

**CONVENTION "PLAN DE L'AIR EN RÉGION
WALLONNE"**

**Mesure des odeurs dans l'environnement:
Synthèse des méthodes et
conditions d'usage**

Benoît Otte

Jacques Nicolas
(responsable du projet)

Mars 2005

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
---------------------------	----------

PREAMBULE	4
------------------	----------

INTRODUCTION AUX METHODES DE DETERMINATION DE L'IMPACT D'UNE NUISANCE OLFACTIVE	5
--	----------

MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE L'IMPACT D'UNE NUISANCE OLFACTIVE	7
---	----------

CONCENTRATION ODORANTE, INTENSITE ET POUVOIR ODORANT	7
OBJECTIFS VISES PAR UNE CAMPAGNE DE MESURE D'ODEURS	9
CHOIX D'UNE METHODE DE MESURE	10
1.) Méthodes d'analyse physico-chimique:	10
2.) Méthodes d'analyse sensorielle:	10
3.) Autres critères de choix d'une méthode	10
4.) Paramètres mesurables	11
METHODES D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE	12
A. MESURES INDIRECTES	13
<i>Méthode 1</i> TD-GC-MS	13
<i>Méthode 2</i> Dosages (techniques de chimie classique)	14
B. MESURES DIRECTES	15
<i>Méthode 3</i> Tubes colorimétriques	15
<i>Méthode 4</i> Nez électronique	15
<i>Méthode 5</i> Instruments de mesure portables	16
1.) Feuille d'or:	16
2.) Papier indicateur:	16
METHODES SENSORIELLES	17
<i>Méthode 6</i> Olfactométrie dynamique au seuil de perception (European Standard CEN EN13725, 2003)	18
1.) Mesure de la concentration odorante	18
2.) Mesure du caractère hédonique de l'odeur	20
3.) Mesure du débit d'odeur	20
<i>Méthode 7</i> Traçage d'odeur sur le terrain et calage par un modèle ("sniffing test") ou olfactométrie simplifiée	21
Variante pour les "sources discontinues"	22
<i>Méthode 8</i> Facteurs d'émission	22
<i>Méthode 9</i> Échelle de référence	23
<i>Méthode 10</i> Équivalence olfactive	23
<i>Méthode 11</i> Grille de mesure	24
<i>Méthode 12</i> Journal tenu par les riverains	24

RECAPITULATIF DES METHODES EXISTANTES	28
<u>PREVENTION DE L'IMPACT DES ODEURS: METHODES DES DISTANCES</u>	<u>30</u>
<i>Méthode 13</i> Distances fixes	30
<i>Méthode 14</i> Lignes-guides	30
<i>Méthode 15</i> Percentiles	31
<i>Méthode 16</i> Distance maximale	32
<u>ANNEXES</u>	<u>33</u>
ANNEXE 1: EXEMPLE DE PROTOCOLE POUR LE TRAÇAGE D'ODEUR (“SNIFF-TESTING”)	34
ANNEXE 2: SCORES HEDONIQUES ET SEUILS OLFACTIFS	38
ANNEXE 3: OUTILS POUR MENER L'ENQUETE RIVERAINS	43
<u>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	<u>44</u>

PREAMBULE

Ce rapport fait suite à la demande à la convention "Plan de l'air en Région Wallonne" et vise à compléter, synthétiser et clôturer les recherches et les travaux réalisés par mon prédécesseur Flavien Craffe sur le sujet des sources odorantes et des méthodes d'évaluation des nuisances olfactives. Il reprend donc, en les complétant par une recherche actualisée des progrès dans le secteur, les principales conclusions des rapports précédents et tente d'en rassembler les informations pertinentes en les présentant de la manière la plus pratique et la plus aisément exploitable.

INTRODUCTION AUX METHODES DE DETERMINATION DE L'IMPACT D'UNE NUISANCE OLFACTIVE

Dans les rapports précédents il a été mis évidence que la mesure d'une odeur ou d'un ensemble d'odeurs en vue d'une réglementation n'était pas une mince affaire; Les émissions odorantes se distinguent des autres types de pollution pour de nombreuses raisons qu'il n'est pas pertinent de rappeler ici, ce qui implique la nécessité de développer des méthodes de mesure particulières. Ces raisons peuvent cependant être synthétisées au travers de la description des trois facteurs suivants:

La subjectivité: la plupart des odeurs sont constituées de mélanges de composés odorants. La détermination de ces composés n'indique pas nécessairement quelle sera la réponse olfactive d'un nez humain. L'impression ressentie par une population peut être représentée de manière subjective par l'analyse olfactométrique.

La variabilité: les nuisances olfactives sont couramment sujettes à des variations temporelles (ou saisonnières). La variation des effets d'une nuisance olfactive peut être due au processus de fabrication, à la dégradation ou à la décomposition de certaines matières par temps chaud, ou simplement au fait qu'en saison estivale les riverains sortent plus souvent à l'air libre (ou bien plus fréquemment ouvrent leurs fenêtres). La considération du cas le plus extrême peut alors valider tous les autres cas.

La concentration dans l'air ambiant: la collecte d'échantillons d'air odorant pour l'analyse olfactométrique peut devenir un véritable casse-tête. Le principal problème réside dans les faibles concentrations auxquelles un composé peut être détecté par un nez humain, souvent trop faibles pour l'analyse olfactométrique. La collecte d'échantillons est réalisable dans certains cas mais souvent la concentration fluctue rapidement et seuls des instruments directs de lecture peuvent donner une représentation du profil d'exposition olfactive. Un résultat moyen sur une longue période est rarement exploitable car ce sont les pointes d'odeur, même fugaces, qui sont à l'origine des plaintes.

L'utilisation de substituts de substances pour le suivi: il est possible dans certains cas de faire un suivi continu via un substitut d'odeur (une substance unique, représentative de l'odeur caractéristique de l'émission). Lorsque la relation est établie entre l'émission et le profil d'exposition, il doit y avoir une réponse linéaire aux variations de la concentration totale de l'odeur pour pouvoir valider les informations quantitatives qu'il est possible d'obtenir. La relation est rarement maintenue linéaire sur toute l'échelle, au point qu'une valeur de concentration du substitut proche de zéro peut être accompagnée d'une forte odeur résiduelle (dans le cas généralement des installations de traitement des eaux usées). Cependant des valeurs de calibrage peuvent être estimées pour réajuster un non-alignement systématique de la relation.

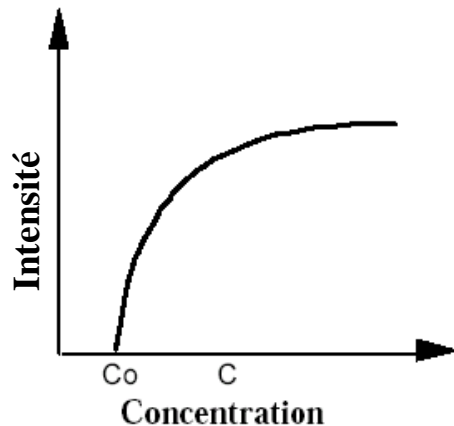
C'est ainsi que de nombreuses techniques et disciplines sont sollicitées dans la caractérisation d'une odeur et de la réponse humaine qu'elle induit. Les méthodes de mesures mises au point à ce jour peuvent paraître nombreuses et diverses, cependant, chacune d'elles répond à un ou plusieurs objectifs particuliers. C'est pourquoi il est bon avant toute chose de connaître le but d'une campagne de mesure d'une pollution odorante. Nous avons donc tenté de constituer une liste des objectifs visés par une telle campagne et de les rattacher aux méthodes les plus

appropriées. Ceci permettra une première classification des méthodes et pourra servir d'outil d'aide à la décision le cas échéant.

MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE L'IMPACT D'UNE NUISANCE OLFACTIVE

Concentration odorante, intensité et pouvoir odorant

Avant toute chose il est utile de préciser la différence qui existe entre la *concentration odorante* et l'*intensité*. La particularité de la perception du nez humain fait en sorte que l'intensité de la sensation perçue varie selon une fonction puissance de la concentration



odorante. Chaque personne aura son propre seuil de perception, spécifique pour chaque composé odorant. En outre ce seuil de perception varie également selon l'état de santé et l'humeur de la personne. Le nez humain étant très sensible, une très faible augmentation de concentration d'un gaz odorant entraînera une rapide augmentation de l'intensité perçue, comme le montre la courbe de la fig. 1. Cette figure montre également, qu'à des concentrations élevées de gaz odorant, l'appareil olfactif tend à saturer et à répondre dans une moindre mesure à l'accroissement de concentration.

Fig. 1: Intensité perçue en fonction de la concentration

On voit donc bien que l'intensité d'une odeur n'est pas directement proportionnelle à la concentration du composé odorant car la relation serait alors linéaire.

Une autre notion qu'il est important de différencier des deux notions précédentes (intensité et concentration) est celle du pouvoir odorant d'une odeur (POU). Cette grandeur est couramment utilisée, notamment pour le dimensionnement de techniques d'abattement des odeurs à la source. Elle est calculée à partir des valeurs de concentrations en composés odorants d'un mélange gazeux (obtenu par l'analyse physico-chimique):

$$POU = \log_{10} \left(\frac{C_i}{d_i} \right)$$

où C_i est la concentration du composé i
 d_i est la concentration du même composé i , au seuil de perception.

