

# LE CONTRÔLE DES ODEURS À LA FERME : BÂTIMENTS ET STRUCTURES D'ENTREPOSAGE

François Pouliot  
Ingénieur agricole  
Centre de développement du porc du  
Québec

---

La production porcine en région,  
c'est impORCtant de s'en parler!



Centre communautaire de Lorrainville  
Les 27 et 28 novembre 2001



Centre de  
développement du  
porc du Québec inc.

Colloque d'Abitibi-Témiscamingue

« LA PRODUCTION PORCINE EN RÉGION, C'EST IMPORCTANT DE S'EN PARLER »

## LE CONTRÔLE DES ODEURS À LA FERME : BÂTIMENTS ET STRUCTURES D'ENTREPOSAGE

---

**Conférencier :** Francis Pouliot, ingénieur agricole, Centre de développement du porc du Québec

**Collaborateur :** Robert Fillion, agronome, Centre de développement du porc du Québec

### 1. Introduction

Depuis quelques années, on accorde de plus en plus d'importance au problème des nuisances olfactives. L'opinion publique sensibilisée à ce problème réclame des solutions qui impliquent une connaissance précise du sujet. Or, si l'ouïe, le toucher et la vue ont fait l'objet de nombreuses études aboutissant à la mise au point de techniques de mesures aptes à remplacer ces sens défectueux, ceci n'a pas été le cas jusqu'à présent pour l'odorat. En effet, le manque de capteurs ainsi que l'aspect très subjectif de la bonne ou de la mauvaise odeur, de la concentration tolérable ou non dans l'environnement rendent le problème de l'odorat et des odeurs très complexe d'approche. De plus, les odeurs ne représentent qu'une réalité subjective dans la mesure où elles sont indissociables de l'appareil olfactif, ce qui ajoute à leur complexité.

Alors que le secteur industriel est confronté depuis de nombreuses années à cette problématique, les plaintes liées à l'activité agricole, particulièrement à l'élevage porcin, sont relativement récentes. Le porc sent-il plus mauvais maintenant qu'avant ? La réponse est bien sûr négative, c'est le contexte de la production qui a changé. Cette modification porte à la fois sur les élevages, mais aussi sur l'environnement de ses unités de production. D'autre part, des élevages de taille plus importante ont conduit les éleveurs à rechercher plus de surfaces pour leurs bâtiments, mais aussi pour l'épandage des déjections. D'autre part, l'attrait de la vie « à la campagne » motive une fraction croissante de la population non agricole à s'installer dans les zones rurales à proximité de grandes agglomérations. On assiste ainsi à une concurrence accrue entre la population non agricole et les éleveurs quant à l'utilisation des surfaces disponibles. Les surfaces construites ou constructibles se retrouvent donc de plus en plus fréquemment à proximité de surfaces agricoles exploitées, soit par des bâtiments d'élevage, soit pour l'épandage, d'où une augmentation des conflits entre tiers et éleveurs.

Initialement, les plaintes ou les réticences surgissaient essentiellement lors des épandages, alors jugées comme source exclusive des nuisances olfactives. Depuis quelques années, cela s'est étendu aux bâtiments et aux réservoirs d'entreposage et c'est sur ces deux sources d'odeurs que nous nous pencherons dans ce document.



Pour aborder le problème des nuisances olfactives en élevage porcin, il est nécessaire d'être bien informé sur les multiples aspects de la perception olfactive. C'est pourquoi la première partie de l'article est consacrée à la notion d'odeurs, d'odorat et à la méthodologie de mesure des odeurs. La deuxième partie entre dans le vif du sujet en abordant les solutions qui sont actuellement envisageables par l'éleveur de porcs pour réduire les odeurs.

## **2. Odeurs, odorat et techniques de mesures des odeurs**

### **2. 1 Qu'est-ce qu'une odeur ?**

Une odeur est un mélange d'un grand nombre de molécules organiques ou minérales volatils ayant des propriétés physico-chimiques très différentes. Une odeur peut se définir par sa nature spécifique (qualité de l'odeur), la sensation agréable ou désagréable qu'elle provoque (caractère hédoniste ou acceptabilité) et par son intensité.

- **La qualité de l'odeur :** c'est la première information qui arrive au cerveau. Ceci explique pourquoi la première information donnée par un individu est de type hédoniste plutôt que de type identification. Il est impossible de définir une liste d'odeurs fondamentales, contrairement au goût où quatre goûts fondamentaux sont définis (salé, sucré, acide, amer).
- **L'acceptabilité de l'odeur :** elle peut être considérée comme agréable, acceptable, désagréable, voire intolérable. Ce classement est très subjectif car l'acceptabilité d'une odeur par un individu est directement liée à son éducation. En effet, une association plus ou moins consciente existe entre une odeur et une situation vécue précédemment, heureuse ou malheureuse.
- **L'intensité d'une odeur :** elle dépend de la concentration en molécules odorantes dans l'air respiré et s'exprime en ppm (parties par million). La littérature mentionne que l'accroissement de l'intensité odorante est fonction de la concentration. La courbe de Stevens permet d'illustrer les notions de seuil de perception et d'identification. Passé le stade de l'inodorité, c'est-à-dire l'absence de perception d'odeurs, l'individu ou la population interrogés perçoivent une odeur sans pour autant l'identifier; on a alors atteint le seuil de perception de cette odeur. Le seuil d'identification d'une odeur est supérieur au seuil de perception, puisque le niveau de concentration de l'odeur permet aux individus interrogés d'identifier, de qualifier l'odeur (menthe, fraise, brûlé, etc. ).

### **2. 2 L'odorat**

Le stimuli olfactif est analysé par le cerveau en partie de façon subjective et affective. Le goût et le dégoût pour diverses odeurs ne sont pas innés, l'éducation y étant pour une large part. En effet, le classement des odeurs diffère d'un individu à l'autre selon la culture, le mode d'alimentation et le cadre de vie. Ceci illustre bien la difficulté d'apprécier et de mesurer une nuisance olfactive dans une population hétérogène. L'odorat est caractérisé par trois variables : la sensibilité, la finesse et l'évaluation de l'intensité.

- **La sensibilité de l'odorat :** s'évalue par la détermination des seuils de perception olfactifs, seuil étant défini comme la concentration en molécules odorantes dans l'air dont la probabilité de perception est de 50 % (cf. courbe de Stevens). Ce seuil peut varier dans une population normale, entre 1 et 100; la sensibilité de l'odorat d'un individu peut donc être considérée comme le niveau de concentration d'une substance odorante nécessaire pour que cet individu perçoive



l'odeur sans pour autant l'identifier. Cette sensibilité olfactive varie en fonction de nombreux paramètres : sexe, âge, fatigue, satiété, maladie, etc.

Pour une population donnée (ex. : jury d'olfactométrie), on définit un seuil de perception collective correspondant à la concentration minimale provoquant la sensation olfactive pour 50 % des membres du jury.

La reconnaissance des caractéristiques qualitatives d'une odeur nécessite une concentration plus élevée correspondant au seuil d'identification.

- **La finesse de l'olfaction** : correspond à la capacité d'individualiser les odeurs ou les mélanges d'odeurs. Ce pouvoir de discrimination et d'identification des odeurs est normalement très peu développé chez l'homme, sauf chez ceux particulièrement entraînés comme les « nez » dans l'industrie des parfums.
- **L'évaluation de l'intensité de l'odeur** : constitue une appréciation moins précise que l'appréciation qualitative des odeurs et, de plus, beaucoup plus variable d'un individu à l'autre.

