



**Conseil Économique  
et Social**

Distr.  
GÉNÉRALE

EB.AIR/WG.5/1999/8/Rev.1  
23 juillet 1999

FRANÇAIS  
Original : ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

ORGANE EXÉCUTIF DE LA CONVENTION  
SUR LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE  
TRANSFRONTIÈRE À LONGUE DISTANCE

Groupe de travail des stratégies  
(Trente et unième session, 26 août - 3 septembre 1999)  
Point 2 de l'ordre du jour provisoire

**TECHNIQUES DE PRÉVENTION ET DE RÉDUCTION  
DES ÉMISSIONS D'AMMONIAC \***

**Introduction**

1. Le présent document a pour objet d'aider les Parties à la Convention à déterminer les possibilités et les techniques de lutte contre les émissions d'ammoniac afin de réduire les émissions provenant de sources agricoles et d'autres sources fixes, conformément aux obligations que leur impose le Protocole.

Les documents établis sous les auspices ou à la demande de l'Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance aux fins d'une distribution GÉNÉRALE doivent être considérés comme provisoires tant qu'ils n'ont pas été APPROUVÉS par l'Organe exécutif.

\*Document établi par le groupe d'experts technique au cours de la trentième session du Groupe de travail des stratégies.

2. Il est fondé sur les renseignements relatifs aux possibilités et aux techniques de réduction des émissions d'ammoniac, à leur efficacité et à leur coût qui figurent dans la documentation officielle de l'Organe exécutif et de ses organes subsidiaires.

3. On y analyse la manière de réduire les émissions d'ammoniac provenant de l'agriculture et d'autres sources fixes. Dans le secteur agricole, qui en est la principale source, l'ammoniac provient essentiellement des déjections animales, du logement des animaux, du stockage du fumier, de son traitement et de son application et des déjections animales lors du pâturage. L'application d'engrais azotés inorganiques sur les sols est également source d'émissions. Ces émissions pourraient être réduites par des interventions dans tous les domaines susmentionnés ainsi que par une modification du régime alimentaire du bétail tendant à diminuer les quantités d'azote dans les déjections et, partant, le risque de formation d'ammoniac. Sont examinées dans le présent document les mesures de réduction ayant un potentiel connu, sous les rubriques suivantes : techniques d'application du lisier et du fumier; techniques de stockage du lisier; logement des animaux; stratégies d'alimentation et autres mesures; et sources fixes non agricoles.

4. Les techniques de lutte contre les émissions d'ammoniac provenant de l'agriculture sont foncièrement différentes de celles qui sont appliquées aux émissions industrielles, de quelque source qu'elles proviennent du fait des difficultés inhérentes à la régulation des phénomènes biologiques par rapport aux processus mécaniques. Les émissions d'ammoniac dépendent dans une large mesure du type de bétail et du mode d'élevage, des sols et du climat, et ces facteurs sont très variables d'un bout à l'autre de la région de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU). Si certaines des techniques qui sont exposées dans le présent document sont exploitées commercialement dans certains pays, l'efficacité de la plupart d'entre elles n'a pas été pleinement évaluée au niveau des exploitations proprement dites. L'efficacité de chacune des techniques de réduction des émissions d'ammoniac est donc assez incertaine et variable. Les valeurs figurant dans le présent document sont données à titre purement indicatif.

5. Il est possible de classer nombre des techniques de réduction possibles selon la connaissance que l'on en a actuellement et leurs possibilités d'application. Les techniques décrites dans le présent document sont groupées en trois catégories :

a) **Techniques de la catégorie 1** : techniques qui ont fait l'objet d'une recherche sérieuse, dont on estime qu'elles sont applicables et dont l'efficacité est chiffrée, du moins à l'échelle expérimentale;

b) **Techniques de la catégorie 2** : techniques qui sont prometteuses, mais qui ont fait jusqu'à présent l'objet d'une recherche insuffisante ou dont l'efficacité sera toujours difficile à chiffrer;

c) **Techniques de la catégorie 3** : techniques qui se sont révélées inefficaces ou qui risquent d'être exclues pour des raisons pratiques.

6. Les possibilités de réduction des émissions d'ammoniac aux différents stades de la production et de la manipulation des engrais animaux sont interdépendantes, et lorsqu'on combine plusieurs mesures de réduction des émissions, l'effet global obtenu n'est pas simplement égal à la somme des effets propres à chacune de ces mesures. Il est particulièrement important de maîtriser les émissions provenant de la fumure car celles-ci constituent généralement une proportion importante de la quantité totale des rejets provenant des engrais animaux, et parce que l'application sur les sols est le dernier maillon de la chaîne de manipulation de ces substances. Sans intervention à ce stade, on risque de perdre une bonne partie du bénéfice des mesures de réduction prises au niveau du logement et du stockage.

7. Du fait de cette interdépendance, les Parties devront procéder à des travaux de modélisation supplémentaires avant de pouvoir utiliser les techniques décrites dans le présent document pour élaborer une stratégie de réduction des émissions d'ammoniac propre à leur permettre d'atteindre leurs objectifs nationaux en matière d'émission.

8. Le coût des techniques est variable d'un pays à l'autre et, pour pouvoir le calculer, il faut avoir une connaissance approfondie des pratiques actuelles en matière d'élevage. Ce calcul suppose une évaluation de tous les coûts et avantages financiers de chaque mesure. Les dépenses d'équipement devront être amorties au taux uniforme de 4 % retenu par la CEE-ONU et calculées séparément des frais d'exploitation annuels. Nombre de mesures peuvent entraîner à la fois des dépenses d'équipement et des frais annuels. Par exemple, la construction d'installations nouvelles pour le logement du bétail occasionnera des dépenses d'équipement plus, éventuellement, des frais annuels supplémentaires d'entretien ou d'énergie. Les coûts indiqués dans le présent document sont ceux encourus aux Pays-Bas ou au Royaume-Uni et ils sont donnés à titre purement indicatif. La méthode de calcul des coûts est expliquée plus en détail au chapitre VII.

9. Chaque fois que possible, les techniques mentionnées dans le présent document sont clairement définies et évaluées au regard d'une situation "de référence", c'est-à-dire sans aucune intervention antiémissions. La situation "de référence", par rapport à laquelle est calculé le pourcentage de réduction des émissions, est définie au début de chaque chapitre. Le plus souvent, la "référence" correspond à la pratique ou à l'aménagement qui donne lieu aux plus fortes émissions d'ammoniac : dans de nombreux pays, il s'agit de la technique la plus répandue actuellement.

10. Le présent document reflète l'état des connaissances et l'expérience acquise en matière de mesures de réduction des émissions d'ammoniac à la fin de 1998. Il devra être actualisé et modifié périodiquement car ces connaissances et cette expérience ne cessent de s'approfondir; c'est le cas, par exemple, en ce qui concerne les nouvelles installations peu polluantes pour le logement des porcins et des bovins, ainsi que les stratégies d'alimentation de tous les types de bétail.

## I. BONNES PRATIQUES AGRICOLES

11. Le concept de "Bonnes pratiques agricoles" vise à déterminer, parmi les mesures de réduction des émissions d'ammoniac, celles qui protègent l'environnement de la façon la plus efficace par rapport à leur coût. Il peut s'agir de mesures simples, d'un excellent rapport coût-efficacité, comme celles consistant à faire en sorte que l'apport protéinique corresponde le plus étroitement possible aux besoins du bétail, à nettoyer régulièrement les aires d'attente du bétail et à choisir le moment de l'application des engrais animaux de façon à maximiser l'absorption des éléments fertilisants par les cultures. Il pourrait s'agir aussi de mesures plus difficiles à mettre en oeuvre telles que les techniques concernant l'application du lisier et du fumier, le stockage du lisier, le logement du bétail, etc., dont il est question ci-après.

12. Si certaines des mesures de réduction des émissions d'ammoniac peuvent présenter un excellent rapport coût-efficacité, leurs modalités d'application dans la communauté agricole sont déjà souvent si variées qu'il peut être difficile de les quantifier et chiffrer le coût et donc de les juger par rapport à la situation de référence "la plus défavorable" ou à la pratique "la plus répandue".

13. La définition de bonnes pratiques agricoles vise à permettre de concilier agriculture économique et protection de l'environnement. La solution de compromis à trouver différera selon les pays en fonction de la situation économique, de l'état de l'environnement et de la structure des exploitations. La réglementation correspondante variera donc nécessairement d'un pays à l'autre.

## II. TECHNIQUES D'APPLICATION DU LISIER ET DU FUMIER

14. Technique de référence. La référence pour les techniques d'application des engrais animaux est définie comme étant les émissions provenant du lisier ou du fumier non traités appliqués sur toute la surface du sol (fumure de surface). Pour le lisier, par exemple, on utilise une cuve munie d'une buse et d'un dispositif assurant la distribution par projection. Les émissions d'ammoniac provenant des systèmes d'application du lisier par irrigation ont été moins étudiées mais pourraient être aussi importantes que celles correspondant à la technique de référence. Pour le fumier, la technique de référence consiste à laisser le fumier à la surface du sol pendant une semaine ou plus. Les émissions varieront en fonction de la composition du lisier et du fumier ainsi que des conditions météorologiques et pédologiques. L'efficacité des mesures de réduction par rapport aux émissions de référence variera aussi en fonction de ces facteurs de sorte que les chiffres présentés ont une valeur purement indicative.

15. En abaissant les émissions d'ammoniac, on peut augmenter la quantité d'azote absorbable par les plantes, d'où la nécessité peut être d'ajuster les taux d'application des engrais azotés minéraux. Certaines techniques risquent de diminuer momentanément le rendement des cultures (notamment celui des graminées) par détérioration mécanique. Des pertes d'azote peuvent

également se produire sous l'effet de facteurs tels que le lessivage des nitrates, la nitrification ou la dénitrification, ces deux derniers processus entraînant une augmentation des émissions d'hémioxyde d'azote.

#### **Techniques de la catégorie 1**

16. Les techniques de la catégorie 1 requièrent l'utilisation de machines permettant de diminuer la surface d'application du lisier et d'enfouir le lisier ou le fumier par incorporation dans le sol. Les techniques sont les suivantes :

- i) L'épandage en bandes;
- ii) L'application par sabot traîné;
- iii) L'injection par entaille ouverte;
- iv) L'injection par entaille fermée;
- v) L'enfouissement dans le sol du fumier et/ou du lisier appliqué en surface.

17. L'efficacité moyenne des techniques de la catégorie 1 par rapport à la référence est indiquée au tableau 1. Cette efficacité est valable pour les types de sols et les conditions pédologiques qui permettent l'infiltration de liquide pour les techniques i) à iv) et de bonnes conditions de déplacement des machines. Ce tableau indique également les limites dont il convient de tenir compte lorsque l'on étudie les possibilités d'application d'une technique donnée, ainsi que le coût de la technique considérée.