Le pouvoir odorant ainsi défini ne traduit pas réellement la nuisance olfactive, dans la mesure où il ne tient aucun compte des phénomènes de synergie et d'inhibition des odeurs dans un mélange de composés odorants. En pratique, on calcule le pOU pour, par exemple, 8 familles chimiques connues pour leurs odeurs:

- I. H₂S, composé formant une famille à lui seul étant donné son importance dans la problématique des odeurs;
- II. Sulfures, ou de façon générale, les autres composés soufrés;
- III. l'ammoniac, NH₃, également responsable d'odeurs particulièrement nauséabondes;
- IV. les autres composés azotés;

- V. les alcanes, c'est-à-dire la série des paraffines (formule générale $C_n H_{2n+2}$) des hydrocarbures saturés, qui comprend l'éthane, le propane, le butane, ...
- VI. les BTX, c'est-à-dire essentiellement des alkyl (methyl, ethyl, ...) aromatiques (c'est-à-dire dérivés du benzène) : toluène, xylène, ethylbenzene, ...
- VII. les HAP, c'est-à-dire les hydrocarbures polyaromatiques (naphtalène, indane, indène, ...)
- VIII. les phénols, qui sont des aromatiques à chaîne ouverte de carbone (c'est-à-dire aliphatiques) qui sont les dérivés du phénol (C_6H_5OH).

Les 8 pOU sont alors reportés sur 8 rayons d'un cercle, ce qui permet une représentation graphique globale de l'odeur (voir figure 2), appelée rose d'odeurs.

L'image de la surface noircie constitue d'une part une signature caractéristique de l'odeur, mais permet également d'évaluer l'importance d'une source par rapport à une autre. Dans cet exemple d'une cokerie, nous voyons que les polyaromatiques et le benzène, toluène et xylène (BTX) sont principalement responsables des odeurs. Nous observons aussi que la première source est plus importante que la seconde.

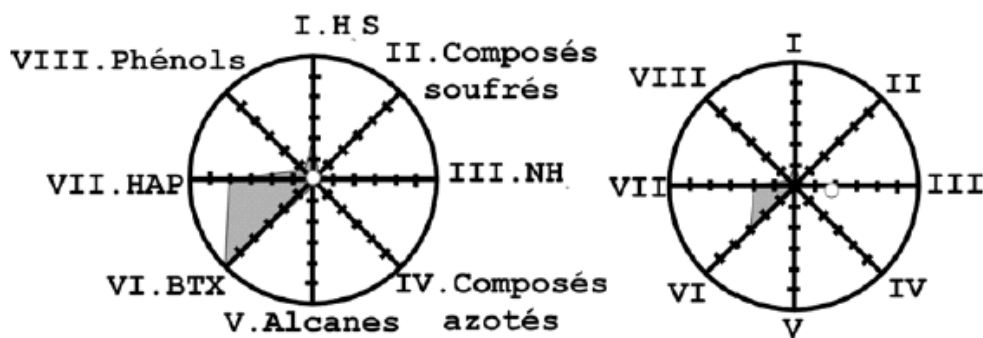


Fig. 2: Deux roses d'odeur de cokerie

Objectifs visés par une campagne de mesure d'odeurs

Les raisons nécessitant le recours à des méthodes de mesure d'une pollution olfactive peuvent être diverses et variées. En voici un éventail:

- inventaire des différentes sources d'odeurs d'un site,
- vérification de l'application de la réglementation en cours ou d'un cahier des charges,
- prédiction du niveau d'odeur dans le voisinage,
- constat d'une tendance (amélioration ou détérioration) des performances d'un procédé au cours d'une certaine période
- contrôle du rendement de systèmes d'abattement
- établissement d'un cahier des charges d'un futur système d'abattement ou d'un procédé,
- vérification du fondement des plaintes

Cette liste n'est pas exhaustive mais chaque objectif, aussi spécifique soit-il, peut être rattaché à un objectif plus général auquel correspondra une (ou plusieurs) méthode appropriée.

Le tableau suivant reprend les principaux objectifs afférents à une mesure d'odeur et renvoie pour chacun de ceux-ci à une des deux catégories principales qui reprennent toutes les méthodes de mesures présentées dans ce document. Ces catégories sont décrites au chapitre suivant.

Tableau 1: Objectifs principaux; types de mesures

Objectif	Catégorie
Inventaire des sources	Physico-chimique
Contrôle de l'application d'une limite d'émission ou d'une réglementation	<i>fonction de la réglementation (voir aussi prévention)</i>
Prédiction du niveau d'odeur	Sensorielle
Constat d'une tendance	Physico-chimique
Contrôle du rendement de l'abattement	Physico-chimique
Établissement d'un futur cahier de charges	Physico-chimique
Caractérisation de l'odeur (intensité, débit, caractère hédonique, concentration)	Sensorielle
Contrôle des plaintes	Sensorielle

Choix d'une méthode de mesure

1.) METHODES D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE:

Ces méthodes comprennent les méthodes d'analyse directes (sur le terrain, à proximité de la source) et les méthodes d'analyse indirecte (avec prise d'échantillon).

- **méthodes directes:** GC-MS portable, nez électronique, tubes colorimétriques et autres instruments de mesure de terrain
- **méthodes indirectes:** TD-GC-MS, dosages classiques

2.) METHODES D'ANALYSE SENSORIELLE:

Les méthodes d'analyse sensorielle sont présentées en fonction des paramètres qu'elles permettent de mesurer (concentration odorante, caractère hédonique, débit d'odeur, intensité odorante, réponse de la population). Les chefs de file de ces méthodes sont l'olfactométrie et l'olfactométrie simplifiée ("sniff test").

3.) AUTRES CRITÈRES DE CHOIX D'UNE MÉTHODE

Le choix d'une méthode appropriée au cas étudié dépendra principalement de l'étendue de la source. En effet, le fait d'avoir une *source diffuse* ou *canalisée* aura une grande influence sur le mode de prélèvement, donc sur la méthode de mesure elle-même.

La méthode typique conçue pour les mesures d'émission auprès des sources très diffuses (où l'échantillonnage est impossible, ex: manipulation des déchets) est celle du traçage d'odeur sur le terrain et calage par un modèle ou olfactométrie simplifiée (méthode 7).

Enfin, d'autres considérations peuvent également intervenir dans le choix de la méthode, telles que:

- l'endroit auquel l'échantillon est prélevé ou l'air mesuré (à la source, aux limites de l'installation, au sein d'une localité): *mesures directes ou indirectes*
- la nature et la complexité de l'émission: *composés uniques ou multiples*
- le niveau de détail requis: *suivi ponctuel, périodique ou continu*

4.) PARAMÈTRES MESURABLES

Afin de guider au mieux l'aide à la décision, il est bon de citer les principaux paramètres à mesurer, paramètres sur lesquels une future réglementation pourrait se baser et qui pourraient servir de critères de base:

- le caractère hédonique
- la concentrations de composés à l'émission (ou leur P_{OU}, calculé à partir de celles-ci)
- le débit d'odeur¹
- la concentration odorante
- les distances maximales
- les percentiles temporels

Ces deux derniers critères font partie des mesures de prévention, alors que les autres sont mesurables via les méthodes sensorielles de mesure.

¹ À l'heure actuelle, le débit d'odeur est plutôt estimé que mesuré

Méthodes d'analyse physico-chimique

Objectifs:

- contribuer à l'identification de la source d'émission via ses composants (**méthodes 1, 2, 3, 4 et 5**)
- contrôler l'application de limites d'émission spécifiques à certains composés (semi-quantification; **méthodes 1, 2, 3 et 5**)
- identifier les modifications d'un cycle de production par le suivi des variations d'une émission (**méthodes 4 et 5**)
- établir les paramètres les plus pertinents pour l'installation ou la gestion d'équipements d'abattement des odeurs: (**méthodes 1, 4 et 5**)

Lieu de prélèvement: les composés odorants d'un échantillon d'air sont souvent présents à de très faibles concentrations. Il est donc nécessaire lors de l'exécution de cette catégorie de méthodes, de réaliser les mesures de détection analytique ou les prélèvements d'échantillon le plus près possible de la source d'émission.

A. MESURES INDIRECTES

Méthode 1 TD-GC-MS

Application:

- identification et quantification des composés-clés odorants
- calcul du pouvoir odorant d'une odeur (P_{OU} ; cf. encadré ci-dessus)

Conditions particulières d'application:

- odeurs issues d'activités ponctuelles et délimitées
- pas d'interférences entre les sources
- pas de variation qualitative dans le temps

Description: Le prélèvement des composés chimiques odorants typiquement émis par l'activité étudiée s'effectue au moyen d'une pompe calibrée (flux connu) et de deux cartouches adsorbantes. L'une de ces cartouches est généralement adaptée au piégeage des composés dont le nombre d'atomes de carbone est supérieur à 6 (Tenax), tandis que l'autre sert à l'adsorption des molécules plus petites comportant de 3 à 6 atomes de carbone (Tenax/Spherocarb). La pompe est placée à proximité directe des points d'émission d'odeur, au niveau du sol.

Ces cartouches subissent ensuite une *thermo-désorption* (TD) puis une *séparation* par le passage au chromatographe en phase gazeuse (GC). Ce dernier couplé à un spectromètre de masse (MS) permettent la *détection* et l'*identification* des composés (analyse TD-GC-MS).

Cette méthode est la plus utilisée lors de l'analyse d'émissions de composition inconnue mais il existe de nombreux autres moyens de détection, notamment le détecteur par ionisation à la flamme (DIF) qui est lui aussi largement répandu.

Caractéristiques:

- fournit des résultats quantitatifs satisfaisants pour une large gamme de composés organiques (aliphatiques, aromatiques, alcools, cétones)
 - procure des résultats semi-quantitatifs pour certains composés soufrés
 - ne permet pas de détecter les composés inorganiques tels que le NH_3 et le H_2S
 - donne une faible réponse aux composés fortement réactifs (amines et certains composés soufrés)
-

Méthode 2 Dosages (techniques de chimie classique)

Application: Identification des composés odorants inorganiques

Description: Les échantillons gazeux sont prélevés comme décrit ci-dessus. Le titrage de l'ammonium (NH_4^+) se fait par la méthode Kjeldahl (dans une solution d'acide sulfurique). Pour le dosage du H_2S , on plonge l'échantillon dans une solution ammoniacale de chlorure cadmium et la concentration est déterminée par titrage iodométrique du sulfure de cadmium.