Dans la pratique, on définit une échelle assez grossière de cinq niveaux :

- 0 - Odeur imperceptible (ou absence d'odeur)
- 1 - Odeur juste décelable (seuil de perception)
- 2 - Odeur distincte et nette (seuil d'identification)
- 3 - Odeur forte que l'on cherche à fuir
- 4 - Odeur insoutenable

Ces différentes caractéristiques peuvent cependant être profondément altérées lors d'exposition continue à une ou des odeurs. Par exemple, l'odeur de cuisine ou de tabac qui frappe en pénétrant dans une pièce n'est plus perçue au bout de quelques minutes. Ce phénomène dit d'adaptation quand il s'agit d'exposition peu fréquente peut être remplacé par un phénomène dit de fatigue olfactive lors d'exposition continue. La fatigue olfactive représente l'incapacité d'un individu à percevoir une odeur à des concentrations voisines du seuil de perception lorsqu'il a été soumis à des concentrations plus élevées de la même odeur. Ce phénomène est très observé dans des milieux professionnels particulièrement odorants (ateliers de peinture) où les travailleurs ne distinguent plus l'odeur existante. Cette fatigue peut représenter un danger dans le cas où les odeurs inhalées sont liées à un risque toxique.

## 2. 3 Méthodes de mesure des odeurs

Dans certaines conditions, les odeurs peuvent être perçues comme une source de gêne pour l'environnement. Il s'avère donc nécessaire de savoir mesurer ces odeurs afin d'estimer leur niveau et ainsi, de pouvoir lutter contre ce type de nuisance. Il existe deux approches possibles pour mesurer les odeurs : l'olfactométrie et les analyses physico-chimiques. En fait, ces deux techniques sont complémentaires.

Une troisième technique en voie de développement est l'utilisation d'un nez électronique. Cependant, cette technique reste difficilement applicable sur un effluent gazeux contenant une multitude de composés participant aux odeurs émises.



## 2. 4 L'olfactométrie

L'olfactométrie peut permettre deux types de mesures :

- la mesure de la concentration de l'odeur au seuil de perception exprimée en un nombre sans dimension ; on parle d'unités odeur (u. o. )
- La mesure de l'intensité odorante d'une atmosphère, généralement exprimée par rapport au niveau de la gamme donnée sur une échelle de référence.

L'olfactométrie s'avère essentielle pour caractériser l'odeur. Elle donne une réponse plus directe de la gêne ressentie par la population, car le nez humain est utilisé lors de la mesure. Elle donnera une réponse plus directe que les analyses physico-chimiques. L'olfactométrie est basée sur l'analyse sensorielle des odeurs, c'est-à-dire évaluation humaine. Elle permet de mesurer les trois caractéristiques de l'odeur. L'olfactométrie implique l'utilisation d'un appareil appelé olfactomètre. Celui-ci est un dispositif qui permet de contrôler la dilution d'un mélange odorant par un gaz inodore et de présenter le mélange dilué à des panélistes. Un échantillon d'air frais mélangé avec de l'air odorant est présenté simultanément aux panélistes. L'échantillon est dilué suivant un mode bien défini de manière à ne pas influencer la réponse des panélistes. Au Canada, plusieurs groupes ont développé des olfactomètres.

## 2. 5 Les analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques permettront ensuite de déterminer quels sont les composés présents responsables de la nuisance. Les effluents gazeux malodorants contiennent fréquemment plusieurs centaines de composés identifiables, ce qui rend l'analyse physico-chimique complexe. Du fait des différences de caractéristiques physico-chimiques des composés rencontrés, il est nécessaire de faire appel à des méthodes analytiques très puissantes et/ou spécifiques.

Les concentrations en polluants sont très variables dans le temps, ce qui est particulièrement important dans le cas des problèmes de nuisances aux voisinages. Il s'agit donc de prendre en considération des pointes de concentration et non des concentrations moyennes. Les analyses physico-chimiques permettent de donner des indications sur les traitements qui devront être mis en œuvre. Elles identifient les composés ou polluants chimiques présents dans l'air tels que le H<sub>2</sub>S, le NH<sub>3</sub> et le CH<sub>4</sub>. La plupart des équipes travaillant dans le domaine des odeurs jumellent l'olfactométrie et l'analyse physico-chimique.

## 2. 6 Le nez électronique

Le nez électronique est une technologie en voie de développement. Bien que difficilement applicable pour les odeurs contenant une multitude de composés, cette technique présente un sérieux avantage, car l'analyse d'odeurs peut être faite directement sur le site et ne rend pas nécessaire l'utilisation de panélistes pour l'évaluation. Un nez électronique est un réseau de capteurs de gaz gérés par une intelligence artificielle. Ce réseau de capteurs joue le rôle du nez humain et le système informatique de traitement des signaux joue le rôle du cerveau. La réponse des spécialistes sur l'efficacité des nez électroniques dans la mesure des odeurs de porcherie en présence d'un effluent gazeux constitué de plus d'une centaine de composés chimiques odorants différents interagissant entre eux, le tout placé dans des conditions d'empoussièrement et d'hygrométrie très largement supérieures à la moyenne demeure toutefois très évasive.



## 2. 7 Méthodes d'échantillonnage

Selon l'équipement adopté pour la mesure d'odeur, deux possibilités s'offrent à l'utilisateur, soit la mesure *in situ* ou en laboratoire. La mesure *in situ* est réalisée directement à la source et ne nécessite pas de prise d'échantillons. Dans ce cas, il est difficile de contrôler ou de mesurer tous les paramètres environnants influençant l'odeur ou sa mesure. D'ailleurs, c'est pour cette raison que plusieurs chercheurs hésitent à adopter une approche *in situ*.

Lorsqu'un échantillon doit être prélevé pour les essais d'olfactométrie, les échantillons d'odeur sont puisés sur le site et placés dans des sacs de Téflon ou de Tedlar. Ce matériel est considéré inerte par rapport aux odeurs. Les analyses doivent être réalisées sur une courte période de temps afin d'éviter la dégradation de l'air odorant dans le sac. Afin d'obtenir un échantillon représentatif, une attention particulière doit être portée à la localisation et aux conditions environnantes (température, vent, type de production, ventilation, etc. ) lors de la prise d'échantillon sur le site.

## 3. Les odeurs au bâtiment et à la fosse : les sources et les méthodes d'atténuation

Il existe deux sources odorantes liées à l'élevage porcin : l'animal et les déchets. De ce fait, la localisation de ces sources odorantes est triple :

- **Le bâtiment** : abritant à la fois les animaux et les déchets (déjections, déchets d'aliments, etc. ).
- **Les unités de stockage du lisier** : à l'extérieur des bâtiments.
- **Les terres d'épandage** : les nuisances olfactives sont épisodiques, mais souvent intenses. Les zones touchées peuvent être plus ou moins éloignées en fonction des conditions climatiques (vitesse et direction des vents, température, humidité relative) et des distances vis-à-vis des voisins lors de l'épandage des déjections.

Sur une ferme porcine, les bâtiments sont responsables de 22 % des émissions d'odeurs, l'entreposage compte pour 17 %, l'épandage pour 52 %, la production d'aliment pour 8 % et la décomposition du lisier au champ pour 1 % du total des émissions d'odeurs.

Dans le cadre de cette conférence, comme nous le disions plus haut, seules les émissions d'odeurs liées aux bâtiments et à l'entreposage seront traitées. **3. 1 Origines des odeurs émises en production porcine**

### 3. 1. 1 L'animal

Les odeurs liées directement à l'animal sont nommées « odeurs corporelles »; elles se subdivisent en quatre sous-groupes :

- **L'odeur spécifique** : le porc a une odeur spécifique comme beaucoup d'autres espèces animales (odeur de chat, odeur de poisson, odeur de cheval, etc. ).
- **Les odeurs sexuelles** : ces odeurs sont liées à la présence d'un stéroïde à odeur urinaire prononcée chez les mâles non castrés. Ce stéroïde est synthétisé dans les testicules avant de se stocker dans les graisses du mâle.
- **L'odeur due au régime alimentaire.**



- **Les phéromones** : elles sont voisines des odorants spécifiques et sexuelles. Émises via un ensemble de glandes par l'animal dans des conditions précises, elles provoquent à distance des comportements spécifiques chez l'animal « récepteur » tels que l'attraction, la répulsion, l'alerte, la peur ou le déclenchement de l'oestrus chez la femelle.

