

---

## 2.0 Odeurs

Il est important de distinguer gaz et odeurs car ils sont mesurés et légiférés séparément, mais ils ont aussi des effets différents sur la santé humaine. De plus, l'intensité d'odeurs est une mesure de détection par le nez humain, tandis que la concentration d'un gaz mesuré représente la concentration réelle du gaz dans l'atmosphère. Cette mesure des odeurs peut apporter une base scientifique à la législation des odeurs. Il est donc impératif que les protocoles de mesure d'odeurs soient développés et utilisés lors de l'évaluation des odeurs émises par un bâtiment agricole.

### 2.1 Sources d'odeurs agricoles

Les odeurs agricoles viennent principalement de trois sources : les bâtiments, le réservoir d'entreposage du lisier et les activités d'épandage. Dans certaines situations, une mauvaise gestion des animaux morts ou de l'entreposage des aliments peuvent contribuer à générer des odeurs.

Jacobson (2000) estime que les bâtiments porcins contribuent à 35 % des émissions d'odeurs associées à la production commerciale des porcs. Les deux sources d'odeurs provenant des bâtiments sont : 1) les porcs 2) l'urine et les fèces. Les pré fosses où le lisier s'accumule temporairement, génèrent une grande portion des odeurs associées aux bâtiments. Selon Jacobson (2000), les sites d'entreposage comptent pour environ 20 % des odeurs associées à la production de porcs industriels. Quant aux activités d'épandage, elles contribuent pour environ 40 % de la problématique d'odeurs.

Agriculture et Agroalimentaire Canada publiait, en 1998, que 10 % des plaintes liées aux odeurs concernaient les bâtiments agricoles, 20 % touchaient l'entreposage du lisier et 70 % les activités d'épandage. Une publication du Prairie Swine Centre inc. (1999) reprend que, 52 % des plaintes concernant les odeurs émanant des élevages porcins proviennent des activités d'épandage, 22 % des bâtiments d'élevage, 17 % de l'entreposage des lisiers et 8 % de la fabrication des aliments pour les animaux. Bien que les activités reliées à l'épandage génèrent les odeurs les plus intenses, elles demeurent

---

occasionnelles. Quant aux odeurs provenant des bâtiments, elles sont continues et peuvent être suffisamment intenses pour pousser un citoyen à porter plainte.

YCELP (2002) rappelle que la disposition des carcasses peut émettre des odeurs nauséabondes durant l'entreposage ou le transport. Les odeurs générées sont affectées par les méthodes de disposition utilisées (lieu de décharge, incinération, etc.).

### **2.1.1 Paramètres influençant les odeurs agricoles**

Les odeurs émises sont influencées par le type d'élevage, l'alimentation, le système de gestion utilisé et la source physique des odeurs. Elles varient avec la localisation des bâtiments, les pratiques, la saison, la température, l'humidité, le temps de la journée et la direction des vents. En effet, Jacobson (2000) rapporte que la chaleur et l'humidité de l'été encouragent le relâchement des composés odorants. EPA (1996) cite plusieurs auteurs qui confirment que le niveau d'odeurs augmente avec l'humidité et la température.

Selon les résultats de l'expérimentation de Tucker (1992), la concentration d'odeurs augmente vers midi, alors que les plus faibles concentrations se produisent tôt le matin. Schiffmans (1994) conclut que la majorité des plaintes provenant des élevages porcins surviennent le matin ou en soirée, quand le flux d'air est laminaire plutôt que turbulent. Cette contradiction peut s'expliquer par le fait que les plaintes surviennent quand les gens sont à la maison, soit tôt le matin et en soirée.

### **2.1.2 Composition des odeurs agricoles : gaz et aérosols**

Les odeurs sont divisées en gaz et aérosols (poussières), bien que les deux éléments sont typiquement combinés. L'effet des gaz se manifeste par une dégradation à long terme plutôt qu'un effet odorant de courtes durées. Quant aux particules, la majorité des composés odorants sont facilement absorbés et transportés par les poussières animales. Hammond et Smith (1981) supposent que les particules poussiéreuses ayant absorbées des molécules odorantes collent plus facilement aux tissus olfactifs de la cavité nasale que les molécules odorantes dispersées dans la phase gazeuse.

