

RAPPORT

05/12/2016

INERIS-DRC-16-156188-10660A

**ETAT DE L'ART RELATIF AUX  
MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES  
POUR LA COUVERTURE DES OUVRAGES  
DE STOCKAGE DE LISIER PORCIN**

**INERIS**

maîtriser le risque |  
pour un développement durable



**ETAT DE L'ART RELATIF AUX MEILLEURES TECHNIQUES  
DISPONIBLES POUR LA COUVERTURE DES OUVRAGES DE  
STOCKAGE DE LISIER PORCIN**

Rapport réalisé pour le Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer

## 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 équivalents 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>	Laurène ZANATTA	Rodolphe GAUCHER	Martine RAMEL
<b>Qualité</b>	Ingénieur de l'unité Technologies et Procédés Propres et Durables	Responsable de l'unité Technologies et Procédés Propres et Durables	Responsable du Pôle Risque et Technologies Durables
<b>Visa</b>			

## SOMMAIRE

<b>1. RESUME</b> .....	<b>7</b>
<b>2. INTRODUCTION</b> .....	<b>9</b>
<b>3. ASPECTS GENERAUX</b> .....	<b>11</b>
3.1 Etat des lieux en Europe .....	11
3.2 Etat des lieux en France.....	12
3.3 Phénomènes impliqués dans les émissions gazeuses au stockage .....	12
<b>4. LES MTD RELATIVES AU STOCKAGE</b> .....	<b>16</b>
4.1 Rappel des MTD applicables au stockage des effluents .....	16
4.2 Réduction du ratio Surface/Volume.....	17
4.3 Réduction des échanges lisier/air.....	18
4.4 Remplissage des ouvrages de stockage et brassage des effluents.....	18
4.5 Acidification du lisier.....	21
<b>5. COUVERTURE DES FOSSES</b> .....	<b>23</b>
5.1 Bonnes pratiques et sécurité .....	24
<b>6. COUVERTURES FLOTTANTES</b> .....	<b>26</b>
6.1 Description générale.....	26
6.2 Croûte naturelle.....	28
6.3 Couverture de paille .....	29
6.4 Matériel fibreux léger .....	31
6.5 Boules de polystyrène .....	34
6.6 Couvertures souples flottantes.....	35
6.7 Couvertures avec poche gonflable.....	36
6.8 Fragments de plastique géométriques .....	38
<b>7. COUVERTURES SOUPLES (AVEC SUPPORT)</b> .....	<b>40</b>
7.1 Description .....	40
7.2 Applicabilité .....	41
7.3 Bénéfices environnementaux .....	42
7.4 Données opérationnelles et économiques.....	42
7.5 Effets croisés.....	42
<b>8. COUVERTURES RIGIDES</b> .....	<b>44</b>

8.1	Description .....	44
8.2	Applicabilité .....	44
8.3	Bénéfices environnementaux .....	44
8.4	Données opérationnelles et données économiques .....	45
8.5	Effets croisés .....	45
<b>9.</b>	<b>COUVERTURES DES LAGUNES .....</b>	<b>46</b>
9.1	Description .....	46
9.2	Applicabilité .....	46
9.3	Bénéfices environnementaux .....	46
9.4	Données opérationnelles et économiques .....	46
9.5	Effets croisés .....	47
<b>10.</b>	<b>RESERVOIRS SOUPLES .....</b>	<b>48</b>
<b>11.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>48</b>
<b>12.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>51</b>

## **1. RESUME**

Le stockage du lisier dans des ouvrages de stockage externes est une source d'émissions d'ammoniac dont la volatilisation est favorisée par les échanges atmosphériques entre l'air et la surface du lisier. Il est à l'origine d'environ 20% des émissions d'ammoniac des installations d'élevage.

En France, contrairement à d'autres Etats Membres où les couvertures sont déjà obligatoires, ce stockage est réalisé le plus souvent sans protection. Les conclusions relatives aux Meilleures Techniques Disponibles (MTD) concernant les élevages intensifs recensent plusieurs techniques qui permettent de réduire les émissions de NH<sub>3</sub>. Elles sont relatives à la construction des ouvrages (ex : réduction de l'emprise au sol), à la modification des caractéristiques chimiques (réduction du pH du lisier par acidification) et à la couverture des ouvrages. Les couvertures citées comme MTD sont de nature variée et se distinguent par leur caractère fixe ou flottant, souple ou rigide et leur performance en matière de réduction d'ammoniac.

Les éleveurs IED soumis au BREF « élevages intensifs de porcs et de volailles »<sup>1</sup> ont l'obligation de réduire les émissions pendant la phase de stockage des effluents. Ce rapport a pour objectif de détailler les MTD relatives au stockage du lisier et d'en faciliter leur compréhension dans le cadre de l'obligation de réduire les émissions au stockage.

Le choix d'une couverture doit être raisonné globalement en intégrant les objectifs de réduction des émissions, les investissements possibles et les gains associés. Il faut également tenir compte des caractéristiques des ouvrages de stockage et des opérations de maintenance régulière.

Les couvertures flottantes, peuvent être, par exemple, constituées par croûte naturelle, de paille, d'argile expansée ou d'éléments en plastique (bâche ou fragments). Elles sont un moyen efficace de lutte contre les émissions de NH<sub>3</sub> à moindre coût selon leur type. Leur installation ne nécessite pas de modification des ouvrages et peuvent s'adapter à la quasi-totalité des installations de stockage du lisier, nouvelles ou existantes. Cependant, afin d'assurer leur intégrité et leur maintien à la surface, il convient de remplir les ouvrages par le bas et de ne brasser le lisier qu'avant épandage. La durée de vie de ces couvertures est variable, allant de quelques mois pour les couvertures de paille et croûte naturelle à plus d'une dizaine d'années pour les fragments de plastique.

---

<sup>1</sup> Les éleveurs soumis au BREF « élevages intensifs de porcs et de volailles » sont ceux disposant de plus de 40 000 emplacements de volailles, ou de plus 750 emplacements de truies ou de 2000 emplacements de porcs charcutiers.

Les couvertures souples fixes sont maintenues en place grâce à un mât central, une structure métallique en forme de dôme ou encore en étant tendues à plat sur l'ouvrage. Elles sont le plus souvent traitées anti-UV pour améliorer leur résistance dans le temps, leur durée de vie est d'une quinzaine d'années. Ces couvertures, en plus d'abattre les émissions de  $\text{NH}_3$ , présentent l'avantage d'exclure les eaux pluviales et d'augmenter la capacité de stockage. Elles peuvent donc permettre également de réduire les dépenses en fertilisant car la valeur agronomique du lisier, moins dilué, est améliorée grâce à la préservation de son contenu azoté. Il est également possible de valoriser le biogaz capté sous la couverture et ainsi, par exemple de chauffer les bâtiments d'élevage à proximité. La présence d'ouvertures dans la couverture permet l'insertion du matériel de pompage et de brassage sans avoir besoin de la retirer. Ce type de couverture semble être privilégié actuellement par les exploitants français.

Les couvertures rigides, en béton ou fibre de verres, ne sont pas applicables à la couverture des lagunes ou des ouvrages de très grande taille. Elles offrent les mêmes avantages que les couvertures souples fixes. Cependant, leur installation peut présenter plus de difficultés, en nécessitant le renforcement de l'ouvrage de stockage existant. Tout comme pour les couvertures souples fixes, des ouvertures sont généralement prévues pour assurer le remplissage et la reprise du lisier.

## **2. INTRODUCTION**

Le secteur agricole et plus précisément celui de l'élevage, est la principale source d'émissions d'ammoniac. Ce gaz est impliqué dans les phénomènes d'acidification des sols et des masses d'eau, d'eutrophisation et dans la formation de particules dangereuses pour la santé humaine. A chaque étape du processus d'élevage, une partie de l'azote disponible peut être volatilisée, sous la forme d'ammoniac et d'autres composés azotés (Martin E., 2013). Selon le CITEPA<sup>2</sup>, en 2010, 18% et 21% des émissions d'ammoniac des élevages de volailles et de porcs respectivement, étaient imputables au stockage des effluents. Ces émissions sont dépendantes de la composition des déjections, elle-même corrélées à l'alimentation des animaux et à leur mode d'élevage (Eglin & Mousset, 2012).

Le principal levier de la réduction des émissions lors du stockage externe des effluents est la mise en place d'une couverture flottante, souple ou rigide car elles constituent des barrières physiques qui augmentent la résistance à la diffusion des gaz à l'interface lisier-atmosphère ( The Danish environmental protection agency, 2014). La récente révision du BREF IRPP<sup>3</sup> met l'accent sur ces pratiques qui sont considérées comme des MTD<sup>4</sup>.

En plus de réduire les émissions de gaz dans l'atmosphère et les nuisances olfactives, les couvertures améliorent la qualité agronomique des effluents (préservation du contenu azoté) et peuvent selon les cas, être une source d'énergie renouvelable en préservant le potentiel de génération de biogaz qui pourra être valorisé par la suite. Toutefois, ces aspects varient car ils sont étroitement liés au type de couverture installé. En effet, plusieurs paramètres modulent l'efficacité d'une couverture tels que sa nature, sa perméabilité, sa résistance aux conditions climatiques ou encore son entretien.

Ce rapport dresse un panorama des moyens de couvrir les réservoirs de stockage du lisier et présente leur pertinence au regard des bénéfices environnementaux et les limites à leur utilisation.

Ce rapport revêt un double objectif :

- principalement basé sur le « projet final du BREF IRPP », il recense et détaille les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) relatives au stockage du lisier telles qu'elles sont présentées dans ce document afin d'en faciliter la compréhension.
- il vise à capitaliser des informations complémentaires qui pourront faciliter l'appropriation des MTD par les éleveurs et leur mise en œuvre sur le terrain.

Dans une première partie, un état des lieux des modalités de stockage dans certains états européens est dressé et les phénomènes aboutissant aux émissions de NH<sub>3</sub> sont expliqués. Les parties suivantes présentent les différentes catégories de couverture qualifiées de MTD, leurs bénéfices environnementaux, leurs possibles effets croisés et des données opérationnelles.

---

<sup>2</sup> Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

<sup>3</sup> Best available techniques REferences document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs

<sup>4</sup> Meilleure Technique Disponible

Le rapport se limite à l'étude du lisier de porc. Toutefois, nombre des moyens de couverture des ouvrages décrit dans ce rapport peuvent être transposés au lisier de canard.

### **Méthodologie**

Ce rapport s'appuie principalement sur les informations issues du BREF IRPP 2017 et les données issues de publications scientifiques et de rapports.

Afin de compléter et d'étayer les informations acquises grâce à ces recherches bibliographiques, des entretiens auprès d'éleveurs et de constructeurs et/ou fournisseurs de couverture d'ouvrage de stockage ont été réalisés et sont rapportés dans les paragraphes « En pratique ».

### **Limites de l'étude**

Le travail de recherche bibliographique et les interviews de professionnels permettent de dresser un panorama des techniques disponibles pour la couverture des fosses à lisier et leur positionnement par rapport aux MTD. Toutefois, au vu des connaissances actuelles, il n'est pas possible de quantifier précisément les abattements des émissions de NH<sub>3</sub> et d'avoir un positionnement consensuel sur les avantages et les inconvénients des différentes techniques.

### **3. ASPECTS GENERAUX**

#### **3.1 ETAT DES LIEUX EN EUROPE**

En Europe, les pratiques de stockage sont relativement similaires mais des différences sur la réglementation en vigueur encadrant le stockage du lisier et notamment sur l'obligation de couvrir les ouvrages existent.

Une fois extrait des bâtiments d'élevage, le lisier est généralement stocké dans un ouvrage de stockage en béton, en acier, en géomembrane ou dans des lagunes. Les réactions de dénitrification sont plus importantes au niveau des lagunes que des fosses de stockage externe car les lagunes ont généralement une surface plus grande, augmentant ainsi les échanges atmosphériques (Bittman, 2014).

C'est une pratique commune de disposer d'ouvrage de stockage pour le lisier de porc avec une capacité suffisante pour stocker les effluents entre deux périodes d'épandage ou avant d'éventuellement le traiter sur site ou hors site. L'ouvrage doit donc être dimensionné de manière à pouvoir stocker le lisier jusqu'au moment où l'épandage est possible et permettre une application à la période la plus favorable pour répondre aux besoins en azote des cultures (IPPC, 2017). En Europe, les ouvrages en surface érigés à proximité des bâtiments d'élevage sont les constructions les plus répandues pour le stockage des effluents. Ils peuvent également être enterrés ou semi-enterrés. Selon les périodes d'épandage et les conditions climatiques, le lisier est généralement entreposé pour une durée de 6 à 9 mois. Dans les zones les plus froides de Scandinavie, le stockage peut être supérieur à 9 mois ( The Danish environmental protection agency, 2014).

La couverture des ouvrages externes de stockage est considérée comme une MTD dans le BREF IRPP (2017). La mise en place d'une couverture est déjà obligatoire dans certains Etats Membres depuis les années 80. En effet, depuis 1986, le Danemark impose la couverture des fosses à lisier, 80% d'entre elles le seraient par croûte naturelle et couche de paille. Au Danemark, les couvertures naturelles biologiques/organiques (croûte naturelle flottante avec ou sans addition de paille) sont utilisées comme système de référence pour les émissions des fosses de stockage (IPPC, 2017). Les nouvelles structures de stockage et celles qui sont substantiellement agrandies doivent désormais être couvertes au Royaume-Uni et l'ensemble des ouvrages de stockage doit être couvert d'ici à 2020 (Snorre Andersen, DK\_Storage\_natural floating layer, 2010).

Aux Pays-Bas, la loi (Public Nuisance Act) a imposé une généralisation de la couverture des fosses depuis 1987. Au moins 90% des fosses à lisier (toutes espèces confondues) seraient couvertes en Belgique, au Danemark, en Slovaquie, en Allemagne et aux Pays-Bas (Environment Agency, 2012) .