18. Plusieurs facteurs doivent être pris en considération lorsqu'il s'agit de déterminer les possibilités d'application de chaque technique, à savoir, notamment le type de sol et les conditions pédologiques (profondeur, présence de cailloux, humidité, conditions de déplacement), la topographie (déclivité, taille du terrain, planéité), et le type et la composition de l'engrais (lisier ou fumier). Certaines techniques sont plus largement applicables que d'autres. L'engrais étant distribué par des tuyaux de faible diamètre dans les techniques i) à iv), ces dernières, même si la plupart des machines comportent un dispositif de déchiquetage et d'homogénéisation, ne conviennent pas pour le lisier très visqueux ou contenant de grandes quantités de matière fibreuse (de la paille, par exemple). Les techniques d'injection sont potentiellement très efficaces, mais elles ne sont pas très performantes sur les sols peu profonds et caillouteux et peuvent donc endommager les herbages et accroître le risque d'érosion des sols. La technique de l'enfouissement n'est pas applicable aux prairies permanentes. L'applicabilité des différentes méthodes est analysée dans les descriptions ci-après et récapitulée au tableau 1.

19. Les épanduses en bandes, sabots traînés et injecteurs sont généralement montés à l'arrière d'une cuve à lisier, laquelle soit est tirée par un tracteur, soit fait partie d'une machine automotrice. On peut aussi fixer l'applicateur à l'arrière du tracteur, le lisier étant acheminé par un long

tuyau "ombilical" partant d'une cuve ou d'une enceinte de stockage hors site. Ce système permet d'éviter d'avoir à transporter sur le terrain de lourdes cuves à lisier.

20. Épandage en bandes. Les épanduses en bandes déversent le lisier au niveau du sol, ou juste au-dessus, par une série de tubes suspendus ou traînés. La largeur d'épandage est généralement de 12 m, avec un espace de 30 cm entre les bandes. Cette technique est utilisable sur les herbages et les terres arables, notamment pour appliquer le lisier entre les rangées de cultures en croissance. Du fait de la largeur de la machine, cette technique ne convient pas aux terrains de petites dimensions, de forme irrégulière ou très en pente. Les tuyaux peuvent également se boucher si le lisier contient trop de paille.

21. Application par sabot traîné. Cette technique est surtout applicable aux herbages. Les feuilles et les tiges sont écartées par un sabot traîné sur le sol et le lisier est déposé en bandes étroites sur la surface, tous les 20 à 30 cm. Les bandes de lisier devant être recouvertes par l'herbe, la hauteur de la végétation doit donc être d'au moins 8 cm. Les machines existent dans des largeurs pouvant atteindre 7 à 8 m. L'applicabilité de cette technique est limitée par les dimensions, la forme et la déclivité du terrain et par la présence de cailloux en surface.

22. Injection par entaille ouverte. Cette technique s'utilise surtout sur les herbages. On pratique à l'aide de lames de formes différentes ou de coutres circulaires des entailles verticales de 5 à 6 cm de profondeur dans le sol pour y couler le lisier. L'espace entre les entailles est généralement de 20 à 40 cm et la largeur d'application de 6 m. Le taux d'application doit être calculé de façon à éviter que des quantités excessives de lisier ne débordent des entailles. Cette technique n'est pas applicable sur des sols très rocailloux, très peu profonds ou tassés, où il est impossible d'obtenir une pénétration uniforme des lames ou des disques à la profondeur voulue.

23. Injection par entaille fermée. Cette technique peut être pratiquée à faible profondeur (5 à 10 cm) ou à bonne profondeur (15 à 20 cm). Après injection, le lisier est entièrement recouvert par fermeture des entailles à l'aide de roues tasseuses ou de rouleaux montés derrière les dents d'injection. L'injection à faible profondeur est plus efficace contre les émissions d'ammoniac, pour autant que le type de sol et les conditions pédologiques autorisent une bonne fermeture de l'entaille. Elle est donc d'une application plus limitée que l'injection par entaille ouverte. L'injection en profondeur se fait normalement à l'aide d'un matériel composé d'une série de dents dotées d'ailes latérales, ou "pattes de canard", qui aident à la dispersion latérale du lisier dans le sol afin d'obtenir des taux d'application relativement élevés. L'espacement des dents est généralement de 25 à 50 cm, pour une largeur d'application de 2 à 3 m. Bien que cette technique soit d'une grande efficacité pour réduire les émissions d'ammoniac, son applicabilité est très limitée. L'injection en profondeur est réservée essentiellement aux terres arables car dans les prairies le matériel utilisé peut occasionner des dommages susceptibles de faire baisser les rendements. D'autres facteurs font obstacle à cette technique, dont la profondeur du sol,

la présence d'argile ou de pierres, la déclivité du terrain et la force de traction élevée, qui exige un matériel lourd. Le risque de pertes d'azote, sous forme d'hémioxyde d'azote et de nitrates, est également plus grand dans certaines conditions.

24. Enfouissement. L'incorporation de l'engrais étalé sur la surface du sol par labourage est un moyen efficace de réduire les émissions d'ammoniac. Pour obtenir les taux d'efficacité indiqués au tableau 1, l'engrais doit être entièrement enterré. D'autres types de matériel agricole sont moins efficaces. Le labourage convient surtout à la fumure solide des terres arables. Cette technique peut être également utilisée pour le lisier si l'injection n'est pas possible ou ses techniques sont inaccessibles. De même, elle est applicable à la conversion des herbages en terres arables (lors d'une rotation, par exemple) ou à l'occasion de nouveaux semis. L'ammoniac se dégage rapidement une fois que le fumier est étalé sur la surface du sol, si bien que l'on obtient un meilleur taux de réduction des émissions lorsque l'on procède à l'enfouissement immédiatement après l'épandage. Pour cela, il faut utiliser un deuxième tracteur, lequel doit suivre de très près l'épandeur. On pourrait aussi procéder à l'épandage et à l'enfouissement au cours de la même journée de travail mais cette méthode, plus commode, est moins efficace pour réduire les émissions.

#### **Techniques de la catégorie 2**

25. Augmentation du taux d'infiltration dans le sol. Lorsque le type de sol et les conditions pédologiques permettent une infiltration rapide de liquide, plus la teneur du lisier en matière sèche est faible, plus les émissions d'ammoniac diminuent. Le lisier dilué à l'eau non seulement est moins riche en azote ammoniacal, mais aussi s'infiltré davantage dans le sol après épandage. Pour du lisier non dilué (c'est-à-dire contenant 8 à 10 % de matière sèche), la dilution doit se faire au moins à parts égales (une part de lisier pour une part d'eau) pour réduire les émissions. Cette technique présente toutefois un inconvénient majeur, à savoir qu'elle peut nécessiter une capacité de stockage supplémentaire et l'application d'un volume plus grand de lisier. Dans certains systèmes de gestion du lisier, l'engrais peut se trouver déjà dilué (par exemple lorsque les eaux des salles de traite, les eaux de lavage des sols ou l'eau de pluie, notamment, sont mélangées au lisier) et le diluer davantage ne présente peut-être qu'un faible intérêt. L'application de lisier dilué peut comporter un plus grand risque de ruissellement de surface et de lixiviation et il faudra, par précaution, étudier avec soin le taux d'application, les conditions pédologiques, la déclivité du terrain, etc.

26. Pour diminuer la teneur du lisier en matière sèche, et donc augmenter le taux d'infiltration dans le sol, on peut aussi éliminer une partie des solides par séparation mécanique. Avec une trieuse mécanique de 1 à 3 mm de maille, la réduction des pertes d'ammoniac peut atteindre 50 %. Parmi les inconvénients de cette technique on peut mentionner les frais liés à l'achat et au fonctionnement du séparateur et du matériel auxiliaire, le fait d'avoir à la fois une fraction liquide et une fraction solide, et les émissions provenant de la fraction solide.

27. Il existe une troisième solution pour augmenter le taux d'infiltration, qui consiste à laver à l'eau le terrain traité au lisier afin d'entraîner ce dernier dans le sol. Cette opération nécessite une grande quantité d'eau et représente une intervention supplémentaire, mais les résultats obtenus au Canada montrent que dans certaines conditions, on peut avec 6 mm d'eau réduire de moitié les pertes d'ammoniac par rapport à la seule application en surface.

28. Choix du moment de l'application. Les émissions d'ammoniac culminent par temps chaud, sec et venteux. On peut les réduire en choisissant le moment où les conditions d'application sont optimales, c'est-à-dire par temps frais et, humide, dans la soirée, avant ou après la pluie et en évitant l'épandage pendant les mois de juin, juillet et août. Bien qu'il ne soit pas possible d'en quantifier l'efficacité, cette technique est probablement d'un très bon rapport coût-efficacité et a de fortes chances d'améliorer l'efficacité de certaines techniques à faible taux d'émission de la catégorie 1. Les conditions atmosphériques qui diminuent les émissions d'ammoniac (temps humide et absence de vent) peuvent créer des problèmes d'odeurs car elles ralentissent leur dispersion.

29. Injection sous pression. Avec cette nouvelle technique, le lisier est injecté dans le sol sous une pression de 5 à 8 bars. La surface du sol n'étant pas brisée par des dents ou des disques, cette technique est applicable sur les terrains en pente ou caillouteux, qui excluent d'autres types d'injecteurs. Des réductions d'émissions allant jusqu'à 70 % ont été obtenues lors d'essais en plein champ, mais cette technique appelle une évaluation plus approfondie.

### Techniques de la catégorie 3

30. Acidification du lisier. L'équilibre entre l'azote ammoniacal et l'ammoniac dans les solutions dépend du pH : un pH élevé favorise les émissions d'ammoniac, un pH faible contribue à la rétention d'azote ammoniacal. En ramenant le pH du lisier à 4 ou 5 par adjonction d'acide fort (nitrique ou sulfurique), on diminue de 30 à 95 % les émissions d'ammoniac. L'acide nitrique présente l'avantage d'accroître la teneur du lisier en azote, ce qui donne un engrais plus équilibré en NPK. On procède à l'acidification pendant le stockage du lisier ou pendant l'épandage, en utilisant des citernes de conception spéciale. Bien qu'efficace, cette technique présente deux inconvénients : la manipulation d'acides forts dans les exploitations agricoles est très dangereuse et le risque est réel d'accroître le taux de nitrification/dénitrification et les émissions d'hémioxyde d'azote. En outre, l'adjonction d'une trop grande quantité d'acide pourrait produire du sulfure d'hydrogène et aggraver les problèmes d'odeurs.

31. Autres additifs. Les sels de calcium et de magnésium, les composés acides ( $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , par exemple) et le superphosphate se sont révélés être des facteurs de réduction des émissions d'ammoniac, mais les quantités nécessaires sont trop importantes pour que l'adjonction de ces substances soit matériellement possible. On a également utilisé des matériaux absorbants tels que la tourbe ou les zéolites. Il existe aussi toute une gamme d'additifs vendus dans le commerce, mais ceux-ci n'ont généralement pas fait l'objet d'essais indépendants.

