

RAPPORT D'ÉTUDE

15 /11/2005

N° DRC-05-55897-AIRE n° 616-KAd

## **Produits de désodorisation**

**Etude bibliographique – Protocoles d'évaluation  
de leur efficacité**



## **Produits de désodorisation**

Etude bibliographique – Protocoles d'évaluation de leur efficacité

MEDD  
DPPR / SEI  
20, avenue Ségur  
75302 PARIS 07SP

Client (ministère, industriel, collectivités locales) : MEDD

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Karine ADAM

## PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	K.ADAM	S.COLLET	J.POULLEAU
<b>Qualité</b>	Ingénieur AIRE	Ingénieur AIRE	Adjoint au Responsable AIRE
<b>Visa</b>			

## TABLE DES MATIERES

<b>1. UNITES DE MESURES .....</b>	<b>6</b>
<b>2. RESUME.....</b>	<b>7</b>
<b>3. INTRODUCTION .....</b>	<b>8</b>
<b>4. TERMES ET DEFINITIONS.....</b>	<b>9</b>
<b>5. TYPES DE PRODUITS COMMERCIALISÉS.....</b>	<b>11</b>
<b>6. OBJECTIFS D'UTILISATION.....</b>	<b>12</b>
6.1 Utilisations en bâtiment .....	13
6.2 Utilisations en unités de stockage en extérieur .....	13
6.3 Utilisations a l'épandage .....	14
<b>7. MODE D'APPLICATION .....</b>	<b>14</b>
7.1 Brumisation, micronisation .....	14
7.2 Produits à épandre en bâtiment .....	15
7.3 Ajout aux déchets / solution liquides (additifs).....	15
7.4 ajout en amont .....	16
<b>8. EFFICACITÉ.....</b>	<b>16</b>
8.1 Réduction des emissions de polluants .....	16
8.1.1 Action sur l'H <sub>2</sub> S.....	16
8.1.2 NH <sub>3</sub> .....	18
8.1.3 Acides gras volatils, bioaérosols.....	19
8.2 Reduction de la perception olfactive .....	21
8.2.1 Efficacité vis à vis de la liquéfaction des lisiers.....	24
<b>9. PROPOSITION DE PROTOCOLES D'EVALUATION .....</b>	<b>24</b>
9.1 Préconisations – remarques générales.....	25
9.2 Traceurs sélectionnés .....	25
9.3 Efficacité attendue.....	25
9.4 Traitement lors de l'épandage :.....	26
9.4.1 Paramètres de mesures .....	26
9.4.2 Constats .....	28
9.4.3 Choix des traceurs :.....	29

9.4.4	Protocole propose :	29
9.4.4.1	Pulvérisation dans l'air ambiant	30
9.4.4.1.1	Efficacité vis à vis d'H <sub>2</sub> S et NH <sub>3</sub>	30
9.4.4.1.2	Efficacité vis à vis des odeurs	31
9.4.4.1.3	Rapport	32
9.4.4.2	epandage du produit suite à l'épandage du lisier	32
9.4.4.2.1	Efficacité vis à vis de l'H <sub>2</sub> S et NH <sub>3</sub>	32
9.4.4.2.2	Efficacité vis à vis des odeurs	33
9.4.4.2.3	Rapport	33
9.4.4.3	Ajout au niveau de la fosse ou au moment du pompage par la tonne à lisier	34
9.5	Sources de grandes surfaces	34
9.5.1	Paramètres influençant l'efficacité	34
9.5.2	Protocole d'évaluation de l'efficacité des produits	34
9.5.2.1	efficacité vis à vis de polluants odorants émis par le site	34
9.5.2.2	Efficacité vis à vis des odeurs	35
9.5.2.3	Rapport	35
9.6	Bâtiments d'élevage	36
9.6.1	Paramètres à considérer	36
9.6.2	Protocole propose	37
9.6.3	Evaluation de l'efficacité vis à vis des tiers ou du personnel	37
9.6.3.1	Efficacité vis à vis des riverains	38
9.6.3.2	Efficacité vis à vis du personnel	38
9.6.4	Pulvérisation dans l'air du bâtiment	38
9.6.4.1	Efficacité vis à vis de l'H <sub>2</sub> S et de NH <sub>3</sub>	38
9.6.4.2	Efficacité vis à vis des odeurs	38
9.6.4.3	Rapport	39
9.6.5	Ajout aux déjections entreposés dans la pré-fosse ou epandage sur les caillebotis et les litières	39
9.6.5.1	Efficacité vis à vis d'H <sub>2</sub> S et NH <sub>3</sub>	39
9.6.5.2	Efficacité vis à vis des odeurs	40
9.6.5.3	Rapport	40
9.7	Fosses de stockage	41
9.7.1	Paramètres à considérer	41
9.7.2	Protocole d'évaluation de l'efficacité	42
9.7.2.1	efficacité vis à vis de H <sub>2</sub> S et NH <sub>3</sub>	42

9.7.2.2 Efficacité vis à vis des odeurs .....	43
9.7.2.3 Rapport .....	43
9.8 Conclusions pour les agents désodorisants .....	43
<b>10. EVALUATION DES AGENTS MASQUANTS .....</b>	<b>43</b>
<b>11. CONCLUSIONS.....</b>	<b>44</b>
<b>12. LISTE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>45</b>
<b>13. ANNEXES.....</b>	<b>46</b>

## **1. UNITES DE MESURES**

ppm : partie par million : 1 volume dans  $10^6$  volume de gaz ;

ppb : partie par billion : 1 000 fois plus faible qu'un ppm ;

L.min<sup>-1</sup> : litre par minute ;

m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> : mètre cube par heure ;

m.s<sup>-1</sup> : mètre par seconde ;

UFC/m<sup>3</sup> : unité formant une colonie par mètre cube d'air : dénombrement des cellules, bactéries ou parasites viables ;

uo.m<sup>-3</sup> : unité d'odeur européenne par mètre cube d'air : unité pour l'expression de la concentration odorante.



## **2. RESUME**

Pour réduire les émissions malodorantes, plusieurs solutions curatives de traitement sont développées. Une solution alternative dont les coûts sont supposés être réduits comparé aux autres modes de traitements définitifs, consiste en l'emploi de produits de désodorisation. Ces derniers connaissent différents modes d'application : la pulvérisation dans l'air ambiant, l'ajout aux déchets à traiter ou l'épandage sur les sols. Leurs domaines d'application sont de plus en plus étendus, que ce soit pour un traitement sur une période donnée, objectif initial de leur mise sur le marché, ou que ce soit pour un traitement sur de longues durées.

La présente étude est en premier lieu une bibliographie des produits de désodorisation. Des protocoles d'évaluation des produits sont ensuite proposés. En effet, peu de fournisseurs proposent un rendement d'efficacité des produits qu'ils commercialisent. La majorité des documents publiés sur ce sujet proviennent du secteur de l'élevage et particulièrement de l'Institut Technique du Porc (ITP) en France. Dans la littérature internationale, peu de publications ont été recensées. Seul le Canada affiche la volonté d'évaluer l'efficacité des produits de désodorisation utilisés lors de l'épandage et du stockage des lisiers.

Ce document commence par une proposition de classification des produits de désodorisation en fonction du type (masquant, neutralisant) et du mode d'action (biologique, chimique, adsorption,...). A partir des éléments recueillis dans la bibliographie, nous proposons des méthodes d'évaluation de l'efficacité des agents neutralisants. Ces méthodes guident l'utilisateur en recensant les paramètres qu'il faut prendre en compte en fonction des domaines d'application de ces produits. Pour chaque mode d'application (pulvérisation, ajout, épandage,...) et en fonction des secteurs d'utilisation (durant l'épandage de lisier ou de boues, en bâtiment, en fosse de stockage), plusieurs protocoles peuvent être sélectionnés en fonction des paramètres d'évaluation. Deux paramètres sont ciblés : l'odeur et les polluants émis. Deux polluants sont particulièrement recherchés : l'hydrogène sulfuré et l'ammoniac. Les protocoles présentés sont simples, limités en coût et basés sur des essais déjà réalisés par les laboratoires ou susceptibles de l'être. La rédaction de ces protocoles s'est heurtée à plusieurs difficultés : le choix entre des mesures sur site et des mesures en laboratoire, la validation de ces essais. Les mesures sur site sont réalisées dans les conditions météorologiques et d'exploitation du site. Elles sont représentatives de la réalité des émissions pour ces conditions particulières. Les essais effectués en laboratoire sont souvent critiqués en raison de la difficulté d'obtenir un échantillon de référence. Par contre, seules les mesures en laboratoire sont répétables et reproductibles. Donc, sur ces études, on est amené à choisir entre :

- des essais plus réalistes mais délicats à mettre en œuvre pour lesquels les résultats sont difficiles à valider voire à interpréter en raison des variations météorologiques même sur une journée et,
- des essais dans des conditions maîtrisées et dont les résultats obtenus sont comparables mais pas forcément représentatives de la réalité.

C'est pourquoi, seuls les riverains, dans le cadre de la gestion des plaintes, peuvent valider l'efficacité d'un produit sur un site donné (spécificités géographiques, météorologiques) et dans les conditions d'utilisation réelles du produit par l'éleveur (dilution du produit, durée et fréquence d'application,...).

Ces propositions d'étude ciblent les produits susceptibles d'être employés et qui ne sont soumis à aucune réglementation particulière. Dans ce contexte, les agents biologiques ne sont pas directement concernés car les bactéries présentes sont contrôlées avant d'être mises en contact avec les animaux. En effet, une étude ADEME montre qu'ils sont conçus pour activer ou provoquer certaines réactions biologiques naturelles.

Nous avons pensé réaliser une étude économique afin d'évaluer les coûts engendrés par l'emploi de tels produits. Malheureusement, compte tenu du manque d'informations, nous ne sommes pas en mesure de fournir une estimation opérationnelle.

Ce document ne traite pas de l'impact des produits de désodorisation sur la santé, qui est traité dans un autre rapport de l'INERIS, référencé DRC-05-45955-ERSA-LDe n°34.

### **3. INTRODUCTION**

Pour réduire les émissions odorantes, plusieurs solutions curatives peuvent être proposées : adsorption, absorption, condensation, oxydation, biofiltration, etc.. Ces procédés impliquent la captation de l'air vicié et leur mise en œuvre dépend des polluants à traiter, de leurs teneurs et de leurs variabilités temporelles.

Soulignons qu'il est difficile d'adapter et de mettre en œuvre des techniques de traitement d'air efficaces :

- lorsque les polluants émis sont de natures et de teneurs variables au cours du temps en raison de la nature et de l'état de décomposition des produits entrants
- lors de pics d'émissions liés à des opérations ponctuelles.

Une solution alternative est l'utilisation de produits de désodorisation. Cette technique est présentée aux industriels et aux éleveurs comme économiquement viable (pour une utilisation ponctuelle) comparativement à l'investissement nécessaire pour la mise place d'un système de traitement d'air.

Devant la multitude de produits de désodorisation présents sur le marché et du manque d'informations quant à leur efficacité vis à vis des nuisances olfactives et leur innocuité pour l'homme et les animaux, il semble difficile pour les pouvoirs publics et les exploitants de se prononcer sur l'intérêt de telles techniques. Aujourd'hui ces produits ne nécessitent pas d'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) et les consommateurs sont alors laissés seuls face aux arguments des fabricants.

Ce document a pour objectif de présenter les familles de produits sur le marché, un état de l'art de leurs applications et de recenser les études réalisées en vue d'évaluer leur efficacité. Même si la demande initiale ne concernait que

l'évaluation de l'efficacité des produits employés lors de l'épandage des effluents d'élevage, nous avons élargi le champ d'investigation en accord avec le MEDD. Nous proposons donc également des protocoles d'évaluation lors de l'utilisation en bâtiment et lors de stockage en fosses. La majorité des documents publiés sur ce sujet concerne l'élevage en général et l'élevage de porcs en particulier. Pourtant les consignes et les paramètres importants à prendre en compte pour évaluer l'efficacité des produits sont applicables à d'autres secteurs industriels.

Etant donné la multitude de produits et de dénominations rencontrées, nous commençons ce document par une proposition de définition basée sur le type de produit associé à son action.

#### **4. TERMES ET DEFINITIONS**

Une classification des différents types de produits, basée sur différentes références (Bouzalakos, 2003 ; Guiguand et al, 2000 ; Massé et al, 2004) est présentée ci-après. Ils ont été classés par type de produits puis par mode d'action.

##### **Les types de produits :**

- les agents **masquants**, comme leur nom l'indique, masquent une odeur désagréable par une odeur agréable. Aucune réaction chimique ne se produit avec les polluants malodorants et l'odeur résultante du mélange est souvent plus importante que celle de la source même si la perception est plus agréable. Il s'agit de mélanges d'huiles aromatiques ou de parfum contenant un alcool. L'alcool permettrait, selon les fabricants, d'éliminer les bactéries indigènes responsables de la production d'odeurs.

De nombreuses dénominations génériques de produits sont utilisées dans les diverses publicités ou articles. Le terme de surodorant est par exemple utilisé pour un produit à base de substances et de parfums. Dans ce cas, il ne s'agit pas seulement d'ajouter une fragrance mais plutôt d'autres composés odorants. Dans certains cas, des réactions chimiques mineures sont susceptibles de se produire avec les polluants malodorants.

On peut considérer que les agents masquants et les surodorants sont des agents de même nature et d'efficacité similaire.

- les agents **neutralisants le système olfactif** : molécule susceptible de monopoliser les sites actifs de la perception olfactive au détriment des molécules qui induisent une odeur gênante. Ces produits peuvent donner lieu à des phénomènes de synergie ou d'inhibition entre différentes molécules mises en présence pouvant aboutir à la perception d'une odeur différente. Localement une mauvaise odeur peut être masquée mais après dispersion des gaz dans l'atmosphère, les molécules odorantes plus tenaces pourront de nouveau être perçues. (ITP, 1993). Les interactions entre les composants odorants, synergie et inhibition pourraient constituer des modes de désodorisation intéressants. Actuellement, il est difficile de prévoir ces réactions pour des mélanges de polluants. Par contre, il a été constaté que les

molécules à exposant de Stevens fort et faible présentent de fortes interactions mutuelles.<sup>1</sup>

- les agents **désodorisants ou réducteurs d'odeur (souvent nommés neutralisants)** : les désodorisants réagissent chimiquement avec les molécules gazeuses malodorantes ou agissent chimiquement ou biochimiquement sur la masse de déchets afin de réduire les émissions odorantes. Ils peuvent être sous forme liquide ou solide. Les désodorisants liquides peuvent être atomisés directement dans les vapeurs odorantes ou aspergés sur les déchets. Les agents solides sont épandus directement sur les déchets. D'une façon générale, les désodorisants atomisés dans les vapeurs odorantes attirent et emprisonnent les molécules à l'intérieur des gouttelettes. Ceux qui sont épandus sur les déchets agissent plutôt sur la biomasse.

Les réactions *chimiques* peuvent limiter la formation et l'émission des substances odorantes et modifier leur composition. Dans certains cas, une réaction d'oxydation transforme les composés odorants en composés inodores. Certains agents de désodorisation présentent des compositions très similaires à celles rencontrées pour les agents masquants mais contiennent généralement en supplément des tensioactifs qui participent à la solubilisation des polluants.

Les désodorisants *biologiques* peuvent agir à deux niveaux :

- soit en favorisant la croissance de certaines bactéries qui dégradent la matière organique en substance inodore
- soit en tuant les bactéries indigènes.

Les désodorisants biologiques épandus sur les déchets libèreraient des agents actifs (diffusion par volatilisation) susceptibles de dégrader les molécules odorantes, directement à l'intérieur des déchets, après leur émission par les bactéries. Il y aurait donc une transformation de la matière organique par les bactéries (certaines substances gazeuses sont odorantes) suivi de l'émission de ces gaz par les bactéries puis la dégradation des gaz odorants par les agents actifs du désodorisant et enfin des émissions de gaz inodore par la masse des déchets.

Remarque : nous ne considérerons par la suite que les désodorisants ayant une action chimique ou biologique. En effet, il existe très peu d'informations et de connaissances scientifiques sur les neutralisants du système olfactif. Les phénomènes mis en jeu sont difficiles à prévoir dans le cas du mélange de plusieurs polluants. De plus, ces phénomènes sont actuellement peu utilisés comme argument de vente.

---

<sup>1</sup> L'intensité perçue est liée à la concentration émise :  $I = k C^n$ , où I : intensité odorante ; C la concentration chimique du produit pur ; k une constante dépendant du polluant et n le coefficient de Stevens variable selon les substances et compris entre 0,1 et 1.

