Tout au long de notre recherche nous constatons que les pertes sont les plus importantes directement après l'épandage et qu'elles vont ensuite en diminuant. Il est donc fondamental de conscientiser les praticiens à l'importance des conditions météorologiques au moment de l'épandage. Ce n'est pas 4 – 5 heures après l'épandage que la pluie est la bien venue et qu'il faut épandre son lisier en prévision d'un orage ou d'une pluie annoncée ; c'est en direct que les choses doivent se jouer, si je veux profiter au maximum de l'azote minéral, à action rapide de mon engrais de ferme.

Le graphique ci-dessous (d'après F. Paaß de l'université de Bonn) illustre l'importance des températures lors de l'épandage :

Graphique 80 : Pertes ammoniacales cumulées en fonction de la température



Après l'épandage par temps chaud et ensoleillé, 80 à 90 % de l'ammonium sont perdus dans l'atmosphère, par temps couvert et frais seulement 26 %.

Remarque : Le moment d'application au cours de la journée, tel que matin, midi ou soir, a aussi une influence, ainsi que l'humidité relative de l'air. (Voir aussi p. 45).

## ANNEXES

### ANNEXE 1

*Tableau 41 : Evolution du prix des unités d'engrais*

#### **Evolution du prix des unités d'engrais de 1991 à 2010 (en €)**

	(fb)	1991	(fb)	1995	(fb)	2000	2002	2004	2005	2006	2007	Janv. 2008	Juin 2008	Février 2009	Juin 2009	Janvier 2010
<b>N</b>	(19)	0,47	(21)	0,52	(24)	0,6	0,6	0,636	0,65	0,75	0,75	0,9	1,2	1,3	0,63	0,69
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	(15)	0,37	(17)	0,42	(18)	0,446	0,446	0,531	0,65	0,65	0,65	1	1,3	1,6	1,18	1,1
<b>K<sub>2</sub>O</b>	(9)	0,22	(9)	0,22	(11)	0,27	0,273	0,29	0,31	0,33	0,33	0,6	0,75	1	1	0,72
<b>MgO</b>	(7)	0,18	(7)	0,18	(8)	0,198	0,198	0,21	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25	0,6	0,6	0,6
<b>CaO</b>	(3)	0,075	(3)	0,075	(4)	0,099	0,099	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	(5)	0,125	(5)	0,125	(5)	0,125	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

## ANNEXE 2

La présentation d'un tableau décrivant la façon de calculer les % d' $\text{NH}_3$  volatilisés durant les premières heures après l'épandage, à partir des valeurs mesurées sous chacun des tunnels, s'avère intéressant et utile à la compréhension des graphiques :

Tableau 42 : Résultats de la 2<sup>ème</sup> mesure 2004 des pertes ammoniacales après épandage de lisiers méthanisés – 12.10.04

Heures	Lisier non traité KESSLER			Lisier méthanisé KESSLER			Lisier non traité HECK			Lisier méthanisé HECK			Parcelle témoin(N-N)
	E	F	Moyenne	A	B	Moyenne	G	H	Moyenne	C	D	Moyenne	
1	0,175	0,198	<b>0,1865</b>	0,247	1,159	<b>0,703</b>	0,445	0,973	<b>0,709</b>	0,53	0,455	<b>0,4925</b>	0,082
2	0,206	0,2	<b>0,203</b>	0,396	1,093	<b>0,7445</b>	0,676	1,18	<b>0,928</b>	0,736	0,562	<b>0,649</b>	0,034
3	0,154	0,145	<b>0,1495</b>	0,271	0,962	<b>0,6165</b>	0,527	0,832	<b>0,6795</b>	0,532	0,43	<b>0,481</b>	0,015
4	0,127	0,158	<b>0,1425</b>	0,36	0,929	<b>0,6445</b>	0,456	0,717	<b>0,5865</b>	0,482	0,365	<b>0,4235</b>	0,016
5	0,154	0,14	<b>0,147</b>	0,311	0,849	<b>0,58</b>	0,389	0,538	<b>0,4635</b>	0,388	0,351	<b>0,3695</b>	0,006
6	0,137	0,123	<b>0,13</b>	0,327	0,816	<b>0,5715</b>	0,349	0,654	<b>0,5015</b>	0,32	0,267	<b>0,2935</b>	0,018

N-NH <sub>4</sub> fixé par l'acide (mg/100ml)=N-NH <sub>4</sub> aq		
Heures	Lisier méthanisé KESSLER	Lisier non traité KESSLER
1	0,621	0,105
2	0,711	0,169
3	0,602	0,135
4	0,629	0,127
5	0,574	0,141
6	0,554	0,112

N-NH <sub>4</sub> volatilisé (kg/ha)= N-NH <sub>4</sub> v		
Heures	méthanisé KESSLER	non traité KESSLER
1	2,789	0,469
2	3,191	0,759
3	2,701	0,604
4	2,823	0,568
5	2,578	0,633
6	2,486	0,503
<b>total volatil :</b>	<b>16,567</b>	<b>3,537</b>
<b>épanus :</b>	<b>2,88</b>	<b>17,46</b>
	18m <sup>3</sup> x0,16	18m <sup>3</sup> x0,97

N-NH <sub>4</sub> fixé par l'acide (mg/100ml)=N-NH <sub>4</sub> aq		
Heures	Lisier méthanisé HECK	Lisier non traité HECK
1	0,411	0,627
2	0,615	0,894
3	0,466	0,665
4	0,408	0,571
5	0,364	0,458
6	0,276	0,484

N-NH <sub>4</sub> volatilisé (kg/ha)= N-NH <sub>4</sub> v		
Heures	méthanisé HECK	non traité HECK
1	1,844	2,816
2	2,762	4,015
3	2,093	2,984
4	1,830	2,562
5	1,632	2,055
6	1,237	2,171
<b>total volatil :</b>	<b>11,398</b>	<b>16,603</b>
<b>épanus :</b>	<b>27,0</b>	<b>29,7</b>
	18m <sup>3</sup> x1,50	18m <sup>3</sup> x1,65

Heures	% N-NH <sub>4</sub> v				% cumulés			
	méthanisé KESSLER	non traité KESSLER (pertes)	méthanisé HECK (pertes ponctuelles)	non traité HECK (pertes ponctuelles)	méthanisé KESSLER (pertes cumulées)	non traité KESSLER (pertes cumulées)	méthanisé HECK (pertes cumulées)	non traité HECK (pertes cumulées)
1	96,837	2,688	6,828	9,481	96,837	2,688	6,828	9,481
2	110,794	4,347	10,230	13,518	207,631	7,035	17,057	22,999
3	93,796	3,460	7,751	10,048	301,427	10,494	24,809	33,047
4	98,007	3,254	6,778	8,627	399,434	13,748	31,587	41,674
5	89,508	3,627	6,046	6,918	488,942	17,375	37,633	48,592
6	86,311	2,881	4,582	7,311	575,253	20,256	42,215	55,903
	575,253	20,256	42,215	55,903				

### Explications du tableau :

Les colonnes dans la partie supérieure du tableau représentent les valeurs mesurées sous chacun des tunnels (A, B, C, ...) durant les 6 premières heures après l'épandage des lisiers. Ces valeurs sont mesurées en mg/100 ml de solution acide.