Caractéristiques: Ces méthodes, bien que standardisées et d'usage courant dans tous les laboratoires, présentent le désavantage d'être longues et dépendantes du volume de gaz prélevé (la limite de détection des composés à doser variant entre 0,1 et 0,5 mg/m^3 de gaz).

B. MESURES DIRECTES

Méthode 3 Tubes colorimétriques

Application: Détection rapide de la présence d'un groupe ou d'une famille de composés odorants

Description: Un tube colorimétrique est un tube contenant une substance destinée à réagir avec l'échantillon de gaz prélevé. Cette réaction est rapide (quelques secondes) et spécifique à une famille de composés. L'étendue de la coloration dans le tube peut également donner une idée de la quantité de réactif dans l'échantillon de gaz mesuré.

Caractéristiques:

- le seuil de détection pour un tube colorimétrique varie entre 0,2 et 1 ppm
 - le coefficient de variation de la réponse d'un tube colorimétrique varie entre 5 et 20%
 - cette méthode ne convient pas pour l'identification de composés inconnus, chaque tube réagit à une substance particulière
 - des interférences peuvent également avoir lieu: un tube spécifique à l'ammoniac par exemple, réagissant au pH peut également réagir à toute autre substance basique
 - l'usage de ce type de matériel doit être réalisé avec précaution afin d'assurer une bonne représentativité des résultats
-

Méthode 4 Nez électronique

Application: Contrôle de qualité (alimentation, boissons, parfumerie), reconnaissance d'odeurs caractéristiques (diagnostic médical, contrôle de stocks de denrées périssables, contrôle de certains procédés industriels).

Le développement actuel du nez électronique vise à obtenir un instrument de terrain capable d'enregistrer en continu les variations d'une émission odorante à proximité de la source tout au long d'une assez longue période (plusieurs jours à un an).

Description: L'instrument de mesure est constitué de capteurs électro-chimiques capables de réagir à une substance volatile en produisant des impulsions électriques. Ces capteurs sont calibrés pour répondre à un profil d'odeur spécifique et permettent donc de détecter une modification à l'intérieur de ce profil d'odeur, sans pouvoir pour autant déterminer la cause ponctuelle de cette modification. Par exemple, la diminution de la concentration d'un des composant va entraîner l'augmentation relative de la concentration des autres composants sans que l'appareil puisse mettre en évidence quel composant est à la base de cette modification.

Caractéristiques: L'usage du nez électronique en surveillance de l'environnement à présent est encore très limité et ce, pour les raisons suivantes:

- cette technologie est encore incapable, dans la majorité des cas, de donner une concentration ou une intensité odorantes, elle peut seulement différencier deux types d'odeur entre eux.

- l'instrument distingue donc deux "profils d'odeurs" et non pas deux odeurs différentes; deux odeurs ayant le même profil seront donc difficiles à différencier

Méthode 5 Instruments de mesure portables

Description: Il existe toute une gamme d'instruments de mesure pouvant être emmenée sur le terrain, parmi ceux-ci le *GC-MS portable*, le *détecteur par ionisation à la flamme (DIF) portable*, la *feuille d'or* et les languettes de *papier indicateur*. Les deux premiers ont été décrits ci-dessus (cf. méthodes d'analyse indirecte). Nous allons donc brièvement décrire le principe de la feuille d'or et du papier indicateur.

1.) FEUILLE D'OR:

Application: Ce type de mesure est surtout réalisé autour des installations de traitement des eaux usées, des effluents d'élevage et des C.E.T (émettant principalement des composés soufrés réduits).

Description: Le principe de la mesure à l'aide d'une feuille d'or est que les composés soufrés réduits (H_2S) d'un échantillon gazeux atteignant la feuille d'or vont créer un surplus d'électron mesurable grâce au courant électrique produit. L'intensité de ce courant électrique sera donc proportionnelle à la quantité de sulfure d'hydrogène présente dans l'échantillon.

Caractéristiques: Le temps de mesure est généralement inférieur à la minute et le seuil de détection est de 0,003 ppm. Le seuil odorant du sulfure d'hydrogène a été déterminé à 0,005 ppm (Hall & Woodfield, 1994).

2.) PAPIER INDICATEUR:

Application: Cette méthode peut être utilisée pour un suivi permanent du niveau de concentration d'un composé au sein d'une émission odorante.

Description: Les languettes de papier sont imprégnées d'un réactif chimique changeant de couleur par réaction au contact d'un échantillon gazeux. Ce changement de couleur est proportionnel à la quantité de gaz présent et dépend du réactif utilisé (un type de papier indicateur correspondra à un type de gaz étudié). Une large gamme de composés peut être ainsi quantifiée.

Caractéristiques:

- l'usage de ce type de matériel doit être réalisé avec précaution afin d'assurer une bonne représentativité des résultats
- il convient de collecter tous les paramètres et activités ayant lieu au moment de la mesure pour permettre l'interprétation des mesures obtenues

Méthodes sensorielles

Objectifs:

- définir *l'intensité* d'une odeur, notamment des odeurs complexes difficilement identifiables et de composition variable: (**méthodes 9 et 10**)
- estimer *l'impact subjectif* d'une odeur et la nuisance qu'elle peut générer au sein d'une population (lien entre une émission et la réponse humaine à celle-ci: (**méthodes 7, 11 et 12**))
- estimer le *débit d'odeur* émis par une source diffuse ou ponctuelle: (**méthodes 6, 7, 8**)
- déterminer la *concentration odorante* d'un échantillon d'air, voire définir son *caractère hédonique* (**méthode 6**)

La connaissance d'un composant ou d'un groupe de composants d'une émission odorante permettant difficilement d'évaluer une nuisance olfactive, des méthodes ont été développées afin de caractériser l'odeur ou la nuisance qu'elle induit à l'aide d'autres paramètres, plus subjectifs mais plus représentatifs de la réponse physiologique d'une population à un mélange particulier (la concentration odorante, le caractère hédonique, le débit d'odeur, l'intensité, la réponse de la population)

Des méthodes existent pour la détermination de chacun de ces paramètres, certaines étant plus objectives que d'autres. La plupart de ces méthodes font toujours l'objet d'études visant à les affiner et à les standardiser au maximum, ce qui n'est pas une chose aisée étant donné le caractère subjectif de la perception d'une odeur et la relativité de la gêne induite par cette perception.

Méthode 6 Olfactométrie dynamique au seuil de perception (European Standard CEN EN13725, 2003)

Applications: Cette méthode permet d'évaluer plusieurs caractéristiques de l'odeur:

- mesure de la concentration d'odeurs ou de mélanges d'odeurs
- caractérisation hédonique de l'odeur (cf. infra)
- estimation du débit d'odeur

Caractéristiques:

- l'échantillonnage et l'analyse olfactométrique sont entièrement standardisés et détaillés par la norme européenne EN 13725
- nécessité de passer par un laboratoire spécialisé (conforme à la norme CEN olfactometry standard) pour la réalisation de la mesure afin d'assurer la répétabilité des résultats
- le coût de la mesure par échantillon peut se révéler assez coûteux en raison du temps et du nombre de personnes requis pour la mesure (prix situé aux alentours de 250 € en moyenne)
- les échantillons ne peuvent être gardés plus de 30h, certains ayant une durée de vie beaucoup plus réduite
- la variabilité de la mesure se situe entre la moitié et le double de la valeur de l'échantillon
- la norme CEN ne s'applique pas à la mesure d'échantillons contenant des gouttelettes odorantes.

1.) MESURE DE LA CONCENTRATION ODORANTE

Le principe de l'olfactométrie se base sur le nez humain comme instrument de mesure, ce qui présente l'avantage de rendre compte de l'odeur telle qu'elle est perçue par la population.

Si l'olfactométrie est réalisée en ligne, c'est-à-dire en continu, directement sur le site d'émission, l'atmosphère odorante est prélevée à l'aide d'une pompe et envoyée à l'olfactomètre par l'intermédiaire d'une conduite, à la pression atmosphérique. Cette technique s'applique au cas des atmosphères odorantes provenant de sources canalisées ou facilement canalisables (cheminées, biofiltres, ...) et dont la concentration en substance odorante reste constante pendant la durée du prélèvement.

Description: L'air odorant est échantillonné à la source d'émission au moyen d'un sac de prélèvement. Il est par la suite injecté dans un appareil de dilutions multiples (olfactomètre) où il est mélangé à un gaz inodore, avant d'être présenté à un groupe de juges au travers d'un cornet de flairage (le nombre maximum de juges est généralement de 8). Les jurés sont standardisés: leur sensibilité a été préalablement testée au moyen d'un composé odorant de référence (le EROM, c'est-à-dire le n-butanol à 40 ppbv).

Différentes dilutions sont réalisées sur l'échantillon jusqu'à ce que seulement la moitié du jury puisse encore distinguer l'air odorant de l'air pur: cette dilution est définie comme équivalente à 1 unité odeur par mètre cube (concentration au seuil, 1 uoE/m³). La concentration de l'odeur est exprimée comme un multiple de cette unité d'odeur européenne. Si, par exemple, l'échantillon odorant doit être dilué 500 fois avec de l'air inodore pour atteindre le seuil de perception, la concentration odorante de celui-ci sera de 500 uo/m³.

Il existe deux méthodes de présentation des échantillons aux assesseurs, autorisées par la norme européenne: la méthode "à choix forcé" (3 sorties et concentrations ascendantes) et la méthode "oui/non". Les mesures obtenues font l'objet de traitements statistiques et les résultats s'expriment sous forme de moyennes et d'écart-types.



Fig. 3: L'olfactomètre ODILE: 6 postes de flairage à 3 sorties

Le tableau 2, inspiré de l'ouvrage de Devos et collaborateurs (1990), fournit, à titre d'exemple, les valeurs du facteur de dilution au seuil de perception olfactive pour quelques composés rencontrés dans les odeurs provenant des activités industrielles.