### **Les modes d'actions :**

- Les agents surfactants sont généralement présentés en solution aqueuse. Ces solutions d'absorption contiennent des tensioactifs permettant d'augmenter la solubilité dans l'eau. Ils peuvent appartenir aux agents masquants ou désodorisants présentés précédemment.
- Les agents biologiques : enzymes favorisant la croissance de certaines bactéries aux dépens des bactéries indigènes. Ainsi dans le cas du lisier, lorsqu'elles réussissent à supplanter la flore indigène, une transformation en substances non odorantes et en micro-organismes s'opère.
- Agents oxydants : oxydants puissants ou germicides qui éliminent les microorganismes indigènes du lisier et mettent fin à la production des composés odorants.
- Agents adsorbants : produits avec un rapport surface / volume très élevé. Cette caractéristique permet aux produits de piéger notamment les composés odorants, d'une manière plus ou moins spécifique.
- Agents chimiques : ces produits permettent entre autre de réguler le pH du déchet. Ils doivent permettre par réaction chimique avec les polluants susceptibles d'être odorants de former des produits avec des caractéristiques différentes (moins volatils, moins odorants) ou de limiter le transfert des composés organiques volatils (COV) de la phase liquide à l'air ambiant.

## **5. TYPES DE PRODUITS COMMERCIALISES**

La liste des produits présentée ne prétend pas être exhaustive, il s'agit uniquement de montrer quelques produits par type de compositions pour des applications a priori similaires.

Nous avons ici recensé les compositions basiques décrites pour les produits commercialisés. Des exemples de produits et leur utilisation sont présentés en annexe 1.

**Les produits aromatiques, à base d'huiles essentielles** sont souvent utilisés comme désodorisation d'ambiance (masquants voire désodorisant). Ces produits peuvent être employés à l'épandage (Guiguand et Loiseau, 2000). Présentés sous forme liquide, ils peuvent être ajoutés dans la fosse de stockage des lisiers, juste avant le pompage, ou incorporés directement dans la tonne à lisier. Ils sont généralement utilisés purs.

**Les produits à base de microorganismes** sont souvent utilisés comme additifs au lisier (Guiguand et al, 2004). Une étude ADEME montre que les agents désodorisants biologiques sont conçus pour activer ou provoquer certaines réactions biologiques naturelles. Ils contiennent de façon presque constante :

- des *micro-organismes* (bactéries ou champignons) en nombre et de souches variables selon les produits. Ils sont destinés :

- soit à générer une nouvelle réaction biologique par leur présence même, en grande quantité, et après compétition microbienne avec la microflore en place
- soit à induire la formation spontanée d'une nouvelle microflore par constitution d'un milieu favorable (mise en place d'enzymes et de facteurs de croissance dans le milieu susceptibles de favoriser l'action de certaines souches). C'est le cas le plus fréquent avec des champignons et des enzymes cellulolytiques pour la réduction des pailles dans le lisier ou des graisses.

On parle parfois de liquéfaction par « hydrolyse enzymatique »

- des *enzymes* (de façon inconstante), qui auraient pour but de favoriser la croissance des souches ajoutées
- un *support* liquide ou solide dont l'action peut être :
  - limitée à l'effet de masse et l'apport d'oligo-éléments ou d'éléments nutritifs nécessaires au développement des souches (ex : supports à base d'algues)
  - prépondérante : apport d'énergie nécessaire aux micro-organismes anaérobies sous forme de sulfate de fer, apport d'oxygène dans les microporosités de supports calcaires, développement d'une réaction chimique ou physique capable de transformer le milieu et de favoriser la croissance d'une microflore spontanée inhibée auparavant (carbonates et apports d'ions calcium et magnésium, augmentation des capacités d'échange ioniques en biofixation avec les zéolites et autres argiles et résines)

**Les produits à base minérale** sont souvent employés au niveau du lisier ou épandus sur le caillebotis.

**Les produits à base végétale** sont souvent utilisés comme additifs aux lisiers pour limiter les émissions malodorantes et améliorer la liquéfaction des lisiers.

**Les agents adsorbants** sont souvent utilisés comme additifs alimentaires ou pour les litières et les lisiers.

**Les agents chimiques et les « divers »** dont la composition est inconnue peuvent être utilisés dans tous les modes d'applications.

## **6. OBJECTIFS D'UTILISATION**

Une étude réalisée dans le domaine de l'élevage (Guiguand et Loiseau, 2000) recense 78 produits utilisables pour les 2/3 en bâtiment alors que l'emploi du 1/3 restant est partagé entre une utilisation en fosses de stockage à l'extérieur et en épandage.

A titre d'exemple, les canadiens (Choinière et al.) ont analysé les plaintes des riverains d'unités de production porcine. Selon Agriculture et Agroalimentaire Canada, elles proviennent des bâtiments agricoles (10%), des structures d'entreposage (20%) et des activités d'épandage (70%). Pour les bâtiments, la

diminution des odeurs peut se faire par une meilleure régie et/ou en évacuant le plus tôt possible le lisier. L'emploi de couvertures et/ou d'additifs pour les fosses d'entreposage diminue les odeurs de 50 % à près de 100 %. L'épandage reste le point névralgique.

## **6.1 UTILISATIONS EN BATIMENT**

Ce mode de traitement est couramment utilisé dans les élevages en raison des coûts mais également en raison du manque de solutions de traitements curatifs classiques adaptées.

Plusieurs modes d'action peuvent être proposés : diffusion par voie aérienne, ajout au lisier (fosses) voire épandage sur le caillebotis ou la litière. La majorité des produits proposés dans les élevages sont des produits biologiques, à base minérale et à base végétale. Ces produits sont souvent utilisés pour la valorisation et la liquéfaction des lisiers.

Dans le cas des élevages, des produits (agents désodorisants adsorbants par exemple) sont également intégrés à l'alimentation des animaux afin de diminuer les émissions d'ammoniac et d'odeurs tout en améliorant les performances zootechniques.

Un document de l'ITP de 2003 recense 140 produits proposés aux éleveurs de porcs dont 60 % en bâtiment. Quatre modes d'action peuvent être distingués :

- 10 % des produits sont proposés dans l'ambiance : plus de la moitié sont des masquants, on trouve également des agents désodorisants chimiques, à base végétale, adsorbante,
- 65 % des produits sont additionnables au lisier en pré-fosse. La moitié correspond à des agents désodorisants biologiques et l'autre moitié se répartit entre différentes catégories de produits : des agents masquants, des agents désodorisants chimiques adsorbants, des agents désodorisants à base minérale, végétale et contenant des éléments nutritifs,
- 15 % des produits peuvent être épandus sur la litière ou le caillebotis. On rencontre différentes gammes de produits : de l'agent masquant à l'agent désodorisant biologique en passant par des désodorisants à base minérale, végétale, des adsorbants et des désodorisants chimiques,
- 7-8 % sont mélangés à l'alimentation : ce sont des agents désodorisants biologiques et des agents désodorisants à base végétale et adsorbante.

## **6.2 UTILISATIONS EN UNITES DE STOCKAGE EN EXTERIEUR**

L'expression des résultats ( $m^3$  d'air ou  $m^3$  de lisier stocké) rend souvent délicate leur comparaison.

Les produits conseillés sont : des agents masquants, des agents désodorisants biologiques pour la plupart. L'action recherchée est la liquéfaction du lisier pour limiter la formation de croûtes en surface.

Les produits sont, dans certains cas, ajoutés peu de temps avant le pompage par la tonne à lisier. Il convient alors de s'intéresser à l'homogénéité du mélange lisier-agent désodorisant et à la durée du contact.

La liste des produits de l'ITP établie en 2003, montre que les produits disponibles pour le stockage des lisiers de porcs représentent 30 % des produits commercialisés dans ce secteur, parmi lesquels :

- les agents masquants représentent 25 % des produits proposés.
- les agents désodorisants biologiques représentent 40 %,
- et, les agents désodorisants, les agents désodorisants chimiques, les agents désodorisants à base minérale, végétale voir adsorbante représentent les 35 % restants. De nombreux produits contiennent des oligo-éléments, des nutriments ou de la chaux.

### **6.3 UTILISATIONS A L'EPANDAGE**

Les produits utilisés directement à l'épandage sont principalement des agents masquants. Ils sont appliqués soit par diffusion aérienne soit par épandage. L'application des produits se fait par mélange au lisier au niveau de la tonne à lisier.

La plupart des produits retrouvés dans la tonne à lisier ont été additionnés en amont, soit dans l'alimentation animale, soit au niveau des déjections en bâtiment, soit au niveau de la fosse extérieure de stockage (quelquefois juste avant le pompage de la fosse).

La liste des produits de l'ITP établie en 2003, montre que les produits disponibles pour l'épandage représentent 14 % des produits commercialisés dans le secteur de l'élevage de porcs. Ces produits sont majoritairement des agents masquants (à hauteur de 70 %) et également des agents désodorisants chimiques, biologiques ou à base végétale (30 %).

## **7. MODE D'APPLICATION**

### **7.1 BRUMISATION, MICRONISATION**

Ce mode d'application est généralement employé sur des sites ouverts de grandes dimensions. Cette méthode implique la mise en place de buses de brumisation générant des brouillards. En fonction des dimensions de la source à traiter, le nombre de brumisateurs, la distance séparant chaque système, les dimensions des gouttelettes créées, les débits d'émissions et la concentration du produit en solution constituent les paramètres influant sur l'efficacité du traitement (Bouzalakos, 2003). Le matériel utilisé (Phode) fonctionne à haute ou basse pression avec un système de dosage eau / produit et une temporisation (possibilité de brumiser en séquentiel selon le flux de polluants émis). La dilution est généralement effectuée avec de l'eau.

Ce mode d'application est également parfois proposé pour la désodorisation d'ambiance de bâtiment d'enfermeement de porcs notamment (Guiguand).



La société Planiff, dans sa plaquette commerciale préconise la micronisation pour des sources ouvertes de grandes dimensions, soit la pulvérisation de gouttelettes de dimensions comprises entre 2 et 5 µm. Sont recherchées des actions d'entraînement et d'abattement des molécules par la création de forces électrostatiques ou de liaisons de Van Der Waals avec les molécules à traiter. Ces actions sont favorisées par la présence de tensioactifs dans la formulation des désodorisants. Les diffuseurs sont montés soit sur des rampes en inox ou en cuivre, soit sur des turbines. Ils sont gérés par une unité centrale. L'efficacité est liée à la finesse de dispersion du liquide. Plus la surface d'échange est importante, plus la fréquence de collision entre les molécules est élevée.

L'étude de l'efficacité de produits pulvérisés est en cours à l'Ecole Nationale de Chimie de Rennes (ENSCR) grâce à un financement de l'ADEME. En 2005, elle comprend une étude bibliographique en vue de recenser les produits et la construction d'un pilote d'essais, les tests devant être réalisés en 2006.

R.Denis présentait en 1997, différents systèmes d'atomisation pour les produits Ecosorb. Il existe :

- des atomiseurs à pompe manuelle ou à moteur utilisés dans les cas où un processus continu n'est pas nécessaire,
- des générateurs portatifs de brouillard, équipements électriques fournissant 1 à 5 jets et adaptés aux locaux de petites dimensions, aux conduites d'air ou pour toute application limitée,
- des générateurs permanents de brouillard sont utilisés pour des opérations de plus grande envergure. Ces équipements électriques peuvent être hydrauliques (système accroissant la pression de la solution à environ 7 Mégapascal) ou pneumatiques (création d'un débit d'air de grande vitesse),
- des ventilateurs hélicoïdaux à pales creuses et perforées sont utilisés. La solution peut être appliquée pure ou diluée au centre du ventilateur et la force centrifuge des pales expulse le produit en l'atomisant. Ces appareils peuvent être fixes ou oscillants et permettent de couvrir jusqu'à 500 m<sup>2</sup>.

## **7.2 PRODUITS A EPANDRE EN BATIMENT**

La majorité des produits (80%) utilisés en bâtiment (Guiguand et Loiseau, 2000) sont à épandre sur le sol (caillebotis, litière). On retrouve dans cette catégorie une majorité de produits biologiques, à base minérale ou végétale qui sont épandus ou ajoutés aux aliments des animaux.

## **7.3 AJOUT AUX DECHETS / SOLUTIONS LIQUIDES (ADDITIFS)**

La majorité des produits (75 % des 78 produits recensés) utilisés pour la liquéfaction des lisiers (Guinguand et Loiseau, 2000) sont des produits biologiques, à base minérale ou végétale. Ils peuvent être utilisés en bâtiment ou en fosse de stockage extérieur. Le traitement s'effectue en deux phases : une phase dite d'attaque permettant de détruire une éventuelle croûte en surface de la fosse et une phase d'entretien jusqu'à la vidange de la fosse. Les produits biologiques se sont développés pour contrecarrer les émissions de gaz odorants issus des phénomènes de décomposition anaérobie du lisier.

## 7.4 AJOUT EN AMONT

L'ITP (Guiguand et al, 2000) a testé l'ajout de produits à l'alimentation animale en post-sevrage. Le produit testé ne montre pas une efficacité constante au fil du temps. Il peut se montrer efficace au début, les 10 premiers jours, puis voir son efficacité diminuer rapidement, au delà de 15 jours. Les prélèvements de lisier montrent que le taux de matière sèche augmente avec l'ajout de zéolithes dans l'alimentation des animaux et que le taux d'azote ammoniacal augmente également ce qui limite les émissions d'ammoniac dans le bâtiment (captation des ions  $\text{NH}_4^+$  par la clinoptilolite). Les performances zootechniques (prise de poids, indice de consommation) des animaux sont identiques avec et sans ajout de ce produit. L'ITP précise que ces résultats sont toutefois divergents avec ceux obtenus dans d'autres publications.

## 8. EFFICACITE

### 8.1 REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS

#### 8.1.1 ACTION SUR L'H<sub>2</sub>S

- Des études ont été réalisées en chambre de réaction (Bouzalakos,2003) en faisant passer un flux d'H<sub>2</sub>S (100 ppm à 1L.min<sup>-1</sup>) d'une part dans les solutions à tester et d'autre part dans l'eau à différents pH. Comparativement à l'eau, on note une efficacité des deux solutions de désodorisation testées dans les premières minutes (durée de 15-20 minutes), suivant l'émission d'un pic d'H<sub>2</sub>S. Pour le premier produit testé, on constate un abattement durable (tests sur 100 min) dans le cas d'un produit et un abattement sur une courte durée puisqu'une émission importante est ensuite constatée durant le reste de l'étude (dès 24 min jusqu'à 60 min). Dans le second cas (produit B), le pic d'H<sub>2</sub>S au départ des essais est d'intensité inférieure à celle évaluée pour le premier produit (17 ppm pour 55 ppm). Le produit A a un pH de 5 alors que le produit B contenant un surfactant est à pH 7. Il semble que la solution contenant le second produit ait saturé, ce qui expliquerait l'émission importante en seconde période d'étude. Dans tous les cas, un temps minimum de contact (6 à 8 minutes pour les produits testés) entre le gaz et le liquide est nécessaire pour qu'une réaction se produise. Dans l'eau, plus le pH augmente plus la courbe  $C_{\text{mesurée}}=f(\text{temps})$  est décalée dans le temps car l'efficacité d'absorption est meilleure. Entre un pH 5 et un pH 10, on décale la courbe de 20 minutes et à un pH de 12,8 l'absorption est complète (émission d'H<sub>2</sub>S nulle).

L'étude de Massé et al., présentée plus précisément dans la partie « efficacité vis à vis des acides gras volatils et bioaérosols », met en évidence l'absence d'efficacité des 4 additifs testés (désodorisant chimique, désodorisant biologique, agent chimique, masquant) sur l'H<sub>2</sub>S.

Des études menées pour les exploitants et financées par les fabricants, ont été réalisées en France. Une étude de SODAE réalisée pour la société Sorbial sur un épandage miniature montre par comparaison avec un épandage témoin, une diminution de 85 % des émissions en concentration d'odeur. Cet abattement a été calculé à partir des résultats obtenus en concentration d'odeur au niveau « d'un tunnel à vent » où un débit de balayage de 22 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> a été créé (débit calculé au niveau du tuyau d'échantillonnage des gaz). Les conditions d'essais sont les suivantes :

- vitesse de passage de 1,2 m/s, vitesse calculée au niveau du tuyau d'échantillonnage des gaz
- débit d'échantillonnage de l'H<sub>2</sub>S de 4,5 L.h<sup>-1</sup> durant l'heure de mesure.