## 3.2 ETAT DES LIEUX EN FRANCE

Actuellement, la réglementation nationale n'impose pas de couvrir les ouvrages de stockage de lisier et peu de données sur le taux de couverture (naturelle ou artificielle) sont disponibles (Eurostat, 2013). Cette méconnaissance résulte en partie d'une confusion entre la préfosse<sup>5</sup> et la fosse extérieure. L'enquête Bâtiment de 2008 pour les porcins indique que 17% des volumes des fosses à lisier en métropole étaient couverts, et 5 % étaient alimentés par le bas (Tenaud & Debarge, 2014).

Pour les fosses extérieures construites avant 1980, le volume moyen des fosses était de 280 m<sup>3</sup> alors que pour celles construites après 2000, il est de 811 m<sup>3</sup>. Cet agrandissement est le résultat de l'accroissement de la taille des élevages et de l'allongement des périodes de stockage (Ministère de l'agriculture, 2010).

### En pratique

Une augmentation du diamètre des fosses est observée sur le terrain. Il est fréquent de rencontrer des fosses de 20-25 m de diamètre. Ces ouvrages sont le plus souvent enterrés ou semi-enterrés et alimentés par le haut et ce, même dans le cas de constructions nouvelles.

La majorité des fosses circulaires sont en béton, celles en Inox sont peu rencontrées car leur installation est plus onéreuse et nécessite la construction d'une chape. Néanmoins l'avantage de ces structures est leur modularité : il est possible d'augmenter la capacité de stockage en ajoutant un étage ou de les démonter lors de la cessation d'activité.

Le type de couverture le plus courant en France est de type « tente » avec mât central. Il existe toute une variété d'équipement associée au stockage du lisier.

## 3.3 PHENOMENES IMPLIQUES DANS LES EMISSIONS GAZEUSES AU STOCKAGE

La part des émissions d'ammoniac d'un élevage porcin imputable au stockage des déjections serait de 21% (Stenglein, Schmidt, Jacobson, & Janni, 2011). Cette étape est également une source de GES comme le N<sub>2</sub>O et le CH<sub>4</sub>. En l'absence de couverture, le vent assure un renouvellement d'air à la surface du lisier, engendrant un transfert de gaz du lisier vers l'atmosphère dont la concentration gazeuse est plus faible

Selon le guide UNECE, les émissions de gaz pendant la phase de stockage peuvent être réduites par l'application de l'un ou des principes suivants :

- réduction de la surface d'exposition grâce à l'installation d'une couverture ou la formation d'une croûte,
- augmentation de la profondeur de la fosse,
- abaissement du pH,
- limitation de l'agitation du lisier.

Ces préconisations sont l'objet de certaines des MTD du BREF comme cela est détaillé ci-après.

---

<sup>5</sup> La préfosse fait référence à la fosse de stockage présente en bâtiment sous le caillebotis.

Ces techniques de base sont bien connues mais peu d'idées innovantes ont émergé ces dix dernières années (Oenema & Velthof, 2012), (Dourmad, 2009). Selon la nature des matériaux constitutifs des couvertures et leur assemblage, le degré de perméabilité, le niveau d'abattement des émissions et le coût varient. Une des classifications possibles des couvertures peut être effectuée en fonction de leur niveau de perméabilité. Les couvertures imperméables réduisent les émissions gazeuses dans l'atmosphère en piégeant les gaz produits par le lisier. Ainsi, la concentration en gaz augmente dans l'espace situé sous la couverture et au-dessus de la surface du lisier créant un équilibre des concentrations de part et d'autre de la surface des effluents. Dans ce cas, le gradient de diffusion de l'ammoniac du lisier vers l'atmosphère n'est plus favorable au transfert de gaz qui demeure préférentiellement sous forme dissoute dans le lisier (Dourmad, 2009). Les couvertures perméables (ex : croûte naturelle, paille...), quant à elles, diminuent les émissions en créant une barrière physique à la surface du lisier qui augmente la résistance du transfert de gaz des effluents vers l'atmosphère. Ainsi plus leur perméabilité est faible et/ou leur épaisseur est importante, plus la concentration en gaz azotés dissous augmente dans le lisier (Van Caenegem, Dux, & Steiner, 2005).

Néanmoins, la réduction ou l'absence totale d'échange d'oxygène entre le lisier et l'air imposée par la présence d'une couverture engendre une élévation de la température d'environ 2°C, favorisant la formation de méthane. Les conditions anaérobies réduisent les réactions de nitrification et de dénitrification, d'où une réduction ou du moins une prévention des émissions de protoxyde d'azote.

Dans le cas des couvertures où les entrées d'oxygène sont possibles, le phénomène contraire peut se produire, c'est-à-dire que du N<sub>2</sub>O peut être émis. Il est produit par une succession de réactions de nitrification et dénitrification à partir d'ammonium contenu dans le lisier. Le N<sub>2</sub>O est formé à la surface du lisier, en contact avec l'air (IPPC, 2017).

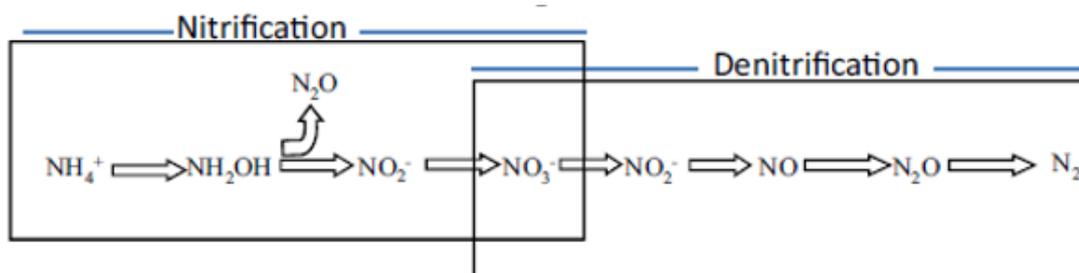


Figure 1: Réactions impliquées dans la production de N<sub>2</sub>O.

Enfin, le processus de volatilisation de l'ammoniac correspond à un transfert d'ammoniac gazeux dans l'atmosphère à partir de l'ammoniac présent dans le lisier. Ce processus varie en fonction d'un certain nombre de paramètres qu'il est possible de moduler. La volatilisation augmente avec :

- concentration en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> du lisier
- activité enzymatique
- pH
- température du lisier
- surface d'exposition du lisier à l'air
- vitesse de l'air

Il existe dans le lisier un équilibre entre l'ammoniac sous forme gazeuse ( $\text{NH}_3$ ) et ses ions ( $\text{NH}_4^+$  et  $\text{OH}^-$ ). Par abaissement du pH, l'équilibre se déplace dans le sens de formation des ions.

La composition des effluents influe sur le niveau des émissions et celle-ci est dépendante de différents paramètres présentés ci-dessous (Martin E., 2013).

- **Caractéristiques et variation de la composition du lisier**

Le lisier, constitué de matières organiques et minérales est un mélange de fèces et d'urine de porc. A ce mélange primaire peuvent s'ajouter les eaux de lavage, de boisson, ou encore des résidus alimentaires. Selon les données bibliographiques, la concentration en azote totale des lisiers varient :

- entre 2,1 et 8  $\text{kg/m}^3$  (Laboratoire national de métrologie et d'essais, 2011)
- entre 3,9 et 8  $\text{kg/m}^3$  (Corpen, 2003)

La composition du lisier est influencée par le stade physiologique, l'alimentation de l'animal et le système d'élevage.

L'ammonium correspond à 75% de l'azote total du lisier et sa solubilité dans l'eau fait qu'il est uniformément réparti. Les 25% restants sont de l'azote organique sous formes dissoute et solide. L'azote organique provient des fèces et correspond majoritairement à l'azote contenu dans l'alimentation qui n'a pas été absorbé. L'azote urinaire résulte de la transformation des acides aminés non utilisés en urée. On retrouve également du phosphore, du potassium, du magnésium et du calcium (Laboratoire national de métrologie et d'essais, 2011).

- **Le stade physiologique**

Il existe des variations dans la composition des effluents entre les stades physiologiques. Les truies produisent plus d'azote car le volume de déjection est bien plus important que pour toutes les autres catégories bien que leurs rejets soient moins concentrés (Laboratoire national de métrologie et d'essais, 2011). Pour chaque stade physiologique, le niveau de rejet variera selon les performances zootechniques des porcs. L'indice de consommation (IC)<sup>6</sup> et le gain moyen quotidien (GMQ)<sup>7</sup> influencent le niveau de rejet des porcs en post-sevrage et en engraissement tout comme le sexe et le type génétique (CORPEN, 2003).

---

<sup>6</sup> Indice de consommation : Rapport entre la qualité d'aliments consommée par un animal d'élevage au cours d'une période déterminée et le gain de poids vif réalisé pendant la même période.

<sup>7</sup> GMQ : Il indique la vitesse moyenne de croissance exprimée en g/j pendant une période déterminée.

- **La conduite d'élevage**

Les élevages intensifs sont le plus souvent des systèmes « lisier » plutôt que « litière ». En France, les bâtiments sont généralement conçus de la manière suivante : caillebotis intégral sous lequel les déjections sont collectées au sein de la pré-fosse. La composition du lisier, stocké sous les animaux, varie selon son temps de résidence dans la pré-fosse ou encore le mode de gestion auquel il est soumis en bâtiment (flushing<sup>8</sup>, séparation de phase<sup>9</sup>...). La durée de stockage peut aller de quelques jours à quelques mois. Ces fosses dans les bâtiments sont dominées par des conditions anaérobies favorables au développement de communautés bactériennes pouvant dégrader la matière organique en CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>. La minéralisation de l'azote contenu dans l'urine et la matière organique conduit à une concentration importante en ammonium dans le lisier induisant un grand potentiel de volatilisation ammoniacale ou la formation de N<sub>2</sub>O. (Petersen & Miller, 2006).

- **Influence de l'alimentation des animaux**

L'alimentation est un paramètre essentiel de la composition du lisier et apparaît comme une voie efficace pour modifier les caractéristiques des effluents et réduire ainsi les émissions gazeuses en particulier d'ammoniac et dans une certaine mesure de méthane et d'odeurs (Dourmad, 2009). En effet, il est possible de moduler les excréments azotés en réduisant les quantités d'azote de la ration et d'ajuster celle-ci au plus près des besoins des animaux grâce à une alimentation multiphase. Cette réduction en protéines diminue la concentration en urée de l'urine et son pH (Canh, Aarnink, Verstegen, & Schrama, 1998). Cependant, les apports d'acides aminés indispensables doivent être en adéquation avec les besoins et respecter le profil de protéines idéales. Dans ces conditions, des bénéfices environnementaux et sanitaires sont observés (ABCIS, 2016).

Ces pratiques alimentaires sont aujourd'hui répandues dans la plupart des pays européens.

---

<sup>8</sup> Les déjections sont évacuées du bâtiment à l'aide d'un liquide, généralement, c'est la fraction liquide du lisier qui est utilisé.

<sup>9</sup> Une séparation de phase est réalisée grâce à des systèmes de raclage en V ou de tapis roulants et permet de concentrer dans la phase solide, les éléments excrétés par les animaux.

## 4. LES MTD RELATIVES AU STOCKAGE

### 4.1 RAPPEL DES MTD APPLICABLES AU STOCKAGE DES EFFLUENTS

Le BREF recense plusieurs techniques de réduction des émissions d'ammoniac pendant la phase de stockage des effluents dans un ouvrage externe (lagune ou fosse). Elles sont récapitulées dans les tableaux ci-dessous. Ces MTD consistent en l'application d'une technique ou d'une combinaison de techniques.

*MTD n°16: réduction des émissions au stockage des effluents en fosse externe (source : (IPPC, 2017))*

*Afin de réduire les émissions de NH<sub>3</sub> d'un ouvrage de stockage du lisier, dans l'air, la MTD consiste à utiliser une combinaison de techniques données ci-dessous :*

	<i>Techniques</i>	<i>Applicabilité</i>
A	<i>Adapter de la configuration et de la gestion de l'ouvrage de stockage en appliquant les principes suivants :</i>	
	<i>1) Réduire le ratio entre la surface d'émission et le volume de l'ouvrage de stockage</i>	<i>Peut ne pas être applicable aux ouvrages existants. Peut ne pas être applicable aux ouvrages très haut pour des raisons de sécurité et de coûts.</i>
	<i>2) Augmenter la hauteur de garde pour réduire les échanges avec l'air</i>	<i>Peut ne pas être applicable aux ouvrages existants</i>
	<i>3) Réduire le brassage du lisier</i>	<i>Généralement applicable.</i>
B	<i>Couvrir la fosse à l'aide de l'un des systèmes suivants</i>	
	<i>Couverture rigide</i>	<i>Peut ne pas être applicable pour des raisons de coûts et de poids de la charge supplémentaire.</i>
	<i>Couverture souple</i>	<i>Non applicable dans les zones où les conditions climatiques dominantes peuvent compromettre les couvertures souples</i>
	<i>Couverture flottante</i>	<i>L'utilisation de matériau léger et de couvertures flottantes plastiques n'est pas applicable sur des croûtes naturelles. L'agitation du lisier durant le mélange, le remplissage et la vidange peuvent empêcher l'utilisation de certains matériaux flottants qui pourraient bloquer la pompe ou sédimenter. La formation d'une croûte peut ne pas être applicable dans les climats froids et/ou lorsque la quantité de MS du lisier est trop faible. La couverture d'une fosse par croûte naturelle n'est pas possible si le mélange, le remplissage et/ou l'évacuation de l'effluent se fait par le haut.</i>
C	<i>Acidification du lisier</i>	<i>Généralement applicable.</i>

MTD n°17: réduction des émissions au stockage des effluents en lagune (source : (IPPC, 2017))

Afin de réduire les émissions de NH<sub>3</sub> d'un ouvrage de stockage du lisier, dans l'air, la MTD consiste à utiliser une combinaison de techniques données ci-dessous :