### 3. 1. 2 Les déchets

Les déchets sont principalement constitués des déjections des animaux. Les déjections fraîches ont déjà subi, sous l'influence de la flore intestinale, un début de fermentation anaérobie. Dès leur émission, les fèces ont déjà une odeur prédominante liée au scatol alors que les urines ont plutôt une odeur aminée. Progressivement, **la fermentation anaérobie du mélange fèce-urine ou lisier** s'installe et produit un certain nombre de composés odorants qui vont se mêler aux odeurs corporelles et aux odeurs particulières des aliments.

## 3. 2 Localisation des odeurs

### 3. 2. 1 Le bâtiment

Initialement, les plaintes pour nuisances olfactives étaient dirigées contre l'épandage des déjections. Il existe donc certaines études réalisées sur le sujet et les avancées en matière de réduction sont notables. À l'inverse, il existe peu de références sur les odeurs émises par les bâtiments d'élevage, indépendamment des résultats des analyses physico-chimiques, qui, elles-mêmes, ne représentent pas de mesures d'odeurs. L'étude de Verdoes et Ogink (1997) citée par ITP (1998), est une des rares qui nous fournit des résultats de mesures d'odeurs à la sortie des bâtiments en prenant en considération le stade physiologique et la saison pour le climat prévalent aux Pays-Bas (tableau 1). Il faut cependant préciser que ces mesures ont été prises dans des bâtiments permettant la réduction de la volatilisation de l'ammoniac dans l'ambiance et à l'extraction.

Le taux d'émission d'odeurs, exprimé en unité par seconde et par porc (o. u. /s/p) est le résultat du produit de la concentration d'odeurs exprimée en unités d'odeur (odour unit ou o. u. ) par m<sup>3</sup> par heure et par porc.



Tableau 1 : Concentrations et émissions d'odeurs, synthèse de plusieurs articles  
(o. u. = odour unit)

Types d'animaux	Période	Température intérieure (°C)	Taux de ventilation (m <sup>3</sup> /h/p)	Concentrations en odeurs (o. u. /m <sup>3</sup> )	Émissions d'odeurs (o. u. /s/p)
Gestantes <sup>1</sup>	Été	25,2	103,2	434	12,2
	Hiver	23,3	58,8	619	9,8
Maternité <sup>1</sup>	Été	26,7	184,4	836	39,6
	Hiver	25,8	130,1	876	31,4
Post-sevrage <sup>1</sup>	Été	27,3	10,3	2 856	7,7
	Hiver	26,6	8,1	1 557	3,2
Engraissement <sup>1</sup> (alimentation multiphase)	Été	23,5	56,7	1 245	18,6
	Hiver	20,2	27,5	845	5,50
Engraissement <sup>2</sup> étude 1975 étude 1981	Été				3,0
					6,3

1 : Verdoes et Ogink, 1997 – 2 : Klarenbeek *et al.*, 1982)

(Source : ITP, 1998)

Le tableau 1 montre que les maternités (salles de mise bas) semblent représenter le type d'élevage ayant le plus fort taux d'émission d'odeurs avec 39,6 o. u. /s/p en été et de 31,4 en hiver. Le post-sevrage (pouponnière) est celui ayant le taux le plus faible avec 7,7 o. u. /s/p en été et 3,2 en hiver. Les taux d'émission d'odeurs des gestantes (gestation) et des bâtiments d'engraissement sont équivalents et intermédiaires (Verdoes et Ogink, 1997; cité par ITP, 1998). Les émissions, indépendantes du type d'animal considéré, sont toujours plus élevées en été par rapport à la période hivernale étant donné qu'en hiver, les taux de ventilation sont moindres, voire minimum.

Toujours d'après le tableau 1, pour l'engraissement, le rapport entre l'été et l'hiver est voisin de 2 à la fois pour le débit de ventilation (56,7 vs 27,5 m<sup>3</sup>/h/porc) et pour la concentration des odeurs (1 245 vs 854 o. u. /m<sup>3</sup> d'air) avec, pour ces deux paramètres, des valeurs supérieures en été. Ceci explique l'écart important observé entre les débits d'odeurs selon la période. Pour le post-sevrage, les émissions plus importantes en période estivale sont davantage liées à l'augmentation de la concentration en odeurs (de 1 557 en hiver à 2 856 o. u. /m<sup>3</sup> d'air en été) qu'au débit (de 8,1 à 10,3 m<sup>3</sup>/h/porc en été). Cette augmentation de la concentration en odeurs serait liée à l'augmentation de la température ambiante. Cependant, à la connaissance de l'auteur, aucune étude n'a été réalisée sur l'influence stricte de la température sur la volatilisation des composés odorants.

L'importance du débit de ventilation sur l'émission d'odeurs des bâtiments, directement liée au facteur saison, a été mise en évidence dans une étude de l'ITP (Guinguand et Granier, 1996) : une réduction de 50 % du débit de ventilation dans un bâtiment d'engraissement (18,8 vs 37,5 m<sup>3</sup>/h/porc) permet de réduire de 29 % le débit d'odeurs mesuré à la sortie. Cependant, la réduction du débit de ventilation ne peut être envisagée comme une voie de réduction des nuisances olfactives du fait des conséquences sur la gestion de l'ambiance et directement sur les performances zootechniques attendues (température et qualité de l'air).

De tous les facteurs précédents évoqués, le principal serait la présence du lisier stocké sous les animaux. Une première étude réalisée par l'ITP (Guinguand et Granier, 1996) montre que





l'évacuation du lisier d'une salle d'engraissement permet une réduction du débit d'odeurs de 55 %. Cet aspect de réduction d'odeurs sera abordé plus loin dans le texte.

### ➤ Recherche d'indicateurs chimiques du niveau d'odeurs à la sortie des bâtiments

Une démarche logique conduit à penser qu'une nuisance olfactive est le résultat de la présence d'une ou plusieurs molécules que l'on doit pouvoir identifier. Malheureusement, les différents travaux menés sur le sujet ont abouti à la conclusion suivante : il n'existe pas actuellement d'indicateur chimique du niveau d'odeur. Bon nombre d'études ont porté sur la relation ammoniac-odeur. Cependant, différents travaux (Verdoes et Ogink, 1997 - Liu *et al.* 1993 – Oldenberg, 1989; cités par ITP, 1998) ont montré l'absence de corrélation entre la concentration en ammoniac et le débit d'odeurs des porcheries.

Il est difficile de prendre l'ammoniac comme indicateur chimique du niveau d'odeurs de l'air extrait d'un bâtiment d'élevage de porcs. Toutefois, les mesures d'émissions d'ammoniac des porcheries se révèlent indispensables dans une approche globale des émissions d'origine agricole dans une problématique de qualité de l'air en général.

### ➤ Mode de transport des odeurs vers l'extérieur des bâtiments : les poussières

De nombreuses études ont mis en évidence l'importance des poussières comme support des odeurs produites dans les bâtiments d'élevage (Hartung, 1986 – Day *et al.*, 1965; cités par ITP, 1998). Les poussières présentes en porcheries sont essentiellement constituées de matière organique (Heber *et al.*, 1988; cité par ITP, 1998). Elles sont principalement d'origine alimentaire (80 à 90 % - Donham *et al.*, 1986 – Honey et Mc Quitty, 1979; cités par ITP, 1998), mais proviennent aussi de la dessiccation des fèces (bactéries, cellules épithéliales, aliments non digérés), de la litière et de la desquamation de l'épiderme des animaux. La mise en suspension de ces particules est liée à l'activité des animaux (Pedersen, 1993; cité par ITP, 1998) et du personnel travaillant dans les bâtiments.

Il existe de nombreux facteurs de variations de la concentration en poussières dans l'ambiance des porcheries : l'humidité relative, la température, le niveau d'activité des animaux, le type et le mode de distribution de l'aliment, la présence de litière, etc.