Le pic de concentration atteint 22 ppm sur 5 min pour le témoin et 4 ppm sur 2 min avec le lisier traité. Les mesures démarrent 15 min après l'épandage. Aucune autre émission d'H<sub>2</sub>S n'est constatée durant 1 heure.

M.Ramel de l'INERIS (1998) a évalué l'efficacité de la pulvérisation d'agents masquants et désodorisants sur différents sites industriels : un site de fabrication de glucose (émissions gazeuses issues d'un sécheur de boues), une usine de déshydratation d'oignons (rejets gazeux de l'usine) et un site de compostage de boues industrielles (effluents gazeux issus des andains de compostage). Des mesures physico-chimiques et olfactométriques ont été effectuées sur les effluents gazeux avant traitement, après traitement par les produits désodorisants et après pulvérisation d'eau. Ces sites sont caractérisés par des mélanges complexes de nombreux composés à caractère odorant. L'efficacité vis à vis des composés soufrés réduits n'est pas démontrée. Par contre, des essais complémentaires directement sur les effluents liquides montrent un effet positif significatif du traitement par contact direct. L'ajout de produit à 10 % dans l'eau dans les lixiviats issus des andains de compostage a permis de réduire d'un facteur 6 les composés soufrés (surtout H<sub>2</sub>S) émis dans l'air de stripping. Des essais en laboratoire sur un effluent gazeux reconstitué montre que les rendements d'abattement sont directement corrélés au débit de pulvérisation des produits pour des compositions d'effluents à traiter identiques. Des abattements de 70% pour le méthylmercaptan voire supérieurs à 99 % pour l'hydrogène sulfuré ont été mesurés. Par contre cette efficacité ne semble pas significativement différente de celle obtenue en pulvérisant de l'eau.

L'efficacité d'un agent désodorisant biologique à base végétale et adsorbant a été testée par SODAE lors d'épandage de lisier de porcs à l'engraissement. Le produit a été ajouté dans la fosse de stockage. Lors de l'épandage, les émissions d'H<sub>2</sub>S diminuent de 15 g/kgN (gramme par kilogramme d'azote) pour un lisier non traité à < 0,5 g/kgN, 42 heures après l'épandage, les flux d'H<sub>2</sub>S sont inférieurs au seuil de détection (< 0,2 g/kgN). Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un tunnel d'échantillonnage.

L'efficacité d'un agent désodorisant biologique a été évaluée par les laboratoires Hygéfac en collaboration avec le LNE. Des prélèvements d'air ont été réalisés pendant et après l'épandage de deux lisiers de même origine dont un est traité depuis la production en pré-fosse. Les analyses démontrent d'une diminution des concentrations en H<sub>2</sub>S de 90 %.

### 8.1.2 NH<sub>3</sub>

En porcherie industrielle, Guinguand et al ont testé l'efficacité d'abattement de l'ammoniac dans des conditions réelles d'exploitation. Cinq types de produits ont été testés : 4 additifs pour lisiers et un produit brumisé dans l'air ambiant. Les concentrations d'ammoniac ont été mesurées à l'aide de tubes diffuseurs (système Dräger) en plusieurs points au niveau du couloir central et dans la salle en fonction de la superficie étudiée. Ces mesures ont été réalisées en été et en hiver. Les résultats sont exprimés en % d'abattement par rapport à une salle témoin exploitée à l'identique. L'abattement ainsi évalué est compris entre 0 et 40 % (20% en moyenne sur l'année) avec des écarts importants entre les produits utilisés et en fonction des saisons.

Le système par diffusion aérienne est indéniablement le moins efficace (2% en moyenne – jusqu'à 10% d'abattement en hiver). Les concentrations en ammoniac en engraissement sont comprises entre 8 et 12 ppm respectivement en été et en hiver.

En post-sevrage de porcelets (Guinguand et al, 2000), après l'ajout de produits aux aliments 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> âge, la concentration mesurée dans l'ambiance du bâtiment est identique avec celle de la salle témoin (5 ppm). Cette mesure a été réalisée à l'aide de tubes diffuseurs à 0,3 et 1 m au-dessus du caillebotis, par case, une fois par semaine. Les mesures réalisées dans l'air extrait de la salle montrent un taux d'abattement de 45% lors de la 1<sup>ère</sup> phase de sevrage (11 jours) et 30% lors d'une deuxième phase (après 19 jours). Les concentrations émises diminuent de 6 à 5 g/h soit de 430 à 360 g d'NH<sub>3</sub>/porcelet sur la phase de post-sevrage en employant la clinoptilolite. Cette mesure est réalisée par barbotage dans la canalisation de captage d'air.

Les essais réalisés par Massé et al. (2004) ont été effectués en laboratoire dans des réservoirs fermés et ouverts, sensés reproduire les conditions rencontrées respectivement, dans des caniveaux sous les caillebotis d'un bâtiment et dans une fosse extérieure couverte de stockage à long terme (12 mois). Les résultats obtenus montrent que les teneurs en azote-ammoniacal dans le lisier sont plus importantes dans le système fermé que dans le système ouvert. Dans ce dernier, elles sont plus importantes lors du traitement par un désodorisant chimique et sont significativement moins importantes lors du traitement par un désodorisant biologique. Ces résultats sont confirmés par les mesures réalisées dans l'air : la concentration en ammoniac a diminué lors de l'emploi du désodorisant chimique entre les jours 42 et 152. Dans la suite de l'entreposage, les teneurs en ammoniac ne varient pas significativement. Une efficacité a été notée uniquement avec l'utilisation du désodorisant chimique et ceci pour des teneurs 14 fois supérieures à celles conseillées par le fabricant. Les niveaux d'ammoniac à la surface des lisiers dans les caniveaux sous les planchers lattés des porcheries commerciales atteignent 60 à 80 ppm.

Des agents biologiques sont testés par la société Fontanille en comparant les atmosphères au-dessus de lisiers stockés en réacteurs avec et sans traitement. Chaque réacteur contient 25 L de lisier de porc. Les résultats obtenus avec le lisier traité sont comparés avec ceux obtenus avec un lisier témoin. Les mesures d'ammoniac sont réalisées avec des tubes Dräger. A partir du 2<sup>ème</sup> jour de traitement on constate une diminution des teneurs en ammoniac par rapport au témoin (200 ppm vers 150 ppm), pour lequel les teneurs continuent à croître. Cette diminution est constatée sur une journée puis les teneurs restent stables (180 ppm contre 300 ppm pour le témoin) pour diminuer à nouveau à partir du 10<sup>ème</sup> jour, phénomène également constaté sur le témoin.

L'efficacité d'un agent désodorisant biologique adsorbant à base végétale a été testé par SODAE lors de l'épandage d'un lisier de porcs à l'engraissement. Le produit a été ajouté dans la fosse de stockage. Lors de l'épandage, les émissions de NH<sub>3</sub> diminuent de 6 à 2 g/kgN (64% de réduction). 42 heures plus tard on ne constate aucune différence entre les émissions des lisiers traités et non traités : 0,2 pour le lisier non traité pour 0,6 g/kgN pour le lisier traité. En parallèle, les analyses du lisier montrent, lors de l'épandage, une augmentation de l'azote NTK dans le lisier traité soit 5,5 contre 4,3 g N/l (grammes d'azote par litre de lisier) pour le lisier non traité. Les analyses réalisées sur le lisier en fosse, conduisent aux résultats suivants :

- une augmentation des teneurs en azote NTK pour le lisier traité de 5520 mg N/kg de lisier traité pour 4270 mg N/kg de lisier pour le lisier non traité ;
- une augmentation de l'azote ammoniacal pour le lisier traité de 4526 mg N/kg lisier pour 3170 mg N/kg lisier pour le lisier non traité ;
- le pH reste équivalent 8 pour 7,9 ;
- le taux de matières sèches diminue pour le lisier traité de 35720 mg MS /kg de lisier pour 36750 mg MS /kg lisier pour le lisier non traité ;
- le taux de carbone organique dans le lisier baisse après traitement de 10,5 à 9 g de carbone /kg de lisier.

L'efficacité d'un agent désodorisant biologique a été évaluée par les laboratoires Hygéfac en collaboration avec le LNE. Des prélèvements d'air ont été réalisés pendant et après l'épandage d'un lisier non traité et d'un lisier traité depuis sa production. Les lisiers proviennent de deux lots de porcs d'une même exploitation et les épandages ont été réalisés à partir des lisiers directement pompés dans les pré-fosses correspondantes. Les analyses démontrent d'une diminution des concentrations en NH<sub>3</sub> de 80 %. Les analyses (tous les 15 jours) réalisées sur le lisier stocké en pré-fosse montrent une augmentation de 15 % en moyenne du taux en azote ammoniacal dans le lisier traité.

### **8.1.3 ACIDES GRAS VOLATILS, BIOAEROSOLS**

Les essais réalisés aux Canada (Massé et al., 2004) sur l'efficacité de quatre additifs de types différents ont été effectués en laboratoire pour faciliter la comparaison des résultats et limiter leur caractère aléatoire lié aux prélèvements

réalisés directement lors de l'épandage (conditions des mesures réalisées par chambre à flux, qualité de l'échantillonnage). Les essais en laboratoire ont été réalisés dans deux chambres à température contrôlée à 15°C (représentative des températures au mois de mai au Québec) contenant chacune dix réservoirs d'entreposage de lisier. Les dix réservoirs permettent d'effectuer une analyse statistique des résultats obtenus. Deux réservoirs dans chaque chambre constituent les témoins et les huit autres servent à tester 4 additifs. Chaque chambre correspond à l'étude d'un système : ouvert ou fermé. Le système ouvert représente les caniveaux sous les lattes de planchers (pré-fosses) mais pourrait être également intéressant dans le cas de l'étude de l'efficacité de produits introduits au niveau de la diète animale. Le système fermé représente les fosses de stockage à long terme du lisier (12 mois au Canada). Cette méthodologie devait permettre d'étudier l'effet sur le long terme, sur la durée d'entreposage des lisiers.

Les quatre produits testés sont : un désodorisant biologique (à base végétale, pH : 3), un désodorisant chimique (pas de formulation disponible, pH<1), un agent chimique (à base minérale, pH<1), et un agent masquant (pH : 6-7).

L'homogénéité de la composition du lisier est vérifiée sur les deux chambres. Des analyses de lisier et d'air ont été effectuées régulièrement sur les 12 mois.

Les prélèvements de lisier sont réalisés avant et après agitation, suite à l'ajout de l'additif à tester. Le lisier avant agitation représente le lisier dans les caniveaux alors que celui après agitation représente le lisier lors de l'épandage.

Sur les 29 premiers jours d'entreposage, les résultats au niveau du lisier montrent que les concentrations en AGV sont identiques pour les systèmes ouverts et fermés. Par la suite, on constate une diminution de cette concentration sauf dans le cas de l'emploi du désodorisant chimique où la concentration reste stable, ce qui limite les émissions d'AGV dans l'air. Il semble que la concentration en acide acétique dans le lisier traité par le désodorisant chimique augmente jusqu'au 148<sup>ème</sup> jour alors qu'elle diminue après 29 jours d'entreposage pour les autres additifs testés. Une efficacité sur les AGV n'a donc été constatée que dans le cas de l'utilisation du désodorisant chimique en système ouvert après 29 jours d'entreposage et pour une concentration 14 fois supérieure à celle préconisée par le fabricant ce qui n'est pas acceptable économiquement.

Remarque : Dans cette étude, aucune différence significative entre les traitements effectués n'a été démontrée pour les bactéries, les endotoxines et les moisissures. Cette conclusion a également été confirmée pour les deux prélèvements réalisés avant et après agitation.

Il est intéressant de noter cet **ordre de grandeur** pour les bioaérosols (bactéries, endotoxines et moisissures) : dans l'air ambiant des porcheries, on mesure de l'ordre de  $10^5 - 10^6$  UFC/m<sup>3</sup> d'air. Dans l'élevage porcin, des teneurs en endotoxines peuvent atteindre  $10^4$  endotoxines /m<sup>3</sup> d'air.

L'étude précédente a permis à l'équipe de conclure que les pré-fosses n'étaient pas les sources principales de bioaérosols dans les porcheries.

## 8.2 REDUCTION DE LA PERCEPTION OLFACTIVE

En **porcherie industrielle**, Guinguand et al ont également testé l'efficacité de 6 produits de désodorisation sur l'émission d'odeur : 4 additifs pour lisier, un produit brumisé dans l'air ambiant des salles et un additif à épandre sur le caillebotis ou la litière. La concentration d'odeur a été mesurée au niveau des gaines d'extraction d'air des bâtiments d'engraissement. Les résultats ont été exprimés en  $uo/porc.jour$  en tenant compte des débits de ventilation du bâtiment lors des prélèvements. L'abattement se situe entre 0 et 50 % et varie en fonction des produits et des saisons (abattement maximum en été en général sauf pour un produit). Le mode d'application par diffusion aérienne ne montre aucune efficacité. L'emploi de l'additif en épandage sur le caillebotis diminue le débit d'odeur extrait de 30%. Il est important de noter quelques ordres de grandeur : les débits de ventilation de salles d'engraissement sont de l'ordre de  $40 m^3/h/porc$ , les débits d'odeur à traiter sont de l'ordre de  $10^5 uo/h/porc$ .

En *post-sevrage* de porcelets (Guinguand et al, 2000), l'ajout de produits aux aliments 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> âge, permet de réduire le débit d'odeur en début de post-sevrage. On constate un abattement de 42% après 11 jours puis cette efficacité disparaît après 19 jours.

La perception olfactive varie avec différents paramètres : physiologiques et pathologiques (INRS, ND 198-05). Les facteurs physiologiques sont les suivants :

- l'état de vigilance : le seuil de détection olfactive peut varier d'un facteur 1 à 100 pour un même produit,
- l'accoutumance augmente le seuil de détection,
- les effets de masque augmentent également le seuil de détection,
- les variations de température et d'hygrométrie de l'air perturbent l'odorat.

En bâtiment, il est difficile de comparer des résultats car ils sont fonction de la conception et de la régie des bâtiments.

Quatre additifs (Masse et al., 2004) ont été testés dans des conditions réelles reproduisant celles de bâtiments d'élevage et de fosses d'entreposage. Les 4 produits appartiennent à 4 groupes d'additifs différents : un désodorisant biologique, un désodorisant chimique, un agent chimique et un agent masquant. L'étude a duré 12 mois. Deux chambres ont été spécialement aménagées pour simuler les conditions des bâtiments d'élevage et des fosses d'entreposage au mois de mai, à la reprise du lisier, en gardant une température constante des pièces à 15°C. Aucun des 4 additifs n'a eu d'effet sur la réduction des odeurs. Que ce soit par une évaluation basée sur la réduction des émissions de concentration odorante ou sur la réduction d'intensité odorante ou par une évaluation du caractère hédonique, aucun résultat obtenu n'est probant. Aucune corrélation n'est constatée entre le caractère hédonique et l'intensité.

Trente cinq produits ont été testés en laboratoire en comparant leur efficacité par rapport à un échantillon non traité. L'efficacité évaluée concerne l'odeur, l'ammoniac et l'hydrogène sulfuré (Heber et al, 2001). Les produits présentent les efficacités de réduction suivantes :

- en concentration odorante : réduction comprise entre 25 et 32% avec un intervalle de confiance de 75 %,
- en concentration d'H<sub>2</sub>S : réduction comprise entre 14 et 47 % avec des intervalles de confiance respectifs de 75 et 95 %,
- en concentration d'NH<sub>3</sub> : réduction comprise entre 2 et 15 % avec des intervalles de confiance respectifs de 75 et 95 %.

Aucun produit n'agit simultanément sur les trois paramètres cités ci-dessus. Les produits intervenant sur deux paramètres, agissent sur l'odeur et l'H<sub>2</sub>S ou l'H<sub>2</sub>S et NH<sub>3</sub> et un seul produit agit sur l'odeur et l'ammoniac (agent biologique).

Des essais réalisés pour des fabricants montre l'efficacité d'un masquant (85% d'abattement) vis à vis de la concentration odorante. Ces essais reproduisent une situation d'épandage (non précisée) en miniature. Les mesures sont réalisées à l'aide d'un tunnel à vent. Les conditions opératoires sont les suivantes :

- débit sortant par le tuyau d'échantillonnage des gaz estimé à 22m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> ;
- débit d'échantillonnage de l'ordre de 240 l.h<sup>-1</sup> sur 20 minutes en vue de la détermination de la concentration odorante.

L'abattement est calculé à partir des mesures de concentration odorante.