	Techniques	Applicabilité
A	Réduire le brassage du lisier	
B	Couvrir la fosse à l'aide de l'un des systèmes suivants :	<p>La couverture plastique peut ne pas être applicable sur lagune de grande taille pour des raisons structurelles.</p> <p>Utilisation de paille ou de matériau léger peut ne pas être applicable sur lagune de grande taille où surface ne peut être maintenue couverte à cause du vent.</p> <p>L'utilisation de matériau léger non applicable sur croûte naturelle. L'agitation du lisier durant le mélange, le remplissage et la vidange peut empêcher l'utilisation de certains matériaux flottants qui pourraient bloquer la pompe ou sédimenter. Formation d'une croûte peut ne pas être applicable dans les climats froids et/ou lorsque la quantité de MS du lisier est trop faible.</p> <p>Couverture d'une fosse par croûte naturelle impossible si le mélange, le remplissage et/ou l'évacuation perturbent la surface.</p>
	Couverture souple	
	Couverture flottante	

#### 4.2 REDUCTION DU RATIO SURFACE/VOLUME

Les émissions dépendent de la surface d'émission donc elles peuvent être minorées en augmentant, à volume égal, la hauteur de l'ouvrage. Cette augmentation est également économiquement intéressante car la surface totale de l'enveloppe (plancher, parois et couverture) diminue (Van Caenegem, Dux, & Steiner, 2005). Pour les fosses rectangulaires, la proportion de la hauteur et de la surface est équivalente à 1 :30-50. Pour les fosses circulaires, les dimensions adéquates sont obtenues avec un ratio hauteur-diamètre allant de 1:3 à 1:4. La hauteur des murs latéraux peut être augmentée afin d'atteindre un ratio plus favorable. Par exemple, la surface d'un réservoir de stockage de 1000 m<sup>3</sup> peut être réduite de 40 % si sa hauteur est augmentée de 2 m, en passant de 3 à 5 m. Le changement de la configuration de la fosse n'affectera pas les conditions physico-chimiques du lisier mais pourra faire émerger des difficultés d'implantation ou d'exploitation : manque de puissance des pompes, augmentation de la consommation en énergie nécessaire au pompage, problèmes d'écoulement gravitaire du lisier du bâtiment vers l'ouvrage de stockage, les coûts liés à l'élévation des parois et l'insertion paysagère (IPPC, 2017).

## **En pratique**

Des échanges avec des acteurs de la filière, il ressort qu'il ne faut pas dépasser une hauteur de 4 mètres. Si la fosse est enterrée, cela permet de limiter les problèmes de drainage (éviter que la fosse explose). En effet, les conditions topographiques sont à prendre à compte pour assurer un drainage efficace des eaux autour de la fosse. La construction d'une fosse semi-enterrée est une alternative intéressante. Dans le cas des ouvrages hors sol, il faut limiter la hauteur également pour des raisons d'urbanisme (contraintes locales à respecter).

L'optimisation du ratio Surface/Volume est généralement prise en compte dans toutes les nouvelles constructions d'après le GIE.

### **4.3 REDUCTION DES ECHANGES LISIER/AIR.**

Ne pas remplir au maximum les réservoirs de stockage non couverts permet de bénéficier de l'effet protecteur des « francs-bords » contre le vent. Ainsi la vitesse du vent et les échanges air-atmosphère sont réduits. Lors du dimensionnement du réservoir de stockage, les précipitations annuelles doivent être prises en compte afin de disposer d'une hauteur de garde suffisante. Cette mesure n'est généralement pas applicable aux réservoirs existants (IPPC, 2017).

### **4.4 REMPLISSAGE DES OUVRAGES DE STOCKAGE ET BRASSAGE DES EFFLUENTS.**

Il est recommandé que le remplissage des réservoirs de stockage se fasse sous la surface du lisier de façon à ne pas perturber la croûte ou la couverture en place (IPPC, 2017). Cependant, en France l'alimentation des fosses est principalement effectuée par le haut et peut être réalisée gravitairement sans que cela ne nécessite le recourt à une pompe pour effectuer le transfert des effluents. Dans la majorité des cas, l'alimentation par le bas des fosses n'a pas été prévue lors de la construction. La mise en place d'une couverture peut donc imposer l'achat d'une pompe aux caractéristiques particulières (type hacheuse) pour pouvoir gérer la reprise du lisier.

Une des solutions permettant de contourner cette difficulté technique est l'installation d'un tuyau vertical au niveau du remplissage du lisier dans l'ouvrage de stockage externe. Les effluents issus du bâtiment peuvent ainsi être déversés sous la surface du lisier déjà stocké. Si le conduit de remplissage et de prélèvement est introduit jusqu'au fond de l'ouvrage de stockage, il est possible d'éviter la destruction ou la désorganisation de la couverture flottante lors du remplissage et la vidange (schéma ci-dessous). Afin d'éviter un « effet siphon », le tuyau d'arrivée ne doit pas être raccordé de façon étanche au tuyau vertical. Le transfert doit donc se faire à l'air libre pour éviter le refoulement de la fosse vers la fosse du bâtiment lors de l'arrêt de la pompe.

## **En pratique**

L'achat d'une pompe fournissant la puissance nécessaire pour pallier aux difficultés de remplissage de l'ouvrage de stockage externe est une des solutions mise en place par un des éleveurs rencontrés.

Il est également possible de modifier un ouvrage de stockage existant afin de l'alimenter par le bas en faisant un carottage dans la paroi de la fosse, en installant une canalisation et un clapet anti-retour.

Le système décrit ci-dessous est une solution facilement adaptable sur des fosses existantes et ne nécessite pas de travaux importants. Il a déjà été mis en place dans des digesteurs de méthanisation en France.

Le coût de cette modification est essentiellement lié aux caractéristiques de la pompe de transfert des effluents (pompe hâcheuse le cas échéant). Son prix dépend plus de la distance de transfert des effluents et du dénivelé que de la capacité de stockage de l'ouvrage. La fourchette de prix est assez large : entre 2000 et 15000 euros pour des puissances allant de 2 kW à 22 kW respectivement.



Figure 2 : Tuyau vertical dirigeant le lisier sous le matelas  
(Source : fédération des producteurs de porcs du Québec)

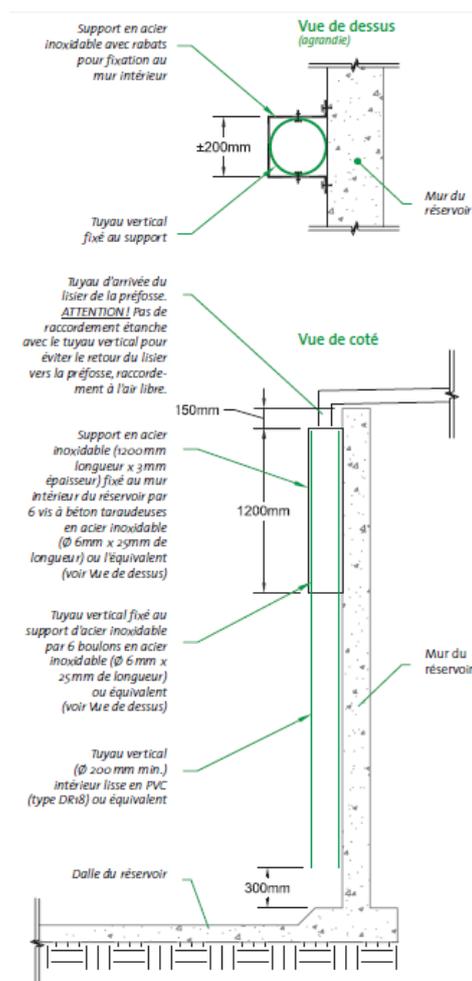


Figure 3: Prolongation du tuyau dans un digesteur pour un remplissage sous la surface.(Source: Miro)

En raison des potentielles pertes d'azote par volatilisation de l'ammoniac, la libération de gaz nocifs et de la dispersion des odeurs, le mélange et le pompage du lisier ne

doivent être réalisés que lorsque cela est réellement utile, c'est-à-dire juste avant la vidange de l'ouvrage et l'épandage du lisier (IPPC, 2017).

Le brassage est réalisé pour remettre en suspension des éléments sédimentés au fond de l'ouvrage et obtenir un lisier de composition relativement uniforme qui peut alors être facilement pompé et épandu. Cette procédure n'est pas toujours adaptée aux fosses de grande capacité ou quand les conditions d'épandage ne sont pas favorables. Des brassages intermédiaires en cours de stockage sont donc possibles, mais ils doivent être réalisés de façon à minimiser les dégagements de gaz toxiques ( $H_2S$ ,  $NH_4$ ,  $NH_3$ ) (Angonin).

Il est possible de définir quelques principes directeurs permettant d'obtenir un lisier de qualité. Les brasseurs doivent permettre un brassage suffisant dans l'ensemble de la fosse. Cet aspect est influencé par la forme de la fosse car les murs contrarient les flux d'écoulement, la vitesse d'écoulement doit être de 0,5 m/s dans le cas d'un lisier de porc. La profondeur, quant à elle, détermine la puissance nécessaire (Hunger, 2013).

Si les conduits de remplissage et de prélèvement sont introduits jusqu'au fond du silo, il est possible d'éviter la destruction de la croûte flottante lors du remplissage et de la vidange. Tous les systèmes de brassage ne sont pas adaptés aux réservoirs couverts. Selon les connaissances actuelles, c'est le propulseur à hélice réglable en hauteur qui se prête le mieux aussi bien aux couvertures flottantes qu'aux couvertures non flottantes. Le système peut être installé de façon fixe et actionné par un tracteur au moyen d'un arbre d'entraînement passant à travers la paroi du réservoir.



*Figure 4 : Brasseur propulseur avec vis de brassage réglable en hauteur (Source: Chambre d'agriculture Nouvelle-Calédonie)*

### **En pratique**

Cette MTD semble déjà bien appliquée car la pratique la plus courante est de n'agiter le lisier qu'avant épandage selon les informations collectées auprès des éleveurs lors de visites terrain et les échanges avec des professionnels. Toutefois, un équipementier recommande de brasser régulièrement le lisier pour remettre en suspension les particules sédimentées. Ces préconisations sont faites afin de diminuer les consommations liées aux brasseurs.

#### 4.5 ACIDIFICATION DU LISIER

L'acidification du lisier réduit les émissions d'ammoniac car l'équilibre entre l'ammonium et l'ammoniac dépend du pH. Les valeurs faibles de pH favorisent ainsi la forme « ammonium » plutôt que la forme ammoniacale. L'ajout d'acide peut être effectué à plusieurs niveaux : avant le stockage dans une structure de stockage extérieure, pendant le stockage juste avant l'épandage ou pendant l'épandage.

Le lisier brut a généralement un pH compris entre 6,5 et 8. Pour que cette technique soit efficace, le pH du lisier ne doit pas dépasser 6,0 ; cela correspond à la valeur à laquelle il ne subsiste presque plus d'ammoniac. Le lisier acidifié est un élément instable dont le pouvoir tampon peut affecter l'efficacité de la technique. Si l'acide est ajouté au début de la période de stockage, il peut être utile de ré-acidifier le lisier (Fangueiro, Hjorth, & Gioelli, 2015). L'acidification doit être couplée à un intense mixage du lisier engendrant une grande quantité de mousse d'où la nécessité de prévoir une hauteur de garde plus importante pour contenir cet excédent.

Ce procédé implique de disposer du matériel spécifique. L'acide est stocké dans un réservoir dédié d'où il est pompé et transporté via des tuyaux et injecté à proximité de l'hélice permettant le brassage. Néanmoins dans la plupart des cas, l'exploitant ne réalise pas lui-même ces investissements qui sont pris en charge par l'entreprise réalisant le chantier d'épandage (Fangueiro, Hjorth, & Gioelli, 2015).

Cette technique peut s'avérer difficilement applicable en pratique en raison de coûts élevés, de problèmes de corrosion (béton, acier) et de dangers potentiels liés à la manipulation d'acides forts. (Angonin) C'est pourquoi, l'utilisation d'un système de distribution entièrement automatisé évitant tout contact direct avec l'acide est nécessaire pour des raisons de sécurité (IPPC, 2017).



Figure 5 : Dispositif d'injection d'acide dans les ouvrages de stockage externes (Source :IPPC, 2017)

Les effets de l'acidification directement dans l'ouvrage de stockage sur les émissions d'ammoniac ne sont pas vérifiés scientifiquement mais il est supposé que les abattements sont équivalents à ceux observés lorsque celle-ci est concomitante à l'épandage soit une réduction de 40 % (Sorensen & Maskiner, 2012) .

Les conséquences à long terme de l'épandage d'un produit acide sur le sol ne sont pas bien connues pour le moment (Fangueiro, Hjorth, & Gioelli, 2015).

#### En pratique

Aujourd'hui, ce sont 20% des volumes de lisier (toutes espèces confondues) qui sont acidifiés au Danemark. La réglementation impose que le pH ne dépasse pas 5,5 lorsque l'acidification est réalisée au bâtiment. Concrètement les effluents porcins sont évacués quotidiennement du bâtiment et sont acheminés dans un réservoir où ils sont mélangés à de l'acide sulfurique. Ils sont ensuite transférés dans une fosse

de stockage externe. Ce traitement permet à l'exploitant de ne pas avoir à couvrir son ouvrage de stockage. Si l'évacuation se fait par flushing, une partie des effluents retourne dans le bâtiment et est utilisée comme liquide de chasse. La distribution d'acide se fait de manière automatisée et l'enregistrement du pH est continu. L'étalonnage de la sonde doit être effectué deux fois par an. Le suivi du procédé doit être conservé pendant 5 ans et gardé à disposition de l'inspection.

Deux techniques d'acidification au stockage sont reconnues par la réglementation danoise. Le plus souvent le pH est abaissé à 5,5 juste avant que le lisier ne soit épandu. Actuellement, il est officiellement reconnu que pendant 3 semaines le lisier ne dépasse pas 6. Il est également possible d'acidifier le lisier plusieurs semaines avant l'épandage si le lisier ne dépasse pas 6 au moment de l'épandage. Il n'est pas autorisé de mélanger du lisier acidifié avec du lisier non acidifié lors de l'épandage.