Les composants odorants peuvent être absorbés par les particules de poussières produites en grandes quantités au sein des porcheries et ainsi diffusés à l'extérieur des bâtiments (Hammond *et al.*, 1979 – O'Neill et Phillips, 1992 - Hartung, 1985 – Scholtens et Klarenbeek, 1989; cités par ITP, 1998). Hammond *et al.* (1979); cité par ITP (1998) ont montré que l'air prélevé au sein d'une porcherie était inodore lorsqu'il était humé au travers d'un filtre par un jury d'olfactométrie. De même, le prélèvement des poussières de porcheries et leur mise en suspension dans un air propre (sans odeur) provoque l'apparition d'une odeur caractéristique de porcherie.

Si l'importance des poussières dans le transport des odeurs a été assez clairement mise en évidence, leur rôle dans la perception et dans l'intensité des odeurs est encore mal cerné. Pour Hammond *et al.*, (1981); cité par ITP, (1998), les poussières auraient la capacité d'intensifier les odeurs. La cavité olfactive, située au fond des fosses nasales, se trouve sur la trajectoire de l'air lors de l'inspiration. Les particules présentes dans cet air inhalé se déposeraient directement sur la muqueuse olfactive et s'y accumuleraient. Ainsi, l'intensification des odeurs via les poussières serait d'une part, liée à la concentration des composés odorants dans les poussières et d'autre part, à l'accumulation de ces poussières au sein de la cavité olfactive.



### 3. 2. 2 Les unités de stockage

Comme pour les bâtiments, l'émission d'odeurs d'une fosse non couverte serait réduite de 40 % en hiver par rapport à la période estivale (De Bode, 1990; cité de ITP, 1998). Il est probable que le taux de remplissage et le diamètre d'une fosse de stockage extérieure puissent avoir une influence sur l'émission d'odeurs du fait de l'évolution de la surface de contact entre le lisier stocké et l'atmosphère. Cependant, à la connaissance de l'auteur, aucune étude n'a encore été publiée sur ces éventuels facteurs de variation.

## 3. 3 Méthodes d'atténuation des odeurs émises

Les odeurs émises par les bâtiments et les unités de stockage peuvent générer des nuisances qu'il convient de réduire au maximum. Le présent travail propose un tour d'horizon, sûrement non exhaustif, des différentes techniques à la disposition des éleveurs. Modifications de techniques, de matériels d'élevage et systèmes de traitement seront également abordés plus loin.

### 3. 3. 1 Agir à l'intérieur du bâtiment

Bien que la localisation de la source d'émission soit identifiée (ventilateurs et cheminées d'extraction), les voies de réduction peuvent s'orienter selon trois axes :

- agir à l'intérieur du bâtiment pour limiter l'émission à l'extraction;
- agir au niveau de l'extraction;
- agir au niveau de l'alimentation des animaux.

#### ➤ **Gestion du lisier**

Les élevages québécois sont conçus sur des planchers complètement ou partiellement lattés. L'évacuation des défécations sous les animaux peut se faire avec un système de grattes nettoyant fréquemment les dalots (30 cm de profond) ou un système de syphon avec un dalot profond d'environ 75 cm où le lisier peut être entreposé durant plusieurs jours.

Le lisier, mélange de fèces et d'urine, est biologiquement actif. Sa nature change au cours de cette première phase de stockage au bâtiment. Le stockage anaérobie des déjections, c'est-à-dire sans apport d'oxygène, provoque la mise en place de certaines fermentations aboutissant à une production accrue de mauvaises odeurs. Le stockage du lisier sous les animaux est responsable en grande partie des odeurs émises par les bâtiments. Une étude menée par l'ITP en France (Guingand et Granier, 1996) a montré que l'évacuation d'un lisier de 85 jours d'une salle d'engraissement permet une réduction de 55 % du débit d'odeurs (de 32,3 à 17,6 u. o. / s / porc) par rapport à une salle témoin où le lisier était stocké (voir tableau 2).

Tableau 2 : Influence de la présence de lisier sur le débit d'odeurs émis par une salle d'engraissement (Guingand et Granier, 1996)

	K50 (en unités d'odeur)	Débit d'odeurs (en u. o. /s/p)
Présence de lisier	3 100	32,3
Absence de lisier	1 690	17,6

(Source : ITP, 1998)



Pour prévenir les dégagements odorant du lisier, une solution à envisager est d'évacuer fréquemment et régulièrement le lisier du bâtiment vers le réservoir extérieur.

### ➤ Type de plancher

Au Québec, le type de plancher complètement latté est majoritairement utilisé en mise bas et en pouponnière. Toutefois, en engraissement, les éleveurs optent de plus en plus pour le plancher partiellement latté.

L'influence du type de plancher sur l'émission d'odeurs par les bâtiments est illustrée par le tableau suivant, résultats données en fonction de la saison (Klarenbeek, 1995; cité par ITP, 1998).

Tableau 3 : Influence du type de plancher sur l'émission d'odeurs des bâtiments exprimée en unités odeur par seconde par porc (o. u. /s/p) (Klarenbeek, 1985)

Type de sol	Été (u. o. /s/p)	Hiver (u. o. /s/p)
Caillebotis partiel (60 %)	4,25	0,69
Caillebotis intégral	6,50	1,33

(Source : ITP, 1998)

Comme il est dit plus haut, l'émission d'odeurs est plus forte en été qu'en hiver, mais quelle que soit la saison, elle est supérieure avec des bâtiments en caillebotis intégral (complètement latté). Ceci s'explique par l'augmentation de la surface de contact lisier-air, qui favorise la volatilisation des composés odorants du lisier vers l'ambiance du bâtiment et donc, de l'extraction. Indépendamment de l'aspect olfactif, le caillebotis partiel (partiellement latté) présente certains inconvénients tant par rapport à la bonne gestion de l'ambiance qu'à la propreté des animaux.

Il est évident que la propreté des planchers est très importante pour minimiser les émissions d'odeurs. Afin de conserver les planchers partiellement (zone bétonnée) lattés propres, il est important de faire en sorte que la zone de confort, c'est-à-dire l'endroit où coucheront les porcs, soit exempte de courants d'air, de variations de température et d'activités trop intenses afin que leur repos ne soit pas perturbé. Lorsque la zone de confort est bien définie sur la zone bétonnée du parquet, les porcs auront tendance à faire leurs déjections sur les lattes et le plancher restera propre. Plusieurs facteurs sont à considérer afin d'avoir une zone de confort optimale, dont :

- installer les entrées d'air pour que l'air froid d'hiver ne crée pas de courant d'air sur la zone bétonnée (zone de confort);
- l'ouverture des entrées d'air doit s'ajuster automatiquement en fonction du débit de ventilation afin d'éviter les écarts de température et les courants d'air au niveau de la zone de confort;
- les trémies devraient être installées sur les lattes, car autour de celles-ci, il y aura beaucoup d'activités et il s'agit d'une zone privilégiée pour les déjections;
- les parquets devraient être conçus de façon à ce que la longueur du parc soit environ égale à deux fois sa largeur, influençant ainsi la circulation des porcs dans le parquet.

### ➤ Élevage sur litière

Depuis plus de 20 ans, le développement de l'élevage de porcs sur caillebotis (lattes) a fait abandonner l'utilisation de la paille ou des copeaux de bois, surtout en porcherie d'engraissement. Depuis le début des années 90, l'élevage sur litière a refait surface étant donné les préoccupations



environnementales grandissantes. Selon l'IITP, (1998), l'émission d'odeurs par les porcheries sur caillebotis apparaît, en moyenne, environ deux fois supérieure à celle des porcheries sur litière biomaîtrisée. Cependant, l'auteur nuance sa conclusion en déclarant qu'un élevage sur litière biomaîtrisée, selon les méthodes d'élevages, particulièrement l'apport de paille par porc, peut donner des émissions d'odeurs comparables sinon supérieures à un élevage sur lisier. Comparer des élevages sur caillebotis à des élevages sur litière d'un point de vue olfactif ne permet cependant pas de déterminer l'influence stricte du type de plancher. En effet, les différences de débit de ventilation et de surface par animal rendent difficile l'analyse des résultats.