Tableau 1. Techniques de réduction des émissions d'ammoniac provenant de l'épandage (catégorie 1)\*

Mesures de réduction	Type d'engrais	Utilisation des terres	Réduction des émissions (%)	Applicabilité a/	Coûts b/ en euros/m <sup>3</sup>
Épandage en bandes	Lisier	Herbages	30 La réduction sera moindre si la hauteur de l'herbe est > 10 cm	Pente : < 10 % pour les cuves et < 20 % pour les dispositifs avec tuyau ombilical; lisier non visqueux et ne contenant pas trop de paille; selon la taille et la forme du terrain	0,68
Épandage en bandes	Lisier	Cultures	30	Pente : < 10 % pour les cuves et < 20 % pour les dispositifs avec tuyau ombilical; lisier non visqueux et ne contenant pas trop de paille; selon la taille et la forme du terrain; possibilité d'application entre les rangées de cultures en croissance	0,68
Sabot traîné	Lisier	Essentiellement des herbages	40	Pente : < 10 % pour les cuves et < 20 % pour les dispositifs avec tuyau ombilical; lisier non visqueux; selon la taille et la forme du terrain, hauteur de l'herbe : 8 cm environ	1,33
Injection (par entaille ouverte)	Lisier	Herbages	60	Pente < 12 %, plus grandes restrictions selon le type de sol et les conditions pédologiques, lisier non visqueux	2,51
Injection (par entaille fermée)	Lisier	Herbages et terres arables	80	Pente < 12 %, plus grandes restrictions selon le type de sol et les conditions pédologiques, lisier non visqueux	2,51
Enfouissement - immédiat (coût dans les 4 heures)	Fumier et lisier	Terres arables	80	Terres faciles à labourer uniquement	<b>Lisier</b> 0,67 (vaches laitières); 0,53 (autre bétail); 1,05 (porcins). <b>Fumier</b> 1,32 (vaches laitières, autre bétail, ovins et caprins); 1,47 (porcins); 3,19 (poules pondeuses); 6,19 (poulets de chair).
- au cours de la même journée de travail	Fumier et lisier		50 à 90 pour le fumier selon le type; 40 pour le lisier		Comme cidessus

\* Réductions des émissions qui, de l'avis général, semblent être réalisables dans toute la région de la CEE-ONU.

a/ Pour plus de détails, se reporter au texte.

b/ Il s'agit des coûts pour le Royaume-Uni. Les coûts, qui correspondent aux frais d'exploitation annuels, reposent sur l'hypothèse du recours à des entreprises prestataires spécialisées et dépendent du taux d'application à l'hectare. Pour plus de renseignements sur les coûts, se reporter au chapitre VII.

### III. TECHNIQUES DE STOCKAGE DU LISIER

32. Il n'existe à l'heure actuelle aucune technique éprouvée permettant de réduire les émissions d'ammoniac provenant du stockage du fumier. Le présent chapitre ne traite que des techniques applicables au stockage du lisier. Une fois enlevé du logement des animaux, le lisier est stocké soit dans des citernes ou des silos en béton ou en acier, soit dans des lagunes, souvent avec des parois en terre. Ces dernières ont généralement une surface par unité de volume relativement plus grande que les premiers.

33. On peut réduire les émissions provenant des enceintes de stockage du lisier en diminuant ou éliminant la circulation de l'air à la surface par l'installation d'un couvercle, en permettant la formation d'une croûte ou en réduisant la surface de l'enceinte de stockage par unité de volume.

34. Lorsqu'on applique une technique de réduction des émissions dans les enceintes de stockage, il importe d'empêcher les fuites d'ammoniac lors de l'épandage, et ce, en utilisant une technique d'application appropriée.

35. Technique de référence. L'efficacité de toute mesure de réduction est calculée par rapport aux émissions provenant du même type d'enceinte de stockage, sans couvercle ni croûte en surface. Le tableau 2 donne une vue d'ensemble des différentes mesures antiémissions applicables dans les citernes à lisier ainsi que de leur efficacité.

#### Techniques de la catégorie 1

36. Le moyen le plus éprouvé, et le plus commode, de réduire les émissions provenant du lisier stocké consiste à recouvrir les citernes ou silos d'un couvercle rigide, d'un toit ou d'une structure bâchée. On peut aussi utiliser à cet effet des citernes en bâches étanches renforcées par de la fibre de verre. S'il importe de s'assurer que ces couvertures sont parfaitement étanches afin de réduire au minimum l'échange d'air, il faudra toujours prévoir de petites ouvertures ou un dispositif d'aération pour empêcher l'accumulation de gaz inflammables tels que le méthane.

#### Techniques de la catégorie 2

37. À côté des couvercles rigides et des toits (catégorie 1), il existe toute une gamme de dispositifs de couverture souples ou flottants qui peuvent eux aussi réduire les émissions d'ammoniac provenant du lisier stocké en empêchant le contact avec l'air. Cependant, l'efficacité et la commodité d'utilisation de ces systèmes ne sont pas suffisamment éprouvées et risquent de varier selon les modes de gestion et d'autres facteurs (catégorie 2). À titre d'exemple, on peut citer les couvertures souples du type feuilles de plastique placées à la surface du lisier ou couche d'huile flottant à la surface. De même, la paille, la tourbe, les boules LECA (légers agrégats d'argile expansée) ou d'autres matériaux flottant à la surface du lisier dans les citernes ou les lagunes peuvent réduire les émissions par la création d'une croûte artificielle. Ces matériaux flottants peuvent entraver l'homogénéisation du lisier avant l'épandage ou l'épandage lui-même

en obstruant la tuyauterie des machines, ce qui pourrait poser des problèmes au niveau des exploitations qui pratiquent souvent l'épandage (sur les herbages, par exemple).

38. En réduisant au minimum le brassage du lisier de bétail dont la teneur en matière sèche est suffisamment élevée, on permet la formation d'une croûte naturelle. Si celle-ci recouvre entièrement la surface du lisier et est suffisamment épaisse, et si le lisier est introduit sous la croûte, les émissions d'ammoniac peuvent être sensiblement réduites pour un coût faible ou nul. Cette solution naturelle convient aux exploitations qui n'ont pas besoin de brasser le lisier et de l'épandre fréquemment, mais son efficacité dépend de la nature de la croûte et de sa longévité. Du fait de cette incertitude, cette mesure figure elle aussi dans la catégorie 2.

39. En remplaçant les lagunes (ou les enceintes de stockage à paroi inondée) par des citernes, on peut aussi réduire les émissions du fait d'une plus faible surface par unité de volume. On pourrait tenir là une solution performante (quoique coûteuse), surtout si les citernes sont munies de couvercles rigides. Toutefois, l'efficacité de cette option est difficile à quantifier car elle dépend des caractéristiques de la lagune et de la citerne. On l'a donc classée dans la catégorie 2.

**Tableau 2. Mesures de réduction des émissions provenant du stockage du lisier**

Mesure de réduction	Catégories de bétail	Réduction des émissions (en %) <sup>a/</sup>	Applicabilité	Coûts (en euros/m <sup>3</sup> /an) <sup>b/</sup>
Couvercle rigide ou toit (Cat.1)	Toutes	80	Citernes et silos seulement	8,00
Couverture souple ou feuille flottante (Cat.2)	Toutes	60		1,10 (citernes) 1,25 (lagunes)
Système de couverture technologiquement peu avancé (paille, tourbe, écorces, boules LECA, etc.) (Cat.2)	Toutes	40	N'est probablement pas praticable sur les lagunes. Inapplicable dans les exploitations à épandages fréquents	1,10 (citernes)
Croûte naturelle (Cat.2)	Bovins	35-50	Inapplicable dans les exploitations à épandages fréquents	0,00
Remplacement des lagunes, etc., par des citernes couvertes (Cat.2)	Toutes			14,9 (coût de la citerne : 6,94)

<sup>a/</sup> Meilleures estimations des réductions qui, de l'avis général, seraient réalisables dans toute la région de la CEE-ONU. Les réductions sont calculées par rapport aux émissions provenant de citernes/silos à lisier non couverts.

<sup>b/</sup> Il s'agit des coûts pour le Royaume-Uni. Le coût indiqué est celui du couvercle uniquement. Le coût du silo n'est pas pris en compte.

#### IV. LOGEMENT DU BÉTAIL

40. Le logement du bétail varie énormément d'un bout à l'autre de la CEE-ONU, et il en va de même des émissions d'ammoniac. De façon générale, les émissions provenant des logements diminuent si la surface d'exposition du lisier ou du fumier est réduite et/ou si ce lisier ou fumier est souvent enlevé et placé dans des lieux de stockage couverts hors du bâtiment. Des réductions des émissions peuvent également être obtenues dans les poulaillers par une dessiccation des fientes et de la litière jusqu'au point de non-formation d'ammoniac. Nombre des solutions applicables à la réduction des émissions provenant des logements ne conviennent qu'aux structures nouvelles, les autres nécessitant des réaménagements importants ou des intrants énergétiques considérables. Pour ces raisons, elles sont souvent plus coûteuses que celles concernant l'épandage ou le stockage.

41. Techniques de référence. La réduction des émissions d'ammoniac que l'on peut obtenir avec des logements de conception nouvelle sera étroitement liée aux types de logements utilisés actuellement, et ne peut donc être calculée que dans une grille de changement (voir les tableaux 4, 6 et 14).

##### A. Logement des vaches laitières et des bovins de boucherie

42. Il n'existe pour l'instant aucune technique de la catégorie 1 pour réduire les émissions d'ammoniac provenant des installations utilisées pour le logement des vaches laitières et des bovins de boucherie.

##### Techniques de la catégorie 2

43. Paillage. Les recherches effectuées jusqu'ici n'ont permis de mettre en évidence aucune technique à faible taux d'émission d'ammoniac qui ait fait ses preuves pour les élevages de bovins de boucherie ou de vaches laitières dans les systèmes paillés ou fermiers. Les émissions d'ammoniac provenant des logements paillés peuvent dépendre dans une large mesure de la quantité de paille utilisée : un système où le fumier est fortement mélangé à de la paille peut émettre moins d'ammoniac que certains systèmes traditionnels, à base de lisier mais on manque encore de données pour pouvoir prescrire une quantité déterminée de paille par animal.

44. Systèmes à base de lisier. Plusieurs systèmes de logement du bétail à base de lisier ont été mis à l'essai, mais aucun n'est à l'heure actuelle suffisamment au point pour être recommandé en tant que technique de la catégorie 1. Comme dans le cas du logement des autres animaux, la pratique actuelle est très différente selon le pays et le type d'exploitation. Le système qui est le plus étudié est celui de la "logette" pour les vaches laitières, où les émissions d'ammoniac proviennent de la fosse à lisier située sous le plancher ainsi que des planchers eux-mêmes (en caillebotis ou à dalle pleine) souillés par les déjections liquides et solides. Dans le tableau 3, la "logette" est considérée comme le système de logement de référence.