Les conditions nécessaires de sécurité (douche à proximité immédiate, matériel de protection, signalisation...) doivent être réunies pour que l'exploitant puisse utiliser cette technique (Ministère de l'environnement danois, 2016).



Figure 6: Citerne de stockage d'acide sulfurique pour acidification au bâtiment (Source :: INERIS).

Une ou plusieurs des techniques ci-dessus peut/ peuvent être combinée(s) à un des moyens de couverture, présentés ci-après, si le stockage du lisier se fait dans un ouvrage de stockage externe.

## 5. COUVERTURE DES FOSSES

Le type et la configuration de l'ouvrage de stockage conditionnent l'applicabilité des techniques. Une couverture rigide ne pourra, par exemple, pas être installée sur une lagune ou sur une fosse de taille trop importante. Les objectifs de réduction d'émissions poursuivis, la taille des ouvrages de stockage et les investissements nécessaires permettent de définir la solution la plus adaptée à chaque projet. Les autres aspects à considérer dans le choix d'une couverture sont la résistance à l'étirement, les moyens de fixation, la maintenance sur le long terme et la capacité à être réparée (IPPC, 2017).

*Tableau 1: applicabilité des couvertures selon la nature de l'ouvrage de stockage  
(Source : (IPPC, 2017))*

Catégorie	Type de couverture	Applicabilité	
		Ouvrage de stockage circulaire	Lagune
<b>Couvertures rigides</b>	Couverture en béton	Oui	Non
	Panneau en fibres de verre	Oui	Non
<b>Couvertures souples</b>	En forme de tente, de dôme ou tendue à plat	Oui	Non
<b>Couvertures flottantes</b>	Couvertures flottantes	Oui	Oui
	Couvertures gonflables	Oui	Oui
	Croûte naturelle	Oui	Oui
	Paille	Oui	Oui
	Matériaux fibreux légers	Oui	Oui
	Balles de polystyrène	Oui	Pas d'information
	Couverture de plastique	Oui	Oui
	Fragments de plastique	Oui	Oui

Les couvertures se distinguent par leur degré de perméabilité et leur statut (rigide, souple ou flottant). L'imperméabilité des couvertures dépend de leur nature, de l'installation et du contrôle des gaz. Elles doivent être résistantes aux effets environnementaux (vent, UV, fortes précipitations...) et à l'action corrosive des gaz (IPPC, 2017).

Tout en évitant la dilution du lisier par les précipitations, une couverture imperméable permet d'augmenter la concentration du lisier en éléments fertilisants de l'ordre de 15 à 30%. De plus, la capacité d'entreposage est plus importante grâce à la diminution de la hauteur de garde usuellement recommandée (Pigeon, 2007). Elle est de 50 cm lorsque l'ouvrage est découvert et de 25 cm dans le cas où la fosse est couverte. Par exemple, pour une pluviométrie annuelle de 1000 mm et pour un même volume de lisier à stocker dans une fosse de 3 m de haut, le volume de celle-ci devra être beaucoup plus important si elle est découverte (GIE élevages Bretagne-Comité régional bâtiment, 2014). Cette solution s'avère généralement moins coûteuse que le rehaussement de la structure (Pigeon, 2007).

Tableau 2: Comparaison de la capacité de stockage entre une fosse couverte et une fosse non couverte (Source : (Angonin))

Type de fosse	Fosse couverte	Fosse non couverte
Circulaire, hauteur=3m	500m <sup>3</sup> de lisier à stocker+hauteur de garde de 25cm=550m <sup>3</sup> de capacité totale	500m <sup>3</sup> de lisier à stocker +hauteur de garde de 50cm+160m <sup>3</sup> (précipitations) =800m <sup>3</sup> de capacité totale

La concentration en éléments fertilisants s'avère particulièrement intéressante pour les lisiers peu concentrés ou pour la fraction liquide d'un lisier séparée. La couverture protège le lisier du soleil et du vent, diminuant ainsi de 10 à 20 % les pertes annuelles d'azote ammoniacal induites par la volatilisation. Cette diminution peut atteindre 90% en été, se traduisant par une augmentation de 5 à 10 % du contenu en azote total du lisier. Le rapport N:P du lisier s'en trouve ainsi amélioré. Une meilleure conservation de l'azote entraîne une réduction de la consommation d'engrais azotés tels que l'urée et les nitrates. Cependant, elle peut également requérir une surface d'épandage plus importante (Nicolai & Pohl, 2004).

Néanmoins pour des couvertures perméables, dans les régions humides où les précipitations sont supérieures à l'évaporation, les eaux de pluies doivent être prises en compte. En effet, l'eau de pluie pénètre au travers des couvertures flottantes et ce volume doit pouvoir être stocké dans la fosse d'autant plus que ces couvertures diminuent les phénomènes d'évaporation engendrant ainsi une accumulation des précipitations (Stenglein, Clanton, Jacobson, & Schmidt, 2011).

## 5.1 BONNES PRATIQUES ET SECURITE

Des gaz toxiques et inflammables peuvent s'accumuler dès lors que l'on installe une couverture à la surface des effluents ; ce phénomène doit être intégré pour des raisons de sécurité. La génération d'H<sub>2</sub>S peut provoquer une corrosion susceptible d'attaquer l'ouvrage de stockage et la couverture. L'augmentation de la concentration en gaz (H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>...) consécutivement à l'installation d'une couverture peut s'avérer dangereuse et requiert l'application de mesures de sécurité préventives.

L'installation d'une ouverture permanente sur une couverture rigide ou souple facilite l'accès lors du pompage mais elle doit être maintenue étanche entre deux intervalles. L'ouverture du rabat ou de l'évent doit être effectuée avec précaution à cause de la concentration élevée de gaz (Nicolai & Pohl, 2004). Au risque d'asphyxie s'ajoutent les risques de noyade et d'explosion en présence d'une étincelle (allumage d'une cigarette, utilisation d'outils métalliques...). Pour éviter les chutes, un filet doit sécuriser toutes les ouvertures (Van Caenegem, Dux, & Steiner, 2005). Il ne faut pas se fier à l'odeur qui n'est pas un indicateur de la présence ou absence de gaz car beaucoup sont inodores. Par exemple, l'odeur d'H<sub>2</sub>S est perceptible à faible concentration mais pas à concentration élevée, notamment au moment de l'agitation du lisier et son inhalation peut être mortelle (Health and safety authority, 2016).

Quel que soit le type de couverture, une évaluation du risque pour la santé et la sécurité de l'opérateur doit être réalisée et les opérations de maintenance et le devenir des matériaux doivent être pris en considération.

Certaines préconisations générales peuvent être émises sur les précautions à prendre au moment de l'installation de la couverture afin de maximiser sa durée de vie, notamment au niveau des coutures et des joints. Avant de la placer sur l'ouvrage, il ne faut pas disposer la couverture sur un terrain où elle pourrait être endommagée. De même, il ne faut pas marcher dessus lors de l'installation ou des réparations. Ces étapes doivent être réalisées à des températures définies par le constructeur. Les couvertures imperméables doivent intégrer des systèmes de contrôle de pression car la production de gaz peut engendrer une surpression qui pourrait les endommager. Cela peut correspondre à des événements, à un tuyau de collecte de biogaz ou des coutures soudées.

Tout comme pour les gaz, les eaux pluviales doivent être évacuées grâce à des ballasts ou des poids sur la couverture afin de les collecter et de les drainer vers une pompe. L'entretien des systèmes de pompage doit être intégré aux autres opérations de maintenance de l'ouvrage de stockage pour s'assurer de leur bon fonctionnement (Andersen, Harmon, Hoff, & Rieck-hinz, 2014).

Enfin, les opérations de maintenance de la couverture incluent la réparation des déchirures ou des crevaisons et le retrait de débris ou de vase à la surface de la couverture (Nicolai & Pohl, 2004).

## **6. COUVERTURES FLOTTANTES**

### **6.1 DESCRIPTION GENERALE**

#### **6.1.1 PRESENTATION**

Les couvertures flottantes considérées comme MTD sont de nature très diverse et sont recensées ci-dessous :

- Couverture de paille
- Couverture par croûte naturelle
- Couverture par balles de polystyrène
- Couverture souple flottante
- Couverture par matériel fibreux
- Couverture avec poche flottante
- Couverture avec fragments de plastique

Plusieurs études ont démontré que les couvertures flottantes sont des alternatives moins onéreuses que les couvertures rigides tout en étant efficaces sur la réduction des émissions de  $\text{NH}_3$ .

#### **6.1.2 APPLICABILITE**

Ces couvertures peuvent être mises en place à la fois sur des ouvrages de stockage nouveaux ou existants.

L'utilisation de balles de polystyrène, de matériel léger et de fragments de plastique géométriques n'est pas applicable sur les croûtes de lisier naturelles déjà formées ou sur des lisiers visqueux car ces matériaux ne peuvent pas se répartir uniformément à la surface.

La formation d'une croûte naturelle peut ne pas être applicable dans les climats froids ou lorsque le lisier est pauvre en matière sèche. La formation d'une croûte n'est pas applicable dans le cas où des actions (remplissage/vidange) peuvent l'altérer. Ce sont des couvertures faciles à installer mais cela ne peut se faire que dans des réservoirs pleins. Dans les zones pluvieuses, les couvertures de paille ne sont pas recommandées car elles s'imbibent plus facilement (IPPC, 2017).

#### **6.1.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX.**

L'évaluation des performances d'abattement fournit des résultats très variables. En effet, les taux d'abattements varient selon la littérature de 20 à 80 % pour la croûte naturelle et de 40 à 100 % pour les autres couvertures. Dès lors, il convient d'affiner les connaissances sur les potentiels de réduction relatifs à la mise en place de ces couvertures (Martin E., 2013).

#### **6.1.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET ECONOMIQUES.**

En général, les couvertures flottantes sont aisément installées mais ne peuvent être apposées sur des ouvrages de stockage vides.

Afin de ne pas endommager ou de ne pas gêner le maintien en surface des couvertures flottantes l'alimentation de l'ouvrage de stockage doit se faire sous la surface du lisier comme expliqué précédemment. L'utilisation de couvertures souples flexibles sur des réservoirs vidés annuellement, bi-annuellement ou dont les parois sont hautes nécessitent des dispositions particulières afin que la couverture puisse s'adapter aux variations de niveau du lisier (IPPC, 2017).

#### **6.1.5 EFFETS CROISES**

Le mélange possible entre le lisier et les éléments constitutifs des couvertures (ex : billes d'argile, morceaux de plastique...) peut altérer la qualité du lisier ou être dangereux pour des animaux à la pâture (IPPC, 2017). Dans certains cas, leur retrait est nécessaire ou lorsque cela est possible, il convient de modifier les pratiques d'agitation et d'éloigner le matériel flottant des zones de pompage. (Burns, 2007) Ces précautions limitent les risques de sédimentation ou de blocage des pompes. Par exemple, les couvertures composées de fragments de plastique ne sont pas appropriées lorsque le lisier est fréquemment agité (IPPC, 2017).

Que les couvertures flottantes soient perméables ou imperméables, les eaux de pluie sont à prendre en compte car c'est un volume supplémentaire à gérer si elles s'infiltrent ou parce qu'elles ne doivent pas s'accumuler dessus et doivent être pompées (Andersen, Harmon, Hoff, & Rieck-hinz, 2014) (IPPC, 2017).

#### **En Pratique**

Il ressort des échanges avec des spécialistes du transfert et de la gestion des effluents qu'il existe bel et bien un risque d'endommager les équipements type « brasseur » ou de perturber le bon déroulé des opérations de mélange lorsqu'une couverture flottante est apposée à la surface du lisier. Par exemple, la couverture peut se prendre aux hélices du brasseur. Néanmoins des solutions existent comme la mise en place d'une cage de protection autour du brasseur. Cette adaptation est à définir au cas par cas et peut être également envisagée pour les pompes afin de les protéger des éléments constitutifs de la couverture. Ces éléments de protection peuvent être réalisés sur mesure. A titre indicatif, le montant pourrait varier de 1000 à 3000 euros. De même, une couverture biologique flottante peut nécessiter l'utilisation d'une pompe hacheuse pour faciliter le transfert et l'épandage des effluents.

## **6.2 CROUTE NATURELLE**

### **6.2.1 DESCRIPTION**

C'est la méthode la plus simple pour recouvrir le lisier. Selon le BREF, une croûte flottante à la surface du lisier peut se former à condition que le lisier contienne au moins 2 % de MS. Son épaisseur dépend de la quantité de matière sèche de l'effluent (IPPC, 2017). Néanmoins, les avis sur les valeurs de teneur en MS nécessaire à la formation d'une croûte divergent. Une autre publication énonce un taux minimal de 7 % de MS (Task force on reactive nitrogen, 2014).

### **6.2.2 APPLICABILITE**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.2.

### **6.2.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.3

### **6.2.4 DONNEES ECONOMIQUES ET OPERATIONNELLES**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.4

### **6.2.5 EFFETS CROISES**

Des couvertures biologiques flottantes, peuvent augmenter les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O mais la quantification de ces émissions est très incertaine. L'IPPC suggèrent un facteur d'émissions pour le N<sub>2</sub>O de 0,005 kg de N<sub>2</sub>O-N par kg d'azote excrété issu du lisier avec une couverture biologique qui, comparé au facteur d'émissions directes lors de l'épandage qui est de 0,01 kg de N<sub>2</sub>O-N, est considéré comme substantiel. L'effet de la paille et d'une croûte naturelle sur l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre n'est pas complètement connu. Cependant, la couverture de fosses à lisier avec des couvertures organiques flottantes n'est pas supposée modifier significativement les émissions de GES comparativement aux fosses non couvertes. Le mélange du lisier nécessiterait approximativement 10-12 litres de gasoil par tonne de paille. Des émissions de N<sub>2</sub>O ont été observées, elles seraient liées à la teneur en eau de la croûte et les émissions seraient plus importantes lorsque des conditions sèches prévalent (IPPC, 2017).