Pour la suite des calculs il y a intérêt à se référer à la formule présentée en première page :

$$(N-NH_4) = [(N-NH_4)_{aq} \times V_k \times 10^4] / [V_{aq} \times 0,05 \times 0,95^{14}]$$

Les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> blocs à gauche du tableau représentent la différence entre les moyennes des valeurs mesurées sous les tunnels à lisier et les valeurs mesurées sur la parcelle témoin (sans épandage de lisier) =  $(N-NH_4)_{aq}$

Les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> blocs centraux, à droite du tableau, résultent de la suite du calcul de la formule. Il s'agit là du produit des valeurs précédentes (blocs gauches) avec un coefficient en principe invariable ; il s'agit de réadapter ce coefficient lorsque les facteurs variables changent (p.ex. le nombre des tunnels, débit d'air passant par les tunnels à l'heure,...). Le résultat de cette opération s'exprime en kg N-NH<sub>4</sub> volatilisés à l'ha.

Les kg ainsi volatilisés durant 6 heures permettent, sur base des kg d'azote épandus, de calculer le pourcentage volatilisé par rapport à la quantité totale d'ammonium épandue à l'ha. (Bloc inférieur du tableau).

→ Ici, dans notre situation concrète, nous constatons dans notre tableau, des différences énormes entre les deux lisiers provenant l'un de la ferme Kessler, l'autre de la ferme Heck. Mais ce sont surtout les valeurs aberrantes du lisier méthanisé de la ferme Kessler qui sautent aux yeux.

Nous présentons ces résultats dans les deux diagrammes suivants ; puis, dans les commentaires qui suivent, nous essayerons d'expliquer ce phénomène.

---

<sup>14</sup> -  $(N-NH_4)_{aq}$  = la partie d'ammoniac fixée par l'acide (dans notre système, en mg/100 ml)  
-  $V_k$  = la totalité du volume d'air (m<sup>3</sup>) passant par le tunnel pendant la durée de mesure (dans notre système de fonctionnement, par heure)  
-  $V_{aq}$  = la quantité d'air (m<sup>3</sup>) traversant le flacon – laveur (dans notre système, 20 l/min, soit 1,2 m<sup>3</sup>/h)  
- sachant que le pourcentage d'ammoniac fixé par l'acide est de 0,95 (Paass, 1991) et que la surface du tunnel au contact du sol est de 0,05 m<sup>2</sup> (nos tunnels faisant 50 cm x 10 cm)

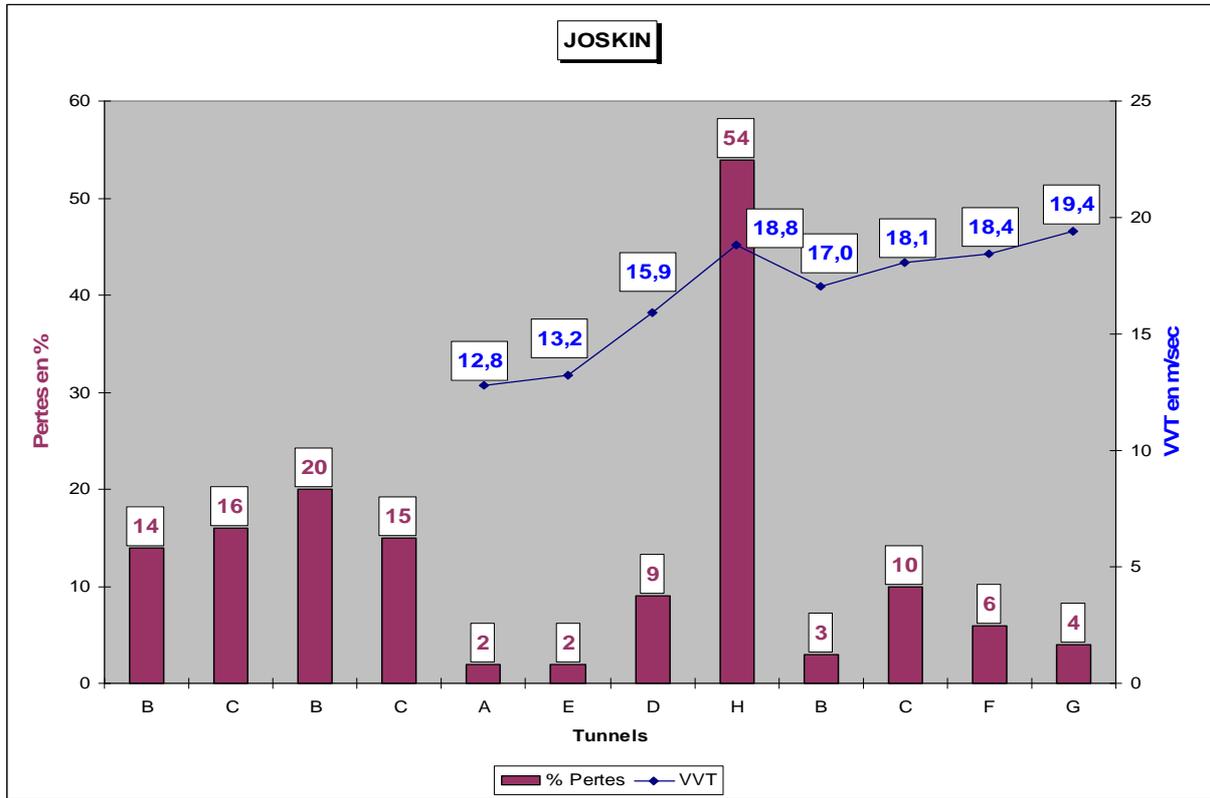
**ANNEXE 3. Détails des 6 journées de mesures de pertes ammoniacales avec systèmes d'épandage à patins (2007 – 2008)**

Tableau 43. Détails des pertes 2007 – 2008 : par système et par tunnel (en %)