L'élevage sur litière possède auprès de l'opinion publique une image meilleure que celle de l'élevage sur caillebotis. Les aspects bien-être liés à la litière et à l'augmentation des surfaces par animal contribuent largement à cette perception. Il ne faut cependant pas négliger les contraintes de travail imposées à l'éleveur qui rendent l'élevage sur litière adaptable à certaines situations uniquement.

Selon Pigeon et Bélanger (2000), auteurs québécois, l'élevage de porcs sur litière mince (30 cm) a pour effet de réduire potentiellement les odeurs et semble par ce fait s'attirer les faveurs de la population. Ses résultats de recherche montrent que les performances zootechniques dans un engraissement sur litière sont globalement équivalentes aux élevages conventionnels sur lattes. Sur le plan économique, les principales différences entre les deux techniques d'élevage proviennent de la construction du bâtiment, du contrôle de son ambiance ainsi que du coût de la gestion du fumier. Le bâtiment pour l'élevage sur litière est moins coûteux, soit 240 \$ par place-porc, comparativement à 265 \$ pour un bâtiment conventionnel, en excluant la structure d'entreposage du lisier. Le contrôle de l'ambiance est plus dispendieux pour l'élevage sur litière; le coût de chauffage noté est de 1,17 \$ par porc produit par rapport à un coût de 0,66 \$ pour un élevage conventionnel. Le coût d'opération relié à la gestion de la litière est de 7,94 \$ par porc produit, alors qu'il est de 4,46 \$ dans le cas de la gestion sous forme liquide. Il faut cependant préciser que le coût de gestion de la litière tient compte du fait que le fumier est traité par compostage (aucune superficie d'épandage nécessaire), contrairement au coût de gestion du lisier qui est épandu et non traité (besoin de superficie d'épandage).

En résumé, le projet de recherche de Pigeon et Bélanger, (2000) a permis de mettre en lumière les principaux avantages de l'élevage sur litière : réduction du potentiel d'odeurs et des volumes de fumiers à gérer, concentration de la charge fertilisante, gestion d'un fumier solide plutôt que liquide, stabilité de l'azote contenu dans le fumier et meilleure perception de la population pour cette technique. Toutefois, certains inconvénients se dessinent : perte importante d'azote au bâtiment, augmentation des coûts de chauffage, de ventilation et de gestion, augmentation de la main-d'œuvre nécessaire, problème éventuel de rareté de la litière et un certain risque sanitaire (qui s'est cependant peu manifesté à ce jour).

### ➤ Ventilation par extraction basse

Les systèmes de ventilation par extraction basse qui extraient l'air sous les lattes dans les dalots, sont reconnus pour émettre plus d'ammoniac à l'extérieur des bâtiments, comparativement à des systèmes de ventilation conventionnelle qui extraient l'air à environ 1,8 mètre au-dessus des lattes. En effet, Choinière *et al.*, (1996), ont comparé les conditions d'ambiance dans une porcherie d'engraissement pour les deux modes de ventilation : soit la ventilation par extraction basse et la ventilation conventionnelle. Les émissions d'ammoniac à l'extérieur du bâtiment ont été mesurées pour ces deux modes de ventilation; elles étaient deux fois plus élevées durant l'été par extraction basse. Durant les conditions hivernales, il n'y avait que très peu de différences entre les deux modes de ventilation pour des porcs de moins de 75 kg mais au-delà de ce poids, ces émissions étaient de 20 à 30 % supérieures par extraction basse comparativement à celle conventionnelle. Cette



augmentation de l'émission d'ammoniac à l'extérieur du bâtiment est probablement attribuable à une vitesse plus élevée de l'air au niveau du lisier sous les lattes. Si cet article ne traite pas des odeurs, on peut tout de même extrapoler que, relativement à l'augmentation de l'émission d'ammoniac, l'extraction basse émettra plus d'odeurs.

#### ➤ Utilisation de produits de désodorisation

Il s'agit de produits présentés sous des formes multiples : poudre, pastille, liquide, à mélanger au lisier, à épandre sur les lattes voire incorporer dans l'alimentation des porcs. Toutefois, selon l'ITP (1998), l'absence de données objectives sur ces produits rend actuellement difficile leur préconisation auprès des éleveurs.

#### ➤ Utilisation de masquants

Le masquage repose sur un principe de superposition d'odeurs : on masque les mauvaises odeurs résiduelles par une odeur agréable, plus intense. Par contre, l'intensité et le caractère désagréable des odeurs émises sont tels que la quantité de masquant nécessaire pour une efficacité significative est trop importante donc non envisageable d'un point de vue économique. Le mélange de mauvaises odeurs et de masquant peut générer de nouvelles odeurs tout aussi désagréables que celles dont on souhaitait initialement se débarrasser.

#### ➤ Les biofiltres

La biofiltration utilise un médium solide (copeaux de bois, tourbe etc. ) qui absorbe/désorbe les composés odorants provenant du système de ventilation afin de les oxyder biologiquement. L'ITP a testé en 1996 l'efficacité d'un biofiltre à base de tourbe et d'écorces de pin sur l'air extrait d'un engraissement. Le taux d'abattement d'odeurs calculé entre l'amont et l'aval du biofiltre est de 92 % (Guinguand et Granier, 1996, cité de ITP, 1998).

Malgré les bonnes performances en matière d'abattement des odeurs, la diffusion du biofiltre sur le terrain reste limitée pour des raisons pratiques simples. En effet, l'humidité du médium est un paramètre essentiel au bon fonctionnement d'un biofiltre. Or, ce paramètre est très délicat à gérer de manière simple et économique. Souvent, des passages préférentiels de l'air réduisent presque totalement son efficacité. Un autre inconvénient du biofiltre est sa taille : une surface de 0,2 à 0,3 m<sup>2</sup> est nécessaire par porc, soit environ 160 m<sup>2</sup> de biofiltre ouvert pour 700 porcs à l'engraissement (ITP, 1998). La durée de vie utile des biofiltres varie entre 3 et 5 ans selon les médiums. Certains auteurs, dans le cas de biofiltre ouverts, préconisent un retournement du médium à tous les 6 mois.

#### ➤ Les laveurs d'air

Le lavage de l'air par voie humide est un procédé simple qui consiste à faire passer le ou les composés à éliminer de la phase gazeuse, provenant du système de ventilation des bâtiments à travers une substance liquide. Un laveur d'air typique utilisé dans le domaine porcin est de type contre-courant à une seule étape : l'air extrait de la porcherie et le liquide du laveur d'air se rencontrent à contre-courant à l'intérieur d'une tour de lavage.

Cependant, les laveurs d'air sont plus dispendieux et plus compliqués, en comparaison avec les biofiltres, et inappropriés pour l'air d'extraction dont les composés ont une solubilité faible. L'eau qui doit être drainée du procédé est le désavantage majeur, car elle contient beaucoup de nitrate et de nitrite qui peuvent être très toxiques (CIGR, 1994). Selon Lais *et al.* (1997), la moyenne de réduction des odeurs se situe entre 61 % et 89 %.



### ➤ **Autres traitements d'air**

D'autres méthodes sont disponibles pour traiter les odeurs; ces techniques tel l'ozonation, l'utilisation de charbon actif, la réduction des poussières et la combustion catalytique ne sont nommées ici que dans le seul but de vous faire connaître leur existence.

### ➤ **La dispersion**

La dispersion n'est pas un procédé de traitement, il s'agit en fait d'un simple phénomène de dilution. Encore largement utilisée dans le secteur industriel, la dispersion s'effectue par l'intermédiaire d'une cheminée qui permet la dilution des émissions odorantes dans l'atmosphère, la hauteur de cheminée étant calculée pour permettre une dispersion suffisante avant de revenir au sol. Le calcul de la hauteur de cheminée se fait à partir d'un certain nombre de paramètres comme le débit théorique instantané du polluant considéré émis à la cheminée, la concentration maximale du polluant considérée comme admissible au niveau du sol, etc.