Les bâtiments dans lesquels le bétail est entravé émettent généralement moins d'ammoniac que les locaux de stabulation libre car la superficie souillée par les bouses et l'urine est plus réduite. Cependant, la stabulation entravée n'est pas recommandée pour des raisons liées au bien-être de l'animal.

45. Les techniques permettant de réduire les émissions d'ammoniac dans les logements du bétail reposent sur un ou plusieurs des principes ci-après :

- diminution de la superficie souillée par les déjections;
- adsorption de l'urine (sur de la paille, par exemple);
- enlèvement rapide de l'urine; séparation rapide des bouses de l'urine;
- diminution de la vitesse de circulation de l'air au-dessus du fumier;
- baisse de la température du fumier et réduction de la surface recouverte.

46. Systèmes de raclage et de curage. On a expérimenté plusieurs systèmes consistant à enlever régulièrement les déjections accumulées sur le plancher pour les entreposer hors du bâtiment, dans un lieu fermé. On procède alors par curage à l'eau, à l'acide ou au lisier dilué ou au raclage avec ou sans aspersion d'eau. De façon générale, ces systèmes se sont avérés soit inefficaces, soit trop difficiles à entretenir. Le choix de planchers lisses ou en pente pour aider au raclage ou au curage a posé des problèmes, les animaux risquant de glisser et de se blesser.

47. La solution la plus prometteuse à l'heure actuelle consiste à utiliser un racloir "à dents" circulant sur un plancher rainuré. On obtient apparemment ainsi un sol propre, et donc plus faiblement émetteur, tout en donnant au bétail suffisamment de prise pour l'empêcher de glisser. Cette technique fait actuellement l'objet d'une évaluation aux Pays-Bas.

48. Le tableau 3 indique les émissions provenant des différents types de logement du bétail aux Pays-Bas, ainsi que les taux de réduction des émissions et les coûts qui ont été relevés dans ce pays. Le tableau 4 montre l'applicabilité de différents systèmes de stabulation de conception nouvelle et les avantages qu'ils présentent par rapport à ceux utilisés actuellement.

Tableau 3. Émissions d'ammoniac et coût des différents systèmes de logement du bétail aux Pays-Bas

Code	Type de logement	Réduction (%)	Émissions d'ammoniac (kg/espace disponible par animal/an)	Investissements supplémentaires (euros/espace disponible par animal)	Coûts supplémentaires (euros/espace disponible par animal/an)
1	Logette (référence)	0	13,0	Référence	Référence
2	Stabulation entravée <u>a/</u>	40	7,5	-/-	-/- <u>c/</u>
3	Stabulation entravée en hiver seulement <u>b/</u>	60	5,0	-/-	-/- <u>c/</u>
4	Plancher rainuré (Cat.2)	50	4,0	374	55
5	Curage sans acide plusieurs fois par jour (Cat.2) Systèmes de raclage et de curage	50	4,0	217	31 102 - R.-U.
6	Plancher à dalle pleine, litière de paille <u>b/</u>	0	0,60	-/-	-/-

a/ La stabulation entravée n'est pas recommandée pour des raisons liées au bien-être de l'animal.

b/ Les systèmes à litière de paille sont recommandés pour des raisons liées au bien-être de l'animal. Les émissions dépendent de la quantité de paille utilisée. Une trop faible quantité de paille risque d'accroître les émissions.

c/ Difficile à quantifier. En tout état de cause, le coût de la main-d'oeuvre sera supérieur.

Tableau 4. Applicabilité des différents systèmes de logement du bétail (lecture horizontale seulement)

Système	Passage d'un système à un autre - applicabilité	1	2	3	4	5	6
1	Logette (référence)		3	3	2	2	4
2	Stabulation entravée	4		4	4	3	4
3	Stabulation entravée l'hiver seulement	4	4		1	3	4
4	Plancher cannelé	4	4	4		0/0	4
5	Curage sans acide plusieurs fois par jour	4	4	4	0/0		4
6	Plancher à dalle pleine, litière de paille	4	4	4	4	4	

1 : tout à fait applicable

2 : applicable

3 : inapplicable

4 : illogique (augmentation des émissions de NH<sub>3</sub>)

0/0 : aucune différence quant aux émissions de NH<sub>3</sub>

## B. Porcheries

49. Les émissions d'ammoniac des porcheries proviennent de la fosse à lisier et des planchers (en caillebotis ou à dalle pleine) souillés par l'urine et les déjections solides. Le rapport superficie du plancher en caillebotis/ superficie du plancher à dalle pleine influe sur les émissions provenant

des planchers. On peut réduire les émissions provenant de la fosse en enlevant rapidement la totalité des déjections pour les stocker en plein air ou en les traitant (acidification ou refroidissement, par exemple).

50. On prend comme référence les émissions des porcheries à plancher fait entièrement de caillebotis, encore que, dans certains pays, ce système soit prohibé par souci pour le bien-être des animaux. Les porcheries à dalle pleine et litière de paille sont préférables de ce point de vue. Toutefois, ces systèmes peuvent émettre des quantités d'ammoniac égales ou même supérieures aux émissions provenant des porcheries à plancher entièrement en caillebotis d'autant que la surface de plancher par animal (et donc la surface d'émission) y est généralement plus importante.

#### Techniques de la catégorie 1

51. Les planchers faits partiellement en caillebotis (la moitié de la superficie environ) émettent généralement moins d'ammoniac, surtout si les caillebotis sont métallisés ou plastifiés, car les déjections peuvent ainsi se déverser plus rapidement et sans trop de perte dans la fosse située en contrebas. Les émissions provenant de la partie pleine du plancher peuvent être réduites si la surface est inclinée ou convexe, et lisse, si les auges et les abreuvoirs sont placés de manière que les parties pleines du sol ne soient pas souillées et si l'atmosphère est contrôlée.

52. Il existe plusieurs systèmes d'enlèvement ou de traitement du lisier qui, conjugués à une bonne conception du plancher, permettent de réduire encore les émissions d'ammoniac des porcheries :

a) Systèmes de curage par chasse de liquide. Il en existe plusieurs types différents. Les plus efficaces sont ceux qui curent la fosse rapidement. L'adjonction d'acide permet de réduire encore plus les émissions d'ammoniac mais ce procédé présente aussi des inconvénients (voir par. 30).

b) Systèmes par aspiration. L'aspiration qui doit être effectuée au moins une fois par jour permet de vider rapidement les fosses.

c) Refroidissement du lisier. En ramenant à 12 °C ou moins la température de surface du lisier dans la fosse située sous le plancher au moyen d'un échangeur de chaleur flottant, on peut réduire sensiblement les émissions d'ammoniac. Ce système doit être installé à proximité d'une nappe phréatique et peut ne pas être autorisé aux points de prélèvement d'eau potable.

53. Dans l'aménagement des porcheries nouvelles, il faudrait faire en sorte que le plancher, la fosse à lisier et le système d'enlèvement des déjections soient parfaitement adaptés à la géométrie des boxes afin de jouer simultanément sur les zones d'abreuvement et les zones de déjection. On peut réduire la superficie de la fosse en utilisant, par exemple, des bacs, des rigoles ou de petits caniveaux à lisier.

### **Techniques de la catégorie 2**

54. Parmi les techniques de la catégorie 2 figure une bonne régulation de l'atmosphère à l'intérieur des locaux afin d'éviter des températures et des taux de ventilation trop élevés. Pour réduire les émissions d'ammoniac, on peut aussi installer la fosse à lisier à une plus grande profondeur (on suggère une profondeur de 1,2 m au lieu de 0,45 m) afin de maintenir le lisier à une température plus basse et mélanger de la tourbe à la paille de la litière. Toutefois, dans de nombreux pays, l'utilisation de la tourbe est considérée comme une pratique non viable.

### **Techniques de la catégorie 3**

55. Il est possible de traiter l'air ventilé des porcheries au moyen d'épurateurs biologiques ou organiques (tourbe, écorce, etc.), mais ces systèmes sont généralement très coûteux et présentent à l'usage des inconvénients majeurs. On peut mentionner notamment le colmatage et l'augmentation du volume des déchets. En outre, ils ne sont pas applicables dans les locaux où la ventilation se fait naturellement.

56. Le tableau 5 montre les émissions d'ammoniac correspondant au type de logement de référence et aux types de logement de la catégorie 1 pour les porcs d'engraissement aux Pays-Bas selon le type de plancher, le système d'enlèvement des déjections et le degré d'intégration des boxes et de la fosse à lisier. Le tableau 6 montre l'applicabilité des systèmes de logement de conception nouvelle et les avantages qu'ils présentent par rapport à ceux qui sont utilisés actuellement. Les tableaux 7 à 12 montrent l'applicabilité de ces systèmes pour les truies et les porcelets sevrés.

**Tableau 5. Techniques applicables, réduction des émissions et coût des porcheries d'engraissement à faible taux d'émission d'ammoniac \*/ (toutes les techniques énumérées relèvent de la catégorie 1)**

Code	Type de logement	Réduction (%)	Émissions d'ammoniac (kg/espace disponible par animal/an)	Investissements supplémentaires (euros/espace disponible par animal)	Coûts supplémentaires (euros/espace disponible par animal/an)
1	Plancher entièrement en caillebotis (référence)	Référence	3,0	Référence	Référence
2	Plancher partiellement en caillebotis (50 % environ)	20	2,5	5	-/- 8,27 (R.-U.)
3	Aspiration	25	2,2	10	4
4	Plancher partiellement en caillebotis métallique	40	1,8	20 (Pays-Bas) 57,5 (R.-U.)	6 (Pays-Bas) 7,82 (R.-U.)
5	Plancher partiellement en caillebotis, couloirs extérieurs (largeur : 1,3 à 1,5 m)	20	2,5	5	4
6	Curage à l'eau, rigoles	45	1,6	50	17
7	Curage à l'acide	55	1,4	54	11
8	Curage au lisier aéré et clarifié	55	1,4	55	12 17,21 (R.-U.)
9	Refroidissement du lisier (12 °C maximum) <u>a/</u>	60	1,2	56	9
10	Plancher partiellement en caillebotis métallique, réduction de la surface de la fosse à lisier (0,18 m <sup>2</sup> maximum)	65	1,0	5	0,2
11	Plancher à dalle pleine, litière de paille <u>b/</u>	0	3,0	-/-	-/-

\*/ Les valeurs d'émission et de réduction correspondent aux résultats obtenus aux Pays-Bas. Les coûts indiqués sont pour les Pays-Bas; lorsqu'il s'agit des coûts pour le Royaume-Uni (R.-U.), cela est précisé.

a/ Ce système doit être installé à proximité d'une nappe phréatique et peut ne pas être autorisé aux points de prélèvement d'eau potable.

b/ La paille est préférable pour des raisons liées au bien-être des animaux.