### **En pratique**

Les interviews de plusieurs professionnels et les visites sur le terrain confortent l'idée qu'il est rare d'observer la formation d'une croûte sur un lisier porcin mais que cela n'est pas impossible. De plus, certains éleveurs ajoutent des produits liquéfiantes et désodorisants dans les pré-fosses des bâtiments, empêchant tout phénomène de solidification du lisier par la suite.

D'autres paramètres influent sur la nature de la croûte comme sa composition en résidus de nourriture et de litière ou les conditions climatiques. Deux fractions vont naturellement se former au sein d'un lisier contenant de la litière et des résidus de nourriture, l'une contenant les éléments solides et l'autre étant essentiellement constituée de la partie liquide. En fonction de la nature des éléments solides, certains vont sombrer et d'autres s'agglomérer en surface. La formation d'une croûte à la surface du lisier est facilitée par un phénomène de gazéification. Les bulles de gaz au sein du lisier entraînent la remontée de fibres et de particules à la surface. Durant l'hiver, l'activité anaérobie est réduite, la croûte peut sombrer et ainsi ne plus assurer sa fonction de couverture. Les conséquences sont limitées car les émissions ammoniacales sont ralenties durant cette période (IPPC, 2017). Pour que cette méthode soit efficace, il faut que la couverture recouvre l'intégralité de la surface de l'ouvrage de stockage.

## 6.3 COUVERTURE DE PAILLE

### 6.3.1 DESCRIPTION

La formation d'une couche fibreuse flottante à la surface de l'ouvrage de stockage est facilitée par le dépôt de paille ou d'autres matériaux fibreux.

Une couverture épaisse de fumier ou de litière accumulée avec un taux de MS élevé a le même effet qu'une couche de paille, la quantité nécessaire serait de 0,2 à 0,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de surface lisier. Néanmoins, cette technique n'est pas très répandue dans la gestion des lisiers porcins (IPPC, 2017).



*Figure 7: Couverture de paille sur une fosse*  
(Source : <http://www.lesleveursdeporcsduquebec.com/>, 2007)

### 6.3.2 APPLICABILITE

Cette technique fournit de bonnes performances si elle est installée sur des lisiers de porcs contenant un taux de MS supérieur ou égal à 5 %, lui assurant ainsi une meilleure flottabilité. Toutefois, à dire d'expert, le risque de voir sombrer la couverture pailleuse est faible (IPPC, 2017).

### 6.3.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.3.

#### 6.3.4 DONNEES ECONOMIQUES ET OPERATIONNELLES

Son épaisseur doit être d'au moins 10 cm soit une addition de 5 à 10 kg de paille par m<sup>2</sup> de surface de lisier. En Allemagne, cela correspond à l'exigence minimale requise pour atteindre une efficacité de 80%. Au Danemark, il est préconisé d'utiliser entre 10 et 15 kg de paille par m<sup>2</sup> de lisier ce qui permettrait la constitution d'une couche de 15 à 20 cm d'épaisseur.

Ce type de couverture peut engendrer un blocage des pompes et des canalisations à cause du caractère fibreux de la paille (IPPC, 2017)

La paille ne doit pas être coupée trop courte et peut être mélangée au lisier afin de limiter son envol. L'agitation est réalisée avec une pompe ou avec une hélice dirigée par un tracteur dans les grandes fosses.

L'application de la paille se fait préférentiellement à l'aide d'une moissonneuse-batteuse. Ce type de couverture permet une réduction efficace des émissions à bas coût mais sa durée de vie est courte, il se détériore sous l'effet de la pluie et du climat. La couche de paille doit être renouvelée annuellement (IPPC, 2017). Or des données québécoises font état d'une durée de vie plus courte, comprise entre deux et six mois (Pigeon, 2007).



*Figure 8: Application d'une couche de paille à l'aide d'une moissonneuse batteuse  
(Source : <http://www.clrtap-tfrn.org/>)*

Bien que le BREF ne fasse pas état du comportement dans le temps de la couverture pailleuse, la littérature identifie plusieurs critères affectant sa durée de vie : quantité initiale, uniformité de la répartition, taille du réservoir de stockage et conditions climatiques.

#### 6.3.5 EFFETS CROISES

Les effets croisés rapportés au paragraphe 6.2.5 s'appliquent également à cette partie.

## En Pratique

Cette solution est amplement utilisée au Danemark. Les éleveurs doivent s'assurer que la croûte ainsi formée est suffisamment épaisse pour résister au vent et aux précipitations et doivent vérifier son état au minimum une fois par mois. L'ensemble de leurs observations est enregistré et tenu à disposition de l'inspection. D'autres points de contrôle ont été établis :

la couverture ne doit pas être fissurée,

elle doit recouvrir la quasi intégralité de la surface,

sa formation à la surface du lisier doit avoir lieu dans les deux semaines suivant le remplissage de l'ouvrage.

Les couvertures de pailles ne poseraient pas de problème lors de la phase de brassage à condition d'être équipé d'une pompe hacheuse dont le coût est similaire à celui d'une pompe normale, les éventuelles difficultés pourraient apparaître lors de l'épandage. En fonction du matériel d'épandage utilisé celui-ci peut se boucher (pendillards...).

## 6.4 MATERIEL FIBREUX LEGER

### 6.4.1 DESCRIPTION

D'autres matériaux comme l'argile expansée, la perlite ou de la zéolite sont utilisés pour couvrir le lisier (IPPC, 2017). Les couvertures à base de LECA<sup>10</sup> sont de petites sphères de faible densité d'argile expansée constituées de cellules fermées minuscules et indépendantes entourées d'une enveloppe résistante imperméabilisante. Leur diamètre varie de 8 à 12 mm

Elles forment une couverture perméable offrant une surface humide propice au développement de bactéries aérobies. Ces couvertures ont fait l'objet de nombreuses recherches et semblent facilement utilisables.

Une couche flottante se forme à la surface du réservoir de stockage lorsque les granules d'argile sont disposés sur le lisier. Elles ne peuvent pas être réutilisées et doivent être renouvelées chaque année. Les pertes de matériel sont néanmoins plus faibles que lorsque la couverture est en paille. (IPPC, 2017) Des expériences menées en Suisse ont démontré que les couvertures d'argile expansée résistaient bien même par grand vent (Van Caenegem, Dux, & Steiner, 2005).

---

<sup>10</sup> Light expanded clay aggregate= agrégat léger d'argile expansée.



*Figure 9: Couverture de fosse à lisier composée d'argile expansée.  
(Source :Burn and Moody, 2008)*

#### **6.4.2 APPLICABILITE**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.2.

#### **6.4.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX**

Selon les sources, la réduction des émissions d'ammoniac grâce à l'argile expansée, varie entre 80 et 90 % par rapport à un réservoir de stockage non couvert (IPPC, 2017) ou entre 65 et 95 % (Nicolai & Pohl, 2004).

Il a été démontré que des couvertures à base de billes d'argile expansée résistent bien aux phénomènes de détérioration qui peuvent survenir au cours du temps et se maintiennent en surface. Ce matériau parvient à réduire 90% des odeurs (Nicolai & Pohl, 2004)

#### 6.4.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET ECONOMIQUES

Des couvertures constituées d'argile expansée, de perlite ou de zéolite sont appliquées à la surface du lisier. Une épaisseur de 10-12 cm est recommandée pour former une couverture flottante ce qui équivaut à 20 kg/m<sup>2</sup> de surface de lisier. Les particules d'argile expansée de petites tailles sont plus efficaces que les grandes, il est ainsi possible de réduire l'épaisseur de la couverture à 3-5 cm seulement. Les matériaux à base d'argile expansée forment une couverture perméable offrant une surface humide propice au développement de bactéries aérobies, améliorant ainsi les performances de réduction des odeurs. Cependant, l'argile expansée ne doit pas être trop humide car cela affecte sa capacité à réduire les émissions. Aussi, constituer une couverture de plus grande épaisseur permettrait de pallier cette baisse d'efficacité. Elles sont généralement mises en place par camion qui décharge les éléments à la surface du lisier. La perlite flotte aisément à la surface du lisier mais la couverture est facilement déstructurée sous l'effet du vent et sa capacité à réduire les émissions d'ammoniac est variable. 10% de la couverture sont perdus annuellement et doivent être remplacés. Néanmoins la durée de vie de ces couvertures est beaucoup plus grande que celles en paille. (IPPC, 2017). Elle pourrait être, selon certaines publications, d'une dizaine d'années (English & Fleming, 2006). Une attention particulière doit être apportée au moment de l'agitation et de la vidange de la fosse afin que les sphères ne bloquent pas la pompe ou ne soient éjectées de l'ouvrage de stockage (Stenglein, Schmidt, Jacobson, & Janni, 2011). Les conduits de remplissage et de prélèvement du lisier doivent être introduits jusqu'au plancher du réservoir afin de ne pas aspirer les billes d'argile lors du pompage. Un niveau minimal de lisier doit être maintenu et les retours d'expériences n'indiquent pas de problème en lien avec la taille des particules aujourd'hui disponibles sur le marché (Van Caenegem, Dux, & Steiner, 2005).

L'investissement reporté par le Danemark est de 1,75€/m<sup>3</sup> de lisier stocké soit 7€/m<sup>2</sup>. En Allemagne, les prix oscillent entre 7,6 €/m<sup>2</sup> et 10,2 €/m<sup>2</sup> (IPPC, 2017).

#### 6.4.5 EFFETS CROISES

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.5.

#### En pratique

Il n'y a semble-t-il pas d'utilisation d'argile expansée comme couverture de fosses d'effluents agricoles en France. Il est toutefois possible de s'en procurer. Les billes vendues sont vitrifiées, leur conférant ainsi un caractère hydrophobe et garantissant leur flottabilité. Le fournisseur préconise comme dans les conclusions MTD, une épaisseur comprise entre 10 et 15 cm. Il n'y aurait pas de difficultés lors de la reprise du lisier à condition d'insérer le dispositif d'aspiration le plus profondément possible sous la surface du lisier.

Ces billes d'argile peuvent être introduites sur des fosses pleines ou vides par des camions qui les déversent directement dans l'ouvrage. L'autre possibilité est de se faire livrer des Big bags et de les déverser par ses propres moyens. Pour un usage agricole, les billes recommandées ont un diamètre variant entre 1 et 2 cm et une densité de 330 kg/m<sup>3</sup>. La couverture par billes d'argile aurait une durée de vie d'une dizaine d'années et il ne serait pas nécessaire de faire un ajout annuel pour combler les éventuelles pertes dues au vent. Pour maximiser la durée de vie de la couverture, il est recommandé de maintenir une hauteur de garde 15-20 cm pour profiter de l'effet protecteur des bords de la fosse, sachant que 50 cm sont requis dans le cas d'une fosse non couverte. Les billes d'argiles sont le support d'un développement bactérien participant à l'épuration.

Pour une livraison en France de 40 à 50 m<sup>3</sup> par camion, le prix moyen (incluant le transport) est de 80 à 85 euros/m<sup>3</sup> soit un peu moins de 15 €/m<sup>2</sup>. Ces matériaux ont fait l'objet de tests d'efficacité réalisés par l'université de Turin dont les résultats sont un abattement de 76% du NH<sub>3</sub> et de 38% de CH<sub>4</sub>. (Dinuccio, 2010)

## **6.5 BOULES DE POLYSTYRENE**

### **6.5.1 DESCRIPTION**

Les boules de polystyrène utilisées doivent avoir un diamètre de 20 cm et un poids de 100 g. La densité requise est de 23,8 kg/m<sup>3</sup>. Il est nécessaire d'ajouter régulièrement des matériaux car du fait de leur légèreté et des effets du vent, une partie de la surface du lisier peut être à découvert (L. & F., 2007) (IPPC, 2017).

### **6.5.2 APPLICABILITE**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.2.

### **6.5.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX**

Une étude menée par l'IRSTEA a montré que l'utilisation de balles de polystyrène réduisait les émissions d'ammoniac pendant le stockage jusqu'à 80% quelle que soit la saison (IPPC, 2017).

### **6.5.4 DONNEES ECONOMIQUES ET OPERATIONNELLES**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.4.

### **6.5.5 EFFETS CROISES**

Le lisier se colle aux balles de polystyrène et lorsque celles-ci, sous l'effet du vent, exposent leur surface recouverte de lisier, les émissions augmentent car la surface d'exposition à l'air libre est supérieure. Les réservoirs très larges sont soumis aux effets du vent et peuvent perdre des matériaux constitutifs de la couverture ou ils peuvent s'agglomérer d'un côté du réservoir et ne plus assurer leur rôle de couverture. Il faut donc régulièrement ajouter des balles (IPPC, 2017).

## En pratique

Des recherches bibliographiques complémentaires n'ont pas permis de collecter des données plus précises sur l'utilisation d'une couverture de cette nature ou d'obtenir des références commerciales. Leur usage est peu répandu voire inexistant dans le domaine agricole.

## 6.6 COUVERTURES SOUPLES FLOTTANTES.

### 6.6.1 DESCRIPTION

Ces couvertures peuvent être en toile poreuse ou en PVC, traitée, de densité variable (660 à 950 g/m<sup>2</sup>). Elles peuvent être arrimées au bord de la fosse ou bien flotter librement à la surface du lisier. Pour les fosses circulaires, la couverture monte et descend en fonction de la hauteur du lisier grâce à des rebords flottants guidés par une structure métallique en acier galvanisé. Cette structure métallique permet également de canaliser l'eau de pluie vers le centre de la couverture (RMT élevages et environnement, 2010).