Composé	Facteur de dilution au seuil de perception olfactive	Composé	Facteur de dilution au seuil de perception olfactive
sulfure d'hydrogène	56 230 000	acide acétique	6 920 000
méthylmercaptan	24 800 000	acétaldéhyde	5 370 000
éthylmercaptan	66 400 000	formaldéhyde	1 148 000
amylmercaptan	8 320 000 000	acétone	69 000
dioxyde de soufre	1 412 000	benzène	270 000
diméthylsulfure	446 680 000	éthanol	35 000
ammoniac	170 000	éthane	100
pyridine	11 750 000	chloroforme	85 000
indole	31 620 000 000	phénol	9 120 000
scatole	1 778 000 000	ozone	19 500 000
acide butyrique	257 000 000		

Tableau 2: Quelques valeurs de facteurs de dilution au seuil de perception olfactive.
Source – Devos et al., 1990.

L'olfactométrie dynamique au seuil de perception est surtout une technique de laboratoire qui nécessite un prélèvement préalable de l'échantillon. Or ces prélèvements, effectués sur plusieurs minutes moyennent l'odeur et lissent les pointes d'odeur. Si la concentration de

l'odeur moyennée sur quelques minutes est inférieure au seuil de perception, l'individu, lui, va percevoir les pointes de concentrations brèves qui peuvent dépasser plusieurs fois, et très largement, la valeur moyenne. La mesure instantanée de l'intensité sur le terrain (cf. infra) permet d'éviter cet inconvénient.

Rem: les notions de concentration et d'intensité odorantes sont définies au chapitre 1 de cette partie

2.) MESURE DU CARACTERE HEDONIQUE DE L'ODEUR

Description: Outre la détermination du nombre d'unités-odeur (la concentration de l'odeur) comme mesure de la perception olfactive, il est possible pour les juges de préciser le caractère agréable ou désagréable de l'odeur sur une échelle à plusieurs niveaux, par exemple de -4 (extrêmement désagréable) à +4 (extrêmement agréable) en passant par le 0 (neutre), en fonction du type d'appareil utilisé.

Cependant, la valeur moyenne d'un jury est toujours assortie d'un grand écart-type. D'après plusieurs enquêtes (GGD-richtlijn Geurhinder, 2002; Van Harreveld, 2001; Both R., Sucker K., Winneke G., Koch E., 2003) il apparaît que la combinaison de la concentration odorante avec la valeur hédonique peut donner un assez bon aperçu de la nuisance olfactive attendue, bien que ces mesures ne prennent pas en compte les variables sociologiques et économiques. En Allemagne, cette méthode de définition de la valeur hédonique a été standardisée par la VDI 3882 (Verein Deutsche Ingenieure, Blatt 2, 1989), mais le très faible taux de reproductibilité de cette mesure l'empêche malgré tout d'être considérée dans la législation.

3.) MESURE DU DEBIT D'ODEUR

Description: La méthode permettant de calculer le débit d'odeur émanant d'une *source canalisée* est relativement simple. L'échantillonnage se fait classiquement à l'aide d'un sac Tedlar tout en mesurant le débit d'air au moyen d'un débit-mètre. Cet échantillon fait ensuite l'objet d'une mesure de la concentration d'odeur (u_o / m^3) par analyse olfactométrique. La multiplication de cette valeur par la valeur du débit donne le débit d'odeur (en u_o / s). Cependant, la marge d'erreur de ce type de méthode est très large et la précision de la valeur de débit d'odeur ainsi calculée est par conséquent très relative.

Dans le cas d'une *source diffuse* (et relativement plane) la méthode est la même mais le prélèvement est plus complexe. L'échantillon est prélevé par boîte de flux (boîte de flux, sac Tedlar et bonbonne d'air comme gaz vecteur). La boîte est placée face ouverte sur la surface émettrice pendant une durée déterminée (cf. fig. 4). Le flux odorant sera amplifié par le gaz vecteur et viendra s'emprisonner dans le sac Tedlar. La valeur du débit d'air est une caractéristique de la boîte de flux utilisée.

Fig. 4: Prélèvement par boîte de flux (débit de $5 m^3/h$)



Méthode 7 Traçage d'odeur sur le terrain et calage par un modèle ("sniffing test") ou olfactométrie simplifiée

Applications:

- estimation du débit d'odeur pour des sources diffuses ou ponctuelles,
- estimation directe de l'impact subjectif d'une odeur et de la nuisance potentielle qu'elle peut générer au sein d'une population
- estimation de la zone d'où les plaintes peuvent être attendues
- vérification du fondement des plaintes

Conditions particulières:

- odeur émise en continu
- vitesse de vent supérieure à 1 m/s en moyenne sur le moment de la mesure

Description: (VDI 3940, 1993; GGD-richtlijn Geurhinder, 2003; Nicolas j., 2002; Hartung E., Jungbluth T., 1997; Van Harreveld T., 2001; Li J., Bundy D. S., Hoff S. J., Liu Q.; 1994)

Un panel d'au moins deux observateurs est chargé de parcourir à plusieurs reprises la zone affectée par la pollution olfactive. Ce petit groupe parcourt le site d'émission dans différentes directions, de préférence perpendiculairement à la direction du vent. Il note l'endroit où la moitié des observateurs ne perçoit plus l'odeur de la source incriminée et le repère sur la carte traçant ainsi la courbe limite de perception (où l'intensité olfactive est par définition de 1 uo/m³). Les conditions météorologiques suivies en continu tout au long de la période de traçage sont introduites dans un modèle de dispersion atmosphérique pour estimer le débit d'émission d'odeur de la source (uo/sec) qui génère une courbe d'iso-concentrations de 1 uo correspondant à la courbe observée sur le terrain. Cette mesure est répétée une dizaine de fois sous des conditions météorologiques différentes.

Les différentes valeurs de débit obtenues sont ensuite moyennées et cette moyenne est considérée comme le débit typique de l'odeur générée. En pratique, ce débit s'exprime en unité-odeur par unité de temps (uo/s ou uo/h) et la concentration d'odeur s'exprime en unité odeur par mètre cube (uo/m³).

Caractéristiques:

- il s'agit, à ce jour, de la seule méthode existante applicable aux sources très diffuses, où l'échantillonnage est impossible à réaliser (ex: centre de compostage, usine de pâte à papier)
- cette méthode peut être réalisée aussi bien à proximité de la source, qu'aux frontières de l'installation émettrice ou au sein même de la localité voisine de riverains
- un protocole standardisé de la méthode est utilisé pour assurer la régularité et la comparabilité des mesures entre différentes périodes et différents observateurs (voir annexe 1)
- cette méthode ne doit pas être employée sur des émissions inconnues présentant un risque potentiel pour la santé des assesseurs

VARIANTE POUR LES "SOURCES DISCONTINUES"

Cette variante de la méthode précédente permet d'estimer un débit d'odeur lorsque le flux de celle-ci n'est continu mais est plutôt constitué de bouffées comme c'est souvent le cas pour les sources diffuses. Le cas d'application le plus typique est celui du CET

Application:

- sources recouvrant une grande superficie ou sources diffuses (ex: manipulation de déchets sur un CET, activités étendues de transbordement dans les ports)
- sources nombreuses (ce qui présente à l'avantage de réduire le coût relatif des équipes de renifleurs; ex: zonings comportant plusieurs sources d'émission, grosse entreprise: sidérurgie)
- situations où l'odeur de fond peut avoir une influence sur la perception de l'odeur (ex: odeur de fumier dans le domaine de l'agriculture)

Description: Lorsque l'odeur est émise par bouffées, il est difficile d'établir expérimentalement la courbe de seuil de perception olfactive. C'est pourquoi dans ce cas la méthode se résumera à identifier des "points odeurs" et des "points non odeurs". Les "points odeurs" sont ceux où une odeur est perçue au moment du passage de l'opérateur, parfois furtivement, mais confirmée ensuite par de multiples passages. De même, plusieurs passages durant la période de mesure permettent de confirmer l'absence d'odeur aux "points non odeurs".

Ensuite, vient l'utilisation du modèle de dispersion, par tâtonnements et itérations, en testant plusieurs débits d'émission jusqu'à obtenir à l'immission une courbe de concentration moyenne de 1 uo/m^3 qui enveloppe la plupart des "points odeurs". En outre, seront introduites dans le modèle toutes les conditions météorologiques enregistrées chaque minute, de manière à ce que la courbe de perception à l'immission corresponde le mieux possible à la situation réelle de dispersion durant toute la période de mesure.

La suite des opérations est alors la même que pour la méthode précédente ("sniff tests").

Méthode 8 Facteurs d'émission

Application: Calcul d'un débit d'odeur à partir de références existantes dans le cadre de:

- projets d'installation
- petites installations monosources ou multisources d'odeurs communes.

Conditions particulières: l'activité étudiée doit correspondre à un facteur d'émission spécifique qui lui a été attribué

Déroulement de la méthode: Pour chaque source, la quantité d'activité (nombre d'heures d'activité par an) est calculée et multipliée par le facteur d'émission caractéristique de la source. Le débit d'odeur de la source est ainsi obtenu pour l'année. Ensuite, les débits d'odeur de chaque source sont additionnés pour obtenir le débit d'odeur total de l'installation.

Méthode 9 Échelle de référence

Application: détermination de l'intensité odorante

Description: L'intensité est la grandeur qui exprime "l'impact", ou la "force", avec lequel une concentration odorante déterminée est perçue. Cette intensité de la perception augmente de façon non linéaire en fonction de la concentration d'odorant et de sa nature. Elle a été définie par la VDI 3882, Bl. 1 (VDI, 2003) qui décrit une échelle d'intensités allant de 0 à 6 (*pas d'odeur; très faible; faible, distincte, forte, très forte, extrêmement forte*). Deux odeurs différentes peuvent être présentes à une même concentration et ne pas avoir la même impact à la perception. En pratique, l'intensité ne permet pas pour l'instant d'obtenir des résultats utiles et directement exploitables quant à la prédiction et à la caractérisation de la nuisance olfactive.