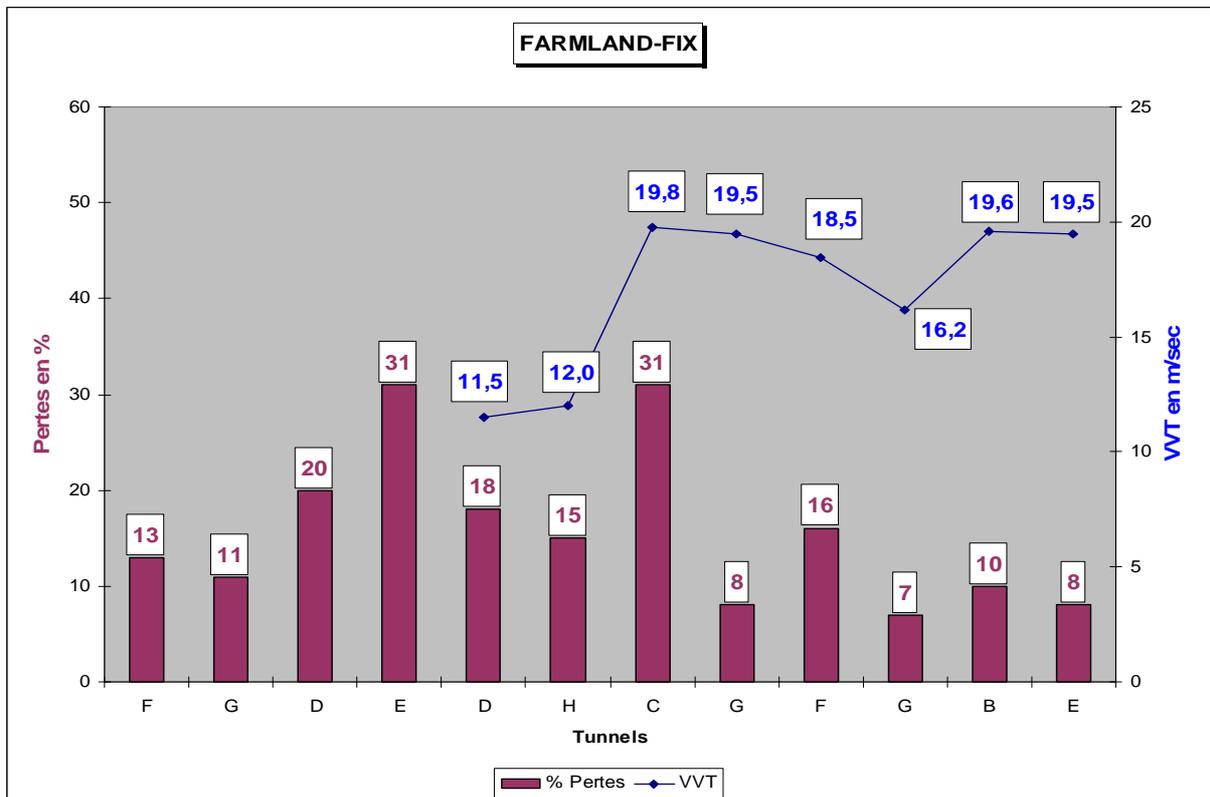
		PERTES (en %)							
		après 6 journées de mesures [1), 2), 3)...], avec 8 tunnels [A, B, C....]							
Journée de mesure	Système	Série de tunnels							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1)	JOSKIN FARMLAND BOMECH		14	16			13	11	
2)	JOSKIN FARMLAND BOMECH		20	15	20	31	19	33	
3)	JOSKIN FARMLAND BOMECH	2			18	2			15
4)	JOSKIN FARMLAND BOMECH			31	9			8	54
5)	JOSKIN FARMLAND BOMECH		3	10			16	7	
6)	JOSKIN FARMLAND BOMECH		10			8	6	4	
Moyennes des tunnels		19	13	16	18	16	20	15	39
Moyennes des systèmes / tunnel		JOSKIN 2 FARMLAND BOMECH 35	JOSKIN 12 FARMLAND 10 BOMECH 20	JOSKIN 14 FARMLAND 31 BOMECH 6	JOSKIN 9 FARMLAND 19 BOMECH 21	JOSKIN 2 FARMLAND 20 BOMECH 19	JOSKIN 6 FARMLAND 15 BOMECH 34	JOSKIN 4 FARMLAND 9 BOMECH 31	JOSKIN 54 FARMLAND 15 BOMECH 48
Moyennes des systèmes		JOSKIN 13 FARMLAND 16 BOMECH 26							

Les graphiques suivants montrent les pertes de chacun des systèmes pour chaque tunnel, lors de chacune des mesures (6 mesures x 2 tunnels/mesure = 12 valeurs). La courbe, qui commence lors de la 3<sup>ème</sup> mesure représente parallèlement les vitesses des flux d'air mesurées dans chaque tunnel individuellement. Avant ce moment nous partons d'une vitesse moyenne pour chaque tunnel.

Graphique 81. Pertes ammoniacales mesurées pour le système JOSKIN, par rapport aux vitesses du vent dans les tunnels



Graphique 82. Pertes ammoniacales mesurées pour le système FARMLAND-FIX, par rapport aux vitesses du vent dans les tunnels



Graphique 83. Pertes ammoniacales mesurées pour le système BOMECH, par rapport aux vitesses du vent dans les tunnels