Pour les fosses rectangulaires, la hauteur de la couverture est ajustée grâce à un système de treuils et un jeu de poulies et de cordage fixés à des piquets situés à l'extérieur sur le pourtour de la fosse. Elle nécessite un système d'évacuation de l'eau pluviale à l'aide d'une pompe et l'amenée d'électricité. Ces eaux sont dirigées vers un puisard. En général, une ouverture permet un accès facile à l'intérieur pour le brassage par exemple (RMT élevages et environnement, 2010). Les couvertures en PVC sont traitées contre la moisissure et les UV (IPPC, 2017).



*Figure 10: Couverture souple flottante  
(Source : <http://www.leseleveursdeporcsduquebec.com/>)*

### 6.6.2 APPLICABILITE

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.2.

### 6.6.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.3.

#### **6.6.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET ECONOMIQUES**

Les investissements varient de 20 à 30 €/m<sup>2</sup>. Par exemple, au Royaume Uni, pour une fosse de 20 m de diamètre et de 3,6 m de haut, les investissements sont de 9 000 euros soit 28,4 euros/m<sup>2</sup>. Il n'est pas précisé si ces coûts englobent l'achat d'une pompe pour retirer les eaux de pluie. En Espagne, il faut compter 20 €/m<sup>2</sup> pour l'achat d'une couverture (IPPC, 2017).

L'installation d'une couverture ne nécessite pas de modification de l'ouvrage de stockage et l'agitation du lisier est possible (IPPC, 2017).

Le plus souvent, une fois en place les couvertures n'ont pas besoin d'être ôtées de l'ouvrage sauf pour un curage complet de la fosse par exemple.

#### **6.6.5 EFFETS CROISES**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.5.

##### **En pratique**

Des échanges avec deux fournisseurs font ressortir que le retrait des eaux pluviales est contraignant et nécessite la présence permanente d'une pompe pour qu'il n'y ait pas trop d'eau accumulée et que la couverture ne sombre. De plus, il faut s'assurer que la pompe est une puissance nécessaire permettant d'assurer un retrait de l'eau.

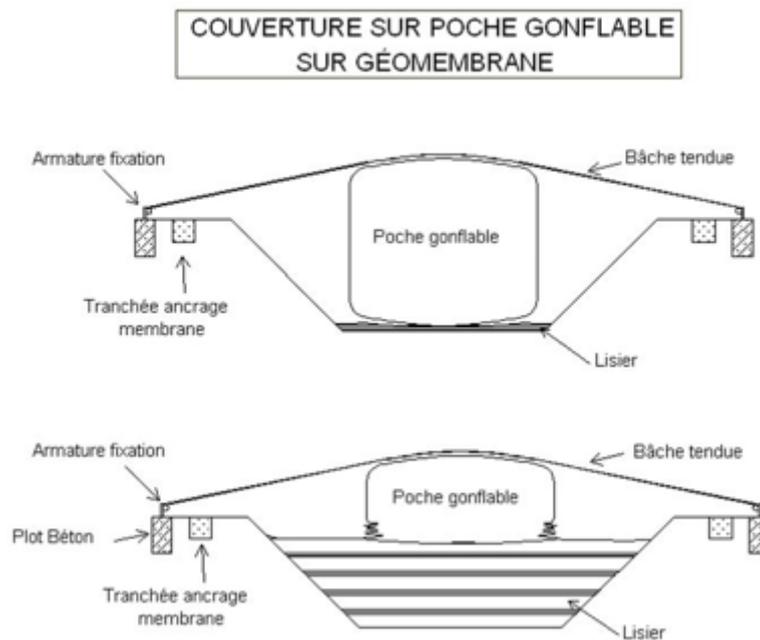
Depuis peu, une entreprise française, Nenufar Biogaz commercialise des couvertures flottantes qui permettent en plus de récupérer le biogaz produit par le lisier pour le valoriser sous forme de chaleur. Ce système a fait l'objet d'un brevet. Ces couvertures flottent à la surface grâce à des boudins de flottabilité (remplis d'eau et d'air) et s'adaptent aux variations de hauteur de lisier. Elles recouvrent environ 95% de la surface du réservoir et permettent l'insertion d'une pompe ou d'un système de brassage pour ne pas avoir à retirer la couverture lors du remplissage ou de la vidange. Ces couvertures peuvent être installées sur des fosses circulaires de tailles différentes puisque leur diamètre varie de 5 à 35 m. Les couvertures sont en PVC (950 g/m<sup>2</sup>), traitées anti-UV, imperméables et résistants aux gaz et leur durée de vie serait de 15 ans.

La récupération des eaux de pluie se fait par le biais de gouttières qui sont situées à la jonction entre le boudin et le reste de la couverture. Elles sont ensuite collectées et récupérées par des pompes caves. De plus, une partie des eaux de pluie peut pénétrer dans la fosse. A noter que la réduction des émissions ammoniacales n'est pas l'objectif premier de ce dispositif, elles n'ont pas été évaluées.

#### **6.7 COUVERTURES AVEC POCHE GONFLABLE.**

##### **6.7.1 DESCRIPTION**

Ces couvertures en PVC de densité élevée (915 g/m<sup>2</sup>) sont supportées par une poche gonflable qui flotte à la surface du lisier. Cette couverture est fixée par un hauban à une structure en acier galvanisée périphérique à la fosse. Une soufflerie automatisée maintient un niveau de gonflage adapté au remplissage de la fosse. L'alimentation électrique est donc nécessaire. Une ouverture est également prévue dans la toile (IPPC, 2017).



*Figure 11 : Schéma de fonctionnement d'une couverture avec poche gonflable  
(Source: Sofareb)*

#### 6.7.2 APPLICABILITE

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.2.

#### 6.7.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.3.

#### 6.7.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET ECONOMIQUES

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.4.

#### 6.7.5 EFFETS CROISES

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.5.

#### **En pratique**

Ce système est peu utilisé ou en tout cas, l'est de moins en moins, sur le terrain et présente de nombreux désavantages. En effet, la soufflerie doit fonctionner de façon continue afin de maintenir la couverture en place, le moindre dysfonctionnement dans l'alimentation de cette dernière peut engendrer la submersion de la couverture. D'après les professionnels interviewés, plusieurs cas de ce type auraient déjà été recensés.

## **6.8 FRAGMENTS DE PLASTIQUE GEOMETRIQUES**

### **6.8.1 DESCRIPTION**

Les fragments de plastique en polystyrène sont généralement de forme hexagonale et s'assemblent à la surface du lisier (sans croûte naturelle) pour former une couverture flottante perméable (IPPC, 2017). En effet, la présence d'une croûte entrave le mouvement des blocs et empêche leur répartition uniforme, c'est pourquoi ce type de couverture est particulièrement adapté aux lisiers peu visqueux comme le lisier de porcs (Hexa-Cover A/S, 2016). Elles s'adaptent aisément à toutes les formes et tailles d'ouvrages ainsi qu'aux variations de niveau de lisier. Il est généralement possible de couvrir au moins 95 % de la structure (IPPC, 2017).

### **6.8.2 APPLICABILITE**

Ce type de couverture est aisément mis en place sur des structures existantes ou nouvelles. Ce choix de couverture est pertinent pour toutes les tailles d'ouvrage (IPPC, 2017).

### **6.8.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX**

Les émissions sont réduites de 50 à 95%. Les performances sont corrélées au pourcentage de surface couverte. En effet, une réduction des émissions d'ammoniac de 90% est permise si la surface est recouverte à 95%. Dans le cas où seulement 90% de la surface est couverte, la réduction des émissions annoncée est de 80% (IPPC, 2017).

Des essais constructeurs conduits par la « Société d'agriculture allemande » ont été menés en conditions expérimentales (couverture de 98 % de la surface du lisier porcin) et la réduction observée des émissions d'ammoniac variait de 96 à 99% (Hexa-Cover A/S, 2016). Ces résultats sont toutefois à relativiser en conditions réelles d'exploitation.

### **6.8.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET ECONOMIQUES.**

Il faut environ 30 pièces par m<sup>2</sup> (Hexa-Cover A/S, 2016). D'après des données danoises, le prix de ces matériaux est de 35 à 40 €/m<sup>2</sup> ou de 8 à 10 €/m<sup>3</sup> de lisier stocké. De même, des données allemandes font état d'un investissement s'échelonnant de 7,5 à 12 €/m<sup>3</sup> de lisier stocké environ selon le volume de l'ouvrage (IPPC, 2017).

Cette couverture constitue une alternative aux matériaux « naturels » car il n'y a pas d'opération de manipulation particulière à effectuer et la durée de vie de ces couvertures est d'environ 25 ans. (Snorre Andersen, DK\_storage\_floating bricks, 2010). La couverture peut être déstructurée sous les effets du vent mais les blocs reprennent leur position initiale lorsqu'il cesse. D'après les consignes d'utilisation d'un constructeur, il est préférable d'apposer cette couverture sur un ouvrage plein car il est ainsi plus facile d'ajuster le nombre d'éléments nécessaire pour recouvrir la surface des effluents. Pour un fonctionnement optimal de la couverture (mouvements, reformation de la couverture...), il est conseillé de laisser des espaces à découvert (environ 5% de la surface des effluents). Les opérations de pompage et de brassage sont réalisables en présence de la couverture mais des précautions doivent être prises au préalable pour ne pas détruire les blocs ou bloquer la pompe. Ces désagréments sont évités si les blocs n'entrent pas en contact avec les équipements et s'ils sont maintenus à au moins 1 mètre de la pompe ou du brasseur. Enfin, lors de vidange de l'ouvrage, le système de pompage ne doit être actionné que lorsque les tuyaux d'aspiration sont placés sous la surface du lisier. L'ajout ou le retrait de blocs est possible selon les besoins(Hexa-Cover A/S, 2016).

#### **6.8.5 EFFETS CROISES**

Aucun élément d'information complémentaire n'a été identifié, se référer à la partie 6.1.5.

## **7. COUVERTURES SOUPLES (AVEC SUPPORT)**

Les couvertures sont constituées de matériaux souples ou d'éléments flexibles tendus au-dessus du réservoir de stockage. Elles sont divisées en trois catégories principales.

### **7.1 DESCRIPTION**

- **Les couvertures avec mât central**

Ces couvertures sont soutenues par un mât central, posé ou fixé au sol, d'où des rayons partent du sommet. Une membrane de tissu ou en polyester de densité relativement élevée, 850 à 900 g/m<sup>2</sup>, est étendue sur les rayons et sécurisée sur les bords du réservoir à l'aide d'un conduit circulaire situé à l'extérieur tout autour de la circonférence/pourtour. La couverture est attachée à la fosse par des courroies verticales espacées uniformément entre la couronne de renforcement et la couronne de la tente. Le mât et les rayons sont conçus pour résister au vent et supporter le poids de la neige. Il est important que la couverture soit bien étanche pour minimiser les échanges d'air. Néanmoins la présence d'évents est obligatoire pour libérer les gaz produits sous la couverture. Une ouverture doit aussi être prévue pour permettre les opérations de remplissage, mixage, pompage et l'inspection de l'intérieur de l'ouvrage de stockage.



*Figure 12: Maquette de la structure d'une couverture avec mât central (société SOFAREB) (Source : INERIS°)*



*Figure 13 : Couverture avec mât central (Source : <http://www.isotent.fr>)*

- **Les couvertures tendues à plat**

Les couvertures tendues à plat sont constituées d'une toile souple et autoportante en matériau composite, venant se fixer par des chevilles inoxydables sur une structure en acier galvanisé tout autour de la fosse. Pour les fosses type géomembrane, la construction d'une poutre en béton sur le pourtour de la fosse est nécessaire. Un système de récupération centrale des eaux de pluie (Impluvium avec pompe) est généralement aménagé (IPPC, 2017).



Figure 14 : Couverture tendue à plat (Source : <http://www.landes.chambagri.fr/>)

- **Les couvertures en forme de dôme**

Le support de la toile est constitué de barres en acier incurvées ce qui lui confère une forme de dôme. Il est installé sur des ouvrages de stockage arrondis et ne nécessite pas de mât central pour tenir. Les barres en acier sont assemblées grâce à des « raccords boulonnés » au moment de l'installation. Tout comme pour le modèle « tente », des ouvertures sont à prévoir pour permettre l'évacuation des gaz. Ce principe existe aussi pour des stockages rectangulaires où des voûtes en acier galvanisé soutiennent une couverture en forme de tunnel (IPPC, 2017).

## 7.2 APPLICABILITE

Les couvertures ci-dessus ne peuvent pas être installées dans des zones où les conditions climatiques peuvent les altérer. Plus le diamètre de l'ouvrage est important, plus la pose des couvertures sera difficile car elles doivent être tendues de façon uniforme dans toutes les directions pour éviter les charges inégales. Ce système est peu adapté aux lagunes où son installation présente de nombreuses difficultés techniques. D'après une enquête menée par le Royaume-Uni, il semble que les couvertures de type tente peuvent être appliquées à environ 50-70 % des stockages existants de type acier avec seulement de petites modifications. Habituellement, celles-ci consistent en l'adaptation d'une courroie cornière de renforcement autour de la couronne du lieu de stockage. Les couvertures « tente » peuvent être adaptées à des ouvrages de stockage en béton existants sans modification nécessaire pour des diamètres inférieurs à 30 m, mais il est recommandé de procéder tout d'abord à une vérification de la faisabilité technique. Il est nécessaire de déterminer si l'ouvrage de stockage est en mesure de supporter le poids de la couverture seule d'une part et le poids de la couverture et de la neige cumulés d'autre part.

Une couverture de type « tente » ne peut pas être posée sur les lieux de stockage en béton existants carrés ou rectangulaires, courants dans de nombreux pays de l'UE.

La durée de vie de ces couvertures est estimée à une dizaine d'années en Belgique-Flandres (IPPC, 2017).

Il est préférable d'intégrer la construction d'un poteau central en béton dès l'édification de l'ouvrage de stockage. En effet, celui-ci sera solidement ancré d'origine au radier et sera résistant, notamment face aux vibrations produites lors du brassage. La pose d'une couverture sera ainsi simplifiée. Néanmoins, en l'absence de poteau, les constructeurs ont la possibilité de s'adapter en proposant des solutions alternatives avec ou sans un poteau central (GIE élevages Bretagne-Comité régional bâtiment, 2014).