Méthode 10 Équivalence olfactive

Application: détermination de l'intensité odorante

Description: Cette méthode, qui utilise un composé de référence, est souvent préférée à la précédente pour la détermination de l'intensité odorante. Les membres d'un jury recherchent, parmi une gamme d'intensité de substances de référence, celle qui correspond le mieux à l'odeur de l'échantillon. Les substances odorantes de référence sont le n-butanol et plus rarement la pyridine (norme AFNOR, 1996).

Les intensités odorantes étalons se présentent soit sous forme de solutions contenues dans des fioles en verre (*méthode statique*) soit par l'intermédiaire d'un olfactomètre qui dilue la substance de référence (*méthode dynamique*). La gamme de concentrations est proposée de façon aléatoire ou dans un ordre de concentration ascendante (la première concentration doit être supérieure à celle du seuil olfactif, entre 10 et 25 ppm pour le n-butanol). L'assesseur doit comparer l'intensité de l'échantillon à celle de la gamme de référence. On peut alors déterminer la moyenne et l'écart-type des différentes valeurs d'intensité, exprimée en équivalents ppbv de n-butanol.

Caractéristiques:

- la méthode d'équivalence olfactive est normalisée par la norme ASTM E544-75/88 et la VDI 3882.
 - la méthode statique est plus commode que la méthode dynamique pour l'évaluation sur le terrain mais il est cependant possible pour cette dernière d'utiliser des olfactomètres portables (Tecnodor).
-

Méthode 11 Grille de mesure

Application:

- estimation directe de l'impact subjectif d'une odeur et de la nuisance potentielle qu'elle peut générer au sein d'une population

Description: Cette méthode, décrite par la VDI 3940 (1993), est employée lorsque l'on veut étudier la surface d'impact d'une émission odorante et en obtenir le zonage. Elle mobilise un grand nombre de panélistes (au moins cinq personnes) pendant une longue période de temps: la campagne de mesures s'étale sur une durée d'un an, au minimum six mois.

Une grille est dessinée sur la surface de la zone étudiée; les carrés se trouvant à la limite de la zone étant pris en compte uniquement lorsque plus de 50% de leur surface tombe à l'intérieur de celle-ci. Un total de 26 mesures doit être effectué, à chaque coin de chaque carré et en ne s'occupant que d'un seul coin par carré par jour de mesure afin de rencontrer un maximum de conditions climatiques au même endroit (de nuit comme de jour). Chaque assesseur devra donc réaliser 26x4 mesures au cours de la campagne. La durée d'une mesure est de dix minutes au cours desquelles l'observateur, en inhalant toutes les dix secondes, devra compter le nombre de fois où l'odeur de la source incriminée a été clairement perçue. Le pourcentage de comptes positifs sur les 600 inhalations sera alors calculé et la mesure déclarée positive si, par exemple, au moins 10 % des inhalations ont été positives (ce pourcentage doit être défini a priori).

Caractéristiques:

- cette méthode est conçue pour l'étude d'une source unique d'émission
- les importantes contraintes de temps et de personnel (délai minimum de 6 mois, nombre d'observateurs minimum: 5) ont pour effet de ne rendre cette méthode supportable financièrement que pour les grosses installations émettrices d'odeurs.

Méthode 12 Journal tenu par les riverains

Application:

- estimer l'impact subjectif d'une odeur et la nuisance qu'elle peut générer au sein d'une population

Description: Il est demandé aux riverains victimes d'une gêne olfactive de reporter dans un journal la perception ou non d'une odeur gênante et, en cas de confirmation de la gêne, sa nature et le degré de nuisance ressenti sur une période de quelques semaines à plusieurs mois. Cette méthode a été améliorée et adaptée notamment par le ministère hollandais VROM en 1994 (GGD-richtlijn Geurhinder, 2002).

Caractéristiques:

- cette méthode convient bien aux activités multi-sources difficiles à définir ou même aux émissions dont l'origine est inconnue.
- l'enquête à mener à la population, pour qu'elle soit efficace et rende au mieux l'importance de la nuisance ressentie, doit s'accompagner d'une série de mesures de

précautions et de protocoles d'action stricts, précédés d'une bonne préparation de la campagne de mesure. Un bon aperçu de la complexité de ce type d'enquêtes est donné par le professeur J. Nicolas dans le cours donné au sein du département des Sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège:

7.4. PANELS DE POPULATION

7.4.1. Principe

Un panel de population est un groupe de bénévoles qui s'engagent à porter des jugements sur la nuisance d'origine odorante à intervalles réguliers, et étalés sur de longues périodes. Il ne s'agit donc plus d'un jury d'expert et d'odeurs de référence, mais il s'agit d'utiliser les habitants d'une région concernée, dans leur environnement, et de leur poser une série de questions simples. Le choix des personnes du panel est bien sûr important (bonne distribution géographique, professions variées, ...), mais il est réalisé dans les zones concernées par l'odeur. Le recrutement se fait par lettre ou par téléphone et les personnes sélectionnées sont invitées à une réunion où il leur sont précisés le but de l'enquête et le protocole expérimental.

Ce dernier peut être résumé comme suit: toutes les semaines, chaque membre du panel reçoit une carte postale. Au recto de cette carte, se trouve un questionnaire (voir plus loin), un rappel de l'identification de la personne et la date de mesure. On demande au sujet de garder cette carte en lieu sûr jusqu'à la date indiquée. A cette date, il doit sortir de chez lui et se rendre à un endroit bien déterminé au cours d'une tranche horaire bien précise. A ce moment-là, il doit flairer l'air bien attentivement et répondre aux questions posées. On lui demande également de poster la carte postale à affranchissement pré-payé, le plus tôt possible après avoir émis un jugement. On prend grand soin d'expliquer au sujet que son jugement doit refléter uniquement son impression sur la qualité odorante au moment demandé. Si, au cours de la même journée, il est témoin d'autres phénomènes odorants, il est libre de fournir des commentaires séparés au verso de la carte. On lui demande aussi d'essayer de faire abstraction d'odeurs parasites, telles que les odeurs culinaires ou les parfums (au besoin, retarder légèrement le flairage).

Afin de conserver intacte la motivation du panel (les personnes étant bénévoles), on essaye de développer des relations personnelles avec les sujets choisis, on les informe des résultats, on organise des réunions, ...

7.4.2. Mise au point d'un questionnaire

Le questionnaire doit être simple et non ambigu, de manière à être rempli très rapidement. Les notions introduites doivent être compréhensibles par toutes les strates de la population.

Les questions posées ne doivent pas influencer la réponse. Par exemple, plutôt que de demander d'emblée d'estimer l'intensité de l'odeur perçue, on demandera au sujet si oui ou non, il perçoit une odeur. Si la réponse est négative, il ne doit pas répondre aux autres questions.

Ce type de question préalable est appelée "question filtre".

7.4.3. Mise au point d'une échelle de nuisance

Une première manière de procéder qui vient à l'esprit est de laisser le sujet classer l'intensité de ce qu'il ressent selon ses propres termes, sans le forcer à penser à des catégories déterminées à l'avance. L'avantage de cette méthode est que la réponse obtenue correspond exactement à ce que ressent la personne. Elle pourra employer des termes adaptés aux circonstances particulières: odeur très irritante, à peine perceptible, désagréable, forte mais agréable, ... Malheureusement, le traitement des informations reçues est dans ce cas pratiquement impossible à réaliser, tant les réponses sont diversifiées : ce qui est "désagréable" pour l'un peut être "fort" ou "gênant" pour d'autres. Aussi, impose-t-on une échelle de nuisances, appelée parfois échelle "hédonique", car elle fait référence au plaisir ou au déplaisir provoqué par l'odeur. Cette échelle doit satisfaire aux critères suivants :

- les concepts utilisés doivent être facilement compréhensibles,
- ils ne doivent pas prêter à confusion,
- l'échelle doit être sensible et fiable,
- elle doit être stable au cours du temps.

Le tableau 6 propose par exemple une échelle à 9 niveaux

Description	Niveau
Extrêmement faible	1
Très faible	2
Faible	3
Moyennement faible	4
Moyen	5
Moyennement fort	6
Fort	7
Très fort	8
Extrêmement fort	9

Tab. 6. Exemple d'échelle hédonique à 9 niveaux.

Très rapidement, il est constaté que le sujet est réticent à mentionner les catégories extrêmes : il n'utilise que la partie centrale de l'échelle. Une échelle à 5 niveaux maximum est donc mieux adaptée.

L'échelle peut également présenter

- un décalage entre différentes personnes : ce qui est "moyen" pour l'une sera "moyennement faible" pour une autre;
- une non linéarité : l'écart entre les jugements "très fort" et "fort" diffère de l'écart entre les jugements "moyen" et "moyennement faible".

Un étalonnage préalable est donc indispensable : lors d'une réunion préparatoire et, éventuellement de manière régulière ultérieurement, les stimuli extrêmes seront présentés aux sujets de manière à leur indiquer l'éventail de valeurs. Le nombre de niveaux étant choisi (par exemple 5 niveaux), il faut sélectionner les termes employés. Les gradations un peu, moyennement, extrêmement peuvent être utilisées devant différents qualificatifs : gênant, désagréable, irritant, fort. Les termes "irritant" ou "fort" s'avèrent trop équivoques et il semblerait que le terme "gênant" soit le plus fiable.

L'échelle peut être uniquement verbale ou accompagnée de niveaux graphiques ou numériques : il semblerait que la première solution soit encore la meilleure. La figure 10 montre le type de questionnaire finalement retenu.