À partir de résultats de recherche, plusieurs chercheurs soutiennent qu'en théorie, la majorité des odeurs sont transportées d'un site de production par les

---

particules en suspension dans l'air. Par un raisonnement similaire, ces mêmes chercheurs posent l'hypothèse que les bâtiments agricoles deviendraient presque inodores, si l'ensemble des particules poussiéreuses était enlevé. Par contre, cette hypothèse n'a pas été validée.

Une grande quantité de poussière se trouve à l'intérieur et autour des bâtiments agricoles. Tyndall et Colletti (2000) citent l'étude de Stroik et Heber (1986) qui présentent la concentration en poussières de 11 fermes porcines commerciales américaines. La concentration moyenne en poussières se chiffre autour  $7,5 \text{ mg/m}^3$ , avec une concentration maximale de  $33 \text{ mg/m}^3$ . Le Règlement sur le contrôle des agents chimiques et biologiques afférent à la *Loi sur la santé et la sécurité au travail de l'Ontario* fixe la valeur maximale d'exposition moyenne pondérée selon la durée à  $4 \text{ mg/m}^3$  pour la poussière de grain et à  $10 \text{ mg/m}^3$  pour la poussière totale.

Selon Agriculture Canada (1998), certains aérosols peuvent être formés à partir des gaz émis par les activités agricoles. En effet, l'ammoniac est un polluant localisé qui n'est pas susceptible d'agir comme une toxine atmosphérique. Toutefois, c'est un précurseur pour les particules ou les aérosols d'ammonium, qui sont des polluants non localisés. Les aérosols de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium sont des particules de moins de  $2,5 \mu\text{m}$  de diamètre. La quantité de  $\text{NH}_3$  qui se combine avec les nitrates et les sulfates acides en suspension dans l'air pour former des aérosols, est fonction de la concentration de ces composés dans l'atmosphère. Les nitrates et les sulfates acides sont habituellement produits par l'industrie et par les automobiles.

Ainsi, dans les environs de Los Angeles et de Vancouver, d'importantes quantités d'aérosols de sulfate d'ammonium et de nitrate d'ammonium ont été notées en raison de la présence d'unités de production animale intensive à proximité des centres urbains. Dans la partie Est de la vallée du Fraser, en Colombie-Britannique, les aérosols de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium constituent jusqu'à 70 % des particules fines pendant l'été et provoquent une baisse de la visibilité. Ainsi, les particules de poussière plus lourdes tombent près de la source tandis que les plus petites, les aérosols, voyagent sur de longues distances.

### 2.1.3 Techniques de réduction des odeurs agricoles

Les techniques d'atténuation des odeurs visent à réduire les odeurs ou les rendre imperceptibles. Les réductions sont estimées en mesurant :

- La concentration des odeurs qui atteignent la population;
- le nombre de personnes affectées par les odeurs;
- le temps d'exposition aux odeurs;
- le nombre d'événements au cours desquels l'odeur est produite.

Plusieurs techniques ont été développées et sont reconnues pour diminuer les odeurs provenant de la production porcine. En effet, ces techniques peuvent être appliquées dans les diverses activités de l'exploitation agricole, par la modification de l'alimentation animale, la conception des bâtiments (emplacement et ventilation), la gestion des lisiers et leur traitement, l'entreposage des lisiers et l'épandage.

Par exemple, PSCI (1999) rapporte une diminution majeure des odeurs émises durant l'entreposage en couvrant la fosse d'entreposage. Le pourcentage de réduction varie de 50 % à 100 %, selon le type de couverture : flottante, gonflante ou rigide.