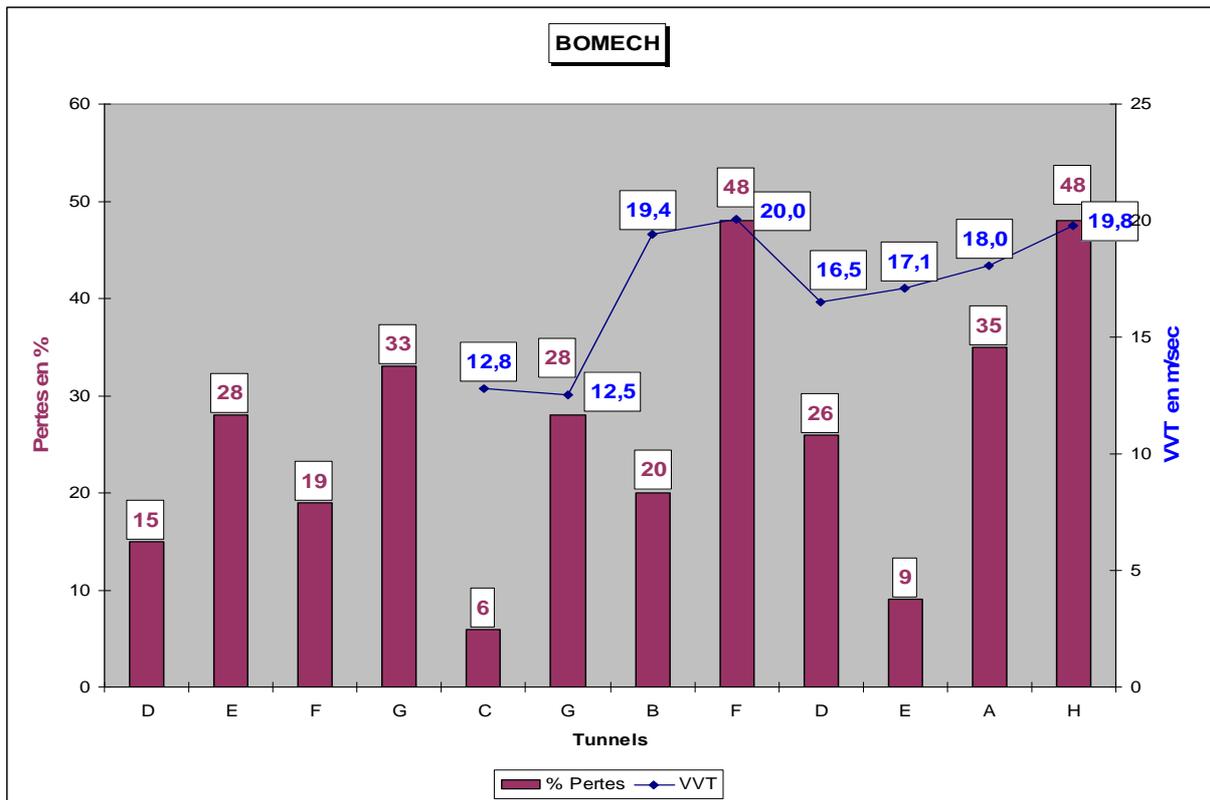
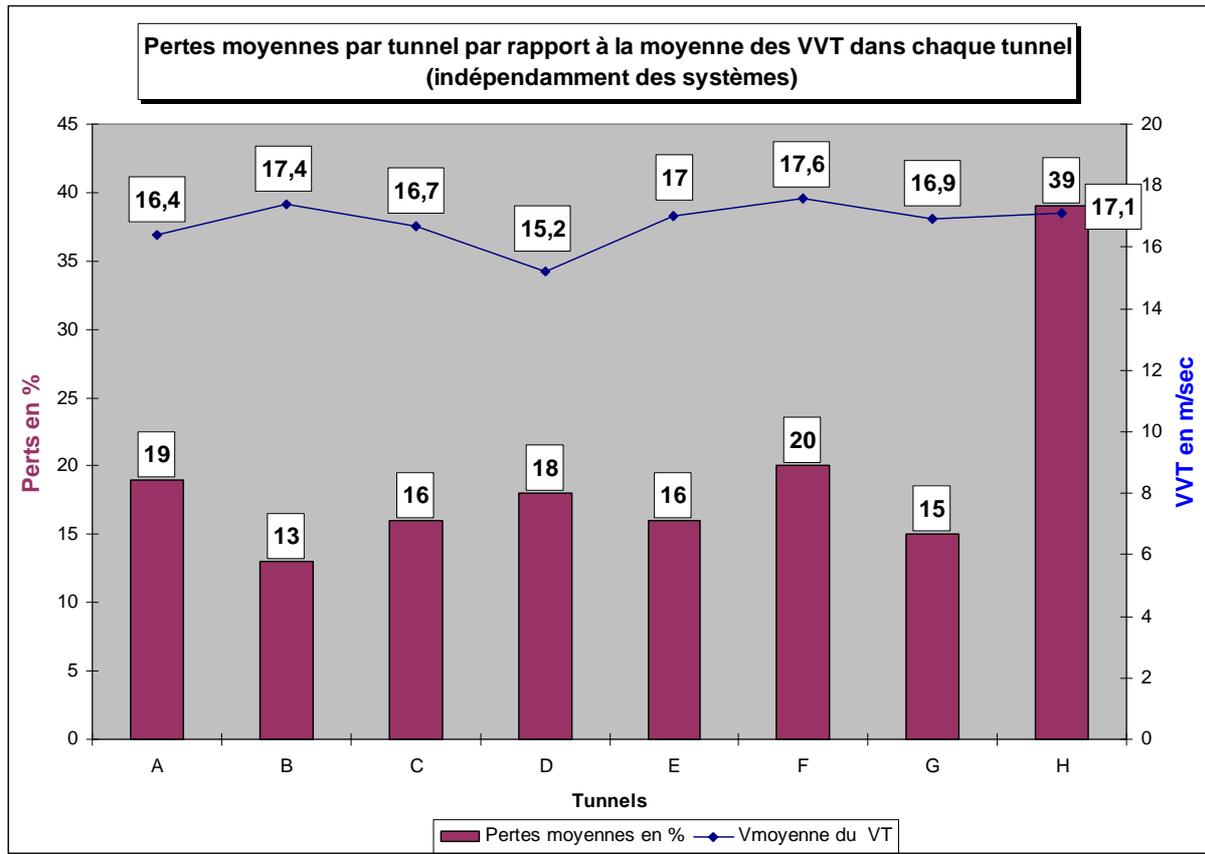


Tableau 44. Détails des vitesses des flux d'air par système et par tunnel (en m/s)

VITESSES INDIVIDUELLES DU FLUX d'AIR DANS LES TUNNELS (en m/s)									
(Y a-t-il une corrélation entre les vitesses du flux d'air et les tunnels ?)									
		A	B	C	D	E	F	G	H
1)	JOSKIN FARMLAND BOMECH	Pas de mesure de vitesse individuelle							
2)	JOSKIN FARMLAND BOMECH	Pas de mesure de vitesse individuelle							
3)	TEMOIN JOSKIN FARMLAND BOMECH	12,8	13,4		11,5	13,2	13,7		12,0
4)	TEMOIN JOSKIN FARMLAND BOMECH	17,6			15,9	18,0			18,8
5)	TEMOIN JOSKIN FARMLAND BOMECH	17,2	17,0	18,1					17,8
6)	TEMOIN JOSKIN FARMLAND BOMECH			16,3	16,8				
	Moyennes / tunnel	16,4	17,4	16,7	15,2	17,0	17,6	16,9	17,1
Moyennes des systèmes / tunnel	JOSKIN	12,8	17,0	18,1	15,9	13,2	18,4	19,4	18,8
	FARMLAND		19,6	19,8	11,5	19,5	18,5	17,8	12,0
	BOMECH	18,0	19,4	12,8	16,5	17,12	20,03	12,52	19,8
	TEMOIN	17,4	17,4	16,7	15,2	17,0	17,6		17,1
Moyennes des systèmes	JOSKIN	16,7							
	FARMLAND	17,1							
	BOMECH	17,0							
	TEMOIN	16,3							