Flairez attentivement svp :	
Sentez-vous une odeur ?	NON
	OUI
Si oui, en sentant cette odeur vous vous trouvez :	
1. Non gêné	
2. Un peu gêné	
3. Gêné	
4. Très gêné	
5. Extrêmement gêné	

Fig. 10. Questionnaire-type pour l'estimation d'une nuisance olfactive par un jury de population.

- D'autres exemples-types de fiches journalières tenues par les riverains ont été donnés par le Dr. Müsken, lors du colloque du 20 au 22 mars 2003 à Aschaffenburg (The ECN Odour Workshop 20th - 22nd March 2003 in Aschaffenburg, Germany):

Citizens' report-sheet for odour immissions

- Date and time
- Weather conditions
- Strength of immission
- Quality of odour
- Notes

- Leaflet for proper use
- Free envelopes
- Anonymity vs. plant operator

Meldebogen Geruchsimmissionen

Standort-Nummer: x.xx Bogen-Nummer: 000

Wer meldet:

1	Datum		Uhrzeit	
2	Wetter	wolkenlos	Wind	keine Luftbewegung
		leicht bewölkt		sehr schwacher Wind
		bewölkt		leichter Wind
		Niederschlag (kurz)		mäßiger Wind
		Niederschlag (dauernd)		starker Wind
			sehr starker Wind	
3	Bemerkungen:	Bemerkungen:		
4	Stärke des Geruches	gerade eben zu riechen	Qualität des Geruches	nicht belästigend
		schwach zu riechen		etwas belästigend
		deutlich zu riechen		belästigend
		stark zu riechen		sehr belästigend
		sehr stark zu riechen		äußerst belästigend
		unerträglich stark		
5	Bemerkungen:	Bemerkungen:		

Bitte beachten Sie beim Ausfüllen das Merkblatt zu diesem Meldebogen!

G Ich benötige weitere Bogen und Freiumschiäge

Den ausgefüllten Bogen bitte im Freiumschiag an die unten druckend eingedruckte Adresse schicken. Dankeschön!

6

Odour immission reports (free call)

Date Time	Place Specific notes (odour)	Distance	Data from weather-station			Plausibility
			Duration	∅ WR	∅ WG	
18.10.00 09:05 Uhr	Appenweiler, von 08:40 bis 09:00 Uhr Geruch nach „Senfgas“ und Biomüll	1,5 km	07:18-08:38	35° 295°	0,9 m/s	ja
18.10.00 08:00 Uhr	Zusenhofen, Im Wäldele, gasig, fauliger Geruch, man konnte kein Fenster öffnen	2 km	06:18-07:08 07:18-07:28	152° 277°	0,4 m/s	ja
19.10.00 09:30 Uhr	Zusenhofen, Im Wäldele, gasig, fauliger Geruch, konnte kein Fenster öffnen	2 km	07:49-08:09 08:19-08:49	295° 42°	0,5 m/s 0,7 m/s	ja
20.10.00 09:30 Uhr	zwischen Lahr und Kippenheim, Anrufer hat Artikel in Zeitung gelesen: „Material, welches abge- fahren wird, wird jetzt in der ganzen Ortenau verteilt“					nein
21.10.00 09:00 Uhr	Appenweiler, Zimmerer Str., Gestank, keine Wohnqualität	1,5 km	07:02-08:02	62°	0,8 m/s	ja
21.10.00	Appenweiler, Zimmerer Str., überlegt sich, ob sie wieder aus Appenweiler wegzieht	1,5 km	07:22-08:22	47°	0,9 m/s	ja
21.10.00 09:00 Uhr	Appenweiler, Bauerstatt, seit 9:00 Uhr starker Geruch	1,5 km	07:22-08:22	47°	0,9 m/s	ja

Dr. Müskert + Partner

Beratungsingenieur für Abfallwirtschaft und Umwelttechnik

7

Figure 5: Exemple de journal tenu par les riverains (Müskert & partner, Aschaffenburg, 20 – 22 mars 2003)

Récapitulatif des méthodes existantes

En guise de tableau récapitulatif et d'outil d'aide à la décision, voici un tableau, tiré du Technical guidance note (IPPC H4, 2002), rassemblant les méthodes dont il a été question ci-dessus et récapitulant leurs caractéristiques principales, utiles lors de leur mise en œuvre.

Méthodes	Mesures sensorielles	Analyses chimiques spécifiques	GC-MS	Olfactométrie	Nez électronique
Utilisation	Olfactométrie simplifiée – "sniff test"	Échantillonnage à la source	Échantillonnage à la source/ mesures de terrain	Échantillonnage à la source	Échantillonnage à la source/ mesures de terrain
Analyses	Détection d'une odeur, de sa nature nauséabonde ou identification de la source	Limitées aux composés spécifiques	Limitée aux composés organiques	Pleinement représentative	Pleinement représentative mais il faut choisir le capteur approprié
Méthode d'échantillonnage	Protocole nécessaire pour la répétabilité	Échantillonnage direct (tubes colorimétriques ou instruments), indirect (échantillonnage et analyses au labo)	Techniques variées mais requiert une préconcentration pour les échantillons d'air ambiant	Sac Tedlar	Échantillonnage direct
Limite de détection	Généralement bonne mais peut varier selon l'environnement et les composés mesurés	Dépend de la méthode – généralement > 0,1 ppm	env. 1.5 ug/m ³	env. 50 dilutions	Non applicable (détecte des variations et non des concentrations absolues)
Variabilité	Élevée, améliorée par l'application du protocole d'investigation	+/- 5 à 20%	+/- 10%	+/- 40% ¹	Inconnue
Facilité d'interprétation	Raisonnable si le protocole est suivi	Dépend de la méthode (très facile pour les tubes colorimétriques)	Souvent faible	Bonne	Bonne
Coût unitaire relatif	Faible	Faible à modéré, dépend de la méthode. L'échantillonnage a un coût modéré à élevé	Modéré à élevé. L'échantillonnage a un coût modéré à élevé	Modéré à élevé. L'échantillonnage a un coût modéré à élevé	Modéré à élevé.

¹ valeur fournie par le rapport IPPC H4 200. La norme CEN 13725 prévoit une plus large fourchette de variabilité: entre 0,5 et 2 fois la valeur mesurée sur l'échantillon

À titre d'information complémentaire sur les avantages et inconvénients des deux catégories de méthodes de mesure des odeurs, les Dr. Anke Bockreis et Iris Steinberg ont présenté une brève comparaison de la méthode de mesure analytique TD-GC-MS et de la méthode sensorielle la plus standardisée, l'olfactométrie à dilution dynamique ("Up-to-date odour measurement technologies as tools for odour characterisation, sampling and odour impact prediction", ECN Odour Management Workshop, Aschaffenburg, 20-22 mars 2003):

Qualified for...	Analytical	Sensorial
determination of odour concentration	☹	☺
determination of single substances	☺	☹
continuous measuring	☺	☹
objective result	☺	☹
repeatability	☺	☹

Fig 6: Comparaison entre la méthode analytique (méthode TD-GC-MS) et la méthode sensorielle (olfactométrie à dilution dynamique).

PREVENTION DE L'IMPACT DES ODEURS: METHODES DES DISTANCES

Après avoir caractérisé la charge et l'impact que peut avoir l'émission d'une source odorante sur les populations riveraines et les méthodes existant à ce jour pour les mesurer, il faut également signaler l'existence de méthodes permettant de déterminer la distance ou la zone d'impact à l'immission, soit autrement qu'en mesurant directement l'activité à la source, mais en évaluant la distance limite à partir de laquelle une odeur ne peut plus être considérée comme génératrice de nuisance. Cette distance est approchée par l'ensemble des méthodes présentées ci-dessous.

Méthode 13 Distances fixes

Application: Installations agricoles

Description: La méthode des distances fixes concerne plus spécifiquement les odeurs du secteur agricole. Les législations en vigueur dans plusieurs pays d'Europe visent à fixer les distances de séparation entre les bâtiments d'élevage et les zones d'habitats. C'est le cas actuellement pour la France et la Région Wallonne, les distances étant de 300 à 400 mètres dans notre région.

Caractéristiques: Cette méthode présente l'avantage de n'être ni complexe ni coûteuse. Cependant elle n'est pas assez discriminatoire envers certains éleveurs qui, par exemple, auraient pris des mesures pour l'abattage des odeurs, ou disposeraient d'installations modernes mieux conçues pour la dispersion des odeurs.

Méthode 14 Lignes-guides

Application: Installations agricoles

Description: D'autres pays ou régions, comme la Flandre, les Pays-Bas, l'Allemagne ou le Québec, possèdent une législation s'appliquant sur base de lignes-guides, toujours dans le domaine de l'élevage. Ces lignes-guides permettent le calcul des distances à partir de formules ou d'abaques empiriques. Ces distances sont alors fonction du nombre et du type d'animaux, du mode de gestion de l'élevage et des effluents (infrastructure, ventilation, type de litière, stockage des effluents,...), du voisinage, etc. La formule-type est une formule puissance dont l'exposant varie entre 0.2 et 0.7 selon la ligne-guide:

$$D = \alpha \cdot f_D f_L (N f_A f_T)^n$$

où α est un coefficient, f_D , f_L , f_A et f_T sont respectivement un facteur de dispersion, un facteur de voisinage, un facteur animal et un facteur technique, N est le nombre d'animaux et n un exposant.

Remarque importante: Cette méthode peut avantageusement être étendue à tout type de petites installations odorantes, dont les facteurs techniques peuvent aisément être évalués, quantifiés et synthétisés (usine d'enrobage, station d'épuration). La méthode gagnerait à être approfondie par une étude portant sur une évaluation d'un facteur technique dépendant du secteur étudié ce qui permettrait de moduler la formule de base présentée ci-dessus en fonction du type d'installation. Ceci rejoint dans un sens la méthode des facteurs d'émission pour laquelle il sera nécessaire également d'actualiser ces facteurs par la prise en compte de nouvelles techniques de construction et d'abattement des odeurs.