Le respect de règles de conduite reliées à l'épandage des lisiers permet également de réduire les odeurs générées. En effet, en considérant la direction des vents lors des journées d'épandage, en évitant l'épandage la fin de semaine, en préférant épandre le matin avant que l'air ne se réchauffe et en incorporant le lisier dans le sol lors de l'épandage ou immédiatement après, les plaintes liées aux odeurs devraient chuter. Selon PSCI (1999), l'incorporation du lisier lors de l'épandage est le moyen le plus efficace pour réduire les odeurs.

Ainsi, il existe des façons simples et efficaces pour réduire l'émanation des odeurs lors de l'entreposage et de l'épandage du lisier. Or, le problème des odeurs provenant des bâtiments, qui génèrent des émissions permanentes, demeure. Le présent projet vise à les caractériser pour mieux les gérer.

#### 2.1.4 Caractéristiques

L'évaluation de la réponse d'un humain à une odeur dépend de la propriété sensorielle particulière qui est mesurée : intensité, détectabilité, caractère et ton hédonique. L'effet combiné de ces propriétés correspond à la nuisance pouvant être causée par l'odeur. Selon Sweetan (1995), telle que perçue par les humains, une nuisance est quantifiable par quatre propriétés :

##### L'intensité

L'EPA (2000) explique que la détectabilité d'une odeur correspond à la concentration minimale qui engendre une sensation olfactive minimale. L'intensité correspond à la force de la sensation olfactive perçue. Elle est relative à la concentration (C), comme l'indique la loi de Stevens :

$$\text{Intensité perçue} = k * (C)^n$$

k : une constante

n : exposant qui varie entre 0,2 et 0,8

Selon YCELP (2002), la relation entre une odeur et un gaz varie avec les différents gaz, mais ne suit pas un ratio de corrélation linéaire ou quelconque de 1:1.

Aussi, Pope et al. (2000) rappellent les résultats d'une étude menée par le ministère de l'Environnement de l'Ontario en 1988 (Procédure for the Determination of Odor Impact Models by the Binary Port Odor panel Method) qui rapporte que les plaintes sont émises quand l'odeur approche de quatre fois le seuil de détection.

Selon Lim et ses collègues (1999), le degré de nuisance est linéairement et directement proportionnel au logarithme de la concentration d'odeurs.

##### Le caractère hédonique

Le ton hédonique correspond à l'appréciation de l'odeur : plaisante ou déplaisante. Selon l'EPA (1996), le caractère de l'odeur se traduit par les propriétés qui identifient cette odeur et la différencient d'une autre.

---

Par exemple, une odeur de fumier de bovin laitier est très différente d'une odeur de lisier de porcs ou celle d'une usine de pâtes et papiers.

### **La fréquence**

La fréquence de l'odeur correspond au nombre d'événements d'odeurs se produisant durant une année.

### **La durée**

L'EPA (1996) cite Watts et Sweeten (1995) qui suggèrent que le public tolère une intensité d'odeurs plus faible durant une plus longue durée et une plus forte intensité d'odeurs pour une plus courte période.

## **2.2 Mesure des odeurs**

Selon EPA (1996), bien que les techniques évoluent, les constituants et les sources d'odeurs ne sont pas facilement identifiables, ni quantifiables. En conséquence, l'évaluation des odeurs et de leurs impacts est difficile. Aussi, EPA (1996) soutient que le mélange des composés odorants est additif, soustractif, synergique ou réactif comparativement aux intensités des composés seuls.

Pope et al. (2000) soutiennent que la science d'évaluation de l'odeur est subjective à cause de ses différentes facettes : caractère, acceptabilité, intensité, caractère hédonique, etc. Aussi, les odeurs affectent les gens différemment. Les réactions individuelles face aux odeurs sont influencées par les préférences personnelles, les opinions, les expériences passées et les variations dans la sensibilité du système olfactif. Pope et al. (2000) ajoutent que cette subjectivité amène à plusieurs complications pour sélectionner les critères appropriés de l'odeur.

L'odeur peut être mesurée comme une intensité physique causée par des composés chimiques (instrumentation olfactive) ou par la perception sensorielle du niveau de nuisance (mesure sensorielle).