### **7.3 BENEFCES ENVIRONNEMENTAUX**

Des réductions de 80 à 90 % d'émissions ammoniacales ont été rapportées pour des couvertures tendues avec mât central ou des couvertures en plastique en comparaison avec des réservoirs non couverts. Des émissions d'odeurs peuvent apparaître lors du mélange et le pompage mais celles-ci sont globalement réduites. Les réductions des émissions d'ammoniac sont de l'ordre de 50% comparées à l'abattement permis par la présence d'une couche flottante naturelle (IPPC, 2017).

### **7.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET ECONOMIQUES.**

Les couvertures doivent être résistantes et couvrir l'intégralité de la surface du lisier. Normalement, les mâts de soutien sont érigés après la vidange et le nettoyage du réservoir mais il est également possible de le faire lorsque celui-ci n'est pas vide

La maintenance associée à l'utilisation des couvertures plastiques inclue la réparation des déchirures et des trous, le retrait des débris, l'enlèvement et le remplacement de la couverture lors du brassage et du pompage du lisier si des accès ne sont pas prévus.

Pour une couverture de type tente incluant le mât et le support, l'investissement est de 68,2 €/m<sup>2</sup> d'après des données britanniques (IPPC, 2017) .

### **7.5 EFFETS CROISES**

L'installation d'une couverture permet d'augmenter la capacité de stockage des effluents et de réduire les volumes à épandre. La récupération et l'utilisation du biogaz peuvent être une possibilité mais entraînent un surcoût. La collecte peut s'effectuer à l'aide d'un tuyau. (IPPC, 2017).

L'utilisation d'une couverture imperméable impose la collecte et le retrait des eaux pluviales qui ne peuvent pénétrer dans l'ouvrage de stockage pour les couvertures tendues à plat. Cela peut être accompli grâce à l'utilisation de ballasts qui dirige les eaux vers un système de pompage comme cela a déjà été décrit plus haut (IPPC, 2017).

## En pratique

Ces couvertures sont celles qui sont privilégiées en France et plusieurs constructeurs fournissent des solutions « clés en main » comprenant l'étude du projet, la construction du mât central et la pose de la couverture. Il est possible de construire des couvertures « sur mesure » répondant aux caractéristiques des ouvrages à couvrir et prenant en compte les contraintes climatiques. En effet, une pente d'au moins 20% est prévue afin de permettre l'écoulement des eaux pluviales. Cette pente peut être augmentée dans les zones montagneuses afin d'améliorer la résistance au poids de la neige.

Cette catégorie de couverture est plébiscitée par les éleveurs lorsqu'ils choisissent de couvrir leurs ouvrages de stockage. Les prix varient de 50 à 80 euros/m<sup>2</sup> selon le matériau constitutif de la couverture. Par exemple le PVC est moins cher que l'EPDM<sup>11</sup>. La valeur supérieure de la fourchette de prix comprend la construction du mât.

Selon la qualité du produit, les coûts sont variables. D'après un fournisseur interrogé, un investissement d'environ 11000 euros comprenant la construction du mât et l'installation de la couverture est à prévoir pour des couvertures de qualité supérieure pour une fosse de 10m de diamètre. Les constructeurs interrogés garantissent une durée de vie de 20 ans environ et soulignent l'absence d'intervention à effectuer une fois que la couverture est en place. Il est recommandé de vérifier au moins annuellement l'état des fixations et de les resserrer si nécessaire. Dans le cas où le mât n'a pas été construit ou est de taille insuffisante, les entreprises corrigent aisément cet aspect.

Enfin, les couvertures comprennent un nombre variable d'ouvertures et sont adaptées aux pratiques de l'éleveur.

---

<sup>11</sup> Ethylène-propylène-diène monomère

## **8. COUVERTURES RIGIDES**

### **8.1 DESCRIPTION**

Les couvertures rigides sont des couvertures tendues constituées de matériaux inflexibles comme du béton, des panneaux en fibres de verre ou des feuilles de polyester avec une forme aplatie ou conique. Elles doivent être étanches afin de minimiser les échanges d'air mais disposer d'évents afin de prévenir l'accumulation de gaz inflammables. Ces couvertures recouvrent toute la surface du lisier évitant ainsi la pénétration des eaux de pluie et de neige augmentant la capacité de stockage (IPPC, 2017).



*Figure 15: Fosse enterrée avec couverture rigide (Source : INERIS)*

### **8.2 APPLICABILITE**

Ces couvertures sont généralement installées en même temps que la fosse. La construction d'une couverture rigide sur une structure existante peut ne pas être appropriée si des travaux de renforcement sont nécessaires pour soutenir la charge supplémentaire (IPPC, 2017).

La pose de ce type de couverture est plus aisée sur des réservoirs de petite taille.

Ce type de couverture n'est pas adapté aux fosses géomembranes et lagunes de stockage (IPPC, 2017).

### **8.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX**

Le recouvrement des ouvrages de stockage est bien documenté et il est admis qu'une réduction de 80 à 90% des émissions d'ammoniac peut être atteinte.

Le fonctionnement est identique à celui des couvertures perméables mais leur capacité de réduction des émissions est supérieure (Stenglein, Schmidt, Jacobson, & Janni, 2011).

#### 8.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET DONNEES ECONOMIQUES

Les couvertures rigides peuvent également être constituées de matériaux plus légers s'adaptant à des ouvrages de stockage circulaire en acier ou en béton. Elles restent, néanmoins, plus adaptées à des petites structures. Les couvertures, les fixations et le matériel de support doivent être résistants aux gaz corrosifs et à l'humidité (Stenglein, Clanton, Jacobson, & Schmidt, 2011).

Les effets du vent, le poids de la neige et le poids de la couverture sont des aspects qui doivent être pris en considération. La durée de vie de ces couvertures est estimée à une vingtaine d'années (IPPC, 2017).

Les prix sont dégressifs plus la taille des ouvrages à couvrir est importante. Des exemples remontés par l'Allemagne montrent des coûts annualisés qui vont de 1,82 à 2,74€/m<sup>3</sup> (IPPC, 2017).

#### 8.5 EFFETS CROISES

Des gaz toxiques (H<sub>2</sub>S) et explosifs (CH<sub>4</sub>) peuvent s'accumuler d'où la nécessité de mettre en place des mesures de précaution comme des événements ou des petites ouvertures. Les gaz diffusent à travers les couvertures imperméables à de très faibles taux, de l'ordre de 1l/m<sup>2</sup>/jour.

Une couverture rigide évite la dilution par les eaux de pluie et permet ainsi de préserver le contenu en nutriment des effluents (IPPC, 2017). Tout comme pour les couvertures souples fixes, la construction d'une couverture rigide permet un gain de stockage et une réduction des volumes d'épandage associée à meilleure préservation de l'azote.

#### En pratique

Il y a une dizaine d'années, un des éleveurs rencontrés a opté pour la couverture béton de ces deux fosses (2500m<sup>3</sup> au total) pour un investissement de 70000 euros soit 28 euros/m<sup>3</sup>. Ce choix a notamment été fait pour réduire les nuisances liées aux odeurs.

## **9. COUVERTURES DES LAGUNES**

### **9.1 DESCRIPTION**

Généralement, les lagunes ont une surface par unité de volume plus grande que les fosses. Tout comme pour les fosses de stockage, les émissions dans l'air peuvent être réduites grâce à l'installation d'une couverture à la surface des effluents. Les couvertures souples en plastique sont résistantes aux UV et imperméables. Des flotteurs et les tubes peuvent être installés afin de maintenir la couverture en place (prévenir les retournements de couvertures durant les opérations de mélange du lisier ou les envols sous les effets du vent) et lui permettre de flotter à la surface même lors des variations de volume de lisier, tout en maintenant un espace vide pour la collecte des gaz.

Les eaux de pluies peuvent être retirées du sommet par pompage, évitant ainsi des phénomènes de dilution. Les autres couvertures flottantes que l'on peut installer dans les lagunes sont celles composées de fragments de plastique, de paille, de croûte naturelle ou encore d'argile expansée (IPPC, 2017).

### **9.2 APPLICABILITE**

La couverture en plastique est une méthode éprouvée pour les petites lagunes mais elle peut se révéler difficile à adapter et à gérer sur des lagunes de grandes tailles pour des raisons structurelles.

Tout comme pour les fosses à lisier, il n'est pas possible de superposer une couverture en matériaux légers à une croûte naturelle et cette dernière ne peut être maintenue que si la surface n'est pas endommagée par des perturbations récurrentes. L'agitation du lisier durant le mélange, le remplissage ou la vidange peut entraîner la sédimentation ou le blocage des pompes. La paille et les matériaux légers ne sont pas les solutions les plus adaptées à la couverture des lagunes de très grandes tailles car leur surface est plus soumise aux effets du vent et ne favorise pas le maintien d'une couverture uniforme (IPPC, 2017).

### **9.3 BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX**

Des réductions de 95% ou plus des émissions d'ammoniac ont été reportées. Les résultats sont variables selon la nature e la couverture, dans le cas d'une couverture d'argile, la réduction mesurée atteignait 82%, 70% pour une couverture de paille et 28% dans le cas d'une croûte naturelle (IPPC, 2017).

### **9.4 DONNEES OPERATIONNELLES ET ECONOMIQUES**

De par la configuration de la lagune et de ses dimensions qui sont fonction de la profondeur et de l'inclinaison des bords, les couvertures en plastique peuvent être de très grande de taille (70% de plus que la surface réelle de la lagune).

Les couvertures en plastique accroissent la capacité de stockage d'une lagune d'au moins 30 %, en évitant l'infiltration des eaux de pluie, offrant une plus grande flexibilité pour le stockage lorsque l'épandage n'est pas possible ou dans le cadre d'une extension de l'élevage. La lagune doit être complètement vide lors de la pose de la couverture afin que celle-ci s'ajuste correctement. Les risques liés au vent ne sont pas problématiques si la couverture est bien fixée sur les côtés et les eaux de pluie sont en faible quantité. Il peut être nécessaire de modifier les procédés d'agitation et de vidange actuels mais le mélange ne pose pas de problème en raison de la teneur en matière sèche relativement faible dans le lisier porcin. Si une agitation adéquate ne peut pas être effectuée cela peut conduire à une accumulation de boues dans la lagune. Pour les couvertures en plastique, des durées de vie supérieures à 10 ans ont été rapportées mais des précautions doivent être prises en hiver pour prévenir les déchirements. Ces actions préventives peuvent être le retrait des eaux de pluie pour éviter la formation de glace par exemple (IPPC, 2017).

## 9.5 EFFETS CROISES

Il est possible de récupérer les eaux de pluie accumulées sur ces couvertures et de les utiliser pour l'irrigation si elles n'ont pas été contaminées par le lisier ou toute autre source de contamination. Les exploitants ne sont généralement pas favorables à ces pratiques à cause des risques de maladie.

Les couvertures constituées d'argile expansée ou de paille par exemple n'empêchent pas la dilution du lisier par les eaux de pluie et leur gestion est chronophage au moment du remplissage, du mélange et de la vidange car les éléments constitutifs de ces couvertures peuvent se mélanger au lisier et poser des problèmes lors de l'épandage. Cependant, il a été observé que ces couvertures se réorganisaient rapidement après agitation et que les émissions étaient réduites. Du N<sub>2</sub>O peut être émis si une croûte se forme à la surface du lisier (IPPC, 2017).

### En pratique

Des échanges sur le terrain, il ressort des avis divergents sur la possibilité d'installer une couverture avec mât sur les lagunes. Un constructeur le propose avec la mise en place de 2 mâts.

## **10. RESERVOIRS SOUPLES**

Les citernes souples de stockage à lisier sont de grandes poches préfabriquées en matériau renforcé doublé de PVC ou de polyester. Cette technique n'est pas citée comme une MTD mais elles sont néanmoins décrites dans le BREF et peuvent être rencontrées sur le terrain. Elles sont une alternative aux réservoirs de stockage en béton ou en acier et permettent un stockage de longue durée et une réduction des émissions ammoniacales proche de 100%. En outre, elles ont un rapport coût/efficacité élevé. L'investissement à la mise en place de cette technique est de 2,5 €/m<sup>3</sup>/an. Néanmoins, leur utilisation est plus adaptée à de petites exploitations car les citernes souples ont une taille limitée (IPPC, 2017) .

### **En pratique**

Il ressort des échanges avec des professionnels, une absence de consensus sur l'utilisation de ce moyen de stockage pour des effluents comme le lisier de porcs.

Les citernes sont de taille variable et peuvent contenir de 400 à 500 m<sup>3</sup> de lisier. Leur exploitation est relativement simple, la reprise du lisier ne requiert pas de brassage préalable, un simple pompage suffit. Leur durée de vie est de 25 ans environ.

Néanmoins, il existerait des limites à leur emploi. En effet, elles semblent plus adaptées à un stockage d'appoint ou au stockage d'effluents agricoles peu chargés tels que des eaux blanches<sup>12</sup> ou vertes<sup>13</sup>. Un des fournisseurs interrogés avait un avis plus contrasté sur la pertinence de l'utilisation des citernes souples pour le stockage de lisier à cause des risques de sédimentation. Il existerait ainsi des difficultés de reprise du lisier, obligeant à un curage qui n'est possible que par dessoudage de celle-ci.

## **11. CONCLUSION**

Le tableau de synthèse ci-dessous rassemble les principales données d'applicabilité, avantages, inconvénients et coûts des différents types de couverture traités dans ce rapport.

---

<sup>12</sup> Eaux de nettoyage du matériel de traite et de stockage du lait.

<sup>13</sup> Eaux de nettoyage des quais et des aires d'attente des salles de traite.

Tableau 3 : Synthèse récapitulative des principales performances des différentes techniques de couverture des ouvrages de stockage.