Méthode 15 Percentiles

Description: Le concept de percentile associe la notion de distances à une notion de variabilité temporelle de la perception de l'odeur. Les percentiles délimitent une zone dans laquelle l'odeur est perçue un certain pourcentage du temps au cours d'une période et à une concentration donnée.

Par exemple, le percentile 98 à 5 uo/m^3 sur an représente la zone au-delà de laquelle l'odeur (à une concentration de 5 uo/m^3) est perçue pendant moins de 2% de l'année. Ce percentile particulier est défini par Watts et Sweeten (1995) comme étant la limite entre "l'impact acceptable" et "l'impact inacceptable" d'une pollution odorante dans la population. Cet aspect est schématisé dans la figure suivante :

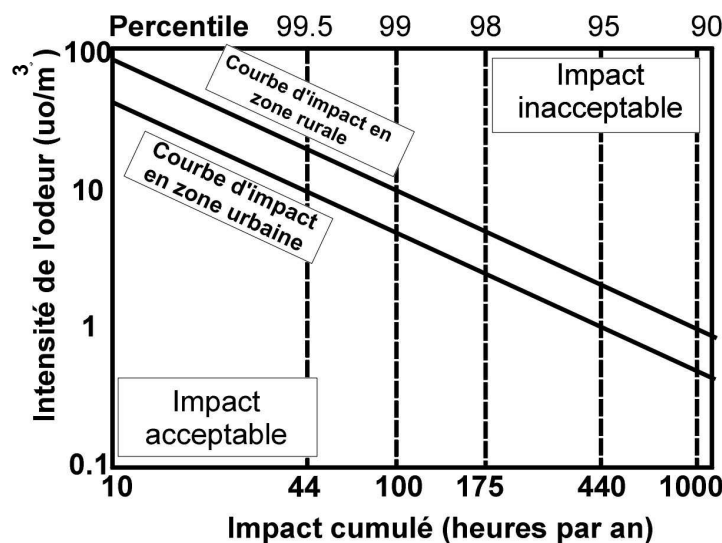


Fig 7: Courbe de l'impact d'une nuisance olfactive à partir des valeurs d'intensité et des percentiles de perception

Le calcul des percentiles se fait généralement simultanément avec le calcul du débit d'odeur dans la méthode 7 décrite ci-dessus et sa variante "sources discontinues" (perception des odeurs par bouffées). Le modèle de dispersion des odeurs utilisé par ces méthodes est en effet capable de calculer, à partir du débit d'odeur moyen et du climat du site (données météorologiques typiques), les courbes iso-concentrations pour différents percentiles de temps de perception.

L'avantage de cette méthode réside principalement dans la facilité d'application pour une éventuelle législation. Le schéma montre l'équivalence de la nuisance entre un percentile 95 à 1 uo/m³ (seuil de détection) par et un percentile 99.5 à 2 uo/m³.

Cependant le type de modèle utilisé peut grandement influencer les dimensions de la courbe d'iso-concentration obtenue. Il existe en effet plusieurs types de modèles en fonction de l'algorithme employé: modèle *bi-gaussien*, modèle *lagrangien* et modèle *eulérien* (Nicolas, Craffe, 2003). Pour les odeurs, c'est le modèle gaussien qui est le plus utilisé; couplé à l'algorithme de Gifford (effet de serpentement du panache odorant) auquel est appliquée la correction de Turner qui permet de mieux prendre en compte les pics momentanés d'odeur auxquels le nez humain est particulièrement sensible. Ce modèle permet donc de tenir compte des fluctuations des concentrations. Certains gouvernements (Pays-Bas et Allemagne) possèdent leur propre modèle de dispersion servant de référence nationale pour toutes les études réalisées dans ces pays.

Méthode 16 Distance maximale

Description: Il existe une méthode simplifiée permettant le calcul d'une distance maximale à partir des courbes iso-odeurs. Les concentrations d'odeur servant à délimiter ces courbes peuvent être tirées d'une forme simplifiée de l'équation de dispersion bi-gaussienne. Le principe exposé ci-dessous est extrait du Rapport intermédiaire – Partie "odeurs" réalisé pour la convention "Plan de l'air en Région Wallonne" (Craffe, 2003):

Si la source émet au ras du sol et que les algorithmes spécifiques à la dispersion d'une odeur sont négligés, l'équation de dispersion bi-gaussienne se résume à la formule suivante :

$$C = Q / (2\pi v \sigma_y \sigma_z)$$

Avec :

C = concentration de l'odeur au point mesuré.

Q = débit d'odeur à la source.

v = vitesse du vent.

σ_y et σ_z = écart-types de la loi de Gauss au point mesuré.

Si les coordonnées du point le plus éloigné de la courbe limite de perception olfactive (celui qui est face au vent) sont connues, l'équation s'écrit :

$$C = 1 \text{ uo/m}^3$$

$$\text{et donc } Q = 2\pi v \sigma_y \sigma_z.$$

Connaissant la distance entre la source et ce point, les écarts-types sont calculés par des relations-types. Il ne manque plus que la connaissance de v qui est donnée par la station météo la plus proche. Q est ainsi déduit. Puis, comme dans les méthodes précédentes, le logiciel de modélisation est utilisé afin de déterminer les courbes iso-odeurs. Il est à noter que cette méthode peut être affinée en répétant l'opération dans x cas météorologiques différents afin de déterminer un Q moyen.

ANNEXES

Annexe 1: Exemple de protocole pour le traçage d'odeur (“sniff-testing”)

(Also referred to as olfactometric screening or simplified olfactometric testing).

This protocol is included here in order to ensure a consistent approach to the assessment of odours on and around PPC installations. This is a very useful quick test which can provide a subjective “snap-shot” assessment of the presence, strength and character of an odour either within an installation boundary, at the boundary or in the area/community surrounding the site.

The assessment might be carried out for the following reasons:

- as part of the routine regulation of an installation
- by the Operator to assess his state of compliance, and
- as a tool in complaint investigation - used by Operator or Regulator.

Routine assessments can help to build up a picture of the odour impact of the installation on the surrounding environment over a period of time. Assessments which are targeted at adverse weather conditions or particularly odorous cycles of an operation allow “worst case” scenarios to be developed. Ideally the same methodology should be used to follow up complaints.

A record should be kept of the meteorological conditions at the time of testing together with information relating to the operations and activities being undertaken at the time.

The general principles are covered below. A full procedure for assessing odour from Waste Management Facilities is given in [Reference 13](#).

General considerations

When undertaking an assessment, the following points need to be considered.

- Frequency of assessment should be determined by the potential for odour generation, the number of complaints or as required by any relevant Permit conditions.
- Consideration may also need to be given to evaluating the sensitivity of the person(s) carrying out this form of assessment. If necessary this can be confirmed by means of olfactometry. Obviously anyone with a poor sense of smell should be excluded. It is important to remember that regular exposure to a particular odour can produce olfactory fatigue. This can be particularly relevant where an Operator carries out daily checks at the perimeter or further afield.
- To improve (or to check) data quality the test can be conducted by two persons working independently during the same time period.
- The person(s) undertaking the assessment should avoid strong food or drinks, including coffee, for at least half an hour before undertaking the assessment. Strongly scented toiletries should be avoided as well as the use of deodorisers in the vehicle used during the assessment.
- Colds, sinusitis or sore throat can affect the sense of smell. Planned assessments should be re-scheduled if possible or undertaken by someone else, otherwise the fact should be clearly noted on the report.
- The health and safety of the individual undertaking the assessment should not be compromised. Containers or vents should never be sniffed where there is any possibility of them containing, or having contained, substances which may be harmful, or if the content is unknown. The Agency’s Health & Safety Procedures Manual should be consulted as appropriate.

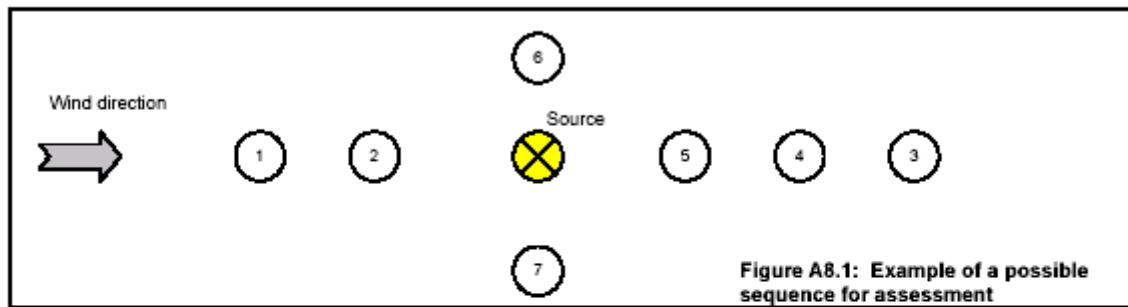
Testing location

Where possible move from areas of weaker strength to stronger. The exact location will depend on the purpose of the assessment but when investigating off-installation odour start well down wind and move towards the installation. It should be remembered that an odour may change in character over a distance as a result of dilution and/or conversion (see [Section 3.1.4](#)).

A number of factors may determine the choice of location, including:

- permit conditions relating to the installation boundary or sensitive receptors
- complaints received
- proximity of housing to the installation
- wind direction at the time of testing.

An assessment may involve walking along a route selected according to the above factors, or to the conditions found upon arrival. Alternatively points may be fixed in order to evaluate the changing situation over a period of some weeks or months, or may vary from test to test according to local conditions. The latter may be of use in identifying worst case conditions.