### 2.2.1 Instrumentation olfactive

EPA (2000) souligne l'importance de distinguer gaz et odeurs, car ils sont mesurés et légiférés séparément et parce qu'ils ont des effets différents sur la santé humaine.

Aussi, l'intensité d'odeurs est une mesure de détection par le nez humain, tandis que la concentration d'un gaz représente la concentration réelle du gaz dans l'atmosphère.

YCELP (2002) soutient qu'il n'existe pas de corrélation entre un gaz spécifique émis par des facilités porcines et les odeurs, car une odeur réfère à un mélange complexe de gaz, vapeurs et poussières. D'un autre côté, les gaz réfèrent uniquement aux composés gazeux qui sont émis par les facilités porcines.

EPA (1996) réitère Sweetan (1995) qui résume plusieurs techniques pour la mesure de gaz spécifique : chromatographe de gaz (GC), spectromètre de masse (MS) et des senseurs électroniques. Ces techniques ont été utilisées pour mesurer des gaz spécifiques et donner la concentration de gaz spécifique, en ppm.

Fakhoury et al. (2000), ainsi que plusieurs autres auteurs, ont tenté une corrélation entre certains gaz et la concentration d'odeurs, mais concluent qu'il n'existe pas de traceur fiable pour l'odeur. Bien que Fakhoury et al. (2000) soutiennent que les chromatographes de gaz ont l'habileté d'identifier et quantifier certains gaz ou composés à de très faibles concentrations, ils demeurent incapables de quantifier comment le nez humain percevra les odeurs.

L'équipe de Kizil (2000) a évalué des technologies de systèmes de senseurs d'odeurs, ainsi que les coûts associés pour une application agricole. Les senseurs d'oxyde tannique ont été sélectionnés par l'équipe pour développer un prototype de senseurs d'odeurs à partir du  $H_2S$ ,  $NH_3$  et  $CH_4$  dans le lisier. D'autre part, les recherches en ingénierie ont souvent utilisé l'ammoniac comme indicateur d'odeurs. Or, Liu et ses collègues (1993) concluent que les niveaux d'ammoniac ne sont pas de bons indicateurs pour la détection du seuil d'odeurs parce que l'ammoniac est plus léger que l'air.

### 2.2.2 Mesure sensorielle

Comme aucun instrument de mesure électronique existe pour mesurer les odeurs, le nez humain demeure le meilleur outil de détection disponible. Plusieurs méthodes sensorielles impliquant le nez humain ont été développées et sont couramment utilisées, telles que le média d'absorption et l'olfactométrie. L'ensemble de techniques requiert les étapes suivantes :

- 1) Collecte des échantillons ;
- 2) Dilution des échantillons sauf pour les médias d'absorption;
- 3) Présentation aux panélistes;
- 4) Réponse des panélistes;
- 5) Interprétation et présentation des résultats.

### 2.2.3 Média d'absorption

Le média d'absorption consiste à utiliser des échantillons de coton sec qui sont exposés à l'air odorant. Les composés odorants absorbés par le tissu et les poussières retenant des composés odorants y sont déposés. L'échantillon est ensuite présenté à un groupe de panélistes avec deux autres échantillons témoins. Les panélistes doivent déterminer celui qui est différent des autres.

Zhang et al. (1999) ont étudié cette méthode et concluent qu'une fonction de puissance décrit la relation entre l'intensité de l'odeur perçue et le volume d'air qui passe au travers du coton. Bien qu'ils entrevoyent un potentiel dans cette méthode à cause de ses faibles coûts, plusieurs scientifiques la rejettent.

### 2.2.4 Olfactométrie

Berglund et al. (1988) soutiennent que l'olfactométrie utilisant l'odorat humain est la méthode la plus valide et la plus populaire pour mesurer les impacts sensoriels et pour corrélérer le niveau d'odeurs avec celui expérimenté par les récepteurs humains. Elle permet de quantifier l'odeur par des panélistes humains, en terme d'intensité d'odeurs perçues.