Selon l'ITP (1998), pour une salle d'engraissement, le calcul aboutit à une cheminée de plus de 21 mètres de hauteur afin que la concentration maximale admissible en p-crésol soit inférieure à son seuil olfactif au niveau du sol. L'application du phénomène de dispersion par l'intermédiaire d'une cheminée semble donc difficilement applicable en élevages porcins. En annexe 1, le phénomène de dispersion des odeurs y est expliqué de façon imagée.

### ➤ **La ration alimentaire**

Plusieurs chercheurs travaillent à optimiser les rations alimentaires des porcs afin de maximiser l'absorption des nutriments par l'animal. Ainsi, on retrouvera moins de nutriments disponibles aux microorganismes présents dans le lisier réduisant alors l'activité de ces derniers et par conséquent l'émission d'odeurs. Par exemple, des techniques telles que l'alimentation multi-phases et l'emploi d'acides aminés essentiels de synthèse permettent de diminuer l'excrétion d'azote par l'animal. Des travaux réalisés par Godbout *et al.* (2000) montrent qu'il est possible de réduire de 40 % les émissions d'ammoniac et d'environ 20 % les odeurs en modifiant la ration des porcs.

### ➤ **Gestion des animaux morts**

L'enlèvement rapide des animaux décédés dans les bâtiments permet d'éviter les problèmes sanitaires et d'odeurs reliés à leur décomposition. De plus, il est recommandé d'entreposer ces animaux dans un lieu réfrigéré et de prévoir un contenant fermé et étanche où l'entreprise d'équarrissage viendra chercher les cadavres.

## 3. 3. 2 Agir sur le stockage extérieurL

### ➤ **La couverture des fosses**

Ce principe de la couverture des fosses de stockage extérieures est de limiter le contact entre le lisier et l'atmosphère. Le lisier est alors beaucoup moins soumis aux variations des conditions climatiques (température, précipitations, vent : vitesse et direction). La couverture des fosses permet une réduction importante des odeurs émises pendant le stockage. En fonction du type de couverture, le pourcentage de réduction des odeurs peut varier de 50 à près de 100 %. Le figure suivante (figure 1), extraite de l'étude de Mannebeck, illustre l'effet du type de couverture sur la réduction des odeurs au stockage.



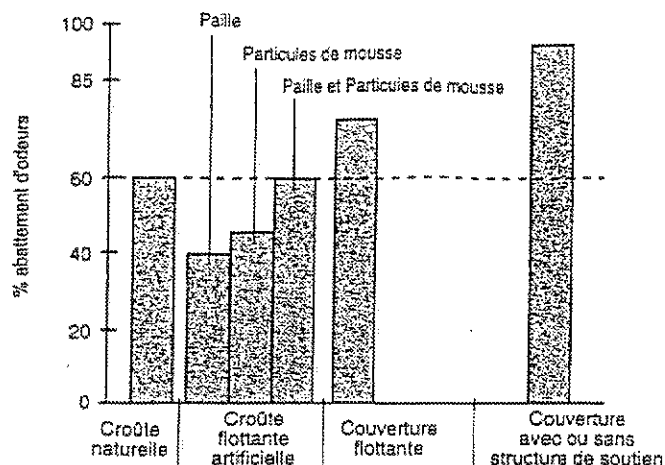


Figure 1 : Réduction des odeurs selon le type de couverture (Mannebeck, 1985)  
(Source : ITP, 1998)

De plus, l'usage de toitures sur les fosses permet de réduire la dilution des lisiers par les eaux de pluie, réduisant ainsi de 15 à 30 % le volume de lisier à entreposer et à épandre (Pigeon, 2000). À cela, il faut ajouter qu'il y aura alors une réduction du temps et du coût de transport du lisier vers les parcelles d'épandage. Il existe trois types de toiture qui peuvent être installés sur les fosses : rigide, flottant et gonflable.

Les toitures rigides peuvent avoir une charpente en bois, en métal ou plus rarement, en plastique. Il existe plusieurs configurations de charpentes sur le marché. La charpente est habituellement recouverte de contreplaqué et de bardeaux d'asphalte ou d'une toile.

Les toitures flottantes reposent directement sur la surface du lisier, elles sont de type naturel ou synthétique. Les toitures flottantes naturelles sont faites d'une couche de paille hachée ou de copeaux de bois. Les toitures synthétiques sont généralement constituées d'une membrane de PVC et de polyéthylène.

Les toitures gonflables, le type le plus populaire au Québec étant donné son efficacité (près de 100 %) de rétention des odeurs et son bas prix, sont constituées d'une toile de polyéthylène et d'un ventilateur qui maintient une pression d'air sous la toile afin de la garder gonflée. Une structure, poteau ou courroies, permettra à cette toile de rester hors du lisier une fois la toile dégonflée lors de la reprise du lisier.

### ➤ L'aération pendant le stockage

Bien que très peu utilisée sur les fermes porcines au Québec, l'aération du lisier a pour but de limiter les fermentations anaérobies génératrices des « mauvaises odeurs ». L'aération du lisier pendant l'entreposage peut avoir deux objectifs :

- La réduction des odeurs émises par la fosse pendant la durée de stockage (impliquant une aération continue du lisier).
- La réduction des odeurs lors de l'épandage du lisier après le stockage : l'aération peut alors être pratiquée sur une période relativement courte juste avant le pompage du lisier pour l'épandage. L'aération du lisier pendant le stockage permet de réduire de moitié les émissions d'odeurs à l'épandage (Pain *et al.*, 1990, cité de ITP, 1998).



Cependant, si l'aération réduit les odeurs émises pendant l'entreposage quand elle est pratiquée sur une assez longue période, elle favorise la volatilisation de l'ammoniac dans l'atmosphère. Réduisant ainsi la valeur fertilisante du lisier et favorisant la pollution atmosphérique.

#### **4. Considérations du site d'implantation et intégration au paysage**

Dans les étapes préliminaires à l'implantation d'une nouvelle porcherie, plusieurs facteurs relatifs aux odeurs devraient être considérés par rapport à la localisation du site. Le PSCI (1999) mentionne les considérations relatives aux odeurs qui, en règle générale, devraient être suivies lors du choix d'un nouveau site pour l'établissement d'une porcherie :

- S'assurer que la distance séparatrice des voisins est adéquate. Une distance séparatrice minimale permet la dispersion des odeurs sans avoir à considérer une pratique en particulier de réduction d'émissions d'odeurs.
- Considérer les vents dominants lors de la sélection du site afin de minimiser la fréquence de transport des odeurs jusqu'aux résidences voisines.
- Favoriser l'utilisation de brise-vent naturels déjà existant comme des ceintures d'arbres, les caractéristiques topographiques aux alentours du site, etc. , dans le but d'avoir une dispersion naturelle des odeurs et un écran visuel permettant au bâtiment de bien s'intégrer dans le paysage.

Voici d'autres facteurs favorisant la perception et l'intégration de fermes porcines :

- Choisir une ou des couleurs pour les bâtiments qui s'harmonise avec les couleurs de la nature (éviter les couleurs qui accrochent l'œil comme le rouge).
- Conserver le contour des bâtiments propres (pas d'objets qui traînent).
- S'il y a lieu, avoir un aménagement paysager avec des fleurs et du gazon entretenus régulièrement.
- Idéalement, choisir un site où les bâtiments sont le moins visibles possible de la route ou des voisins.





## Conclusion

Quelle que soit la technique envisagée pour réduire les odeurs, trois paramètres devront toujours être considérés :

- L'efficacité réelle de l'abattement d'odeurs.
- Le coût de cette technique en considérant l'aspect investissement et le coût d'entretien ou de la maintenance.
- L'implication de l'éleveur dans le bon fonctionnement de la technique d'abattement choisie.

Une multitude de voies de réduction des odeurs ont été abordées dans cette présentation. Il est certain que d'autres approches peuvent être envisagées. Il n'en reste pas moins difficile actuellement de conseiller les éleveurs dans le choix d'une voie de réduction, particulièrement dans le cas des nuisances émises par les bâtiments d'élevage. Par exemple, d'un point de vue d'abattement des odeurs, les biofiltres donnent de bonnes performances, mais le coût et le suivies rendent inapplicables sur le terrain. Plutôt que la voie du traitement, la modification de certaines pratiques d'élevage devrait permettre d'obtenir des résultats intéressants. La façon de gérer le lisier, source principale d'odeurs, est la priorité pour laquelle il faut trouver des solutions afin de réduire les émissions d'odeurs.