Des essais ont été réalisés par Fontanille sur un de leur produit lors d'épandage de lisiers de canards et de porcs. Les tests effectués portaient sur l'appréciation olfactive : 10 personnes évaluent les odeurs perçues au moment de l'épandage et par la méthode des flacons dans lesquels différents lisiers traités et témoins sont dilués. Une note est attribuée à chacun entre 0 et 10 par le jury. Les résultats obtenus montre une différence d'appréciation entre le lisier traité et non traité :

- en début d'essai, suite à l'épandage, le lisier témoin est noté 9/10 contre 8/10 pour le lisier traité,
- au bout de 24h, le lisier témoin est noté 4/10 contre 3/10 pour le lisier traité,
- au bout de 40h, le lisier témoin est noté 3/10 contre 2/10 pour le lisier traité.

Les essais comparatifs réalisés par M.Ramel (1998) ne démontre pas d'efficacité de produits pulvérisés à l'émission de sources canalisées ou sur des andains de compostage de boues industrielles. Les teneurs sur les trois sites étudiés sont importantes (10<sup>3</sup> à 10<sup>5</sup> uo.m<sup>-3</sup>). Lors de la pulvérisation de produits, on constate des diminutions de 5.10<sup>5</sup> à 3.10<sup>5</sup> uo.m<sup>-3</sup> soit une diminution de 40 %, peu significative car proche des écarts –types expérimentaux.

Des mesures comparatives en épandages miniatures (Etude SODAE) ont été effectuées avec et sans ajout d'un agent désodorisant biologique, adsorbant, à base végétale. Ce produit est ajouté dans la fosse de stockage (produit vendu pour la liquéfaction des lisiers en pré-fosses et fosses et pour l'abattement des odeurs). Les émissions d'odeurs durant l'épandage (prélèvements sur 7 minutes) par rapport à un lisier non traité sont de 10<sup>4</sup> par rapport à 4.10<sup>4</sup> uo/kg.N soit une



diminution de 68%. 42 heures plus tard on note encore une diminution de presque 50% (75 pour 140 uo/kg.N).

Des tests ont été réalisés sur le Centre d'Enfouissement Sanitaire de la Ville de Montréal, sur 7 désodorisants d'odeurs. Un mélange de déchets ménagers (mélange prédéfini en type de déchets et en quantité) a été sélectionné et déposé sur un lit de papiers journaux placés dans des bacs en plastique. Le nez électronique suit la décomposition de ce mélange dans le temps en donnant un niveau d'odeur. Les intensités odorantes des émissions sont évaluées avant et après ajout des produits de désodorisation. Elles sont évaluées par la méthode d'équivalence olfactive par rapport à une échelle de référence de perception (le résultat est exprimé en ppm de n-butanol). Le nez électronique indique une augmentation d'intensité après ajout des produits alors que l'inverse était perçu. En effet, les désodorisants peuvent contenir des oxydants susceptibles de modifier la conductivité électrique des semi-conducteurs. Ce suivi a été réalisé durant 4 jours après l'ajout des produits. Du point de vue intensité, des diminutions comprises entre 30 et 86% ont été constatées ainsi que des augmentations par rapport à l'échantillon initial. Le seul produit considéré comme efficace étant donné les écarts-types attendus pour de telles évaluations, est celui qui affiche un rendement de 86 %.

L'étude ADEME de 1995, concernant les boues d'épuration cherchait à évaluer l'efficacité de traitement au niveau de la concentration odorante et cherchait à traiter l'ensemble des problèmes rencontrés au stockage et à l'épandage par la détermination du potentiel odorant. Les essais ont été réalisés en laboratoire à l'échelle pilote (150 litres d'échantillon). Pour chaque site, trois échantillons ont été étudiés afin d'évaluer leur comportement dans le temps et de contrôler les similitudes des évolutions au sein de chaque traitement. La boue a été introduite dans un caisson de simulation d'une source surfacique. Ce caisson, muni d'un couvercle, est balayé par un débit d'air pur correspondant à un régime laminaire afin de volatiliser les polluants présents et ainsi d'estimer les capacités émissives des boues. A la sortie du caisson, des prélèvements sont réalisés en vue d'évaluer la concentration odorante et des analyses en continu permettent de connaître les évolutions des émissions au cours du temps pour un débit de balayage fixe. Les mesures suivantes ont été réalisées : COVT, composés soufrés, ammoniac, amines, acides gras, aldéhydes et cétones. Seuls des agents désodorisants biologiques ont été testés. L'ajout de ces produits ne montre pas d'efficacité notable vis à vis de la concentration odorante. En revanche, une efficacité vis à vis de l'H<sub>2</sub>S et de façon plus modérée vis à vis des amines, est notée.

SODAE a effectué une étude dans le bassin de l'Oust. 16 élevages ont été sélectionnés et des produits de désodorisation ont été testés.

L'objectif est d'évaluer le flux d'odeur émis lors de l'épandage par unité de surface épandue et 42 heures plus tard. Les résultats des mesures sont comparés à ceux obtenus pour une parcelle épandue avec un lisier témoin, de la même origine que le lisier traité.

L'épandage est réalisé sous une serre (2mx1m). Au sommet de la serre, un rail permet de déplacer d'un côté à l'autre le système de déversement du lisier : déversement par voie gravitaire sur une cuillère renversée reproduisant l'effet de l'épandage d'une buse à palette. La serre est équipée d'un système de ventilation permettant de balayer l'ambiance sous la serre. Le débit de ventilation est de  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , le volume étant inférieur à  $1 \text{ m}^3$ , le taux de renouvellement d'air est supérieur à 60 par heure. L'épandage des lisiers est effectué successivement en déplaçant la serre : un lisier traité pour un lisier témoin. Le débit volumique à épandre par unité de surface est déterminé en fonction des teneurs en azote estimées pour respecter la dose prescrite de 170 kg N/ha (kilogrammes d'azote par hectare). L'ensemble est placé à l'abri de la pluie sous une tôle ondulée.

L'air de balayage est pris au niveau d'un ventilateur, à une distance suffisante pour éviter les interférences des autres parcelles. L'air pulsé sous la serre est échantillonné en sortie dans des sacs de 80 litres. L'épandage dure quelques minutes et l'échantillonnage 7 minutes, pour permettre le renouvellement de l'air sous la serre. Le système est ensuite enlevé et la parcelle est laissée à l'air libre mais à l'abri de la pluie, durant 42 heures. La serre est alors replacée sur une parcelle et un nouvel échantillonnage est effectué. La concentration d'odeur est alors évaluée en laboratoire. Les teneurs en ammoniac et  $\text{H}_2\text{S}$  sont mesurées par tube colorimétrique.

5L de lisier a été épandu sur  $2 \text{ m}^2$ . Une diminution du flux d'odeur de 68 % est notée pour le lisier traité. L'ordre de grandeur des flux mesuré est de  $10^4 \text{ uo} / \text{kg N}$ .

### **8.2.1 EFFICACITE VIS A VIS DE LA LIQUEFACTION DES LISIERS**

En vue de vérifier l'effet des additifs sur la liquéfaction des lisiers, la société Fontanille a effectué des essais en laboratoire. Les lisiers de vaches laitières ont été répartis dans des containers d'expérimentation (12 kg de lisier- capacité container : 110 L), placés dans des pièces thermostatées ( $18\text{-}20^\circ\text{C}$ ). L'efficacité des additifs a été contrôlée par comparaison avec des échantillons témoin. Une mesure d'écoulement du container est effectuée sur 180 secondes par une buse de 21 mm de diamètre, sans brassage. Une mesure après un brassage de 10 minutes est réalisée en sortie de container avec une buse de 14 mm. Le lisier dans le container est pesé avant et après les essais et les résultats sont exprimés en pourcentage de masse écoulee. Sans brassage, les pourcentages de masse écoulee sont identiques. Suite au brassage, le pourcentage de masse écoulee s'améliore pour le lisier traité : on passe de 87 % pour le lisier non traité à 98 % pour le lisier traité.

## **9. PROPOSITION DE PROTOCOLES D'EVALUATION**

Les protocoles proposés ci-après sont classés en fonction des zones d'application (air libre, bâtiment) et des modes d'utilisation des produits **désodorisants**. Pour chaque cas étudié, plusieurs protocoles sont proposés sur site ou en laboratoire. L'efficacité des masquants est abordé dans un chapitre indépendant (chap.n°10).

Les protocoles proposés ici n'imposent ni de validation statistique des résultats obtenus ni de validation de la représentativité spatiale des mesures effectuées. L'objectif principal est de proposer des essais simples à des coûts maîtrisés.

Remarque : si les riverains émettent des plaintes, le produit ne sera pas considéré comme efficace pour le site dans les conditions d'utilisation ayant abouti à une gêne.

## **9.1 PRECONISATIONS – REMARQUES GENERALES**

Ces protocoles doivent donc être considérés comme des guides. Ils ont pour objectif de présenter la logique à suivre. Toutes les études réalisées doivent être suffisamment décrites afin de valider les résultats obtenus et répondre aux exigences présentées dans la partie « rapport » de chaque domaine d'application..

## **9.2 TRACEURS SELECTIONNES**

Nous nous intéressons principalement à l'H<sub>2</sub>S et à l'ammoniac car ces polluants sont susceptibles d'avoir un impact sur la santé des travailleurs en fonction des teneurs auxquelles ils sont exposés. De plus, l'évaluation des émissions d'ammoniac est importante dans l'approche globale des émissions d'origine agricole et dans la problématique de la qualité de l'air en général.

Par contre, ces polluants ne peuvent pas être considérés comme des traceurs pertinents des odeurs en élevage. Nous rechercherons donc une méthodologie d'évaluation de l'impact olfactif de ces opérations.

## **9.3 EFFICACITE ATTENDUE**

Une réduction minimum doit être demandée pour que l'efficacité puisse être admise. Les définitions des produits désodorisants et leur application admise au niveau du traitement curatif des émissions odorantes, nous conduisent à estimer un rendement minimum de 80 % pour l'ensemble des traceurs sélectionnés précédemment. D'après la bibliographie et les résultats obtenus par les différents instituts techniques, peu de produits sont susceptibles de respecter ce pourcentage. On peut cependant espérer que cette valeur soit considérée comme un objectif à atteindre dans l'avenir voire qu'il puisse être atteint à partir d'essais réalisés en laboratoire.

Quelques soient les essais, le rendement d'efficacité des produits est basé sur une comparaison avant et après traitement. Pour les mesures physico-chimiques, si les valeurs mesurées sont inférieures au seuil de quantification analytique, celui-ci est précisé et utilisé pour le calcul du rendement. Tous les résultats utilisés correspondent à une valeur moyenne, calculée au minimum à partir de 3 échantillons, à laquelle est associée un écart-type. Dans le cas de mesures en continu, la période sur laquelle a été calculée la valeur moyenne doit être précisée. Les valeurs maximales et minimales mesurées sur cette période seront également consignées.

## 9.4 TRAITEMENT LORS DE L'EPANDAGE :

La réalisation d'un traitement ou la mise en œuvre d'un procédé atténuant les odeurs permet à l'exploitant d'épandre les effluents traités à une distance plus proche des habitations que s'il épandait un effluent non traité. Cette possibilité réglementaire est prévue par les arrêtés ministériels du 7 février 2005 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les élevages classés pour l'environnement. Ceci implique que l'efficacité des traitements mis en œuvre soit prouvée. Les traitements effectués à l'épandage permettent de diminuer la distance de séparation aux tiers. Actuellement, celle-ci est réglementairement fixée à 100 m mais pourrait être abaissée à 50 m si l'efficacité des traitements mis en œuvre est prouvée.

En France, l'épandage n'est autorisé qu'à certaines périodes de l'année, en général périodes à faible pluviométrie : au printemps et en fin d'été (septembre). C'est pourquoi, dans certaines régions, de nombreuses plaintes sont enregistrées pendant ces périodes, tous les exploitants réalisant leur épandage en même temps. L'épandage en été est souvent interdit en raison de la présence de touristes.

### 9.4.1 PARAMETRES DE MESURES

Pour comprendre et limiter les perceptions olfactives, il est nécessaire de considérer certains paramètres tels que la présence de polluants odorants dans les produits de départ, les éléments favorisant leurs émissions (techniques d'épandage, volatilité des polluants, température, humidité) et les paramètres intervenant sur le transport des polluants émis vers les riverains (conditions météorologiques). Plus précisément, on peut citer les éléments suivants :

- Les techniques d'épandage :

- ↳ enfouissement ou non dans le sol (charrues à versoir ou buses pendillards), importance dans ce cas des diamètres des injecteurs. L'enfouissement permettrait de réduire les émissions d'odeur. Plusieurs techniques d'épandage sont utilisées et il semble que l'enfouissement par l'intermédiaire d'une charrue à versoir, dans un délai inférieur à 3h, permette de réduire les odeurs à l'épandage de 52 % pendant 48 heures suivant l'épandage, comparativement au fait de l'épandre sans précaution. Une réduction des émissions d'ammoniac de 84 % a été démontrée lors de l'enfouissement du lisier dans le sol par rapport à un épandage standard. L'ITP a également démontré l'importance de la largeur des injecteurs : elle doit être suffisamment faible pour obtenir un écoulement régulier et sans pression excessive et en même temps suffisamment large pour permettre l'écoulement du lisier.
- ↳ Autres matériels comme buses à palettes : La surface de contact augmente de manière importante lors de l'épandage : le jet de liquide sortant de la buse est éclaté en fines gouttelettes propulsées à plusieurs mètres vers le haut ce qui a pour autre conséquence d'augmenter la durée de contact entre le déchet et l'air.
- ↳ Débit épandage : Pour le lisier, il est réglé en fonction de la teneur en azote de telle sorte que l'ajout d'azote n'excède pas 170 kg N/ha. L'ITP indique

que c'est la pression créée par le compresseur de la tonne à lisier et le diamètre de la buse de sortie qui déterminent le débit d'épandage.

- La qualité du déchet :

↳ **origine** (âge et poids des animaux, diète),

↳ **composition générale du déchet** (taux de matières sèches, matières organiques, NTK, taux d'azote ammoniacal, pH),

↳ **Vieillessement / durée de stockage** : le vieillissement du déchet dans une fosse pendant 8 semaines à 15,6 °C provoque une production d'odeurs six fois plus importante qu'au début de l'entreposage (croissance linéaire de 200 à 1800 uo.m<sup>-3</sup>). Comme la production d'odeurs est liée à la dégradation du lisier par les bactéries et comme l'activité des bactéries est liée à la température, la formation de polluants odorants est probablement accélérée. En effet, l'activité microbienne double pour une augmentation de température de 10 °C.

- La surface de contact entre le déchet et l'atmosphère :

↳ **Matériel utilisé** : la surface de contact est d'autant plus importante (buse à palettes) que les gouttelettes générées sont fines.

↳ **Débit épandu par surface** : En fonction des quantités épandues par m<sup>2</sup>, les émissions odorantes sont également variables. Par exemple, pour un débit d'épandage compris entre 1l de lisier /m<sup>2</sup> et 9l de lisier /m<sup>2</sup>, des variations de concentrations telles que présentées ci-après, sont rencontrées :

- lors de l'épandage : entre 100 uo.m<sup>-3</sup> et 300 uo.m<sup>-3</sup>

- 1 heure après l'épandage : entre 100 uo.m<sup>-3</sup> et 150 uo.m<sup>-3</sup>

- 3 heures après l'épandage : entre 70 uo.m<sup>-3</sup> et 80 uo.m<sup>-3</sup>

- 6 h après l'épandage, lors des phénomènes de rémanence : entre 100 uo.m<sup>-3</sup> et 120 uo.m<sup>-3</sup>

Il est conseillé de respecter des doses d'épandage de 20 à 30 m<sup>3</sup> par passage.

↳ **Qualité des sols (perméabilité)** : la quantité de déchet qui reste à la surface du sol après l'épandage est fonction de la cinétique de pénétration dans le sol.

- La durée de contact du déchet avec l'atmosphère :

↳ **Qualité des sols (perméabilité, présence d'un couvert végétal)**. Un sol perméable émettra moins d'odeur qu'un sol dense qui autorise la présence de flaques de lisier en surface. Dans ce dernier cas, le lisier est en contact permanent avec l'air et les émissions d'odeurs peuvent reprendre ultérieurement. La cinétique d'absorption par les sols est variable en fonction du type de sol et de la présence ou non d'un couvert végétal.

↳ **Conditions météorologiques (vitesse du vent, pluviométrie)**. Selon les conditions climatiques (température, précipitations, vent), l'émission d'odeurs sera plus ou moins importante d'où le phénomène de rémanence d'odeurs après l'épandage.