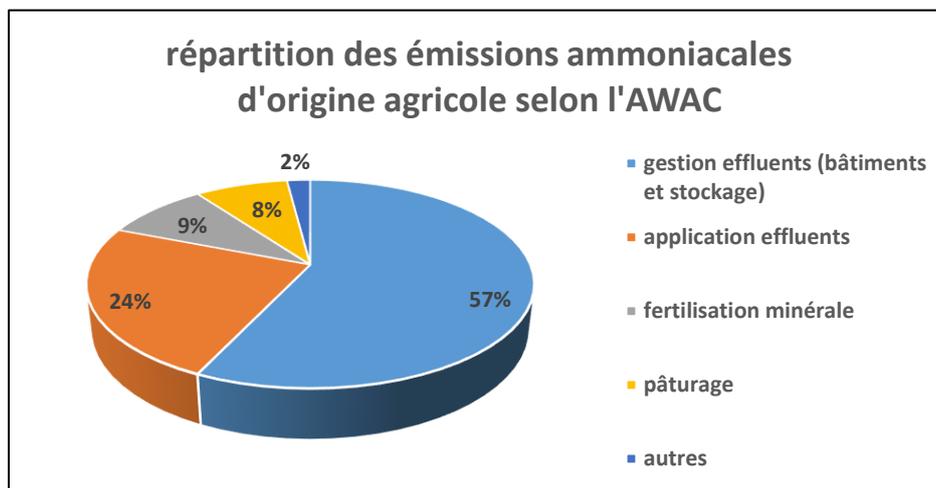
Graphique 84. Pertes moyennes par tunnel par rapport à la moyenne des vitesses du vent dans chaque tunnel



## Volatilisation ammoniacale: résultats d'essais et législation:

### Introduction

Au niveau émissions d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), la Belgique s'est engagée à travers la directive NEC à réduire ses émissions de 13 % par rapport à 2005. En Wallonie, les émissions ammoniacales sont essentiellement d'origine agricole avec environ 92 % des émissions totales<sup>1</sup>.



Les pertes issues de l'épandage des engrais de ferme (principalement du lisier) représentent avec 24 % en Région Wallonne, qui est une source importante d'émissions ammoniacales. Au niveau des exploitations agricoles, certains leviers peuvent être actionnés afin de réduire les pertes ammoniacales, notamment lors de l'épandage de matières organiques, principalement le lisier.

Les effets négatifs de l'ammoniac sont multiples. Au sein des bâtiments agricoles, l'ammoniac dans l'air peut avoir des conséquences négatives sur la santé des animaux. Les retombées d'ammoniac via les précipitations représentent une source d'azote perturbatrice pour divers écosystèmes qui mènent à une eutrophisation de ressources d'eau, un déséquilibre nutritif favorisant la croissance de plantes dominantes en détériorant l'habitat,...

Dans le lisier de bovins, on considère qu'environ la moitié de l'azote est présent sous forme d'ammoniaque:  $\text{N-NH}_4$  dans le lisier. La solubilité de l'ammoniaque peut diminuer suite à l'épandage, ce qui se traduit alors par une transformation vers la forme gazeuse: l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ). Le pH est également un facteur qui peut influencer la solubilité de l'ammoniaque. Un pH (légèrement) acide évite le passage vers la forme gazeuse et volatile. Le lisier de bovins pourtant est basique.

Pour rappel: Lorsque le lisier est épandu pendant un temps pluvieux voire au moins un ciel couvert une humidité relative élevée, il est valorisé de manière optimale et la volatilisation ammoniacale très réduite. Des températures élevées ( $>10^\circ\text{C}$ ), présence de soleil et beaucoup de vent, sont des facteurs qui augmentent davantage la volatilisation de l'ammoniac vers l'atmosphère.

<sup>1</sup> Source: agence wallonne de l'air et climat (AWAC)

## Technique d'épandage et volatilisation ammoniacale: nos résultats de recherche

### Techniques d'épandage

Dans le but de comparer l'influence de la technique d'épandage de lisier sur les pertes ammoniacales par volatilisation, nous avons comparé 3 systèmes d'épandage de lisier : les palettes classiques – le système pendulaire– les pâtins. Le but de ces mesures était de comparer les différentes techniques entre elles dans des mêmes conditions.

Les pertes sont mesurées avec un système de tunnels aérodynamiques en tôle galvanisée posé avec leur ouverture sur le sol et à travers desquelles on crée un flux d'air régulier. L'ammoniac volatilisé du lisier – épandu juste avant - se mélange avec l'air ambiant et est aspiré par les tunnels. Ce mélange d'air passe à travers un flacon laveur qui contient de l'acide sulfurique dilué qui fixe l'ammoniac, dosé au laboratoire par après.

4 variantes ont été mises en place sur lesquelles les pertes ammoniacales sont mesurées pendant 8 heures consécutives : palettes classiques, pendulaire, pâtins et une variante témoin non fertilisée. La variante témoin nous sert de référence, pour bien déterminer la volatilisation liée à la technique d'épandage.



Photo du dispositif expérimental

### Résultats

Les mesures ont débuté vers 9h sous une météo favorable aux épandages de lisier, c'est-à-dire absence de soleil, peu de vent et de légères précipitations. Au début de l'après-midi, le ciel était dégagé, il y avait du soleil et les températures montaient, ce qui devait augmenter les pertes par volatilisation.

Pour ces mesures, nous avons utilisé du digestat à 5,89 kg N<sub>total</sub>, dont 3,17 kg N<sub>ammoniacal</sub> (N-NH<sub>4</sub>), par tonne, ce qui correspond à 53,8 % d'azote ammoniacal par rapport à l'azote total.

Technique d'épandage	Lisier épandu <b>T/ha</b>	kg azote total épandu <b>kg N/ha</b>	kg ammoniac épandu <b>kg N-NH<sub>4</sub>/ha</b>
Pâtins	21,6	127	68,5
Pendulaire	19,4	114	61,4
Palette classique	18,8	111	59,7



Pendulaire: épandage en surface mais en plus grosses gouttes censées de réduire les pertes par volatilisation