La pression environnementale sur les éleveurs de porcs s'accroît continuellement. Le premier motif d'inquiétude des riverains lors de l'installation d'une porcherie est l'émission d'odeurs. Dans certaines régions, la solution au problème des nuisances olfactives peut conditionner le développement, voire le maintien de la production porcine. Il n'existe pas une solution universelle applicable à tous les élevages québécois, mais bien des approches différentes, spécifiques, prenant en considération d'une part les caractéristiques techniques de l'élevage, de son environnement géographique et d'autre part, l'aspect social de cette activité.

Cette présentation a pour but d'aider le lecteur, éleveur de porcs ou non, d'origine agricole ou pas, à mieux appréhender le problème des nuisances olfactives à partir d'informations très générales sur la notion d'odeurs et d'odorat et dans le cadre très spécifique de la production porcine.

29-10-2001

(Adapté de *Odeurs et environnement*, ITP 1998)



## Bibliographie

- Choinière, Y. , B. Marquis et G. Gingras. 1996. Ammonia and contaminant concentrations with conventional versus pit ventilation in finishing pig units. FPPQ – CDPQ – Thevco – Norsol – MAPAQ.
- CIGR – Commission Internationale de Génie Rural. 1994. Aerial Environment in Animal Housing. Concentration in Emissions from farm Building. Working Group Report Series No 94. 1.
- Day D. L. , E. L. Hansen, et S. Anderson. 1965. Gases and odors in confinement swine buildings. Transaction of ASAE : 118-121.
- De Bode, M. J. C. 1990. Odour and ammonia emissions from manure storage. In "Ammonia and odours emissions from livestock production" Elsevier Applied Science : 59-66.
- Donham K. J. , W. Pependorf, U. Palmgren et L. Larsson. 1986. Characterization of dusts collected from swine confinement buildings. American Journal of Industrial Medicine 10 : 294-297.
- Godbout, S. , S. P. Lemay, R. Joncas, J. P. Larouche, D. Y. Martin, M. Leblanc, A. Marquis, J. F. Bernier, R. T. Zijlstra, E. M. Barber et D. Massé. 2000. Réduction des odeurs et des émissions gazeuses provenant des bâtiments porcins en utilisant une combinaison d'aspersion d'huile de canola et de diètes spécifiques. Agrosol 11(1) : 48-53.
- Guinguand, N et R. Granier. 1996. Études de filières de désodorisation de l'air extrait de porcheries d'engraissement. Journées de la Recherche Porcine en France. 28 : 217-224.
- Hammond, E. G. et R. J. Smith. 1981. Survey of some molecularly dispersed odorous constituents in swine-house air. Iowa State Journal of Research 55(4): 393-399.
- Hammond, E. G. , C. Fedler et G. Junk. 1979. Identification of dust-borne odors in swine confinement facilities. Transaction of ASAE 22(5): 1186-1192.
- Hartung, J. 1986. Dust in livestock buildings as a carrier of odours. In "Odour prevention and control of organic sludge and livestock farming": 321-332.
- Hartung, J. 1985. Gas chromatographic analysis of volatile fatty acids and phenolic/indolic compounds in pig house dust after ethanolic extraction. Environmental Technology Letters vol 6 : 21-30.
- Heber, A. J. , M. Stroik, J. M. Faubion, et L. H. Willard. 1988. Influence of environmental factors on concentrations and inorganic content of aerial dust in swine finishing buildings. Transactions of ASAE 31(3) : 875-881.
- Honey, L. F. et J. B. Mc Quitty. 1979. Some physical factors affecting dust concentrations in a pig facility. Can. Agric. Engineering 21 : 9-13.
- ITP- Institut technique du porc. 1998. Odeurs et environnement : Cas de la production porcine. Institut technique du porc, 127 pages.
- Joncas, R. et S. Godbout. 2000. Tour d'horizon de la recherche sur les odeurs reliées aux productions animales. Agrosol, 11(2) : 92-101
- Klarenbeek, J. V. 1985. Odor emissions of dutch agriculture. In "Waste utilisation and management". Proceedings of the fifth International Symposium on Agricultural Wastes, Chicago, ASAE : 439-445.



- Klarenbeek, J. V. , A. A. Jongebreur et S. C. C. Beumer. 1982. Odour emission in pig fattening sheds. IMAG report 48, Wageningen.
- Lais, S. , E. Hartung et T. Jungbluth. 1997. Reduction of ammonia and odour emissions by bioscrubbers. Proceedings of Ammonia and Odour Emission From Animal Production Facilities, Vol II. 6-10 October 1997, Vinkeloord, The Netherlands : 533-536.
- Mannebeck, H. 1985. Covering manure storing tanks to control odours. In "Odour prevention and control of organic sludge and livestock farming". Elsevier Applied Science Publishers : 188-193.
- Oldenberg, J. 1989. Ammoniakemissionen und-immissionen aus Tierhaltung – KTBL – Schrift 333, Darmstadt.
- O'Neill, D. H. et V. R. Phillips. 1992. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings. Part 3. Properties of the odorous substances which has been identified in livestock wastes or in the air around them. J. Agric. Engng. Res. 53 : 23-50.
- Pain, B. F. , T. H. Misselbrook, C. R. Clarkson, et Y. J. Rees. 1990. Odour and ammonia emissions following the spreading of anaerobically digested pig slurry on grassland. Biological Wastes 34: 259-267.
- Pedersen, S. 1993. Time based variation in airborne dust in respect to animal activity. In "International Livestock Environment Symposium IV" Coventry, July 1993 : 718-725.
- Pigeon, S. 2000. Les toitures gonflables sur les fosses à lisier. Porc Québec, Octobre 2000 : 23-27.
- Pigeon, S. et M. C. Bélanger. 2000. L'élevage de porc sur litière mince. Porc Québec, Avril 2000 : 75-79
- PSCI, Prairie Swine Center inc. . 2000. Odour management Technology for Pig Production Facilities. <http://adminsrv.usask.ca/psci/odour/Default.htm>
- Sholtens, R. et J. V. Klarenbeek. 1989. Dust emission from dutch livestock buildings. Rapport CEE 11877: 102-108.
- Verdoes, N. et N. W. M. Ogink. 1997. Odour emission from pig houses with low emission – In "Ammonia and odour control from production facilities". Vinkeloord, the Netherlands. October 6-10: 317-325.



# Dispersion des odeurs dans l'atmosphère

La dispersion des odeurs est fonction d'une part des facteurs météorologiques, de la topographie du terrain et des obstacles.

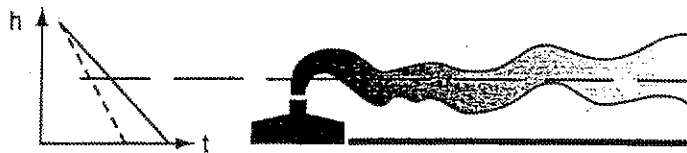
**Facteurs météorologiques :** l'état de stabilité de l'atmosphère est lié au régime de température en fonction de l'altitude.

L'atmosphère est stable lorsque les gaz les plus chauds, et donc les plus légers, sont en haut et lorsque les gaz les plus froids, et donc les plus lourds, sont en bas.

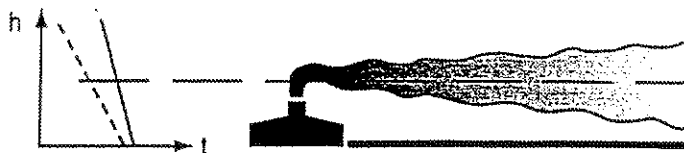
L'écoulement du vent est alors laminaire. Le réchauffement de l'air (ensoleillement des couches inférieures de l'atmosphère par exemple) provoque une dilatation des gaz qui s'élèvent en créant des turbulences. Ces turbulences favorisent la dispersion des gaz et donc des odeurs.