- La volatilisation : polluants, conditions météorologiques

- Les conditions météorologiques : plus la vitesse du vent augmente, plus les émissions augmentent. Plus le temps est stable (classes E et F), plus les événements odorants perçus augmentent. Donc, plus la dispersion est importante plus le nombre de phénomènes odorants perçus diminue. Les émissions surfaciques d'odeur sont dix fois plus élevées lorsque la vitesse du vent passe de 0,2 à 1,5 m.s<sup>-1</sup>. De même, plus la température ambiante et la température du sol augmentent, plus les émissions augmentent. Par exemple, les émissions d'ammoniac entre 14°C et 24°C passent de 5 ppm à 18 ppm.

Les études réalisées en laboratoire sur les lisiers peuvent s'avérer délicates car les productions varient et il n'existe pas de composition type. Le lisier est caractérisé par son origine (âge, poids animaux, diète,...) et par sa composition (matières sèches, NTK). Il est difficile d'obtenir des échantillons représentatifs et répétables d'où des comparaisons délicates.

Le laboratoire Hygéfac reprend dans ses documents la composition moyenne des lisiers :

Paramètres en g/l	Lisier de porc charcutier			Lisier de bovins			Lisier volailles par poule pondeuse		
	Mini	Moy	max	Mini	Moy	max	Mini	Moy	Max
MST	30	50	80	60	90	120	50	100	150
MeS	24	40	65	48	72	96	40	80	120
DCO	30	50	80	36	60	80	35	70	105
DBO5	15	25	40	9	15	20	10	20	30
NTK	3	5	8	2,8	4	5,5	3,4	6,8	10,2
N-NH4	2,1	3,5	5,6	1,4	2	2,8	2,4	4,8	7,2
P2O5	2,4	4	6,4	1,25	2	2,5	4,5	9,5	14
K2O	1,8	3	4,8	3,2	5	6,4	2,8	5,5	8,2

## 9.4.2 CONSTATS

D'après l'ITP (Institut Technique du Porc), les émissions d'odeurs sont essentiellement constatées pendant l'épandage (bouffées d'odeurs) et dans les heures qui suivent (rémanence).

Les émissions odorantes diminuent exponentiellement avec le temps. Elles décroissent de façon importante dans la première heure, de 400 à 180 uo.m<sup>-3</sup> suivant l'épandage puis à nouveau jusqu'à la troisième heure (environ 50 uo.m<sup>-3</sup>). Ensuite, elles restent à des niveaux comparables pendant 72 heures : 30-50 uo.m<sup>-3</sup>. On constate cependant une rémanence 6 heures après l'épandage.

Ces émissions seront d'autant plus gênantes pour les riverains que les flux émis seront importants. C'est pourquoi, il est essentiel de prendre également en considération la dimension de la surface de contact entre le lisier et l'air et de raisonner en flux.

#### **9.4.3 CHOIX DES TRACEURS :**

Dans les porcheries (Masse et al, 2004), les **polluants concernés** sont principalement le méthane, l'ammoniac, le dioxyde de carbone et l'hydrogène sulfuré qui est le plus toxique. On note également dans plusieurs articles de l'ITP, l'importance des poussières dans ces bâtiments en lien avec la problématique odeur.

Nous nous intéresserons principalement à l'H<sub>2</sub>S et à l'NH<sub>3</sub> car ces polluants sont susceptibles d'avoir un impact sur la santé des travailleurs en fonction des teneurs auxquelles ils sont exposés. De plus, l'évaluation des émissions d'ammoniac est importante dans l'approche globale des émissions d'origine agricole et dans la problématique de la qualité de l'air en général.

Par contre, ces polluants ne peuvent pas être considérés comme des traceurs pertinents des odeurs en élevage. Nous rechercherons donc une méthodologie d'évaluation de l'impact olfactif de ces opérations.

#### **9.4.4 PROTOCOLE PROPOSE :**

Il nous a été demandé de définir un protocole simple à appliquer permettant d'estimer l'efficacité des produits utilisés lors de l'épandage. Des essais réalisés lors d'un épandage sont lourds à mettre en œuvre et peuvent conduire à des résultats et des interprétations différentes en fonction des conditions d'épandage mises en œuvre, des conditions météorologiques durant les essais, des conditions susceptibles de modifier la dispersion des polluants et des méthodologies de mesures mises en œuvre. De plus de telles méthodes impliquent de tester chaque produit vendu dans les conditions d'emploi de chaque éleveur. Nous avons opté, dans la mesure du possible, pour une approche comparative. Les protocoles sont à sélectionner en fonction des coûts engendrés et de la technicité des laboratoires intervenant.

L'efficacité des produits sera contrôlée sur deux paramètres : les polluants (H<sub>2</sub>S et NH<sub>3</sub>) et la perception olfactive (intensité odorante, concentration odorante).

L'introduction des produits de désodorisation peut être réalisée :

- en amont lors de la production des rejets (en bâtiment), par ajout à l'alimentation animale ou aux rejets entreposés dans les pré-fosses,
- dans la fosse de stockage extérieure avant pompage,
- en mélange au moment du pompage du lisier par la tonne,
- par épandage sur le sol suite à l'épandage du déchet,
- par brumisation dans l'air ambiant durant l'épandage.

Les protocoles proposés ci-après sont classés en fonction du mode d'application des produits. Un seul cas sera traité dans un autre chapitre de ce rapport : l'utilisation de ces produits au niveau du bâtiment.

Il n'est pas question de comparer les différents modes d'épandage. Nous recommandons donc de réaliser des essais pour les cas où l'épandage est effectué avec des buses à palettes ou tout autre système susceptible de projeter le déchet en hauteur.

Il a en effet été démontré que l'enfouissement limitait de façon considérable les émissions polluantes. Il semble donc que l'emploi de produits de désodorisation dans ce dernier cas présente peu d'avantages, c'est pourquoi nous ne nous intéresserons pas à cette technique par la suite.

Les protocoles présentés ci-après peuvent induire des coûts plus ou moins importants en fonction de la technicité nécessaire, du matériel à mettre en œuvre et de la durée de l'étude. Ces protocoles doivent donc être considérés comme des guides. Ils ont pour objectif de présenter la logique à suivre. Toutes les études réalisées doivent être suffisamment décrites afin de valider les résultats obtenus et répondre aux exigences présentées dans la partie « rapport ».

#### 9.4.4.1 PULVERISATION DANS L'AIR AMBIANT

Pour ce mode d'application, le rapport d'essais doit présenter les paramètres suivants afin de valider et comparer les méthodologies mises en œuvre :

- le nom du produit et sa version (n° de lot par exemple),
- sa composition,
- le nom de son fabricant,
- une description de son mode d'utilisation : durée de temporisation, durée totale de pulvérisation, débit de pulvérisation, dimension des gouttelettes créées, description générale du fonctionnement des buses (haute ou basse pression),
- implantation conseillée : nombre de brumisateurs par hectare de surface à traiter en fonction des conditions météorologiques particulières,
- rayon d'action d'un système de brumisation,
- taux de dilution du produit.

##### 9.4.4.1.1 EFFICACITE VIS A VIS D'H<sub>2</sub>S ET NH<sub>3</sub>

La pulvérisation de produits de désodorisation (généralement des agents masquants) peut présenter deux modes d'action : le masquage et la désodorisation par réactions chimiques des polluants à traiter. Nous ne considérerons dans ce chapitre que le second mode d'action. Pour les masquants, on se réfèrera au chapitre 10 (« évaluation des agents masquants »). Plusieurs méthodologies peuvent être proposées, une sélection est présentée ci-après.

Si on réalise des **mesures directement sur site lors de l'opération d'épandage** : un réseau de surveillance basé sur des mesures en continu peut être mis en œuvre. Les données seront corrélées aux conditions météorologiques



durant les mesures (station météo sur site). On pourrait ainsi comparer les teneurs en composés soufrés ou en ammoniac lors de l'épandage avant, pendant et après l'arrêt de la pulvérisation. L'efficacité sera validée à condition d'observer une diminution de 50 % des concentrations mesurées (pour H<sub>2</sub>S ou NH<sub>3</sub>).

Remarque : Les résultats sont considérés comme significatifs si les écarts entre les moyennes calculées avec et sans pulvérisation de produit sont supérieurs à 2 $\sigma$  (2 fois l'écart-type). Un minimum de 6 essais est nécessaire afin d'obtenir des résultats représentatifs, mais difficile à mettre à œuvre dans les conditions réelles sur site.

**En laboratoire**, des mesures peuvent être réalisées sur **un effluent recréé** (teneur en H<sub>2</sub>S ou NH<sub>3</sub> de l'ordre de 10 ppm) dans lequel on pulvériserait le produit à tester. Des boucles d'essais permettent de faire circuler des concentrations de polluants connues et stables et de comparer les teneurs avec et sans produit de désodorisation. Pour différents temps de contact entre le gaz et le produit, la concentration en H<sub>2</sub>S ou en ammoniac est mesurée afin de déterminer l'efficacité du produit testé sur la réduction des émissions. La réduction est évaluée pour un temps de contact minimum déterminé par le fournisseur et est calculée soit à partir de mesures en continu soit à partir des résultats obtenus sur 3 échantillons prélevés en parallèle.

#### 9.4.4.1.2 EFFICACITE VIS A VIS DES ODEURS

- Des mesures d'intensité permettent de comparer les niveaux sur une échelle de 1 à 5, niveaux perçus autour du site à 50 m. Deux campagnes permettent d'évaluer l'intensité perçue lors de l'épandage avec pulvérisation de produits désodorisants. Il convient de vérifier que les niveaux d'intensité sous les vents n'excèdent pas 2. Suivant le site, il peut s'avérer délicat d'atteindre ce niveau. Afin d'évaluer l'efficacité de ces produits, il peut être utile d'évaluer la baisse de perception liée à l'emploi de tels produits. Cinq campagnes sont alors effectuées avant épandage, durant l'épandage classique, l'épandage avec pulvérisation de produit puis 4 à 6 heures après l'arrêt de l'épandage (avec et sans traitement).
- Pour des mesures réalisées en boucle d'essais, l'efficacité sera vérifiée si une diminution minimale de 80% est avérée (calculs basés sur 3 échantillons prélevés en parallèle – calcul valeur moyenne et écart-type).

Remarque : Il est également important de vérifier l'effet de la dilution (due au vent dans les conditions réelles) sur la perception odorante. Comme dans le cas de l'évaluation de l'efficacité des produits sur l'abattement d'H<sub>2</sub>S et d'ammoniac, des prélèvements à différents temps de contact entre le produit et le gaz sont effectués. Chaque échantillon est dilué jusqu'à ce que le jury puisse caractériser l'odeur perçue : l'odeur correspond-elle majoritairement à celle d'un produit de désodorisation ou du mélange initial ? Cette odeur est-elle, à votre avis, agréable ?

A NOTER : La brumisation de produits peut également avoir un impact sur le personnel par contact et également sur la qualité des sols voire des lixiviats. De nombreux fabricants parlent en effet de la génération de brouillards.

#### 9.4.4.1.3 RAPPORT

Le rapport d'essais devra contenir certains éléments permettant de conclure quant à la validité des essais et devra permettre la comparaison de différentes méthodes.

Il comportera 4 parties :

- La description du produit : son nom, sa composition, sa dénomination (type/action), la version de fabrication (n° du lot) telle que définie dans la première partie du document
- Les conditions d'utilisation du produit lors de l'épandage :
  - ◆ Durée de temporisation, durée totale de pulvérisation, débit de pulvérisation, dimension des gouttelettes créées, description générale du fonctionnement des buses (haute ou basse pression) ;
  - ◆ Implantation conseillée : nombre de brumisateurs par hectare de surface à traiter en fonction des conditions météorologiques particulières
  - ◆ Rayon d'action d'un système de brumisation
  - ◆ Taux de dilution appliqué au produit
- Description de la technique d'épandage, de la qualité du déchet (origine, composition, durée de stockage), débit d'épandage par hectare, surface épandue, durée d'épandage, nombre de passages par surface.
- Description des sols : nu ou présence d'un couvert végétal
- Conditions météorologiques durant les essais : pluviométrie, vitesse de vent, direction de vent, température
- Description des essais (matériel, emplacement, traitement des données, nombre de répétitions), durée de l'étude, calculs d'efficacité (la période de mesures considérée pour les calculs). Les mesures doivent avoir été effectuées durant la première heure suite à l'épandage voire sur les 3 premières heures et lors de la rémanence (environ 6 heures après).

#### 9.4.4.2 EPANDAGE DU PRODUIT SUITE A L'EPANDAGE DU LISIER

On ne s'intéresse ici qu'aux émissions odorantes mais il serait intéressant de surveiller l'impact de l'épandage de tels produits sur les sols (quantité et qualité des lixiviats notamment).

##### 9.4.4.2.1 EFFICACITE VIS A VIS DE L'H<sub>2</sub>S ET NH<sub>3</sub>

Plusieurs méthodologies peuvent être utilisées : mesures sur site ou essais en laboratoire.

- **Mesures sur site** : il convient de comparer les émissions liées au déchet traité et non traité. Pour réaliser les mesures, des tunnels d'échantillonnage ou des chambres à flux sont employés. Les débits de balayage mis en œuvre pouvant être très variables, le rapport devra préciser le déroulement de l'étude ainsi que tous les paramètres permettant d'accéder au calcul des flux émis.

- **Mesures en laboratoire** : une quantité de sol et le lisier devant être épandu peuvent être placés dans une chambre d'essais hermétique. On asperge ce sol d'une quantité de produit définie en fonction de la surface d'étude de la chambre d'essais et du volume de sol prélevé. La chambre d'essais est balayée par un débit d'air pur fixé. L'évolution des émissions au cours du temps est suivie. Les résultats sont comparés avec ceux obtenus sans aspersion de produit. L'efficacité est estimée sur la première heure d'étude.

#### 9.4.4.2.2 EFFICACITE VIS A VIS DES ODEURS

- Lors des **mesures sur site** : les prélèvements sont réalisés dans les mêmes conditions que celles présentées pour les composés chimiques.
- Autres **mesures sur site** : Des mesures d'intensité permettent de comparer les niveaux sur une échelle de 1 à 5, niveaux perçus autour du site à 50 m. Il convient de vérifier que les niveaux d'intensité sous les vents n'excèdent pas 2 (niveau faible). Suivant le site, il peut s'avérer délicat d'atteindre ce niveau. Afin d'évaluer l'efficacité de ces produits, il peut être utile d'évaluer la baisse de perception liée à l'emploi de tels produits. Cinq campagnes sont alors effectuées avant épandage, durant l'épandage classique, l'épandage avec pulvérisation de produit puis 4 à 6 heures après l'arrêt de l'épandage (avec et sans traitement)..
- Essais en chambres hermétiques : Les concentrations d'odeur seront mesurées avec et sans ajout du produits de désodorisation au déchet durant la première heure des essais.

#### 9.4.4.2.3 RAPPORT

Le rapport devra contenir au minimum les éléments suivants.

- La description du produit : son nom, sa composition, sa dénomination (type/action), sa version (n° fabrication ou n° lot), son fabricant, telle que définie dans la première partie du document,
- Technique d'épandage du produit de désodorisation,
- Description de la technique d'épandage, de la qualité du déchet (origine, composition, durée du stockage), débit d'épandage par hectare, surface épandue, durée d'épandage, nombre de passages par surface,
- Description des sols : nu ou présence d'un couvert végétal,
- Conditions météorologiques durant les essais si ceux-ci sont effectués sur site : pluviométrie, vitesse de vent, direction de vent, température,
- Description des essais :
  - ↳ Description du matériel : dimension du tunnel ou de la chambre d'essais, débit de balayage créé, emplacement,
  - ↳ Traitement des données, nombre de répétitions des essais, durée de l'étude, durée des prélèvements,

- ↳ Calculs d'efficacité : Les mesures sont effectuées durant la première heure après l'épandage voire sur les 3 premières heures et lors de la rémanence (environ 6 heures après). La méthode de détermination du flux doit être décrite.

#### 9.4.4.3 AJOUT AU NIVEAU DE LA FOSSE OU AU MOMENT DU POMPAGE PAR LA TONNE A LISIER

Cette partie est traitée au paragraphe 9.7.

## 9.5 SOURCES DE GRANDES SURFACES

### 9.5.1 PARAMETRES INFLUENÇANT L'EFFICACITE

Pour évaluer l'impact des systèmes de brumisation dans l'air, les différents paramètres à considérer sont les suivants (Bouzalakos, 2002) :

- diamètre des gouttelettes produites (5-10  $\mu\text{m}$ , supérieure à 10-100  $\mu\text{m}$ )
- concentration de la solution diffusée
- nombre et position des pulvérisateurs
- débit des pulvérisateurs
- probabilité de contact (air / solution)
- conditions météorologiques : vitesse de vent, stabilité atmosphérique.