**Tableau 6. Applicabilité des différents systèmes de logement des porcs d'engraissement à faible taux d'émission d'ammoniac (lecture horizontale seulement)**

Système	Passage d'un système à un autre - applicabilité	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Plancher entièrement en caillebotis (référence)		2	1	2	1	1	1	1	1	2	0/0
2	Plancher partiellement en caillebotis (50 % environ)	4		1	1	1	1	1	1	1	1	4
3	Aspiration	4	4		1	4	3	1	1	1	1	4
4	Plancher partiellement en caillebotis métallique	4	4	4		4	1	1	1	1	1	4
5	Plancher partiellement en caillebotis, couloirs extérieurs	4	4	1	1		3	3	1	2	1	4
6	Curage à l'eau, rigoles	4	4	4	4	4		3	3	3	1	4
7	Curage à l'acide	4	4	4	4	4	4		3	3	1	4
8	Curage au lisier aéré et clarifié	4	4	4	4	4	4	4		3	1	4
9	Refroidissement du lisier (12 °C maximum)	4	4	4	4	4	4	4	4		3	4
10	Plancher partiellement en caillebotis métallique, réduction de la surface de la fosse à lisier	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4
11	Plancher à dalle pleine, litière de paille	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	

1 : tout à fait applicable  
2 : applicable  
3 : inapplicable

4 : illogique (augmentation des émissions de NH<sub>3</sub>)  
0/0 : aucune différence quant aux émissions de NH<sub>3</sub>

**Tableau 7. Techniques applicables, réduction des émissions et coût des porcheries d'élevage (pour truies allaitantes et porcelets non sevrés) à faible taux d'émission d'ammoniac**

Code	Type de logement	Réduction (%)	Émissions d'ammoniac (kg/espace disponible par animal/an)	Investissements supplémentaires (euros/espace disponible par animal)	Coûts supplémentaires (euros/espace disponible par animal/an)
1	Plancher entièrement en caillebotis (référence)	Référence	8,3	Référence	Référence
2	Plancher partiellement en caillebotis (50 % environ)	30	6,0	-/-	-/-
3	Aspiration	40	5,0	-/-	-/-
4	Caniveau pour l'eau/les déjections et réduction de la surface de la fosse à lisier (0,80 m <sup>2</sup> maximum)	50	4,0	57	-/-
5	Curage au lisier aéré et clarifié	50	4,0	480	95
6	Curage à l'eau, rigoles	60	3,3	511	82
7	Curage à l'acide	60	3,1	469	83
8	Refroidissement du lisier (12 °C maximum) <u>a/</u>	70	2,4	288	51
9	Plancher à dalle pleine, litière de paille <u>b/</u>	0	8,3	-/-	-/-

a/ Ce système doit être installé à proximité d'une nappe phréatique et peut ne pas être autorisé aux points de prélèvement d'eau potable.

b/ La paille est préférable pour des raisons liées au bien-être des animaux. Les émissions dépendent de la quantité de paille utilisée.

**Tableau 8. Applicabilité des différents systèmes de logement des truies allaitantes et des porcelets non sevrés à faible taux d'émission d'ammoniac (lecture horizontale seulement)**

Système	Passage d'un système à un autre - applicabilité	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Plancher entièrement en caillebotis (référence)		2	1	1	1	1	1	1	4
2	Plancher partiellement en caillebotis (50 % environ)	4		1	1	1	1	1	1	4
3	Aspiration	4	4		1	1	3	1	2	4
4	Caniveau pour l'eau/les déjections et réduction de la surface de la fosse à lisier (0,80 m <sup>2</sup> maximum)	4	4	4		1	3	1	3	4
5	Curage au lisier aéré et clarifié	4	4	4	4		3	1	3	4
6	Curage à l'eau, rigoles	4	4	4	4	4		1	3	4
7	Curage à l'acide	4	4	4	4	4	4		3	4
8	Refroidissement du lisier (12 °C maximum)	4	4	4	4	4	4	4		4
9	Plancher à dalle pleine, litière de paille	4	4	4	4	4	4	4	4	

1 : tout à fait applicable  
2 : applicable

3 : inapplicable ou difficilement applicable  
4 : illogique (augmentation des émissions de NH<sub>3</sub>)

**Tableau 9. Techniques applicables, réduction des émissions et coût des bâtiments de saillie et de gestation à faible taux d'émission d'ammoniac**

Code	Type de logement	Réduction (%)	Émissions d'ammoniac (kg/espace disponible par animal/an)	Investissements supplémentaires (euros/espace disponible par animal)	Coûts supplémentaires (euros/espace disponible par animal/an)
1	Plancher partiellement en caillebotis avec stalles individuelles ou non, sans paille (référence)	Référence	4,2	Référence	Référence
2	Plancher partiellement en caillebotis, couloirs extérieurs (largeur : 1,3 à 1,5 m)	30	3,0	5	-/-
3	Curage à l'eau, rigoles	40	2,5	154	26
4	Petit caniveau, surface de la fosse à lisier ne dépassant pas 0,5 m <sup>2</sup> par truie, avec ou sans aspiration	45	2,4	17	3
5	Curage au lisier aéré et clarifié	50	2,2	140	30
6	Refroidissement du lisier (12 °C maximum) <u>a/</u>	50	2,2	107	19
7	Curage à l'acide	60	1,8	131	25
8	Plancher à dalle pleine, litière de paille <u>b/</u>	0	8,3	-/-	-/-

a/ Ce système doit être installé à proximité d'une nappe phréatique et peut ne pas être autorisé aux points de prélèvement d'eau potable.

b/ La paille est préférable pour des raisons liées au bien-être des animaux. Les émissions dépendent de la quantité de paille utilisée.

**Tableau 10. Applicabilité des différents systèmes de logement des truies en attente de saillie et en gestation à faible taux d'émission d'ammoniac (lecture horizontale seulement)**

Système	Passage d'un système à un autre - applicabilité	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Plancher partiellement en caillebotis avec stalles individuelles ou non, sans paille (référence)		3	1	3	1	1	1	4
2	Plancher partiellement en caillebotis, couloirs extérieurs	4		2	2	1	2	1	4
3	Curage à l'eau, rigoles	4	4		1	1	3	1	4
4	Petit caniveau, surface de la fosse à lisier ne dépassant pas 0,5 m <sup>2</sup> par truie, avec ou sans aspiration	4	4	4		1	3	1	4
5	Curage au lisier aéré et clarifié	4	4	4	4		0/0	1	4
6	Refroidissement du lisier (12 °C maximum)	4	4	4	4	0/0		3	4
7	Curage à l'acide	4	4	4	4	4	4		4
8	Plancher à dalle pleine, litière de paille	4	4	4	4	4	4	4	

1 : tout à fait applicable

2 : applicable

3 : inapplicable ou difficilement applicable

4 : illogique (augmentation des émissions de NH<sub>3</sub>)

0/0 : aucune différence quant aux émissions de NH<sub>3</sub>

**Tableau 11. Techniques applicables, réduction des émissions et coût des bâtiments de post-sevrage à faible taux d'émission d'ammoniac**

Code	Type de logement	Réduction (%)	Émissions d'ammoniac (kg/espace disponible par animal/an)	Investissements supplémentaires (euros/espace disponible par animal)	Coûts supplémentaires (euros/espace disponible par animal/an)
1	Plancher entièrement en caillebotis (référence)	Référence	0,60	Référence	Référence
2	Plancher partiellement en caillebotis (30 % environ)	40	0,35	-/-	-/-
3	Aspiration	40	0,35	-/-	-/-
4	Ra cloirs (avec évacuation de l'urine)	50	0,30	65	12
5	Curage à l'eau, rigoles	45	0,30	250	4
6	Curage à l'acide	55	0,25	36	6
7	Caniveau pour l'eau/les déjections, surface de la fosse à lisier ne dépassant pas 0,15 m <sup>2</sup>	65	0,25		
8	Refroidissement du lisier (12 °C maximum) <u>a/</u>	60	0,15	24	4
9	Plancher à dalle pleine, litière de paille <u>b/</u>	0	0,60	-/-	-/-

a/ Ce système doit être installé à proximité d'une nappe phréatique et peut ne pas être autorisé aux points de prélèvement d'eau potable.

b/ La paille est préférable pour des raisons liées au bien-être des animaux. Les émissions dépendent de la quantité de paille utilisée.

**Tableau 12. Applicabilité des différents systèmes de logement des porcelets sevrés à faible taux d'émission d'ammoniac (lecture horizontale seulement)**

Système	Passage d'un système à un autre - applicabilité	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Plancher entièrement en caillebotis (référence)		3	1	2	1	1	1	1	0/0
2	Plancher partiellement en caillebotis (50 % environ)	4		1	1	1	1	2	1	4
3	Aspiration	4	4		1	3	1	1	1	4
4	Racloirs (avec évacuation de l'urine)	4	4	4		4	1	1	3	4
5	Curage à l'eau, rigoles	4	4	4	4		1	1	3	4
6	Curage à l'acide	4	4	4	4	4		1	3	4
7	Caniveau pour l'eau/les déjections, surface de la fosse à lisier ne dépassant pas 0,15 m <sup>2</sup>	4	4	4	4	4	4		1	4
8	Caniveau pour l'eau/les déjections, surface de la fosse à lisier ne dépassant pas 0,15 m <sup>2</sup>	4	4	4	4	4	4	4		4
9	Plancher à dalle pleine, litière de paille	4	4	4	4	4	4	4	4	

1 : tout à fait applicable

2 : applicable

3 : inapplicable ou difficilement applicable

4 : illogique (augmentation des émissions de NH<sub>3</sub>)0/0 : aucune différence quant aux émissions de NH<sub>3</sub>

### C. Logement des poules pondeuses

57. Batteries. Parmi les types de logement utilisés pour l'élevage intensif, le poulailler classique, dans lequel les fientes sont recueillies et stockées, le plus souvent pendant un an ou plus, dans une fosse située en contrebas, est celui qui présente le taux d'émission d'ammoniac le plus élevé. Il est donc pris comme référence. Cependant, les systèmes d'élevage en liberté, sur perchoir ou en volière peuvent aussi être à l'origine d'émissions élevées d'ammoniac, et les solutions que l'on peut adopter pour changer ces systèmes seront différentes et probablement plus limitées du fait de la nécessité de tenir pleinement compte de considérations liées au bien-être des animaux.

58. Volières et élevages en liberté. Le même système d'aération et d'enlèvement des déjections peut être appliqué dans certaines volières, des courroies de transport étant disposées sous les gradins, où les poules se déplacent librement, pour recueillir les fientes. Dans certains pays, la définition d'"élevage en liberté" englobe les systèmes de ce type dans lesquels les poules peuvent sortir à l'air libre. Dans d'autres, les pondeuses des élevages en liberté sont logées sur des planchers à dalle pleine ou partiellement en caillebotis. Dans ces systèmes, la partie du plancher à dalle pleine est recouverte d'une litière, et les poules peuvent dans une certaine mesure sortir à l'air libre. Les fientes s'accumulent soit sur la dalle, soit sous la partie en caillebotis pendant la période de ponte (14 mois environ). Il n'existe actuellement aucune technique à faible taux d'émission d'ammoniac, qui ait fait ses preuves, pour ces systèmes d'élevage en liberté.