L'olfactométrie implique l'utilisation d'un olfactomètre dynamique. Diverses dilutions sont évaluées par un groupe de 4 à 16 panélistes. Les olfactomètres



utilisent soit la dilution jusqu'au seuil de détection ou la référence au supraliminaire.



**Figure 2.1** Olfactomètre dynamique

Pour la référence au supraliminaire, la méthode consiste à comparer l'intensité de l'odeur de l'échantillon avec une série d'intensité de concentrations différentes du composé odorant de référence, soit le 1-n butanol. La norme ASTM (1998) explique comment référencer l'intensité de l'odeur plutôt que ses propriétés.

Quant à la technique de dilution, elle se fait en mélangeant l'échantillon odorant avec de l'air non-odorante à diverses concentrations, de la plus grande dilution jusqu'au seuil de détection. Le volume d'air nécessaire pour atteindre le seuil de détection des odeurs est le nombre de dilutions jusqu'au seuil sous lequel l'odeur de cette substance ne sera pas détectable pour la moitié des individus, et au-dessus duquel l'autre moitié des individus avec un odorat normal, détectera l'odeur.

---

Le seuil de détection peut être obtenu par détection ou reconnaissance. Dans le cas de détection, le panéliste a conscience qu'une petite quantité d'une substance a été ajoutée, bien qu'elle ne soit pas nécessairement reconnaissable. Le seuil de détection par reconnaissance implique que le panéliste reconnaît la nature de la substance ajoutée (ASTM, 1997). La norme ASTM rappelle que l'habilité à détecter une substance par l'odorat est influencée par des facteurs physiologiques et des critères utilisés pour produire la réponse du panéliste.

Un contrôle additionnel sur la mesure des odeurs peut être ajouté en équipant les olfactomètres d'une capacité d'échantillonnage dynamique et de choix forcé. L'échantillonnage dynamique consiste à mélanger le composé odorant et l'air inodore dans une chambre particulière. La méthode de choix forcé consiste à présenter deux (2) ports ou plus aux panélistes, parmi lesquels un seul contient l'échantillon odorant dilué. Cette méthode dite par choix forcé, est reconnue par l'American Society for Testing and Materials (ASTM) qui a émis la norme E679-91(1997) Standard Practice for Determination of Odor and Taste Thresholds By a Forced-Choice Ascending Concentration Series Method of Limits ainsi que le comité européen de normalisation qui a émis une norme reliée à l'olfactomètre dynamique, soit le CEN TC 264 WG 2 N 251 (2001-09) intitulée Air quality — Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. O'Brien (1995) supporte cette technique.

Somme toute, la technique d'olfactométrie fonctionne bien pour comparer différents échantillons d'air souillés. Bien que la norme C.E.N. (2001) dicte des standards pour la conception des outils de dilution, EPA (1993) remarque que différents chercheurs dans différents laboratoires produisent quand même des résultats différents pour de mêmes échantillons.

Pour palier à cette situation, EPA (1996) cite Watts et Sweeten (1994) qui proposent d'uniformiser la législation concernant les nuisances des odeurs en standardisant la mesure des intensités d'odeurs en utilisant le choix forcé, la dilution jusqu'au seuil de détection et l'olfactométrie dynamique, soit la méthode la plus utilisée en Europe, en Australie et en Amérique du Nord. En supposant une méthode standard de leur mesure, l'intensité des odeurs générée par une entreprise pourrait être comparée au niveau de nuisance considéré comme acceptable par la communauté étudiée en fonction de l'exposition annuelle cumulative.

---

La norme ASTM (1997) reconnaît que le degré d'entraînement reçu par les panélistes, avec une substance en particulier, a une grande influence sur le seuil de détection obtenu pour cette substance en particulier. Aussi, les seuils de détection déterminés avec une méthode de présentation physique particulière ne sont pas nécessairement équivalents aux valeurs obtenues avec une autre méthode.