L'avantage de ces systèmes est leur adaptabilité aux différentes configurations de sources rencontrées. Le temps de contact entre le gaz à traiter et le produit de désodorisation est difficile à prévoir en fonction des conditions météorologiques et de leurs variations dans le temps. Plus la vitesse de vent augmente, plus les gouttelettes sont dispersées, diluées et volatilisées. Dans certains cas, la dispersion peut séparer le produit injecté et les molécules odorantes à traiter, ce qui produit deux odeurs distinctes en des points différents.

### 9.5.2 PROTOCOLE D'EVALUATION DE L'EFFICACITE DES PRODUITS

Les protocoles proposés dans le cadre de la pulvérisation de produits lors de l'épandage peuvent être transposés aux sources de grandes surfaces.

#### 9.5.2.1 EFFICACITE VIS A VIS DE POLLUANTS ODORANTS EMIS PAR LE SITE

Il est très délicat d'évaluer l'efficacité de produits dispersés dans l'air ambiant. La solution la plus opérationnelle consiste à disposer d'un réseau de surveillance afin d'assurer un suivi dans le maximum de directions de vent (au minimum 4). Les polluants ciblés sont mesurés en continu. Les concentrations obtenues sont corrélées aux conditions météorologiques et notamment aux directions de vent

durant les essais. Les résultats seront comparés avant, pendant et après la pulvérisation.

Ces essais sont relativement coûteux en installation de matériel et en traitement des données.

D'autres mesures, en laboratoire, peuvent également être réalisées sur **un effluent recréé** (teneur en H<sub>2</sub>S ou NH<sub>3</sub> de l'ordre de 10 ppm) dans lequel le produit à tester est pulvérisé. Des boucles d'essais permettent de faire circuler des concentrations de polluants connues et stables et de comparer les teneurs avec et sans produit de désodorisation. Pour différents temps de contact entre le gaz et le produit, la concentration en polluants (à définir en fonction des sites étudiés et des produits) est mesurée afin de déterminer l'efficacité de réduction du produit testé.

#### 9.5.2.2 EFFICACITE VIS A VIS DES ODEURS

- ◆ Des mesures d'intensité permettent de comparer les niveaux sur une échelle de 1 à 5, niveaux perçus autour du site à une distance de 50 m. Elles sont effectuées, durant l'épandage avec pulvérisation de produit puis 4 à 6 heures après l'arrêt de l'épandage. L'efficacité est avérée si l'intensité sous les vents dominants du site est inférieure ou égale à 2.
- ◆ Si des mesures sont réalisées **en laboratoire**, en boucle d'essais, l'efficacité du produit de désodorisation est évaluée à partir du débit d'odeur pour un temps de contact avec le produit défini par le fournisseur.

Remarque : il est également intéressant de vérifier l'effet de la dilution (liée au vent dans les conditions réelles) sur la perception odorante. Comme dans le cas de l'évaluation de l'efficacité des produits sur l'abattement d'H<sub>2</sub>S et d'ammoniac, des prélèvements à différents temps de contact entre le produit et le gaz sont effectués. Pour chaque échantillon, des dilutions sont réalisées jusqu'à ce que le jury puisse caractériser l'odeur perçue : l'odeur correspond-elle majoritairement à celle d'un produit de désodorisation ou du mélange initial ? Évaluez le caractère hédonique du mélange perçu.

#### 9.5.2.3 RAPPORT

Le rapport d'essais doit contenir certains éléments permettant de conclure quant à la validité des essais et permettre la comparaison des différentes méthodes.

Il comportera plusieurs parties :

- La description du produit : son nom, sa composition, sa dénomination (type/action), sa version (n° de fabrication ou de lot), son fabricant, telle que définie celle dans la première partie du document
- Les conditions d'utilisation du produit lors de l'épandage :
  - ◆ Durée de temporisation, durée totale de pulvérisation, débit de pulvérisation, dimension des gouttelettes créées, description générale du fonctionnement des buses (haute ou basse pression) ;
  - ◆ Implantation conseillée : nombre de brumisateurs par hectare de surface à traiter en fonction des conditions météorologiques particulières
  - ◆ Rayon d'action d'un système de brumisation

- ◆ Taux de dilution appliqué au produit.
- Description du site et de ses activités, les cycles d'arrivée des déchets.
- Description des sols : type de couverture.
- Conditions météorologiques durant les essais : pluviométrie, vitesse de vent, direction de vent, température
- Description des essais (matériel, emplacement, traitement des données, nombre de répétitions), durée de l'étude, période de mesures retenue pour la détermination de l'efficacité.

## 9.6 BATIMENTS D'ELEVAGE

Pour limiter les odeurs et les composés émis, plusieurs solutions sont envisagées :

- Une désodorisation par l'intermédiaire de réactions chimiques favorisant la formation de produits non odorants (aldéhydes, cétones et insaturés avec ammoniac, amines primaires, mercaptans, groupes thiols pour former des imines ou base de Schiff, des thio-acétals).
- L'inhibition des processus bactériens par des fonctions phénoliques ou des esters aromatiques biodégradables.

### 9.6.1 PARAMETRES A CONSIDERER

Attention les résultats sont souvent exprimés de manières différentes qui rendent difficiles les comparaisons. Ils peuvent en effet être exprimés par m<sup>3</sup> d'air ou par m<sup>3</sup> de lisier stocké.

Les paramètres influençant l'efficacité de produits de désodorisation employés en bâtiment sont les suivants :

- Conception :
  - ↪ animaux élevés,
  - ↪ leur stade physiologique,
  - ↪ le taux de ventilation réglé en fonction des deux paramètres précédents,
  - ↪ caractéristiques propres des animaux et de leurs déjections,
  - ↪ profondeur des pré-fosses,
  - ↪ le type de sol : avec caillebotis intégral, les émissions d'odeurs sont supérieures à celles mesurées avec un caillebotis partiel du fait d'un temps de contact lisier/air plus important. Par contre, l'hygiène des animaux est plus difficile à maîtriser dans le second cas (nettoyage direct impossible),
  - ↪ La surface de contact entre l'air et les déjections animales : surface des pré-fosses sur l'ensemble du bâtiment, surface de caillebotis.

- Régie : durée d'entreposage des déjections sous les animaux (permanent ou non), le volume stocké, le taux de ventilation réglé en fonction des espèces animales et de leur stade physiologique (âge, poids, diète),
- Saison (débit d'odeur supérieur en été qu'en hiver),
- La qualité des déjections : composition, pH, température,
- Volatilisation des polluants :
  - ↳ pH du lisier, température,
  - ↳ pression partielle des polluants, leur concentration respective dans le lisier et dans l'air,
  - ↳ vitesse de l'air au-dessus du lisier.

### **9.6.2 PROTOCOLE PROPOSE**

L'introduction des produits de désodorisation peut se faire :

- au niveau de l'alimentation des animaux
- par pulvérisation dans l'air intérieur du bâtiment
- par ajout au lisier entreposé en pré-fosse et / ou par épandage sur les litières et caillebotis.

L'efficacité des produits introduit dans l'alimentation ne sera pas contrôlée.

Ces protocoles constituent des guides dont l'objectif est de présenter la logique à suivre. Toutes les études réalisées doivent être suffisamment décrites afin de permettre une validation les résultats obtenus et de répondre au exigences présentées dans la partie « rapport ».

Remarque : Les agents biologiques sont supposés être contrôlés car les bactéries utilisées doivent être étiquetées et validées pour une utilisation en tant qu'additif.

L'efficacité des produits de désodorisation peut être évaluée selon deux approches :

- en se basant sur les tiers,
- en se basant sur le personnel.

### **9.6.3 EVALUATION DE L'EFFICACITE VIS A VIS DES TIERS OU DU PERSONNEL**

Plusieurs objectifs peuvent être poursuivis : réduire les nuisances et les risques chroniques pour les tiers ou le personnel.

En ce qui concerne les riverains, les mesures seront principalement réalisées au niveau des rejets gazeux du bâtiment. Pour le personnel, des mesures dans l'air intérieur du bâtiment sont souhaitables.

### 9.6.3.1 EFFICACITE VIS A VIS DES RIVERAINS

Dans ce cas, les mesures sont réalisées à l'extraction d'air du bâtiment ce qui permet d'exprimer les résultats en flux émis (concentration mesurée par le débit d'air rejeté). Il convient donc de mesurer le débit d'air rejeté du bâtiment et d'évaluer la concentration émise lors de la pulvérisation de désodorisants dans l'air du bâtiment ou d'ajout de désodorisant au lisier stocké sous les caillebotis.

### 9.6.3.2 EFFICACITE VIS A VIS DU PERSONNEL

Les mesures sont réalisées au niveau des postes de travail des éleveurs : dans les allées, au-dessus de la préfosse à lisier. Il convient en parallèle de contrôler l'homogénéité de la ventilation au sein du bâtiment afin de vérifier qu'il n'existe pas de zones mortes à risque pour le personnel. Les mesures sont réalisées au plus près de l'injection des produits.

## 9.6.4 PULVERISATION DANS L'AIR DU BATIMENT

Le protocole est établi par rapport au nombre de pulvérisateurs disposés dans le bâtiment et à leurs emplacements respectifs.

### 9.6.4.1 EFFICACITE VIS A VIS DE L'H<sub>2</sub>S ET DE NH<sub>3</sub>

Afin d'estimer l'efficacité de tels produits, nous nous intéresserons à la qualité de l'air du bâtiment dans son ensemble ainsi qu'à quelques zones particulières permettant d'estimer plus précisément l'impact sur le personnel.

- Au niveau de l'air extrait du bâtiment : les concentrations sont mesurées au niveau des gaines d'extraction d'air. Associées au débit d'air rejeté, le flux de polluant émis par le bâtiment peut alors être estimé. L'efficacité du produit est évaluée à partir de la réduction des flux de polluants émis lors de la pulvérisation de produit de désodorisation.
- Au cœur du système de pulvérisation : en fonction de la disposition des systèmes de pulvérisation, des prélèvements seront réalisés au niveau d'une allée de circulation du personnel à une hauteur de 1m50 - 1m60. L'efficacité sera estimée à partir des concentrations mesurées avec et sans traitement.

### 9.6.4.2 EFFICACITE VIS A VIS DES ODEURS

La méthodologie d'évaluation est identique à celle présentée ci-dessus.

- Au niveau de l'air extrait : les mêmes conditions d'essais que celles présentées ci-dessus, sont préconisées. L'efficacité est basée sur le calcul des débits d'odeur avec et sans traitement.
- Au cœur du système de pulvérisation : les mêmes conditions d'essais que celles présentées ci-dessus, sont préconisées. L'efficacité est estimée à partir des concentrations d'odeur mesurées avec et sans traitement.



### 9.6.4.3 RAPPORT

Le rapport d'essais devra comporter les éléments suivants :

- une description de la conception et de la régie du bâtiment (cf. paramètres à considérer)
- la saison de l'étude
- des informations sur le produit pulvérisé :
  - ↳ le nom du produit,
  - ↳ sa composition,
  - ↳ sa version (n° de lot ou de fabrication),
  - ↳ son fabricant,
  - ↳ une description de son mode d'utilisation : durée de temporisation, durée totale de pulvérisation, débit de pulvérisation, description générale du fonctionnement des buses (haute ou basse pression),
  - ↳ l'implantation conseillée : nombre et position des diffuseurs, rayon d'action d'un système de brumisation,
  - ↳ Diamètre des gouttelettes produites (5-10 µm, supérieure à 10-100 µm),
  - ↳ débit des diffuseurs,
  - ↳ taux de dilution appliqué au produit pulvérisé.
- description des essais : méthodes de mesures utilisées, justification des points de prélèvements (schéma par rapport à l'emplacement des pulvérisateurs), nombre de répétitions des essais, durée des prélèvements, début des prélèvements par rapport au début de la pulvérisation des produits, description du traitement des données (notamment périodes considérées pour l'obtention des valeurs moyennées dans le cas de mesures en continu).

### 9.6.5 AJOUT AUX DEJECTIONS ENTREPOSEES DANS LA PRE-FOSSE OU EPANDAGE SUR LES CAILLEBOTIS ET LES LITIERES

Dans ce cas, il est intéressant de disposer de deux salles de tests identiques en conception et en régie. Les mesures pour les cas traités et non traités peuvent alors être réalisées en parallèle pour des conditions météorologiques comparables.

Si des salles tests ne sont pas envisageables, il convient de définir les périodes de mesures en accord avec les durées d'action escomptées pour les produits de désodorisation à tester.

#### 9.6.5.1 EFFICACITE VIS A VIS D'H<sub>2</sub>S ET NH<sub>3</sub>

Comme dans le cas précédent, les deux approches sont considérées.

- Au niveau de l'air extrait du bâtiment : des mesures comparatives des flux émis avant et après ajout du produit permettront d'évaluer la réduction d'émission d'H<sub>2</sub>S ou d'ammoniac. Le flux est calculé comme suit : la concentration mesurée multipliée par le débit d'air rejeté.

- Au niveau de la pré-fosse : les mesures sont réalisées, avant et après un plusieurs ajouts de produits de désodorisation, en deux points : au raz de la pré-fosse et à une hauteur d'environ 1m60. La comparaison des concentrations en polluant mesurées avec et sans traitement permet d'estimer l'efficacité du produit testé.

#### 9.6.5.2 EFFICACITE VIS A VIS DES ODEURS

- Au niveau de l'air extrait : l'efficacité est évaluée en comparant les débits d'odeur avant et après injection de produit dans la pré-fosse ou au niveau des litières et des caillebotis.
- Au niveau de la pré-fosse : la méthodologie appliquée est identique à celle présentée dans le paragraphe précédent.

#### 9.6.5.3 RAPPORT

Le rapport comporte au minimum les éléments suivants :

- une description de la conception et de la régie du bâtiment (cf. paramètres à considérer) et plus particulièrement des pré-fosses au moment des essais, à savoir : la surface et le volume disponible des pré-fosses sur l'ensemble du bâtiment, le taux de remplissage lors des mesures, la durée d'entreposage des lisiers. Dans les cas d'épandage sur les litières, prendre en compte les informations suivantes : la surface de caillebotis sur l'ensemble du bâtiment, le nombre d'animaux par m<sup>2</sup>, le délai entre les nettoyages,...
- la qualité des déjections (composition, origine)
- la saison de l'étude
- des informations sur le produit ajouté :
  - ↳ le nom du produit,
  - ↳ sa composition, sa présentation (liquide ou solide)
  - ↳ sa version (n° de lot ou de fabrication),
  - ↳ son fabricant,
  - ↳ une description de son mode d'utilisation : la quantité à utiliser par unité de surface et de volume de lisier à traiter, le nombre d'applications nécessaires
  - ↳ le taux de dilution appliqué au produit.
- description des essais : méthodes de mesures utilisées, justification des points de prélèvements (nombre de points par rapport à la surface et au volume occupés par le lisier), nombre de répétitions des essais, durée des prélèvements, début des prélèvements par rapport à l'ajout du produit, description du traitement des données (notamment périodes d'obtention des valeurs moyennées dans le cas de mesures en continu), résultats obtenus pour chaque échantillon pris, taux de réduction calculé.

## 9.7 FOSSES DE STOCKAGE

Les capacités de stockage autorisées en France sont en général calculées pour des durées de stockage comprises entre 4 et 9 mois. Dans certains cas, pour augmenter les volumes stockés, les lisiers sont placés dans des ouvrages de grandes surfaces protégés par des géomembranes (cas des élevages de canards). Dans ce cas, les protocoles correspondront à ceux présentés dans le chapitre concernant les ouvrages de grandes surfaces.