### Techniques de la catégorie 1

59. On peut réduire les émissions d'ammoniac provenant des poulaillers en batterie sur fosse profonde ou des systèmes à base de caniveaux (en escaliers ou en gradins) en diminuant l'humidité des fientes par une ventilation à air

pulsé ou naturelle de la fosse. Dans les poulaillers dits "surélevés", l'élimination des parois latérales des zones sous-jacentes, où sont stockées les fientes, peut être un moyen de ventilation très efficace.

60. La collecte des déjections sur des courroies, puis leur enlèvement et stockage dans un endroit couvert situé hors du bâtiment, peuvent eux aussi réduire les émissions d'ammoniac, surtout si les fientes sont séchées sur les courroies par une ventilation à air pulsé. Le séchage devrait porter à 70 % la teneur en matière sèche afin de prévenir la formation d'ammoniac. Si les déchets des courroies de transport des fientes sont acheminés vers un tunnel de dessiccation fortement ventilé, à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment, la teneur en matière sèche peut être portée à 60-80 % en moins de 48 heures. On a constaté que l'enlèvement hebdomadaire des déjections recueillies sur les courroies en vue d'un stockage dans un endroit couvert réduisait les émissions de moitié par rapport à un enlèvement toutes les deux semaines. De façon générale, les quantités d'ammoniac émises par les poulaillers équipés de courroies de transport des fientes dépendent des facteurs suivants :

- La durée de séjour des déjections sur les courroies (plus celle-ci est longue, plus les émissions sont élevées);
- Le système de dessiccation;
- La race aviaire;
- Le taux de ventilation (un taux faible entraîne des émissions élevées).

#### D. Logements des poulets de chair

61. Traditionnellement, les poulets de chair sont élevés dans des poulaillers dont le plancher, à dalle pleine, est entièrement recouvert d'une litière. C'est ce système qui sert de référence. Pour empêcher les émissions d'ammoniac, il importe que cette litière reste aussi sèche que possible. La teneur en matière sèche et les émissions d'ammoniac dépendent, notamment, des facteurs ci-après :

- Le système d'abreuvement;
- La durée de la période d'élevage;
- La densité des animaux et leur poids;
- L'utilisation de systèmes de purification de l'air;
- L'isolation du plancher.

#### Technique de la catégorie 1

62. Pour que les fientes restent sèches, il faut tout simplement réduire les débordements d'eau depuis le système d'abreuvement (en utilisant, par exemple, des abreuvoirs à bec).

### **Techniques de la catégorie 2**

63. Exception faite de la mesure simple mentionnée au paragraphe 62, il n'existe aucune technique de la catégorie 1 pour les émissions provenant des logements des poulets de chair, encore que des réductions plus poussées puissent être obtenues par une dessiccation à l'air pulsé. Plusieurs systèmes sont en cours d'évaluation. Dans le système néerlandais dit "à plancher flottant", la litière est aérée par circulation d'air pulsé sous le plancher en toile ("flottant") et sous les fientes et la litière. Ce système est très gourmand en énergie (il consomme deux fois plus d'électricité qu'un poulailler traditionnel) et pourrait entraîner une augmentation des émissions de poussière. Toutefois, cette ventilation supplémentaire améliore la répartition de la chaleur, d'où des dépenses de chauffage un peu moins élevées.

### **Techniques de la catégorie 3**

64. Il est possible, dans les poulaillers aérés par circulation d'air pulsé, de traiter l'air ventilé au moyen d'un épurateur biologique ou organique (tourbe ou écorce, par exemple) mais ces systèmes sont généralement très coûteux et présentent à l'usage des inconvénients majeurs, tels que le colmatage et l'augmentation du volume des déchets.

65. Le tableau 13 indique les techniques appliquées aux Pays-Bas pour réduire les émissions d'ammoniac dans les poulaillers pour poules pondeuses et pour poulets de chair, leur potentiel et leur coût. Le tableau 14 montre l'applicabilité de différents types de logement des volailles et les avantages qu'ils présentent par rapport au type de poulailler utilisé actuellement.

Tableau 13. Réduction des émissions d'ammoniac provenant de différents types de poulaillers par rapport au poulailler de référence\*

Code	Type de poulailler	Réduction (%)	Emissions d'ammoniac (g/espace disponible par animal/an)	Investissements supplémentaires (euros/espace disponible par animal)	Coûts supplémentaires (euros/espace disponible par animal/an)
<b>Poules pondeuses</b>					
<b>a</b>	<b>Fientes sèches</b>				
1	Fosse profonde et caniveau	Référence	386	Référence	Référence
	Courroies de transport sans dessiccation	60	150		
2	Courroies de transport, dessiccation à air pulsé et stockage extérieur	80	85	-/-	0,68 - R.-U.
3	Courroies de transport, dessiccation à air pulsé et stockage étanche	90	35	-/-	0,68 - R.-U.
	Élevage en liberté	20	315	0,56	0,26 - Pays-Bas
4	Élevage sur perchoir (plancher en caillebotis)	20	315	0,56	0,26 - Pays-Bas
5	Volière, courroies de transport, dessiccation à air pulsé	90	75	0,50	0,25 - Pays-Bas
<b>b</b>	<b>Fientes humides</b>				
6	Stockage en enceinte ouverte sous les cages (gradins plats, escaliers, batteries compactes) avec ou sans racloir	83	85	-/-	-/-
7	Enlèvement deux fois par semaine au moins et entreposage en enceinte fermée (courroies de transport)	90	35	0,09	-/-
<b>Poulets de chair</b>					
1	Logements traditionnels (litière)	Référence	50	Référence	Référence
2	Plancher flottant, dessiccation de la litière (Cat. 2)	90	5	3,82	0,15 - Pays-Bas
3	Plancher perforé, dessiccation à air pulsé de la litière (Cat.2)	85	14	4,64 - Pays-Bas 3,71 - R.-U.	0,10 - Pays-Bas 0,09 - R.-U.
	Circulation d'air dans le poulailler				0,39 - R.-U.
	Circulation d'air dans la fosse				0,22 - R.-U.

\* Les valeurs indiquées correspondent à la situation aux Pays-Bas pour les émissions et aux Pays-Bas et/ou au Royaume-Uni (R.-U.) pour les coûts.

**Tableau 14. Applicabilité des différentes techniques de la catégorie 1 correspondant à des types de logement à faible taux d'émission d'ammoniac pour les poules pondeuses et les poulets de chair (lecture horizontale seulement)**

Système	Passage d'un système à un autre - applicabilité	1	2	3	4	5	6	7
<b>Poules pondeuses</b>								
1	Fosse profonde, logement surélevé et caniveau		2	1	3	3	1	1
2	Courroie de transport, dessiccation à air pulsé	4		1	3	3	3	1
3	Courroie de transport, dessiccation à air pulsé et stockage étanche	4	4		3	3	2	2
4	Élevage sur perchoir (plancher en caillebotis)	4	3	3		2	3	3
5	Volière, courroie de transport, dessiccation à air pulsé par ventilation	4	4	4	4		3	3
6	Stockage des fientes à découvert sous les cages (gradins plats, escaliers, batteries compactes) avec ou sans racloir	4	4	4	4	4		1
7	Enlèvement des fientes deux fois par semaine au moins et stockage en enceinte fermée (courroie de transport)	4	4	4	4	4	4	

1 : tout à fait applicable

2 : applicable

3 : inapplicable

4 : illogique (augmentation des émissions de NH<sub>3</sub>)

## V. STRATÉGIES D'ALIMENTATION ET AUTRES MESURES

### A. Stratégies d'alimentation

66. Revoir la composition de l'alimentation du bétail de façon à réduire les quantités d'azote excrétées pourrait être l'une des méthodes les plus viables pour réduire non seulement les émissions d'ammoniac, mais aussi d'autres formes de rejets azotés d'origine agricole dans l'eau et dans l'air. À moins de diminuer le cheptel, la modification du régime alimentaire est la seule mesure qui tende réellement à réduire la quantité totale d'azote excrété pénétrant dans l'environnement. La maîtrise des émissions passe surtout par la réduction des rejets naturels d'azote soluble, ce gaz étant généralement évacué dans les urines.

67. Technique de référence. L'ampleur des réductions des émissions d'ammoniac qu'il est possible d'obtenir par l'application de stratégies d'alimentation dépend surtout des pratiques alimentaires actuelles, qui servent de référence. La pratique de référence, qui varie beaucoup d'un pays à l'autre de la CEE-ONU, est rarement documentée. De façon générale, une diminution des excrétions d'azote de 1 kg se traduira par une réduction des émissions d'ammoniac de 0,3 à 0,5 kg N. Étant donné les incertitudes

qui entourent la pratique de référence et son efficacité variable (du fait de la composition des rations et de la physiologie des animaux), l'option stratégie d'alimentation est rangée dans la catégorie 2.

68. Les mesures visant à lutter contre la surconsommation de protéines peuvent être prises immédiatement et sont généralement d'un très bon rapport coût-efficacité. Il s'agit le plus souvent de faire en sorte que la teneur protéinique et la qualité de la ration alimentaire correspondent d'aussi près que possible aux besoins individuels de chaque type d'animal. Ce genre de mesure pourrait réduire la quantité d'azote rejetée dans les matières fécales et les urines.

69. L'alimentation modulée (composition différente de la ration alimentaire selon le groupe d'âge ou de production) est un moyen économique de réduire les rejets d'azote par les porcs et la volaille et elle pourrait pour l'essentiel être mise en oeuvre à court terme. L'alimentation multiphases est une technique automatisée qui nécessite un matériel informatique.

70. La teneur en protéines brutes des rations composées essentiellement de concentrés (particulièrement dans le cas de l'alimentation des porcs et de la volaille) peut être réduite par l'adjonction de certains acides aminés essentiels sous forme pure (principalement la lysine, la méthionine et la thréonine) pour obtenir un régime protéinique idéal.

71. Pour le bétail nourri principalement au fourrage grossier (graminées, foin, ensilage, etc.) un certain excédent protéinique est souvent inévitable (surtout en été) du fait d'un déséquilibre entre l'énergie et les protéines chez les jeunes graminées. On pourrait réduire cet excédent en complétant la ration alimentaire par des éléments à plus faible teneur protéinique (le maïs ou le foin par exemple) ou en augmentant la proportion de concentrés dans la ration. Cette dernière option est limitée dans les régions à herbages, où le fourrage grossier est le seul aliment disponible localement.

72. Un dosage spécial des éléments présents dans les concentrés peut permettre de satisfaire les besoins des animaux en acides aminés avec un apport moindre en protéines brutes. Comme cette stratégie nécessite généralement des éléments particuliers, elle peut entraîner des dépenses supplémentaires et, dans bien des cas, il n'est pas possible de la recommander pour la majorité des exploitations car les éléments en question risquent de n'être disponibles localement qu'en quantité limitée. En outre, cette stratégie - particulièrement dans le cas des porcins - se trouvera souvent en concurrence avec l'utilisation des sous-produits de l'industrie alimentaire.