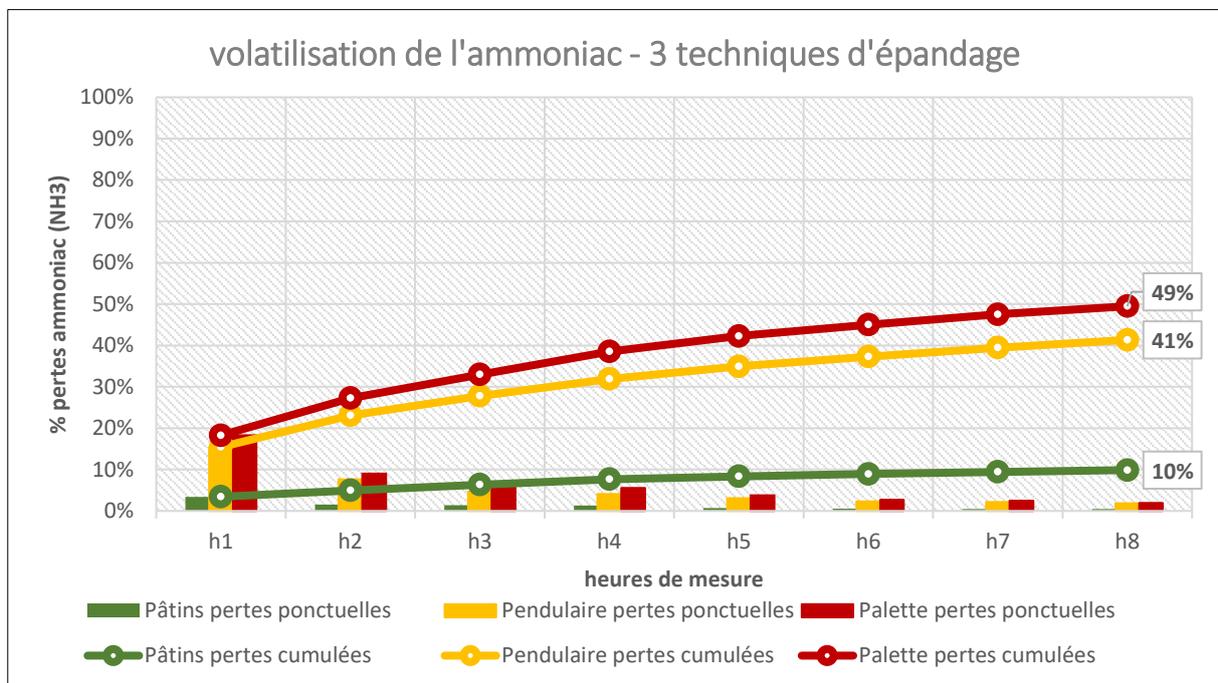


Palette classique: beaucoup de contact entre le lisier et l'air, ce qui augmente la volatilisation



Pâtins: épandage sur le sol en-dessous de la végétation sans pour autant âbimer le sol; volatilisation réduite

### Pertes ammoniacales



Ce graphique reprend le pourcentage de pertes par rapport à la fraction ammoniacale de l'azote. Les pertes par volatilisation sont le plus élevées immédiatement après l'épandage du lisier, c'est pourquoi nous nous limitons à 8 heures de mesures.

Les pertes par volatilisation de la palette classique atteignent 49 % de l'ammoniac épandu. Avec le système pendulaire, on mesure 41 % de pertes. Les pâtins permettent de travailler, avec 10 % d'ammoniac volatilisé, avec beaucoup moins de pertes que les techniques d'épandage de lisier en surface.

Avec 53,8 % de l'azote du lisier sous forme ammoniacal, les pertes par volatilisation exprimées par rapport à l'azote total correspondent environ à la moitié des pertes du 1<sup>er</sup> graphique. Les tendances restent les mêmes.

Il est difficile de chiffrer l'intérêt d'investissement en un système de pâtins d'épandage, mais les 30 à 40 % de pertes ammoniacales en moins suite à l'épandage avec pâtins, permettent des économies d'environ 2 €/m<sup>3</sup> lors d'un épandage en conditions climatiques défavorables.

## Conclusions

Il est important à signaler que ces résultats proviennent d'une seule série de mesures, à deux répétitions (tunnels). Ces mesures nous ont permis de voir des tendances qui devront se confirmer à l'avenir suite à la répétition de ce genre de recherche.

D'après cet essai, nous n'observons pas de différence statistiquement significative entre les deux techniques d'épandage de lisier en surface (pendulaire et palette classique), seulement une tendance en faveur du système pendulaire. L'épandage du lisier proche du sol, avec des pâtiens, permet de réduire considérablement les pertes ammoniacales par volatilisation.

Pendant les premières heures après l'épandage de lisier, les pertes sont le plus élevées. Il est donc absolument nécessaire d'épandre le lisier pendant une météo pluvieuse, un ciel couvert et pas de vent ni de soleil.

La technique d'épandage joue un rôle important sur la volatilisation de l'ammoniac, d'autant plus que la météo n'est pas favorable aux épandages de lisier.

Du point de vu pratique, il y a de nombreux facteurs qui interviennent dans la bonne valorisation du lisier au sein d'une exploitation. Les techniques d'épandage proche du sol déposent le lisier en lignes: soit sur la végétation (tuyaux trainés), soit en dessous de la végétation sur le sol (pâtiens d'épandage). Ceci n'est pas toujours sans conséquence, étant donné que ces boudins de lisier risquent de sécher et salir ainsi l'herbe voire même le fourrage conservé lorsqu'ils seront récoltés. Il est conseillé de réaliser l'épandage lorsque la végétation atteint une hauteur d'environ 10 cm, afin de déposer le lisier au dessous du feuillage dans une zone plus à l'ombre du soleil.

La technique d'épandage proche du sol va de paire avec du matériel plus lourd, ce qui doit rendre le facteur de l'accessibilité des terrains plus au focus des agriculteurs. En effet, le poids des machine risque d'avoir une plus grande influence sur le tassement des sols, d'autant plus lorsque les sol ne sont pas complètement portants. Faire appel à un épandage proche du sol peut être intéressant lorsque les sols sont portants et la météo ne permettrait pas d'épandre en bonnes conditions avec technique classique.

Opter pour un épandage de lisier proche du sol est recommandé, lorsque les conditions météo ne permettent pas d'épandage avec technique classique en surface sans causer trop de pertes ammoniacales par volatilisation.

	Risque de pertes	Coût d'investissement	Coût d'épandage	Homogénéité d'épandage	Commentaire
<b>Buse à palette orientée vers le haut</b>	très élevé	bon marché	faible	sur toute la surface, pas la même dose sur toute la largeur	interdit sur des gros tonneaux > 10 m <sup>3</sup> en B et D
<b>Buse à palette orientée vers le bas</b>	élevé	bon marché	faible	sur toute la surface, pas la même dose sur toute la largeur	convient quand les conditions météo sont idéales (frais et humide)
<b>Buse oscillante (Möscha)</b>	moyen	bon marché	faible	bon	moins sensible aux conditions météorologiques
<b>Epandeurs à pendillards</b>	faible	élevé	moyen	sur toute la largeur, mais en bandes	système de choix pour les produits riches en ammoniac et par temps chaud et sec
<b>Epandeurs à patins</b>	faible	élevé	moyen	sur toute la largeur, mais en bandes	système de choix pour les produits riches en ammoniac et par temps chaud et sec
<b>Enfouisseur à disques</b>	très bas	élevé	élevé	sur toute la largeur, mais en bandes	cause des dégâts en prairie
<b>Enfouisseur à dents</b>	quasi nul	moyen	élevé	sur toute la largeur, mais en bandes	ne convient pas en prairie

## Additifs de lisier, acidification et dilution

À côté des conditions météorologiques, d'autres mesures permettent également une diminution de la volatilisation de l'ammoniac:

Traitement	Mode d'action	Effet mesuré au niveau des pertes de NH <sub>3</sub>
<b>Aération</b>	réduction de la formation d'acides gras volatiles	réduction des pertes, à condition d'éviter l'augmentation du pH et de la température lors du stockage
<b>Acidification</b>	diminution du pH	réduction des pertes, mais coût élevé, apport d'autres éléments (soufre) et danger lors de la manipulation
<b>Additifs bactériologiques</b>	réduction du taux de MS	efficacité variable, coût élevé, qui ne compense pas l'avantage attendu
<b>Additifs chimiques</b>	retardement de la nitrification (formaldéhyde)	réduction des pertes, action négative sur la vie du sol
<b>Additifs minéraux</b>	fixation de l'ammonium	effet positif avec du phosphore bicalcique, mais risque d'apport de P en excès
<b>Dilution avec de l'eau</b>	diminution du taux de MS	réduction des pertes lorsque le lisier est trop épais (idéal = 4-6%), augmentation du volume à épandre, faible coût
<b>Méthanisation</b>	diminution du taux de MS	risque sensiblement augmenté, dû à l'augmentation du pH et du taux de N-NH <sub>4</sub>
<b>Séparation en phase</b>	diminution du taux de MS	risque augmenté pour la phase liquide

De nombreux additifs de lisier sont proposés sur le marché. En 2021, nous avons testé -avec un étudiant de la HEPL La Reid - des additifs de lisier de bovins par rapport à leur potentiel de réduction de la volatilisation ammoniacale:

- Lisier de bovins non traité
- Lisier de bovins + 1,5 l/m<sup>3</sup> acide sulfurique<sup>(1)</sup>
- Lisier de bovins + 3,5 l/m<sup>3</sup> acide sulfurique<sup>(1)</sup>
- Lisier de bovins + 6 l/m<sup>3</sup> charbon végétal (Biochar)
- Lisier de bovins + 1% de volume Léonardite (minéral de sol)
- Lisier de bovins dilué (40 % d'eau)<sup>(2)</sup>

(1): afin d'interpréter au mieux les effets des additifs sur la réduction de la volatilisation, une variante avec du lisier acidifié a été mise en place comme référence. Il est connu que l'acidification du lisier provoque une baisse de pH et réduit la transformation de l'ammonium (NH<sub>4</sub>) vers sa forme gazeuse (NH<sub>3</sub>) et donc sa volatilisation. Cette variante de lisier acidifié sert donc uniquement comme témoin positif et permet de mieux pouvoir comparer l'efficacité des additifs.

**Agra Ost ne conseille en aucun cas d'acidifier le lisier à grande échelle dans les exploitations!**

(2): le degré de dilution du lisier est très élevé avec 40 % d'eau, dans le but de créer une situation "extrême" et une diminution de la volatilisation très élevée, tout en sachant qu'un tel degré de dilution est peu praticable à l'échelle d'une exploitation. Un degré de dilution moins élevé est déjà bénéfique en termes de la volatilisation de l'ammoniac.

Préparation des différents additifs de lisier:



Attention lors de l'ajout d'acide sulfurique; dégagement de vapeurs et formation de mousse; non recommandé en pratique.



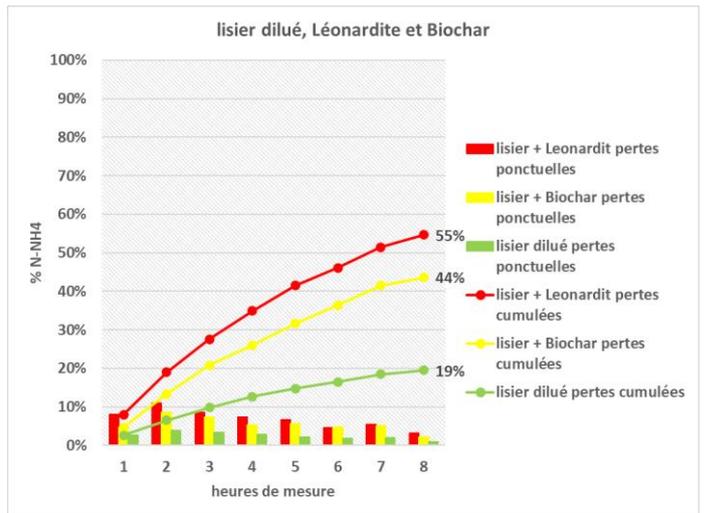
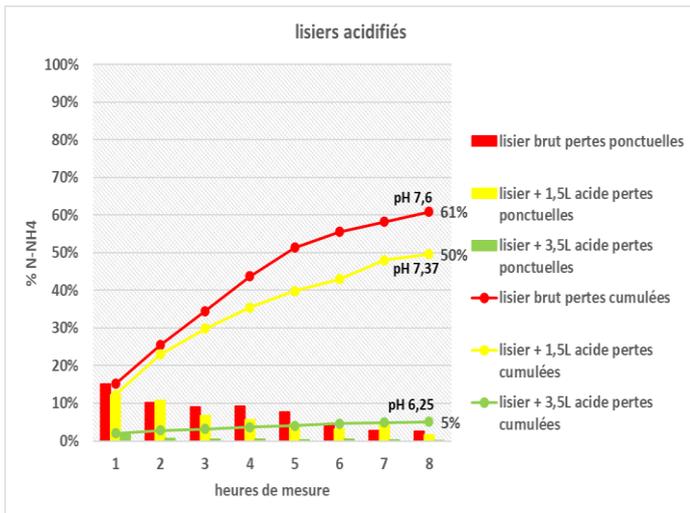
Ajout de Léonardite. Ce minéral est présent à différents endroits dans le sol et obtenu dans des carrières



Ajout de charbon végétal (Biochar) dans le lisier.

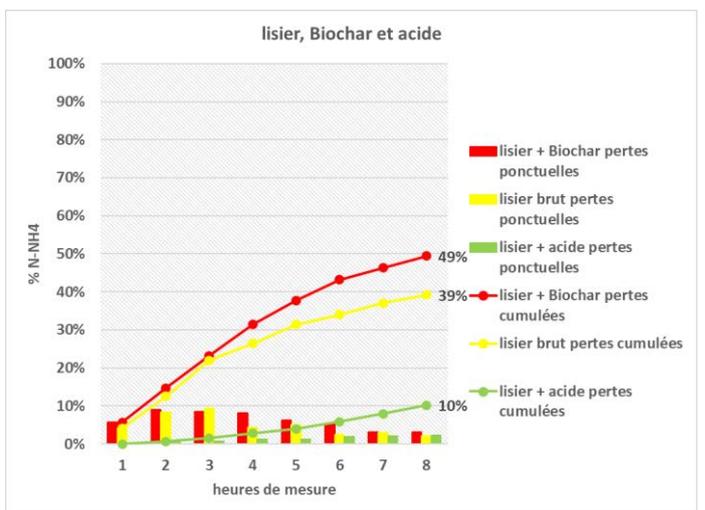
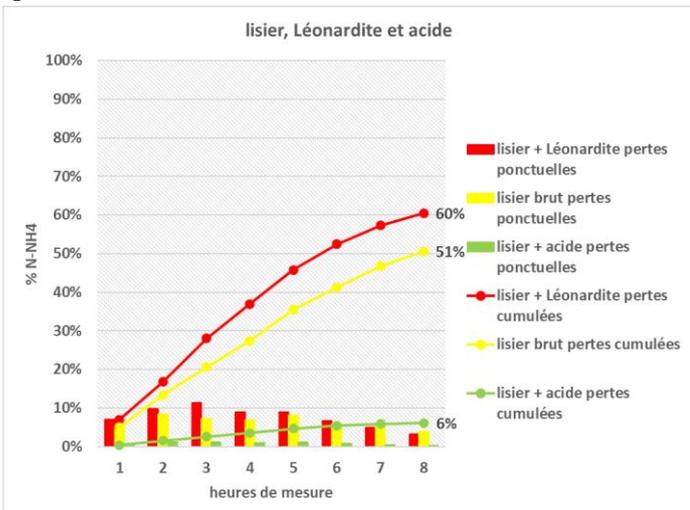
#### *Résultats des mesures de volatilisation avec différents additifs de lisier*