### 9.7.1 PARAMETRES A CONSIDERER

Les paramètres influençant les émissions sont les suivants :

- La volatilisation des polluants :
  - ↳ Leur pression de vapeur respective,
  - ↳ Leur concentration respective dans la phase liquide et la phase gazeuse,
  - ↳ La température du déchet, le pH,
- Le volume stocké, profondeur de la structure, taux de remplissage,
- La durée d'entreposage,
- La couverture ou non : la couverture limite les contacts entre l'air et le déchet, limite la dilution par les eaux de pluie, diminue les émissions odorantes (entre 50 et 100 % suivant les couvertures),
- Le type de couverture : Elles sont classées en trois grandes catégories : le stockage en poche, les couvertures flottantes naturelles ou artificielles et les couvertures avec structure de soutien,
- La surface au sol,
- La capacité de stockage,
- La conception de la fosse : circulaire hors sol, semi-enterrée, universelle,
- La pluviométrie : des augmentations du volume stocké de 30% en fonction de la pluviométrie ont été constatées. Cette augmentation implique non seulement une hausse du volume de stockage mais également du temps et du coût de transport du déchet vers les parcelles d'épandage,
- La formation de croûtes à la surface du lisier : Formation plus lente dans le cas des porcs par rapport aux bovins,
- La régularité et le délai pour l'alimentation des fosses par les préfosse,
- La vidange des fosses en fonction de leur conception : par pompage direct par le haut dans le cas de fosses enterrées, par évacuation par gravitation dans une fosse de réception de moindre taille puis pompage par le haut dans le cas de fosses non enterrées,

- L'aération de la fosse et sa qualité. Une aération continue de la fosse et le brassage du déchet au cours du temps permet de limiter les émissions odorantes lors de l'épandage et améliore l'homogénéisation du déchet. Pour le lisier, elle peut être effectuée peu de temps avant le pompage pour épandage.

l'ITP dans un document général sur les odeurs et l'environnement présente différentes couvertures de fosses et les paramètres influant sur les émissions :

- Les couvertures flottantes fabriquées à base de produits naturels (paille hâchée) permettraient une diminution importante des émissions odorantes (< 200 uo.m<sup>-3</sup> contre 1 400 uo.m<sup>-3</sup> pour une fosse non couverte).
- L'épaisseur de la couche peut également limiter les émissions mais de façon moindre par rapport à la présence ou non de couverture.
- L'aération efficace de la fosse peut limiter les émissions gazeuses. En effet, des mesures de concentration d'odeur réalisées sur 8 heures ont permis de constater que : les émissions augmentent dans les 5 minutes qui suivent le début de l'aération puis diminuent très nettement sur 2 heures (de 4.10<sup>5</sup> uo.m<sup>-3</sup> à 5 10<sup>2</sup> uo.m<sup>-3</sup>). Entre 3,5 et 20 heures d'aération, les teneurs sont équivalentes à celles mesurées sans aération.

Lors de l'aération d'une fosse de 100 m<sup>3</sup> par un aérateur de 4 kW placé au centre de la fosse, on observe une diminution des émissions d'odeur durant 60 jours aboutissant à 80 % d'abattement. Cette diminution est équivalente pour le lisier traité et le lisier témoin. Ce n'est qu'à partir du 85<sup>ème</sup> jour sur les 120 jours de tests que l'aération du lisier permet une réduction notable du niveau d'odeur de la fosse comparativement au lisier témoin dont les émissions diminuent mais de manière moins flagrante. Une étude australienne montre que plus le débit d'aération augmente plus la concentration d'odeur diminue :

Taux d'aération (m <sup>3</sup> .mn <sup>-1</sup> )	Concentration d'odeur (uo.m <sup>-3</sup> )
0	2.10 <sup>3</sup>
1,5	400-500
8	60

## 9.7.2 PROTOCOLE D'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ

### 9.7.2.1 EFFICACITÉ VIS À VIS DE H<sub>2</sub>S ET NH<sub>3</sub>

Des essais comparatifs sont réalisés avant et après ajout de produit dans la fosse. Il convient de réaliser des mesures sur 3-4 heures avant l'ajout de produit et 3-4 heures après. En fonction des dimensions de la fosse, un bâchage ou la méthode des hottes d'isolation / chambre à flux peuvent être préconisés.

### 9.7.2.2 EFFICACITE VIS A VIS DES ODEURS

A partir des concentrations odorantes mesurées selon les préconisations présentées pour l'H<sub>2</sub>S et l'NH<sub>3</sub>, l'efficacité sera estimée sur la base de 3 échantillons prélevés simultanément.

### 9.7.2.3 RAPPORT

Il comportera au minimum les éléments suivants :

- La description du produit : son nom, sa composition, sa dénomination (type/action), sa version (n° de lot ou de fabrication), son fabricant, telle que définie dans la première partie du document,
- Les conditions d'utilisation du produit : nombre d'applications nécessaires, durée minimum pour un contact efficace entre le déchet et le produit de désodorisation,
- Des informations sur le déchet à traiter : durée de stockage dans la fosse, qualité (origine, composition) – la composition du lisier portera au minimum sur le pH, MS, NTK, N(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), température,
- La quantité stockée, le taux de remplissage de la fosse, le volume occupé,
- Le type de fosse : couverte ou non, type de couverture, l'aération (type et durée),
- Une description des essais et des conditions opératoires :
  - ↳ Description du matériel, débit de balayage créé si nécessaire,
  - ↳ Traitement des données, nombre de répétitions des essais, durée de l'étude, début des prélèvements,
- La pluviométrie plusieurs jours avant et pendant l'épandage (paramètre à considérer essentiellement pour l'étude dans les conditions réelles).

## 9.8 CONCLUSIONS POUR LES AGENTS DESODORISANTS

Les protocoles présentés dans ce chapitre doivent permettre d'évaluer l'efficacité de produits de désodorisation où des réactions chimiques, biologiques ou d'adsorption sont mises en œuvre en vue d'épurer le gaz à traiter. Les protocoles, pour des questions de coût, n'imposent aucune validation spatiale ou statistique des résultats. Il est toutefois essentiel de faire figurer dans le rapport d'essais, toutes les informations pertinentes afin d'exploiter correctement et de comparer les résultats.

## **10. EVALUATION DES AGENTS MASQUANTS**

Ces agents sont employés pour masquer la perception d'une odeur désagréable. L'efficacité de tels produits peut être déterminée par des enquêtes menées auprès des riverains. Celles-ci doivent être réalisées sur de longues périodes (plusieurs mois) afin d'obtenir des résultats significatifs. Elles nécessitent également

l'implication d'un nombre suffisant de riverains correctement disposés autour du site étudié.

Ces agents pourraient également être testés en laboratoire afin d'évaluer l'impact de tels produits sur le caractère hédonique du gaz à « traiter ».

## **11. CONCLUSIONS**

L'emploi des désodorisants serait socialement acceptable à condition qu'ils réduisent les odeurs de façon substantielle.

Ce document n'a pas la prétention de recenser l'ensemble des produits de désodorisation vendus, mais contribue à une meilleure connaissance des produits et de leur efficacité en fonction de leur cadre d'utilisation.

Pour une meilleure lisibilité, une classification des produits est proposée en fonction de leur type et de leur mode d'action. Deux familles types sont dégagées : les agents masquants et les agents désodorisants ou réducteurs d'odeur.

En fonction de la définition proposée par le vendeur, des tests d'évaluation de l'efficacité des produits sont proposés. Les protocoles proposés dans ce document pour les agents désodorisants, ont été établis pour permettre un choix assez représentatif d'essais pouvant mener à des conclusions intéressantes. Des essais en laboratoire et sur site sont proposés pour chaque situation. En revanche, nous avons délibérément choisi de ne pas imposer de validations statistiques (pas d'estimation des intervalles de confiance), qui devraient être prévues pour de tels essais mais qui augmenteraient de manière conséquente les budgets nécessaires. Il est en contre-partie, essentiel de détailler les rapports d'essais afin de pouvoir comparer les résultats. Pour des raisons similaires, nous ne demandons pas d'évaluer la représentativité spatiale des échantillons prélevés.

Même si les études en laboratoire ne sont pas directement représentatives de la réalité des émissions et du comportement des produits sur site, nous restons plus favorables à ces essais car ils permettent une comparaison des produits dans des conditions maîtrisées. Nous préconisons d'ailleurs d'évaluer l'efficacité des produits en laboratoire avant de mettre en œuvre des essais plus conséquents.

Les enquêtes de riverains en vue d'évaluer la gêne ressentie, ne sont pas préconisées dans le présent rapport en raison des coûts engendrés et des durées d'étude nécessaires pour obtenir des résultats exploitables. Ceci étant, les plaintes des riverains impliqueront une remise en cause du produit.

L'efficacité des agents de désodorisation est évaluée sur trois paramètres que sont : l'H<sub>2</sub>S, l'ammoniac et l'odeur. Les polluants ont été sélectionnés en raison de leur possible impact sur la santé des travailleurs compte tenu des teneurs auxquelles ils sont exposés. De plus, l'évaluation des émissions d'ammoniac est importante dans l'approche globale des émissions d'origine agricole et dans la problématique de la qualité de l'air en général.

**L'utilisation d'agents ayant un pouvoir masquant dans des atmosphères de travail confinées, pour lesquelles la détection olfactive peut représenter un élément de sécurité vis à vis d'une situation à risque, doit être associée au port de détecteurs de gaz toxiques par le personnel.**

Remarque : Les aspects concernant l'impact des produits sur la contamination des sols, des eaux de surface et souterraines, ne sont pas abordés dans ce document, même s'ils méritent d'être étudiés.

## **12. LISTE BIBLIOGRAPHIQUE**

ADEME, 1995, « Procédés pour la réduction des émissions d'odeurs lors de la valorisation agricole des boues d'épuration ».

Bouzalakos S., B.Jefferson, P.J.Longhurst et R.M.Stuetz, 2003, « Developing methods to evaluate odour control products », Water Science, UK

Choinière D., Barrington S., C.Foulds, S.King, P.Rocherster et A.Durand, 2004, « Protocole d'évaluation des additifs », rapport Consumaj et Fédération des producteurs de porcs du Québec.

Denis R., 1997, « Un neutralisant d'odeurs naturellement efficace », conférence présentée au 4<sup>ème</sup> congrès international sur la caractérisation et la réduction des émissions d'odeurs et de COV

Falcy M ;, S.Malard, 2005, « comparaison des seuils olfactifs de substances chimiques avec des indicateurs de sécurité utilisés en milieu professionnel », INRS, ND 2221-198-05, 1<sup>er</sup> trimestre 2005

Fontanille, « LISIS – additif biologique pour le traitement des lisiers », plaquette commerciale de la société Fontanille Biotechnologies.

Hygefac laboratoires, 2004, « Azofac, le traitement biotechnologique du lisier – dossier technique ».

Guinguand N., A.L.Boulestreau, S.Juin et F.Maupertuis, 2004, « Utilisation d'additifs en porcherie – effets sur l'émission d'odeurs et d'ammoniac en engraissement », Techniporc, vol27, n°2

Guinguand N. et T.Veyrier, 2004, « Effets d'un additif sur l'émission d'odeurs en engraissement en conditions d'élevage », Techniporc, vol.27, n°4.

Guinguand N.et D.Loiseau, 2000, « Des produits pour réduire les odeurs- analyse descriptive des produits disponibles sur le marché », Techniporc, vol 23, n°5

Guinguand N., Chauvel J. et N.Theophilou, 2000, « Clinoptilolite et environnement – résultats d'étude en post-sevrage », Techniporc, vol 23, n°4

Guingand N., 2003, « Liste des produits de traitement du lisier – coordonnées des sociétés », rapport ITP.

Guingand N., 2003, « Liste des produits de traitement des lisiers – caractéristiques des produits », rapport ITP.

ITP, « Odeurs et environnement – cas de la production porcine »

ITP, 1993, « Nuisances olfactives dues aux porcheries »

Lefebvre, Heroux, Guy, « Evaluation d'agents désodorisants d'odeurs pour le site d'enfouissement sanitaire de la ville de Montréal ».

Masse D., F.Croteau et J.Lavoie, 2004 , « évaluation de l'impact des additifs de lisier sur l'exposition des travailleurs et l'atténuation des odeurs », IRSST, juillet 2004

Phode, « pollution et nuisances olfactives – la solution Nora System », plaquette commerciale de la société Phode

Ramel M., 1999, « Réduction des nuisances olfactives par pulvérisation de produits de désodorisation », rapport ADEME 1999.

SODAE, « Etude sur les odeurs perceptibles sur le Grand Bassin de l'Oust », rapport partiel , 2001

Sorbial, « la bio-technologie appliquée » - traitement des odeurs, la gamme des procédés Astrade », plaquette commerciale de la société SORBIAL

Sorbial – Astrade : « Mesures de l'efficacité d'un neutralisant d'odeurs pour l'épandage de lisiers », 2002

Sorbial – Astrade : « Mesures de l'efficacité d'un traitement bactérien sur les odeurs de lisier », 2003

Westrand, « Mode d'action des molécules Westrand »

### **13. ANNEXES**

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nombre de pages</b>
1	Quelques exemples de produits commercialisés	3
2	Tableaux récapitulatifs des essais d'évaluation de l'efficacité des produits désodorisants vis à vis de l'H <sub>2</sub> S et de l'ammoniac	5
3	Tableaux récapitulatifs des essais d'évaluation de l'efficacité des produits désodorisants vis à vis de l'odeur	6



# **ANNEXE 1**

## **Quelques exemples de produits commercialisés**

## Produits Aromatiques, à base d'huiles essentielles

- Olfaxion (système de diffusion sèche, à froid, de micro-particules) + Ambiance (Sanitec Ocène) : le produit est un mélange liquide d'huiles essentielles et de substances aromatiques. C'est un *agent masquant*.
- Neutralise L.A. Agricole (SORBIAL) : produit à base d'huiles essentielles et de fragrances issues d'essences de fleur, de plantes et de fruits sur un support en propylène glycol ; produit contenant des tensioactifs. Il est principalement conseillé au niveau des fosses de stockage de lisiers et au moment de l'épandage (incorporation du produit dilué directement dans la tonne à lisier ou dans le tuyau d'aspiration du lisier de la fosse). *C'est un agent désodorisant surfactant*.
- Neutralise LA industriel est un produit proposé également aux industriels et aux collectivités pour le traitement des odeurs dans les sites publics par pulvérisation sur les sols, les zones de stockage de déchets organiques, au niveau des siphons, canalisations, puisards mais également par ajout au niveau de l'épaississement des boues (en ajout avec les polymères) en STEP. Il est utilisable sur toutes les surfaces. Il est prévu pour des applications multiples. Il est à base d'un mélange complexe de fragrances et d'huiles essentielles. *C'est un agent désodorisant surfactant*.

## Produits à base de microorganismes

- Azofac (Hygefac) composé de bactéries lyophilisées (de classe 1 – Fédération Européenne de Biotechnologie), d'oligo-éléments et de substances nutritives. Il est principalement utilisé en élevage mais également en station d'épuration des eaux usées. Dans le cadre des élevages, ce produit est utilisé pour améliorer la liquéfaction et l'homogénéisation des lisiers et limiter les émissions d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré. *C'est un agent désodorisant biologique*.
- Bactifos (Bio Armor) à base de tensioactifs non ioniques, d'enzymes, de bactéries et de facteurs de stimulation de l'activité de la microflore du lisier – produits liquide. Il est principalement vendu comme produit liquéfiant de lisier permettant de limiter la formation de croûtes lors du stockage en fosses. *C'est un agent désodorisant biologique et surfactant*.
- Bio Lisier Ambiance (Bio Armor) : mélange de bactéries, d'algues, d'argiles et d'extraits de plantes. Il est utilisé pour la liquéfaction des lisiers en fosses et pré-fosses. *C'est un agent désodorisant biologique et adsorbant*.
- Lysaxion (Sanitec Ocène) à base d'enzymes et de microorganismes lyophilisés, présenté sous forme d'une poudre granuleuse. Ce produit agit au niveau de la stimulation des processus de fermentation en favorisant la

liquéfaction des lisiers et réduisant les nuisances olfactives. *C'est un agent désodorisant biologique.*

- Cobiotech 1000 (Cobiotech) à base d'un complexe bactérien associant 5 souches de lactobacilles et 4 souches de bacillus conditionnées sur un support nutritif. Produit sous forme de poudre, il est utilisé pour prévenir la formation des croûtes de lisier, les émanations de gaz malodorants et d'ammoniac dans les bâtiments en assurant l'hygiénisation, la liquéfaction et l'homogénéisation des lisiers. Il est appliqué après nettoyage et désinfection des fosses. Il est introduit sous les caillebotis. Ces micro-organismes ont entre autre pour objectif d'inhiber l'activité des bactéries pathogènes, d'où une meilleure hygiénisation. *C'est un agent désodorisant biologique.*
- Bactolis (Protecta sas) à base d'un complexe bactérien non pathogène et de nutriments de croissance – solution liquide préparée dans un bio-activateur maintenu entre 25 et 45°C. Ce produit est employé pour les lisiers en amont de la fosse (pré-fosse ou sur caillebotis) ou sur les litières (par pulvérisation). Des produits différents sont présentés pour les porcs ou les bovins et en fonction des litières qu'elles soient ou non paillées. Dans ce dernier cas, la litière ou le caillebotis est aspergé par l'intermédiaire d'un tuyau d'arrosage et d'un pulvérisateur suffisamment puissant pour que le jet puisse atteindre une distance de 40 mètres. Les complexes bactériens transforment l'ammoniaque en nitrate, azote plus facilement assimilable par les plantes. *C'est un agent désodorisant biologique à base minérale.*
- Lisis (Fontanille) : produit destiné à la dégradation des lisiers. Il contient des matières minérales, organiques et des micro-organismes. Le produit est présenté sous forme d'une poudre. Après 6 à 12 semaines a été observé une diminution importante des concentrations gazeuses ( $H_2S$ ,  $NH_3$ ) en bâtiment, en fosse et à l'épandage ainsi qu'une fluidisation des lisiers. D'après le fournisseur, l'enfouissement à l'épandage ne serait plus impératif. Le produit est utilisé pur. *C'est un agent désodorisant biologique, chimique, à base minérale.*

## **Produits à base minérale**

- PRP Fix (PRP) est un mélange de minéraux et d'oligo-éléments destinés au traitement de l'ambiance des bâtiments d'élevage et à la valorisation des engrais de ferme, lisiers, litières et composts. Présenté sous forme de semoulette, il est utilisable en agriculture biologique conformément au CEE 2092/91 modifié du 24 juin 1991. *C'est un agent désodorisant à base minérale.*

## **A base végétale**

Les additifs vendus chez les éleveurs :

- Lisalglène (ABA) à base de végétal coralien et d'extraits d'algues pour la liquéfaction des lisiers mais également pour la réduction des émissions d'ammoniac et d'odeurs en bâtiment. Ce produit est présenté sous forme solide. *C'est un agent désodorisant à base végétale.*

## Les adsorbants

- Clinoptilolite (Sylver et Baryte) appartient au groupe des zéolites (majoritairement silice, alumine). Il a été testé en post-sevrage par l'ITP (Guinguand et al, 2000) par intégration à l'alimentation des animaux. *C'est un agent désodorisant adsorbant.*
- Bactosec (Protecta sas) : complexe bactérien contenant des nutriments, un complexe minéral asséchant et un arôme d'eucalyptus. Il est présenté sous forme solide. Il est utilisé pour le traitement des lisiers sur le caillebotis voire au niveau de la fosse et pour le traitement des litières par épandage manuel sur une litière vieille de 4 jours. *C'est un agent désodorisant biologique et adsorbant.*

## Les « chimiques »

La réaction est une réaction chimique. Leur composition chimique est souvent présentée.