## B. Autres mesures

### Engrais minéraux

73. L'urée émet proportionnellement plus d'azote sous forme d'ammoniac que les autres engrais azotés minéraux. En remplaçant l'urée par d'autres engrais, on peut atteindre 90 % de réduction des émissions selon le substitut et les conditions climatiques et pédologiques. Cette opération peut être effectuée immédiatement sans restrictions majeures, et son efficacité est bien connue (catégorie 1).

### Pâturage

74. Souvent, l'urine des animaux en pacage s'infiltré dans le sol avant d'avoir pu se décharger de quantités importantes d'ammoniac. Les émissions d'ammoniac par tête sont donc plus faibles dans le cas de ces animaux que dans celui des bêtes logées dans des installations où les déjections sont recueillies, stockées et appliquées sur les terres. La réduction des émissions obtenue en prolongeant le pacage dépendra de la situation de référence (émissions provenant d'animaux hors pâturage, de la durée du pacage, du niveau de fumure du pâturage, etc. La possibilité d'augmenter la durée du pacage est souvent limitée par le type de sol, la topographie, la taille et la structure des exploitations (distances), les conditions climatiques et d'autres facteurs. Vu qu'elle est subordonnée aux conditions locales et vu également les incertitudes concernant d'autres émissions azotées, la solution consistant à allonger le temps de pacage doit être placée dans la catégorie 2 bien que son efficacité soit bien établie.

### Traitement du fumier et du lisier

75. Diverses options pour réduire les émissions par traitement du fumier et du lisier sont à l'étude ou à l'examen. Quelques solutions prometteuses sont présentées ci-après :

a) Compostage du fumier ou du lisier par adjonction de solides. Les résultats expérimentaux sont très variables et il arrive même qu'ils indiquent une augmentation des émissions;

b) Dénitrification contrôlée du lisier : d'après les expériences réalisées en installation pilote, on pourrait peut-être réduire les émissions d'ammoniac en transformant l'ammonium en azote par dénitrification contrôlée (en alternant les conditions aérobies et anaérobies). Cette opération nécessite un réacteur spécial. Il faudra étudier de façon plus approfondie l'efficacité et la fiabilité de ce système ainsi que ses effets sur d'autres émissions.

76. De façon générale, l'efficacité des différentes méthodes de traitement du fumier et du lisier devrait être étudiée dans les conditions propres au pays ou à l'exploitation. Il faudrait évaluer non seulement les émissions d'ammoniac, mais aussi les autres émissions, les flux des éléments fertilisants et l'applicabilité du système compte tenu des caractéristiques de l'exploitation. Du fait des incertitudes évoquées, ces mesures doivent dans l'ensemble être groupées dans la catégorie 2 ou 3.

### Utilisation du fumier et du lisier à des fins non agricoles

77. Les émissions d'origine agricole peuvent diminuer si le fumier et le lisier sont utilisés dans d'autres secteurs. Parmi les pratiques qui sont déjà courantes dans certains pays, on peut citer l'incinération des fientes et l'utilisation du fumier de cheval et de volaille dans les champignonnières. Le degré de réduction des émissions d'ammoniac dépend de la rapidité avec laquelle le fumier et le lisier sont enlevés de la ferme et de la manière dont ils sont traités. Une réduction globale des émissions ne pourra être obtenue que si cette utilisation ne génère pas elle-même des émissions importantes

(y compris des émissions de substances autres que l'ammoniac). Ainsi, l'utilisation du fumier en horticulture ou son exportation seront sans effet sur les émissions globales. D'autres questions environnementales doivent également être prises en considération. Par exemple, l'incinération de la litière des élevages avicoles constitue une source d'énergie renouvelable mais les éléments fertilisants présents dans la litière ne seront pas tous recyclés dans l'agriculture.

#### Incorporation d'additifs dans les aliments pour animaux ou dans le fumier et le lisier

78. Pour réduire les émissions d'ammoniac, on a suggéré une vaste gamme d'additifs à incorporer dans les aliments pour animaux ou dans le fumier et le lisier. Ces additifs visent, pour la plupart, à réduire la teneur ammoniacale ou le pH par des procédés chimiques ou physiques. Pour contribuer efficacement à la réduction des émissions d'ammoniac, ils doivent se rapprocher le plus possible de ces objectifs et être introduits au bon endroit dans le processus de gestion du fumier et du lisier. Comme la plupart des produits qui se trouvent dans le commerce n'ont pas été testés de façon indépendante ou que les résultats des essais effectués n'étaient ni significatifs sur le plan statistique ni reproductibles, on les groupera dans la catégorie 3.

### **VI. SOURCES FIXES D'ORIGINE NON AGRICOLE**

#### Production d'engrais azotés inorganiques, d'urée et d'ammoniac

79. Les plus importantes sources industrielles d'émissions d'ammoniac sont les usines d'engrais mixtes qui produisent du phosphate d'ammonium, des nitrophosphates et des engrais potassiques et composés et les usines d'engrais azotés qui fabriquent entre autres de l'urée et de l'ammoniac. La production de phosphate d'ammonium engendre les plus fortes émissions d'ammoniac du secteur. En effet, les émissions atmosphériques non contrôlées de cette source contiendraient 0,1 à 7,8 kg d'azote par tonne de produit.

80. La fabrication d'engrais azotés fait intervenir des installations produisant de l'ammoniac, de l'urée, du sulfate d'ammonium, du nitrate d'ammonium et/ou du nitrosulfate d'ammonium. L'acide nitrique utilisé dans ce processus est généralement produit sur place. C'est lorsque l'acide nitrique est neutralisé par l'ammoniac anhydre que de l'ammoniac est particulièrement susceptible de se dégager. L'épuration par voie humide permet de ramener les concentrations à 35 mg NH<sub>3</sub> [- N ?]/m<sup>3</sup> [d'air] voire à un niveau inférieur. Les facteurs d'émission des installations convenablement exploitées se situeraient dans la fourchette de 0,25 à 0,5 kg NH<sub>3</sub>/tonne de produit.

81. Les dispositifs antipollution supplémentaires autres que les épurateurs-laveurs, les cyclones et les dépoussiéreurs à manche, qui font partie intégrante de la conception et du fonctionnement des installations, ne sont généralement pas obligatoires pour les usines d'engrais mixtes. De façon générale, on peut parvenir à une valeur limite de 50 mg NH<sub>3</sub> - N/m<sup>3</sup> en optimisant la récupération des produits et en ramenant au minimum les émissions dans l'atmosphère grâce au bon entretien et au bon fonctionnement des dispositifs antipollution.

82. Dans une installation convenablement exploitée, la fabrication d'engrais NPK par les filières nitrophosphates ou acides mixtes se solde par des émissions de 0,3 kg/t de NPK produit, soit 0,01 kg/t de NPK en poids d'azote. Cependant, les facteurs d'émission peuvent être très variables selon la qualité de l'engrais produit.

83. Les émissions d'ammoniac provenant de la production d'urée correspondent aux rejets des opérations d'absorption au niveau de la récupération (0,1-0,5 kg NH<sub>3</sub>/t de produit), de la concentration (0,1-0,2 kg NH<sub>3</sub>/t de produit), du perlage (0,5-2,2 kg NH<sub>3</sub>/t de produit) et de la granulation (0,2-0,7 kg NH<sub>3</sub>/t de produit). La tour de grelonage est une source de poussière d'urée (0,5-2,2 kg NH<sub>3</sub>/t de produit), tout comme le granulateur (0,1-0,5 kg/t de produit en poids de poussière d'urée).

84. Dans les usines de production d'urée, on utilise des épurateurs-laveurs par voie humide ou des filtres en tissu pour piéger les émissions fugaces provenant des tours de grelonage et des opérations d'ensachage. Ces dispositifs antipollution, qui sont analogues à ceux qui sont installés dans les usines d'engrais mixtes, font partie intégrante du matériel de captage. Dans de bonnes conditions de fonctionnement, les nouvelles usines de production d'urée peuvent parvenir à respecter des limites d'émission de particules inférieures à 0,5 kg/t de produit pour l'urée comme pour l'ammoniac).

85. Il convient de noter que les émissions mesurées d'ammoniac risquent d'être supérieures aux résultats des calculs fondés sur les facteurs d'émission. Dans certains pays, ces émissions peuvent être réglementées par des textes tels que la Directive du Conseil de l'Union européenne relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, qui exigent l'application des meilleures techniques disponibles pour prévenir ou limiter les émissions dans l'air, les sols et l'eau.

#### **VII. CALCUL DU COÛT UNITAIRE DES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS D'AMMONIAC DANS L'AGRICULTURE**

86. Les coûts présentés dans le présent document reposent sur les hypothèses suivantes :

a) Coûts pour le Royaume-Uni : On a pris comme année de référence 1998; le taux de change était alors de 1,548 écu pour une livre. On a appliqué un taux d'amortissement de 6 % sur cinq ans pour les machines et de 6 % sur 10 ans pour les bâtiments et autres constructions.

b) Coûts pour les Pays-Bas : On a pris comme année de référence 1998; le taux de change était alors de 0,45 écu pour un florin. En ce qui concerne les machines, on a retenu une période d'amortissement de 8 ans et un taux d'intérêt de 6 % et de 2,5 % pour l'entretien. Dans le cas des bâtiments et autres constructions la période d'amortissement est de 20 ans et le taux d'intérêt de 6 % et de 1 % pour l'entretien. Pour calculer le coût des équipements, on a opéré une subdivision plus poussée en fonction du type d'équipement, mais en moyenne la période d'amortissement est de 15 ans

(fourchette : 8 à 20 ans) et le taux d'intérêt de 6 % et 2,5 % pour l'entretien (fourchette : 1 à 5 %). La méthode de calcul appliquée est exposée plus en détail ci-après.

87. Introduction. Le calcul du coût national de la mise en oeuvre de mesures de réduction des émissions d'ammoniac comprend deux phases distinctes :

a) Le calcul du coût unitaire de chacune des mesures de réduction possibles;

b) L'utilisation du coût unitaire par le modèle RAINS ou un autre modèle d'évaluation intégrée.

La méthode correspondant à la première phase susmentionnée est décrite dans le présent chapitre.

88. Avant de procéder à une analyse quantitative des incidences de l'adoption de mesures de réduction des émissions d'ammoniac, il importe de bien connaître :

Les pratiques d'élevage courantes au cours de l'année de référence;

Les effets que les mesures de réduction auront sur ces pratiques, sur les rendements physiques et sur la gestion.

Les mesures de réduction peuvent induire des changements qui dépassent le cadre de l'exploitation agricole ou de la propriété foncière. C'est ainsi que les pouvoirs publics pourraient envisager d'accorder des subventions pour aider les exploitants qui doivent faire des investissements ou les entreprises prestataires spécialisées dans les machines agricoles qui ont besoin de renouveler leur équipement. Dans le contexte de la modélisation de l'évaluation intégrée, il est nécessaire de considérer les coûts au niveau national.