Ces mesures ont été réalisées avec une quantité de lisier équivalente à une dose de 20 T/ha de lisier de bovins, ce qui correspond à environ 70 – 80 kg N<sub>total</sub>/ha et 30-35 kg ammoniacque (N-NH<sub>4</sub>)/ha. Nous avons choisi des journées entre fin août et mi septembre, peu adaptées aux épandages de lisier. Il est donc possible de mettre l'effet de l'additif sur une réduction de la volatilisation en évidence.



Deux différents degrés d'acidification ont été comparés: 1,5 l et 3,5 l d'acide sulfurique/m<sup>3</sup> de lisier. Avec 3,5 l d'acide, le pH du lisier descend à 6,25, ce qui réduit fortement la volatilisation de l'ammoniac.

Le lisier dilué avec de l'eau (40-60) est la variante avec le moins de pertes par volatilisation. Les 2 autres additifs n'ont pas montré d'effet similaire sur la réduction de la volatilisation.



L'additif Léonardite n'a pas d'effet sur la réduction de la volatilisation lors de cette mesure. La variante lisier acidifié est celle avec le moins de pertes ammoniacales.

L'additif charbon végétal n'a pas d'effet sur la réduction de la volatilisation. La variante lisier acidifié est celle avec le moins de pertes ammoniacales.

### Conclusions

Parmi toute une série d'additifs disponibles sur le marché, nous en avons sélectionné seulement quelques uns. Après de nombreuses années, pendant lesquelles nous avons réalisé des recherches sur la volatilisation de l'ammoniac, une conclusion peut être tirée: la méthode la plus efficace et la moins chère qui permet de réduire significativement la volatilisation ammoniacale, consiste en une dilution du lisier avec de l'eau. Il n'est pas conseillé d'utiliser de l'eau du robinet à cette fin, mais bien de l'eau de pluie, l'eau de lavage de la salle de traite, etc.

La réduction de la teneur en matière sèche du lisier permet une meilleure solubilité de l'ammoniac et un moindre passage vers sa forme gazeuse, l'ammoniac.

Les teneurs moyennes de matière sèche du lisier tournent entre 7-8 %. Même un faible degré de dilution se montre déjà efficace dans une réduction de la volatilisation. Mais soyons bien conscient, que la dilution du lisier avec de l'eau n'est pas une possibilité qui se prête à chaque exploitation et mène à une augmentation des volumes globaux à transporter et à épandre.

#### *Perspectives d'avenir*

Les normes imposées par l'UE à la Belgique en termes de réduction des émissions ammoniacales font parties de programmes nationaux de qualité de l'air. L'ammoniac n'est pas considéré comme un gaz à effet de serre, mais bien un polluant.

La directive UE ((EU) 2016/2284) prévoit que *“Les États membres mettent en place un code national indicatif de bonnes pratiques agricoles pour limiter les émissions d'ammoniac, en tenant compte du code-cadre de bonnes pratiques agricoles pour réduire les émissions d'ammoniac...”* qui couvre *“au moins les aspects suivants:*

- a) la gestion de l'azote, compte tenu de l'ensemble du cycle de l'azote;*
- b) les stratégies d'alimentation du bétail;*
- c) les techniques d'épandage des effluents d'élevage à bas niveau d'émissions;*
- d) les systèmes de stockage des effluents d'élevage à bas niveau d'émissions;*
- e) les systèmes d'hébergement des animaux à bas niveau d'émissions;*
- f) les possibilités de limiter les émissions d'ammoniac provenant de l'utilisation d'engrais minéraux.”*

Par rapport à l'épandage des engrais de ferme, ceci est dit:

*“Les États membres peuvent réduire les émissions d'ammoniac provenant des effluents d'élevage en appliquant les principes suivants:*

- a) réduction des émissions dues à l'épandage de lisier et de fumier sur les terres arables et les prairies, au moyen de méthodes qui réduisent les émissions d'au moins 30 % par rapport à la méthode de référence décrite dans le document d'orientation sur l'ammoniac et moyennant le respect des conditions suivantes:*
  - i. épandage des fumiers et lisiers uniquement en fonction des besoins prévisibles en azote et en phosphore des cultures ou des prairies réceptrices, compte tenu également de la teneur existante en nutriments du sol et des apports en nutriments des autres engrais;*
  - ii. absence d'épandage des fumiers et lisiers sur les terres réceptrices saturées d'eau, inondées, gelées ou recouvertes de neige;*
  - iii. épandage des lisiers sur les prairies à l'aide d'un système à pendillards tubes traînés ou sabots traînés ou par enfouissement à plus ou moins grande profondeur;*
  - iv. incorporation dans le sol des fumiers et lisiers épandus sur les terres arables dans les quatre heures suivant l'épandage;”*

Il est néanmoins important à signaler que la directive européenne prévoit ceci *“Lorsqu'ils prennent les mesures décrites dans les sections A et B, les États membres veillent à ce que les*

*répercussions sur les petites exploitations et les microexploitations soient pleinement prises en considération. Les États membres peuvent, par exemple, exempter les petites exploitations et les microexploitations de ces mesures si cela est possible et approprié compte tenu des engagements de réduction applicables.”*

Voici donc quelques éléments de ce qui est prévu au niveau européen pour faire face aux problèmes liés aux émissions ammoniacales d'origine agricole à partir de 2030.

Actuellement, nous ne disposons pas encore d'informations comment cette directive touchera concrètement les exploitations agricoles en Région Wallonne. Il n'est pas encore connu comment ces mesures seront réalisées, reconnues ou subsidiées.

Lors de notre JPO à l'automne 2021, différentes techniques d'épandage de lisier proche du sol ont été présentées, ainsi que des tonneaux de plus petite taille. Si vous avez des questions, n'hésitez pas de revenir vers nous.