En situation réelle, l'atmosphère est rarement stable. En pratique, l'évolution des températures en fonction de l'altitude modifie la forme du panache et la dispersion se fait différemment dans chaque cas (figure 50).

Figure 50 : Différences de températures verticales et formes des masses gazeuses émises



1. Ondulés : forte baisse verticale de la température, vent de vitesse variable soufflant par rafales.

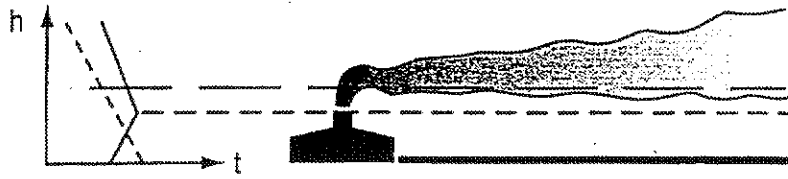


2. Coniques : faible baisse verticale de la température, vent de vitesse régulière, avec moyenne turbulence.

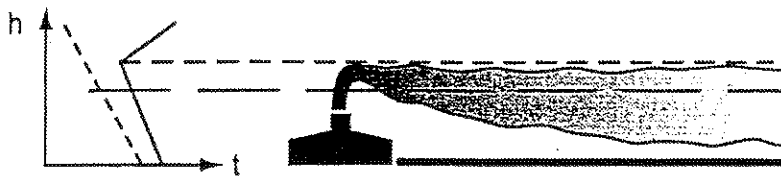


3. Caudiformes : inversion et augmentation verticale de la température, courant laminaire (1) sans turbulence.

(Source : ITP 1998)



4. S'élevant : couche d'inversion puis baisse de température, vent d'altitude de moyenne turbulence.  
Le soir : refroidissement de l'atmosphère.



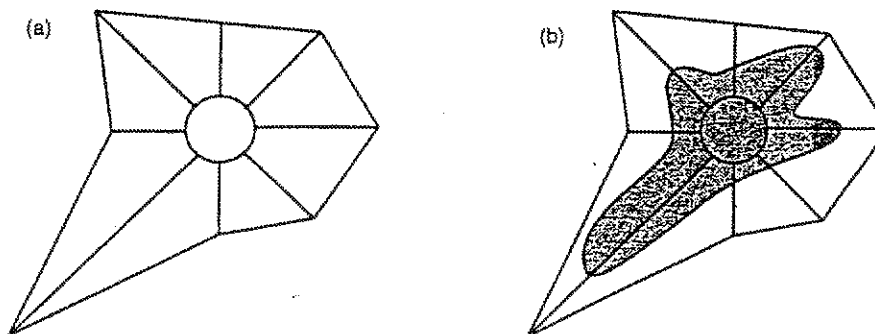
5. S'abaissant : couche d'inversion puis hausse de température, (föhn) et moyenne turbulence des vents  
Le matin : réchauffement de l'atmosphère.

(1) Courant laminaire : glissement des couches d'air les unes sur les autres sans échange de particules entre elles

La répartition en fréquence de la direction des vents est donnée par une rose des vents qu'il est possible d'obtenir dans les stations météorologiques locales.

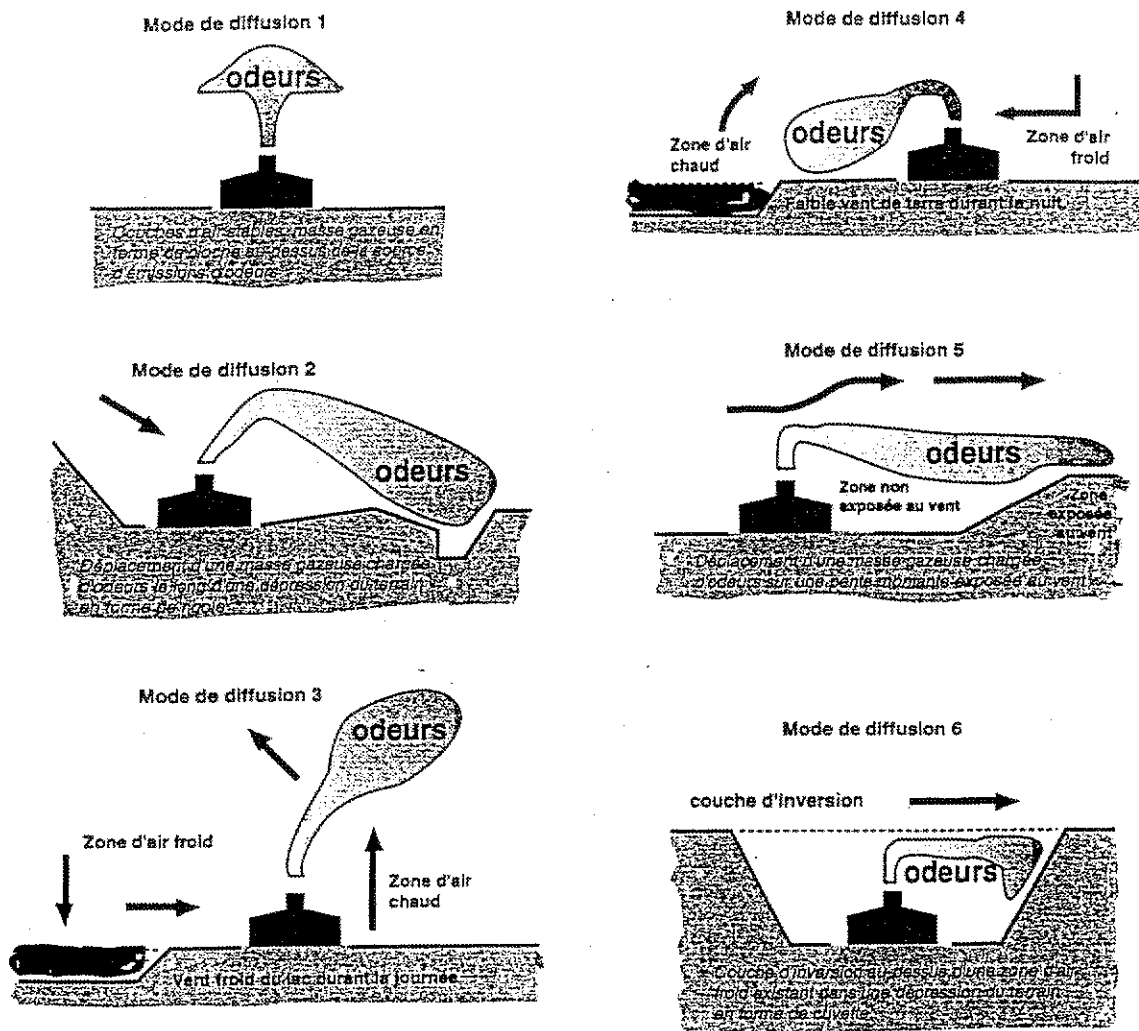
La figure 51 illustre la diffusion des odeurs à partir de cette rose des vents spécifique d'un lieu donné.

Figure 51 : Diagramme de diffusion des odeurs fondé sur une rose des vents valable pour un lieu donné (Ministère de l'Environnement, 1984)



La topographie du terrain influe de manière considérable sur les modes de diffusion des masses gazeuses (figure 52).

Figure 52 : Topographie et mode de diffusion des odeurs (Texier, 1996).



Les obstacles sur le terrain : les haies, remblais, orées de forêt, bâtiments contigus alignés peuvent générer des passages préférentiels des vents en altérant leur direction initiale et leur vitesse, favorisant dans certains situations la perception des odeurs par l'environnement. Quand la sortie de l'air vicié est élevée, la forte turbulence qui en résulte permet d'obtenir une plus grande dilution des odeurs et ainsi d'éviter l'accumulation de ces dernières devant des obstacles relativement bas.