89. Calcul du coût unitaire des différentes mesures de réduction

Pour calculer de manière uniforme les coûts des mesures de réduction au niveau national, il faudrait procéder comme suit. L'énoncé de la procédure conseillée est assorti de notes explicatives et d'exemples.

Étape	Description
1.	<b>Objectif</b> Dresser la liste de toutes les mesures possibles en les regroupant par système.
Méthode	<i>Classer les mesures suivant le type de bâtiment d'élevage, de technique de stockage et de technique d'épandage du fumier et du lisier.</i>
2.	<b>Objectif</b> Déterminer les incidences de chaque mesure notamment sur les exploitants agricoles.

- Méthode *Bien comprendre les systèmes d'exploitation actuels et définir les changements découlant de la mise en oeuvre des mesures de réduction.*
- Pour chaque mesure déterminer les secteurs dans lesquels les changements entraîneront des coûts.*
- Déterminer les secteurs dans lesquels les changements peuvent être financièrement avantageux.*
3. **Objectif** Distinguer les mesures qui nécessitent des dépenses d'équipement de celles qui entraînent seulement des frais annuels.
4. **Objectif** Déterminer les dépenses d'équipement nécessaires pour mettre en oeuvre chacune des mesures recensées à l'étape 3.
- Méthode *Distinguer les mesures qui peuvent être mises en oeuvre moyennant des réaménagements de celles qui exigent le remplacement total des installations.*
- Calculer le coût d'investissement unitaire pour chaque élément. Il faudrait toujours utiliser, s'ils sont disponibles, les coûts nationaux. À défaut, on utilisera les coûts internationaux.*
5. **Objectif** Calculer le coût unitaire supplémentaire annuel de chaque mesure nécessitant des dépenses d'équipement.
- Méthode *La charge annuelle correspondante est calculée en amortissant le coût d'investissement sur la durée utile de l'équipement. Le taux d'intérêt utilisé à cet effet est le taux standard de la CEE-ONU (4 %).*
- Pour obtenir le coût supplémentaire annuel de l'investissement on ajoutera à cette charge les frais d'exploitation annuels appropriés.*
- Si les actifs existants sont remplacés avant d'être arrivés au terme de leur vie utile, il faudra tenir compte de toutes les incidences que cela peut avoir sur les coûts.*
- Diviser le coût net par le rendement annuel afin d'obtenir le coût unitaire annuel.*
6. **Objectif** Calculer le coût unitaire supplémentaire annuel des mesures qui ne nécessitent pas de dépenses d'équipement.
- Méthode *Calculer le coût unitaire de la mise en oeuvre de la mesure et soustraire le montant des économies réalisées du fait de l'abandon de la pratique actuelle pour obtenir le coût net.*

*Utiliser les coûts nationaux de préférence aux coûts internationaux.*

*Tenir compte de tout avantage découlant des mesures adoptées, par exemple diminution de la quantité d'engrais à utiliser.*

---

Notes explicatives

- On peut prendre comme unité la tête de bétail pour les systèmes d'élevage ou bien le mètre cube ou la tonne pour le fumier et le lisier. Dans le cas du bétail, le chiffre par tête est calculé en fonction du cheptel annuel moyen. Dans la plupart des systèmes d'élevage, le taux d'occupation est inférieur à la capacité théorique des locaux.
- Lorsque l'on envisage d'apporter des modifications à des bâtiments et autres équipements fixes, deux options doivent être étudiées :
  - i) le remplacement des installations existantes et les coûts supplémentaires correspondants,
  - ii) la modification des installations existantes.
- Le choix dépendra de l'état des bâtiments et de la mesure dans laquelle ceux-ci se prêtent à des modifications, ce qui, normalement, est directement fonction de leur ancienneté et de la durée de vie utile qu'il leur reste. Seuls les investissements supplémentaires nécessaires pour mettre en place les équipements en rapport avec la capacité de réduction des émissions des bâtiments devraient être chiffrés. Par exemple, lorsque l'on envisage de réaménager un bâtiment, on devrait calculer l'investissement à réaliser pour procéder à ce réaménagement puis déterminer, en fonction de la durée utile du bâtiment réaménagé, le coût annuel correspondant par tête de bétail. Pour déterminer le coût de remplacement des installations existantes, il est nécessaire de déduire la fraction du coût qui se rapporte à des éléments n'ayant aucune incidence sur la capacité de réduction des émissions. Ajouter au chiffre obtenu une provision pour toute variation des frais d'exploitation. (Voir l'exemple 3).
- Le calcul du coût annuel qu'implique un programme d'investissement continu, tel qu'un programme de remplacement des bâtiments, doit correspondre aux hypothèses concernant le calendrier de réduction des émissions.
- Pour les actifs de remplacement, il faudrait tenir compte également de la fraction du coût des actifs remplacés restant à amortir, déduction faite du produit d'une éventuelle cession.
- En ce qui concerne l'installation de couvercles provisoires sur les enceintes de stockage du lisier, on peut normalement calculer le coût annuel de ce type de mesure en divisant le coût initial du couvercle par sa durée de vie utile. Pour le changement de technique d'épandage, il faudrait se baser sur la fraction non amortie du coût d'acquisition de la machine

majorée d'une provision pour frais de réparation annuels. Les coûts de main-d'oeuvre à ajouter devraient être en rapport avec le rendement de la machine. Il faudrait ensuite diviser le coût annuel total par le rendement pour obtenir le coût unitaire. La déduction du montant des économies éventuellement réalisées permettrait d'obtenir le coût unitaire annuel net. Les exemples 1 et 2 montrent comment appliquer cette méthode. Les hypothèses concernant le calendrier des modifications doivent correspondre à celles relatives à la réduction des émissions.

#### Exemples

90. Les exemples suivants sont tirés des calculs des coûts récemment effectués au Royaume-Uni et sont donnés à titre purement indicatif.

#### **Exemple 1. Calcul du coût supplémentaire lié à la mise en oeuvre d'une technique d'enfouissement - Aucune dépense d'équipement**

##### Enfouissement du fumier

Pour enfouir le fumier, il est nécessaire dans bien des cas de faire appel à des entreprises prestataires spécialisées, l'ensemble du personnel de l'exploitation et des machines étant occupé à d'autres tâches. L'enfouissement se fait en règle générale par labourage. Cette façon de procéder entraînera une très légère diminution des coûts puisque l'opération n'aura pas à être effectuée ultérieurement par le personnel de l'exploitation. Selon le Code des bonnes pratiques agricoles du Royaume-Uni, la quantité de fumier appliqué ne doit pas représenter plus de 250 kg d'azote total à l'hectare par an.

#### **Coûts supplémentaires**

	Unité	Coût supplémentaire (en livres)	Économies réalisées (en livres)
<u>Coût du labourage</u>			
<u>Recours à une entreprise spécialisée</u>	ha	40	
Économies réalisées en moyenne par l'exploitant agricole :			
Carburant	ha		3
Réparations	ha		3
Coûts nets	ha	34	

**Fumier et lisier de porc**

	Unité	Nombre	Coût en livres
<u>Taux d'application</u>			
Fumier et lisier de porc	kg N/tonne tonne/ha	7 36	
<u>Coût</u>			
Total	ha tonne		34 0,95

**Exemple 2. Calcul des coûts supplémentaires liés à l'acquisition d'une machine**

Méthodes d'application très performantes (injection)

Le lisier sera injecté là où les conditions le permettent. Les coûts supplémentaires sont liés à l'acquisition d'un dispositif d'injection à fixer soit sur la cuve soit sur le tracteur. Le coût de ce matériel varie entre 3 500 livres pour les terres arables et 8 000 livres pour les pâturages. Une puissance de traction supplémentaire d'environ 35 kW est nécessaire. Cette méthode permet d'injecter quelque 14 m<sup>3</sup> contre 17 m<sup>3</sup> (2 charges et demie de 7 m<sup>3</sup> à l'heure) avec une cuve et un dispositif assurant la distribution par projection. On est parvenu à ce résultat en supposant que la durée de l'opération qui est de six minutes avec le dispositif de distribution par projection serait portée à 12 minutes en cas d'injection. L'investissement est amorti sur cinq ans au taux de 4 %.

**Coûts supplémentaires**

	Unité	Nombre	Coût (en livres)
<u>Tracteur</u>			
Puissance supplémentaire nécessaire	kW/h	35	
Coût de l'augmentation de la puissance	£/heure		3
Coût supplémentaire du tracteur	m <sup>3</sup>		0,30
<u>Main-d'oeuvre</u>			
Coût horaire	£/heure		6,10
Coût supplémentaire	m <sup>3</sup>		0,10
<u>Dispositif d'injection</u>			
Coût (moyen)			6 000
Durée de vie utile	années	5	
Rendement	m <sup>3</sup> /an	2 000	
<u>Coût annuel</u>			
Coût annuel de l'investissement	m <sup>3</sup>		0,68
Réparations au taux de 5 %	m <sup>3</sup>		0,15

**Exemple 3. Calcul des coûts supplémentaires liés à la modification des bâtiments**

Installation de conduits d'air dans les poulaillers à fosse profonde

Un simple conduit d'air en polyéthylène est installé dans la fosse sous les fientes. Le développement de ce système est proposé par l'ADAS. D'après les estimations, ce système qui peut être installé dans les élevages en cages sans plateau à déjections serait applicable à 20 % de l'effectif des poules pondeuses. Il induit des frais d'exploitation supplémentaires. L'investissement que nécessite sa mise en place est amorti sur 10 ans au taux de 4 %.

Poulaillers surélevés

On peut préférer les poulaillers surélevés aux poulaillers à fosse profonde. Ce type d'installation n'induit aucun frais d'exploitation supplémentaire. L'investissement lié à la construction de bâtiments neufs est amorti sur 20 ans au taux de 4 %.

**Coûts supplémentaires liés à la modification du système de ventilation d'une fosse profonde**

	Unité	Coût (en livres)
<u>Données de base</u>		
Investissement supplémentaire	espace disponible par animal	0,20
Frais d'exploitation sur un an	espace disponible par animal	0,10
<u>Coûts annuels</u>		
Coût annuel de l'investissement	espace disponible par animal	0,02
Frais d'exploitation	espace disponible par animal	0,10
Total	espace disponible par animal	0,12

**Coûts supplémentaires des installations surélevées (par rapport aux systèmes à fosse profonde)**

	Unité	Coût (en livres)
<u>Données de base</u>		
Investissement supplémentaire	espace disponible par animal	2,00
Frais d'exploitation sur un an	espace disponible par animal	néant
<u>Coûts annuels</u>		
Coût annuel de l'investissement	espace disponible par animal	0,15
Frais d'exploitation	espace disponible par animal	néant
Total	espace disponible par animal	0,15