Type de couverture	Applicabilité		Avantages	Inconvénients	Abattement potentiel	Coûts de la couverture
	Fosse	Lagune/ Géomembrane				
<b>Croûte naturelle</b>	Oui	Oui (difficile sur des lagunes de grande dimension)	Coût nul	Durée de vie réduite et possibilité de non formation de croûte selon les caractéristiques du lisier. Efficacité variable sur les gaz et les odeurs. Nécessite un remplissage par le bas et un brassage uniquement avant épandage	60-80% <sup>14</sup>	Nul
<b>Paille</b>	Oui	Oui	Efficace sur la réduction de gaz et d'odeur Peu onéreux	Durée de vie très courte Sensible aux précipitations et au vent Risque de blocage lors de la vidange et de l'épandage Maintenance et surveillance régulière Source potentielle de GES Disponibilité de la ressource Difficile d'avoir une répartition uniforme Nécessite un remplissage par le bas et un brassage uniquement avant épandage	60-90% <sup>13</sup>	Dépendant des conditions de production et d'approvisionnement en paille.
<b>Matériel fibreux (Argile expansée)</b>	Oui	Oui	Durée de vie élevée Efficace sur les réductions de gaz et d'odeur	Risque de blocage des équipements de vidange et d'épandage Diminution de l'évaporation donc à intégrer dans les capacités de stockage Assez onéreux	65-95%	7 à 10€/m <sup>2</sup> <sup>15</sup> .
<b>Balles de polystyrène</b>	Oui	Oui	Efficace sur les réductions de gaz et d'odeur Risque d'envol	Pas de fournisseurs identifiés Risque d'envol des boules et de blocage des pompes	80%	Pas de données
<b>Couverture souple flottante</b>	Oui		Efficace sur les réductions de gaz et d'odeurs Augmentation de la capacité de stockage, réduction des volumes d'épandage et préservation du contenu azoté	Besoin de pomper de manière permanente les eaux de pluie. Moindre praticité Maintenance et surveillance régulière	90%	20 à 30 €/m <sup>2</sup> .
<b>Fragments de plastique</b>	Oui	Oui	Durée de vie élevée Adaptation à tous les types de stockage et facilité d'installation. Efficacité élevée sur les gaz et les odeurs Pas d'entretien ni de maintenance	N'empêche pas l'accumulation des eaux de pluie Diminution de l'évaporation donc à intégrer dans les capacités de stockage	80-95%	35 à 40 €/m <sup>2</sup>
<b>Couverture avec poche gonflable</b>	Oui	Oui (selon superficie)	Efficace sur les réductions de gaz et d'odeurs	Nécessité de maintenir gonflement adéquat et de pomper les eaux de pluie Risque de submersion	Pas de données	Pas de données
<b>Couverture avec mât central Couverture avec dôme Couverture tendue à plat</b>	Oui	Oui	Durée de vie élevée Augmentation de la capacité de stockage, réduction des volumes d'épandage et préservation du contenu azoté  Peu d'entretien et maintenance Adaptation à différentes capacités de stockage	Investissement élevé Retrait des eaux pluviales pour les couvertures tendues à plat	80-90%	50 à 80 euros/m <sup>2</sup>
<b>Couverture rigide</b>	Oui	Non	Durée de vie élevée Augmentation de la capacité de stockage, réduction des volumes d'épandage et préservation du contenu azoté Peu d'entretien Efficace contre les émissions de gaz et d'odeurs	Investissement élevé Peut nécessiter le renforcement de l'ouvrage pour supporter le poids de l'ouvrage	80-90%	Pas de données

<sup>14</sup> Des valeurs d'abattement bien inférieures ont été rapportées dans le BREF IRPP. La variabilité observée peut résulter de conditions d'exploitation différentes.'

<sup>15</sup> Hors coûts de transport

Les émissions d'ammoniac pendant le stockage du lisier peuvent être réduites par toute une série de mesures comme l'acidification du lisier, l'optimisation de la forme du réservoir et la limitation des échanges d'air à la surface du lisier grâce à l'installation d'une couverture.

Aujourd'hui en France, le transfert des effluents est effectué majoritairement par le haut des ouvrages et est incompatible avec le maintien de couverture par croûte naturelle ou de paille. Néanmoins, l'adaptation des ouvrages existants est possible. Pour faciliter la gestion par la suite et anticiper l'installation d'une couverture, il est recommandé de prévoir une alimentation par le bas lors de la construction des nouveaux ouvrages lorsqu'une couverture par paille ou par croûte naturelle est envisagée. De même, la conception d'un nouvel ouvrage devrait tenir compte des préconisations de ratios permettant de limiter les échanges atmosphériques entre la surface du lisier et l'air.

Selon la nature de la couverture, fixe ou flottante, son installation peut demander une modification des pratiques de gestion des effluents, lors du brassage ou de l'introduction du lisier dans l'ouvrage par exemple.

Les couvertures avec mâts présentent des avantages en plus de la réduction des émissions : augmentation de la capacité de stockage, bénéfique agronomique et praticité. En France, des retours « terrain » et des échanges avec des professionnels indiquent que ces structures avec mât central sont actuellement privilégiées pour couvrir les ouvrages de stockage, certains éleveurs anticipent la pose future d'une couverture en intégrant le mât dès la construction d'une fosse. Toutefois, il peut être érigé a posteriori.

Différents types de bâches flottantes se sont développées par ailleurs et présentent l'avantage d'être économiques, peu visibles et de ne pas nécessiter le renforcement de l'ouvrage afin qu'il puisse supporter cette charge additionnelle.

Dans une comparaison des investissements, la couverture ne peut être considérée isolément. Il est nécessaire d'intégrer cette réflexion dans une démarche globale de gestion du lisier. En effet, la couverture d'un ouvrage de stockage peut nécessiter l'achat de matériel annexe, engendrant possiblement des coûts de fonctionnement et des opérations de maintenance supplémentaires mais aussi permettre la réduction d'achat de fertilisants grâce à une meilleure conservation de l'azote dans le lisier et une réduction du temps d'épandage. De prime abord, une couverture par croûte naturelle ou de paille peut apparaître comme la solution la plus simple à mettre en place. Toutefois, elle requiert une gestion et une surveillance plus importante, des investissements dans du matériel spécifique et peut poser des difficultés lors de l'épandage sans pour autant être associée à des gains de stockage. A noter qu'il existe une variabilité des niveaux d'abattement d'ammoniac entre les couvertures.

L'acidification, est une technique amplement diffusée au Danemark mais est quasi-inexistante ailleurs. La difficulté d'accès à cette technologie en France et le manque de recul sur les conséquences à long-terme de l'épandage de lisier acidifié sont des freins à son potentiel développement.

La mise en place des couvertures peut conduire à un accroissement des risques (explosion, intoxication) liés à l'accumulation des gaz sous la couverture qui nécessite des aménagements spécifiques pour les prévenir.

Enfin, la réduction possible des émissions d'ammoniac au stockage grâce à la couverture des ouvrages doit être associée à une technique d'épandage limitant les pertes ammoniacales afin de permettre un réel bénéfice environnemental.

## **12. BIBLIOGRAPHIE**

- The Danish environmental protection agency. (2014). *Review of ammonia emissions from a pig house slurry pit and outside storage: Effects of emitting surface and slurry depth*. Copenhagen: Department of Engineering University of Aarhus.
- Hexa-Cover A/S. (2016). <http://www.hexa-cover.dk/fr/download.aspx>. Récupéré sur Hexa-Cover A/S: [http://www.hexa-cover.dk/CustomData/Files/Folders/19-french-pdf/3030\\_hexa-cover-couverture-flottante-brochure-agriculture-biogaz.pdf](http://www.hexa-cover.dk/CustomData/Files/Folders/19-french-pdf/3030_hexa-cover-couverture-flottante-brochure-agriculture-biogaz.pdf)
- ABCIS. (2016). *Management nutritionnel des élevages de monogastriques: réduire les rejets d'azote et de phosphore*.
- Andersen, D., Harmon, J., Hoff, S., & Rieck-hinz, A. (2014). *Air Management Practices Assessment Tool*. Iowa city.
- Angonin, B. (s.d.). *La gestion du lisier: stockage-transfert et épandage*. Chambre Agriculture de Nouvelle-Calédonie/ Plateforme de machinisme agricole.
- Bittman, D. H. (2014). *Options for ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen*. Edimbourg: Center for Ecology and Hydrology.
- Burns, R. (2007). *Storage and handling practices to minimize odors*. Des Moines: Pork Checkoff.
- Canh, T., Aarnink, A., Verstegen, W., & Schrama, J. (1998). Influence of dietary factors on the ph and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs. *Animal Science*, 1123-1130.
- CORPEN. (2003). *Estimation des rejets d'azote - phosphore - potassium-cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites*. PARIS.
- Dinuccio, E. (2010). *Valutazione di differenti materiali di copertura delle vasche. Sistemi di copertura delle vasche di stoccaggio liquami e gestibilita e riduzione delle emissioni*. Torino.
- Dourmad, R. J. (2009). Influence de la nutrition sur l'excrétion d'azote, de phosphore, de cuivre et de zinc des porcs et sur les émissions d'ammoniac, de GES et d'odeurs. *Inra Production animale* 22 (1), pp. 41-48.
- Eglin, T., & Mousset, J. (2012). *Les émissions agricoles de particules dans l'air. Etat des lieux et leviers d'action*. Angers: ADEME.
- English, S., & Fleming, R. (2006). *Liquid manure storage covers*. Ridgetown: Ontario Pork.
- Environment Agency. (2012). *How to comply with your environmental permit for intensive farming (Version 3)*. Bristol: Environment agency.
- Eurostat. (2013, septembre). *Agriculture-manure storage statistics*. Consulté le 10 27, 2015, sur Eurostat: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agriculture\\_-\\_manure\\_storage\\_statistics&oldid=222192](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agriculture_-_manure_storage_statistics&oldid=222192)
- Fangueiro, D., Hjorth, M., & Gioelli, F. (2015). Acidification of animal slurry. *Journal of Environmental Management*, 149.

- GIE élevages Bretagne-Comité régional bâtiment. (2014). *La couverture des fosses*. Rennes.
- Health and safety authority. (2016). *Slurry and water safety*. Consulté le 01 22, 2016, sur Health and safety authority: [http://www.hsa.ie/eng/Your\\_Industry/Agriculture\\_Forestry/Other\\_Hazards/Slurry\\_Water\\_Safety](http://www.hsa.ie/eng/Your_Industry/Agriculture_Forestry/Other_Hazards/Slurry_Water_Safety)
- Hunger, R. (2013). Le lisier: un liquide en toute subtilité. *Technique agricole*.
- IPPC. (2017). *BREF Elevages intensifs de porcs et de volailles*. Séville.
- L., L., & F., G. e. (2007). Réduction des émissions d'ammoniac au cours du stockage du lisier porcin : Evaluation grandeur réelle d'une couverture de balles en polystyrène. France.
- Laboratoire national de métrologie et d'essais. (2011). *Mise au pont d'une méthode standardisée d'évaluation de l'efficacité des produits visant à lutter contre les odeurs et les émissions gazeuses en élevage*. Paris.
- Martin E., M. E. (2013). *Analyse du potentiel de 10 actions de réduction des émissions d'ammoniac des élevages français aux horizons 2020 et 2030*. Angers: ADEME.
- Ministère de l'agriculture. (2010, Septembre). La gestion des effluents dans les élevages porcins. *Agreste Primeur*(248).
- Ministère de l'environnement danois. (2016, septembre 28-29). Séminaire sur l'acidification du lisier. Vejle, Danemark.
- Nicolai, R., & Pohl, S. (2004). *Covers for manure storage units*. Cooperative Extension Service, South Dakota State University.
- Oenema, O., & Velthof, G. (2012). *Emissions from agriculture and their control potentials*. Wageningen: Markus Amann.
- Petersen, S., & Miller, D. (2006). Greenhouse gas mitigation by covers on livestock slurry tanks and lagoons. *Journal of the Science of Food and Agriculture*(86).
- Pigeon, S. (2007). *Les couvertures sur les fosses à lisier*. Longueuil: Fédération des producteurs de porcs du Québec.
- Ramonet, Y., Guivarch, C., Dappelo, C., Robin, P., Laplanche, A., & Prado, N. (2007). *Le lisier frais : évacuation fréquente des lisiers des porcheries*. Paris.
- RMT élevages et environnement. (2010). *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage*. IFIP.
- Snorre Andersen, K. (2010). *DK\_storage\_floating bricks*. Copenhague: Danish EPA technology.
- Snorre Andersen, K. (2010). *DK\_Storage\_natural floating layer*. Copenhague: Ministère de l'environnement du Danemark.
- Sorensen, H., & Maskiner, H. (2012). *Slurry acidification in storage tanks*. Danish technological institute.
- Stenglein, R., Clanton, C., Jacobson, L., & Schmidt, D. (2011). *Impermeable Covers for Odor and Air Pollution Mitigation in animal agriculture*.

- Stenglein, R., Schmidt, D., Jacobson, L., & Janni, K. (2011). Permeable covers for odor and air pollution mitigation in Animal Agriculture. *Air quality education in animal agriculture*.
- Task force on reactive nitrogen. (2014). *Reduced emission manure storage techniques*.
- Tenaud, A., & Debarge, S. (2014). *Mieux valoriser les déjections animales pour fertiliser et produire de l'énergie*. Angers: ADEME.
- Van Caenegem, L., Dux, D., & Steiner, B. (2005). *Couvertures pour silos à lisier- Renseignements techniques et financiers*. Ettenhausen: Agroscope-Station fédérale de recherche en économie et technologie agricoles.







**INERIS**

*maîtriser le risque  
pour un développement durable*

**Institut national de l'environnement industriel et des risques**

Parc Technologique Alata  
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : [ineris@ineris.fr](mailto:ineris@ineris.fr) - Internet : <http://www.ineris.fr>