## 2.3 Méthodologie et normes

### 2.3.1 Présentation des échantillons

L'échantillon d'air doit être collecté dans des sacs spécialement conçus pour la collecte des gaz : des sacs faits en Tedlar® ou Teflon® . Ces matériaux maintiennent l'intégrité de l'échantillon et ne conservent pas d'odeurs en arrière-plan. L'analyse de l'échantillon doit être réalisée dans les huit (8) heures suivant sa collecte et ne doit pas excéder 24 heures. (O'Brien, 1995 et CEN. (2001)

O'Brien (1995) indique qu'un panel de 16 panélistes est requis pour une mesure exacte du seuil de détection de l'odeur, alors que 8 panélistes peuvent suffire pour des mesures pratiques et que 4 panélistes permettent de comparer les mesures. Un plus grand nombre de panélistes améliore l'exactitude de l'estimation du seuil de détection.

La norme ASTM (1997) décrit comment préparer une série d'échantillons en diluant la substance avec un médium inodore, souvent de l'air (ou l' azote selon CEN (1995)). Cette échelle de concentration doit être incrémentée géométriquement pour que deux concentrations adjacentes soient séparées d'un facteur constant. O'Brien (1995) soutient que le facteur d'incrémentement ne doit pas être supérieur à 2. À chaque étape de concentration, deux échantillons d'air non contaminé, dont la composition est uniquement le médium, et un échantillon contaminé de l' odeur sont présentés aux panélistes. Il ne doit pas y avoir de différence visible, auditive, tactile ou thermique entre les échantillons.

Le panéliste indique lequel des trois (3) échantillons présentés est différent. Un choix doit être fait, même si aucune différence n'est notée, pour compiler les données. O'Brien (1995) suggère d'introduire le concept de certitude du choix du panéliste, c' est-à-dire qu'il indique s'il a deviné son choix, s'il est incliné vers cette réponse ou s'il est certain de sa réponse.

### 2.3.2 Procédure de jugement

Le panéliste commence par juger le premier service contenant l'échantillon à sa plus faible concentration (plus grande dilution) et les deux autres échantillons « blancs ». Le panéliste indique l'échantillon qui est différent des deux autres. S'il ne peut pas le détecter, il émet quand même une réponse. Il procède systématiquement aux prochaines concentrations. O'Brien (1995) suggère entre 15 et 30 secondes par échantillon présenté.

La série de jugements est complétée lorsque le panéliste a complété l'évaluation de toutes les dilutions prévues ou a atteint une série où l'échantillon est correctement identifié et le panéliste continue à correctement l'identifier aux plus grandes concentrations. Comme il existe une probabilité que la réponse correcte se produise uniquement par chance, il est important que le panéliste poursuive le test jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de doutes sur ses choix corrects.

### 2.3.3 Évaluation des données

La valeur estimée du seuil de détection des odeurs est dérivée du patron de réponses de chacun des panélistes. La série de données de chacun des panélistes devrait contenir des séquences contenant des 0, représentant les choix incorrects et un nombre supérieur à 0 pour indiquer les choix corrects.

La meilleure estimation du seuil individuel (BET - best estimate threshold) d'un panéliste est la moyenne géométrique de la dernière concentration manquée ( $C_{\text{manquée}}$ ) et de la première concentration réussie ( $C_{\text{réussie}}$ ):  $BET = (C_{\text{réussie}} * C_{\text{manquée}})^{0,5}$

Le seuil du panel est la moyenne géométrique des seuils individuels des panélistes :  $\text{Seuil du panel} = (BET_1 * BET_2 * BET_3 * \dots * BET_n)^{1/n}$

La valeur du seuil est présentée en unité de concentration ou de dilution appropriée selon les substances testées. Les individus qui détectent les échantillons de n-butanol compris entre 62 et 246  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  se situent dans la limite olfactive dite « normale » et, lorsque 50 % des individus détectent l'échantillon, cette concentration est définie comme étant 1 unité d'odeurs.