- EC11 (Elf Atochem) : à base d'acide undecylenique (C11) obtenu par craquage à la vapeur d'huile de ricin. Il est préconisé pour le traitement :
  - des effluents liquides et solides par incorporation directe à la matière,
  - des effluents gazeux industriels par pulvérisation et
  - des litières et des emballages par incorporation directe à la matière à traiter.

Il est présenté sous forme liquide et pulvérisé en gouttelettes de 5 à 10 µm de dimensions régulières par l'atomisation du liquide par de l'air comprimé. *C'est un agent désodorisant chimique.*

- Lisomask (CEVA- Sanofi) : mélange d'eugénol, d'alcool amylique et d'aldéhyde benzoïque. Il est préconisé pour traiter les lisiers d'animaux, les rejets urbains et industriels (eaux usées, boues liquides ou solides, lors épandage de boues, lagunes, effluents gazeux). Il peut être incorporé directement à la matière à traiter ou pulvériser dans l'air lors des épandages notamment. La formulation présente une composition chimique comparable à celles des huiles essentielles. Il s'agit *d'un agent masquant ou désodorisant.*

## Les « divers »

La formulation de leur composition n'est pas précisée.

- Nora systems (Phode) : les produits sont proposés aux industriels, aux collectivités, aux élevages et même aux particuliers. Ils assurent des réactions chimiques aboutissant à la transformation des amines en sels d'ammonium, à la transformation des composés soufrés en nucléophiles, ou des réactions basées sur des phénomènes de chélation ou d'emprisonnement par des molécules cages. Leur introduction peut être réalisée par brumisation, incorporation directe ou comme traitement de surface. Ils sont donc prévus pour des applications en zones confinées ou ouvertes. Ils peuvent être utilisés directement dans la boue, le lisier, les effluents liquides. En surface, un film se dépose et permet le traitement des molécules au fur et à mesure de leur volatilisation. Il peut être utilisé sur les bassins, lagunes mais également pour

des déchets stockés ou à transporter (balles d'OM). La pulvérisation se fait au moyen d'un Kärcher. « ...NORA System Film n'est pas soluble dans l'eau, il n'est donc pas sensible à la pluie. En revanche, si la zone est soumise au vent, un déplacement du film peut apparaître.... » (sic). Le film est totalement perméable à l'oxygène, ne gêne nullement le phénomène d'évaporation de l'effluent. Ce produit est difficile à classer. On le considérera *comme un agent masquant ou désodorisant* étant donné les diversités d'application de ce produit.

## **ANNEXE 2**

**Tableaux récapitulatifs des essais d'évaluation de  
l'efficacité des agents désodorisants et les  
objectifs à atteindre pour les polluants chimiques :  
H<sub>2</sub>S et ammoniac**

**Résumé des méthodes de mesures physico-chimiques proposées pour évaluer l'efficacité des produits de désodorisation.**

**Les polluants ciblés : H<sub>2</sub>S et NH<sub>3</sub>**

<b>Contexte utilisation</b>	<b>Mode d'application</b>	<b>Essais</b>	<b>Déroulement des essais</b>	<b>Objectifs recherchés</b>
<b>Epandage</b>	Pulvérisation dans air	1) mesures des concentrations au vent / sous le vent  2) Mesures de concentrations de polluants émis par un effluent généré en laboratoire	1) Mesures en continu à traiter en fonction des directions de vent et conditions météo – tester une pulvérisation à eau  2) comparaison sans traitement et avec traitement (délai entre début traitement et début prélèvements) et traitement avec eau- 3 prélèvements minimum si pas de mesures en continu	1) diminution de 50% en H <sub>2</sub> S ou NH <sub>3</sub> sur la 1 <sup>ère</sup> heure d'épandage et 4-6 h suite à l'épandage  2) réduction de la concentration (H <sub>2</sub> S et NH <sub>3</sub> ) à chiffrer (objectif à terme > 80%)
	Epandage	1) hotte d'échantillonnage ou chambre à flux  2) essais en chambre hermétique en labo	1) comparaison sur la première heure épandage avec et sans traitement, et lors de la rémanence (4 à 6 h après épandage). Même comparaison avec eau– 3 prélèvements minimum pour chaque mesure si pas de mesures en continu- respecter le dosage préconisé par le fournisseur.  2) avant et immédiatement après épandage produit et eau– 3 prélèvements minimum si pas de mesures en continu	1) diminution flux surfacique d'H <sub>2</sub> S ou NH <sub>3</sub> à chiffrer (objectif à terme 80 % minimum)  2) réduction la concentration (H <sub>2</sub> S et NH <sub>3</sub> ).à chiffrer (objectif à terme > 80% pour un polluant au moins)

## Résumé des méthodes de mesures physico-chimiques proposées pour évaluer l'efficacité des produits de désodorisation.

### Les polluants ciblés : H<sub>2</sub>S et NH<sub>3</sub>

Contexte utilisation	Mode d'application	Essais	Déroulement des essais	Objectifs recherchés
<b>Epandage (suite)</b>	Introduction en amont dans la fosse de stockage	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mesures directes au niveau de la fosse ou mesures par chambre à flux / hotte d'isolation – comparaison avec de l'eau</li> <li>2) essais en chambre hermétique en labo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 3 prélèvements minimum pour chaque mesure si pas de mesures en continu</li> <li>2) avant et après ajout produit et eau– 3 prélèvements minimum si pas de mesures en continu</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Réduction des émissions (H<sub>2</sub>S ou NH<sub>3</sub>) à chiffrer (objectif à terme &gt; 80% pour un polluant au moins).</li> <li>2) Réduction de la concentration et du facteur d'émission à chiffrer (objectif à atteindre : &gt; 80% de réduction)</li> </ol>
<b>Bâtiment</b>	Pulvérisation dans air	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Evaluation du flux d' H<sub>2</sub>S ou NH<sub>3</sub> au rejet du bâtiment et de la concentration au cœur système pulvérisation – comparaison également avec pulvérisation d'eau.</li> <li>2) Mesures de concentrations de polluants émis par un effluent généré en laboratoire</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 3 prélèvements minimum pour chaque mesure si pas de mesures en continu</li> <li>2) comparaison sans traitement et avec traitement (délai entre début traitement et début prélèvements) et traitement avec eau- 3 prélèvements minimum si pas de mesures en continu</li> </ol>	Réduction des émissions (concentration et flux) en H <sub>2</sub> S ou NH <sub>3</sub> à chiffrer * (objectif à terme : > 80% pour un polluant au moins)



**Résumé des méthodes de mesures physico-chimiques proposées pour évaluer l'efficacité des produits de désodorisation.**

**Les polluants ciblés : H<sub>2</sub>S et NH<sub>3</sub>**

Contexte utilisation	Mode d'application	Essais	Déroulement des essais	Objectifs recherchés
<b>Bâtiment (suite)</b>	Epanchage sur litières et caillebotis Ajout aux lisiers	1) Evaluation du flux d'H <sub>2</sub> S ou NH <sub>3</sub> au rejet du bâtiment et de leur concentration au niveau des caillebotis ou litières  2) essais en chambre hermétique en labo	1) Disposer de salles de test identiques en conception et en régie de fonctionnement et faire les essais en parallèle (à la même période) sinon définir délai d'action du produit pour démarrer les mesures – les mesures au niveau des pré-fosses seront réalisées au ras de la fosse et à 1m60 du sol. - 3 prélèvements minimum pour chaque mesure si pas de mesures en continu  2) avant et après ajout produit et eau– 3 prélèvements minimum si pas de mesures en continu	1) Réduction (concentration / flux) à chiffrer (objectif à terme : 80% pour un polluant)  2) Réduction de la concentration et du facteur d'émission à chiffrer * (objectif à atteindre : > 80% de réduction)

**facteur émission : concentration rapportée à la quantité de déchets étudiée.**

Remarques :

- 1) Les rapports d'essais devront être détaillés : produits (déf, préconisations) et délais d'action, condition utilisation, caractérisation lisier, bâtiment (nb animaux, espèces, ventilation), déroulement essais (moyens, méthodes, seuils quantification, début essais, durée, conditions météo, conditions opératoires comme le débit d'air généré)
- 2) Le flux = concentration mesurée x débit air rejeté (ou créé) – le flux surfacique est le flux rapporté par unité de surface couverte par la chambre à flux

## **ANNEXE 3**

### **Tableaux récapitulatifs des essais d'évaluation de l'efficacité des agents désodorisants et les objectifs à atteindre pour les odeurs**

Résumé des méthodes de mesures olfactométriques proposées pour évaluer l'efficacité des produits de désodorisation

Contexte utilisation	Mode d'application	Méthode	Mesures olfactométriques	Déroulement des essais	Objectifs à atteindre
Épandage	Pulvérisation dans air	<p>1) Jury sélectionné selon NF X 43-103</p> <p>2) Analyses selon NF EN 13725</p>	<p>1) Mesures d'intensité à 50m du site</p> <p>2) Mesures de concentrations odorantes sur un effluent généré en laboratoire</p>	<p>1) 2 circuits : pendant épandage avec traitement, 4-6 h après épandage</p> <p>Remarque : 5 circuits (●) pour évaluer l'efficacité du produit et vérifier qu'il permet d'abaisser le niveau d'intensité perçu.</p> <p>2) comparaison sans traitement et avec traitement (délai entre début traitement et début prélèvements) et comparaison avec pulvérisation d'eau – 3 prélèvements minimum pour chaque mesure</p>	<p>1) cartographie du niveau d'intensité (sur l'échelle variant de 1 à 5) à 50 m de l'épandage – corrélation météo</p> <p>(objectifs à terme : niveau d'intensité inférieur ou égal à 2 sous les vents dominants).</p> <p>2) réduction de la concentration / débit à chiffrer (objectif à terme à atteindre : supérieure à 80%)</p>

Résumé des méthodes de mesures olfactométriques proposées pour évaluer l'efficacité des produits de désodorisation

Contexte utilisation	Mode d'application	Méthode	Mesures olfactométriques	Déroulement des essais	Objectifs à atteindre
Epandage (suite)	Epandage	<p>1) Analyses selon NF EN 13725</p> <p>2) Jury sélectionné selon NF X 43-103</p> <p>3) Analyses selon NF EN 13725</p>	<p>1) hotte d'échantillonnage ou chambre à flux</p> <p>2) intensité odorante à 50m</p> <p>3) essais en chambres en labo</p>	<p>1) comparaison sur la première heure épandage avec et sans traitement, et lors de la rémanence (4 à 6 h après épandage) - 3 prélèvements minimum pour chaque mesure - respecter le dosage préconisé par le fournisseur.</p> <p>2) 2 circuits : pendant épandage avec traitement, 4-6 h après épandage</p> <p>3) avant et immédiatement après épandage produit / comparaison avec épandage eau</p> <p>3 prélèvements minimum pour chaque mesure</p>	<p>1) diminution concentration / débit surfacique d'odeur à chiffrer (objectif à terme : 80 % minimum)</p> <p>2) cartographies du niveau d'intensité (sur l'échelle variant de 1 à 5) à 50 m de l'épandage – corrélation météo (objectifs à terme : niveau d'intensité inférieur ou égal à 2 sous les vents dominants lors épandage) .</p> <p>3) réduction de la concentration / facteur émission à chiffrer (objectif à terme : supérieure à 80%)</p>

Contexte utilisation	Mode d'application	Méthode	Mesures olfactométriques	Déroulement des essais	Objectifs à atteindre
<b>Epandage (suite)</b>	Introduction en amont dans la fosse de stockage	Selon NF EN 13725	1) Mesures directes au niveau de la fosse ou mesures par chambre à flux / hotte d'isolation  2) essais en chambres en labo	1) 3 prélèvements minimum pour chaque mesure-comparaison avec et sans traitement  2) avant et après ajout produit / comparaison avec ajout d'eau  3 prélèvements minimum pour chaque mesure	1) Réduction de la concentration / du débit d'odeur à chiffrer (objectif à terme : supérieure à 80%)  2) réduction de la concentration / facteur émission à chiffrer (objectif à terme : supérieure à 80%)
<b>Bâtiment</b>	Pulvérisation dans air	Mesure selon NF EN 13725	1) Evaluation du débit odeur au rejet du bâtiment et de la concentration odorante au cœur système pulvérisation  2) Mesures de concentrations odorantes sur un effluent généré en laboratoire	1) 3 prélèvements minimum pour chaque mesure – comparaison avec et sans traitement et avec traitement à eau  2) comparaison sans traitement et avec traitement (délai entre début traitement et début prélèvements) et comparaison avec pulvérisation d'eau – 3 prélèvements minimum pour chaque mesure	Réduction des émissions odorantes (concentration, débit) à chiffrer (objectif à terme : supérieure à 80%)

Contexte utilisation	Mode d'application	Méthode	Mesures olfactométriques	Déroulement des essais	Objectifs à atteindre
	Épandage sur litières et caillebotis Ajout aux lisiers	Mesure selon NF EN 13725	1) Évaluation du débit odeur au rejet du bâtiment et de la concentration odorante au niveau des caillebotis ou litières  2) essais en chambres en labo	1) Disposer de salles de test identiques en conception et en régie de fonctionnement et faire les essais en parallèle (à la même période) sinon définir délai d'action du produit pour démarrer les mesures – les mesures au niveau des pré-fosses seront réalisées au ras de la fosse et à 1m60 du sol. - 3 prélèvements minimum pour chaque mesure  2) avant et après ajout produit / comparaison avec ajout d'eau  3 prélèvements minimum pour chaque mesure	1) Réduction à chiffrer (objectif à terme : réduction minimale de 80 %.)  2) Réduction de la concentration / facteur émission à chiffrer (objectif à terme : réduction minimale de 80 %.)

(●) : les 5 circuits avant épandage lisier, pendant épandage sans traitement, pendant traitement, 4-6 h après épandage du lisier suite au traitement et sans traitement. Comparaisons possibles pour conditions météo identiques

facteur émission : concentration rapportée à quantité de déchets étudiée.

- ↪ Les rapports d'essais devront être détaillés : produits (déf, préconisations) et délais d'action, conditions utilisation, caractérisation lisier, bâtiment (nb animaux, espèces, ventilation), déroulement essais (moyens, méthodes, début essais, durée, cond météo, conditions opératoires comme les débits d'air généré)
- ↪ Le flux = concentration mesurée x débit air rejeté (ou créé) – le flux surfacique est le flux rapporté par unité de surface couverte par la chambre à flux