Data collection and recording

Parameters of interest are:

- detectability / Intensity
- extent & persistence
- sensitivity of the location where the assessment is being made with regard to receptors, and
- offensiveness

A note should also be made of any external activities such as agricultural practices that could be either the source, a contributor to, or a confounding factor in a particular odour event.

The categories of intensity, extent and sensitivity are:

DETECTABILITY / INTENSITY

- 1 No detectable odour
- 2 Faint odour (barely detectable, need to stand still and inhale facing into the wind)
- 3 Moderate odour (odour easily detected while walking & breathing normally)
- 4 Strong odour
- 5 Very strong odour (possibly causing nausea)

EXTENT & PERSISTENCE (assuming odour detectable, if not then 0)

- 1 Local & transient (only detected on installation or at installation boundary during brief periods when wind drops or blows)
- 2 Transient as above, but detected away from installation boundary
- 3 Persistent, but fairly localised
- 4 Persistent and pervasive up to 50m from plant or installation boundary
- 5 Persistent and widespread (odour detected >50 m from installation boundary)

SENSITIVITY OF LOCATION WHERE ODOUR DETECTED (assuming detectable, if not then 0)

- 1 Remote (no housing, commercial/industrial premises or public area within 500m)
- 2 Low sensitivity (no housing, etc. within 100m of area affected by odour)
- 3 Moderate sensitivity (housing, etc. within 100m of area affected by odour)
- 4 High sensitivity (housing, etc. within area affected by odour)
- 5 Extra sensitive (complaints arising from residents within area affected by odour)

OFFENSIVENESS:

The assessment of the offensiveness of odour is necessarily based upon the subjective sensory olfactory response of an observer. Determination of offensiveness depends upon intensity in addition to character, frequency of exposure and persistence (see below).

The determination of whether the odour is "offensive" should be made on the basis that episodes of odour exposure in the locality could be frequent and persistent. The determining officer may be exposed for a few minutes only but the determination needs to take into account the likely long-term response of nearby receptors who may be

exposed on a regular basis. Clearly, some odours are more offensive than others but it should be remembered that any odour has the potential to be offensive, depending upon factors such as concentration, duration and frequency of exposure, the context within which the exposure takes place and other factors unique to the individual exposed. The instantaneous impression may be of a relatively inoffensive odour but regular exposure, particularly at high concentration, often leads to a change in perception.

The following matters should be considered when determining the degree of potential offence.

Nature/character - odours that would be generally accepted as 'unpleasant' will be potentially offensive. For example, odours from an oil refinery would generally be accepted as unpleasant in comparison to odour from, for example, a bakery. The strength of an odour referenced to its detection threshold can be quantified and the higher the odour strength, the more the likelihood of an odour being detected.

Frequency of exposure - odours that are released frequently or continuously from the installation are more likely to be determined to be offensive than occasional transient releases. Odour frequency is often assessed in conjunction with persistence in the environment.

Persistence - odours which persist in the environment for a long period after release (that is do not readily disperse to a level where the odour is no longer detected) are more likely to be judged as offensive. Less unpleasant odours may be offensive if the releases are continuous or frequent and persistent. The persistence of an odour is also affected by the meteorological conditions.

Categories for **OFFENSIVENESS** are, (taking into account strength, persistence and typical frequency of exposure):

- 1 Potentially offensive
- 2 Moderately offensive
- 3 Very offensive

The observation period should be over a standard time, generally 5 minutes at each location. During this time the intensity and extent can be evaluated.

A record should be made of the atmospheric condition prevalent during the assessment. In the absence of an anemometer, the wind speed can be approximated using the Beaufort scale.

Installation-specific information should be recorded - activities being undertaken, deliveries made, process operating parameters, any departures from "normal" operating conditions or activities.

Beaufort scale

Table A8.1: The Beaufort scale

Force	Description	Observation	km/hr
0	Calm	Smoke rises vertically	0
1	Light air	Direction of wind shown by smoke drift, but not wind vane	1-5
2	Light breeze	Wind felt on face; leaves rustle, ordinary vane moved by wind	6-11
3	Gentle breeze	Leaves and small twigs in constant motion	12-19
4	Moderate breeze	Raises dust and loose paper; small branches are moved	20-29
5	Fresh breeze	Small trees in leaf begin to sway, small branches are moved	30-39
6	Strong breeze	Large branches in motion; umbrellas used with difficulty	40-50
7	Near gale	Whole trees in motion; inconvenience felt when walking against wind	51-61

Key reporting parameters

The key reporting parameters are set out in the following suggested example of a reporting form :

ODOUR ASSESSMENT REPORT

FILE NO.

INSTALLATION/ LOCATION		DATE	
Weather		Wind (strength & direction)	
Temperature (deg. C)		Bar. Pressure (mbar) if known	
Ground condition		General air stability, (if known)	
General air quality		Cloud cover/height Low, high, very high	
Time: start		Time: Finish	

Plan attached showing location & extent of odour

Yes/No

COMPLAINT RECEIVED	Yes/No	Date & Time complaint(s) received	
Location of complaint area		Number of complaints which may relate to same source	
Grid Reference (where location is not a property)		Time odour noticed & duration	

TEST LOCATION (and time)	Intensity 1 - 5	Extent 1 - 5	Sensit- ivity 1 - 5	Offensive ness 1 - 3	Sources within the installation(potential or actual)	External sources (i.e. potentially confounding sources/factors)

Additional comments

Signature:

Persons contacted regarding process:

Action required (continue overleaf if required)

Annexe 2: Scores hédoniques et seuils olfactifs

Odour descriptors

Descriptors can help to establish the source of an odour and it is useful, when recording information from a complainant, to seek their description of the odour.

It should be noted that some commercial substances have odour characteristics which are very different to the pure form - for example, carbon disulphide (CS₂) has an ethereal (fruity) odour that is far more "pleasant" than the commercial grade which has a "rotten cabbage" smell resulting from the presence of impurities (mercaptans).

Table A10.1: Odour descriptors for commonly encountered compounds

Substance	Odour	Substance	Odour
Acetaldehyde	Apple, stimulant	Dimethyl sulphide	Rotten vegetable
Acetic acid	sour vinegar	Diphenylamine	Floral
Acetone	chemical/sweetish/solvent	Diphenyl sulphide	Burnt rubber
Acetonitrile	Ethereal	Ethanol	Pleasant, sweet
Acrylaldehyde	Burning fat	Ethyl acetate	Fragrant
Acrolein	Burnt sweet, pungent	Ethyl acrylate	Hot plastic, earthy
Acrylonitrile	Onion, garlic, pungent	Ethylbenzene	Aromatic
Aldehydes C9	Floral, waxy	Ethyl mercaptan	Garlic/onion, sewer, decayed cabbage, earthy
Aldehydes C10	Orange peel	Formaldehyde	Disinfectant, hay/straw-like, pungent
Allyl alcohol	Pungent, mustard like	Furfuryl alcohol	Ethereal
Allyl chloride	Garlic onion pungent	n-Hexane	Solvent
Amines	Fishy, pungent	Hydrogen sulphide	Rotten eggs
Ammonia	Sharp, pungent odour	Indole	Excreta
Aniline	Pungent	Iodoform	Antiseptic
Benzene	Solvent	Methanol	Medicinal, sweet
Benzaldehyde	Bitter almonds	Methyl ethyl ketone	Sweet
Benzyl acetate	Floral (jasmine), fruity	Methyl isobutyl ketone	Sweet
Benzyl chloride	Solvent	Methyl mercaptan	Skunk, sewer, rotten cabbage
Bromine	Bleach, pungent	Methyl methacrylate	Pungent, sulphide like
Sec-Butyl acetate	Fruity	Methyl sulphide	Decayed vegetables
Butyric acid	Sweat, body odour	Naphthalene	Moth balls
Camphor	Medicinal	Nitrobenzene	Bitter almonds
Caprylic acid	Animal like	Phenol	Sweet, tarry odour, carbolic acid
Carbon disulphide	Rotten vegetable	Pinenes	Resinous, woody, pine-like
Chlorine	Irritating, bleach, pungent	Propyl mercaptan	Skunk
Chlorobenzene	Moth balls	Putrescine	Decaying flesh
2-Chloroethanol	Faint, ethereal	Pyridine	Nauseating, burnt
Chloroform	Sweet	Skatole	Excreta, faecal odour
Chlorophenol	Medicinal	Styrene	Penetrating, rubbery, plastic
p-Cresol	Tar-like, pungent	Sulphur dioxide	Pungent, irritating odour
Cyclohexane	Sweetish when pure, pungent when contaminated	Thiocresol	Rancid, skunklike odour
Cyclohexanol	Camphor, methanol	Toluene	Floral, pungent, moth balls
Cyclohexanone	Acetone-like	Trichloroethylene	Solventy
Diamines	Rotten flesh	Triethylamine	Fishy, pungent
1,1-Dichloroethane	Ether-like	Valeric acid	Sweat, body odour, cheese
1,2-Dichloroethylene	Chloroform-like	Vinyl chloride	Faintly sweet
Diethyl ether	Pungent	Xylene	Aromatic, sweet
Dimethylacetamide	Amine, burnt, oily		

ReferencesThe Royal Society of Chemistry, "Chemical Safety Data Sheets" Volumes 1 and 5.

Knowlton J and Pearce S, "Handbook of Cosmetic Science and Technology".

Leonardos G, Kendall D and Bernard N, "Odour threshold determinations of 53 odorant chemicals" JAPCA Volume 19, No 2, 1959.

Turk, "Atmospheric gases and vapors" Annals New York Academy of Sciences.

Hedonic Scores (1)

This table is continued on the following page.

These scores are also referred to as "Dravnieks" and are derived from laboratory-based experiments. They give an indication of the relative pleasantness or unpleasantness of one odour when compared to another. When considering odours from industrial activities, the descriptors given in the previous table can be used. Alternatively refer to the European odour ranking survey results in [Appendix 2](#).

Use of these scores

The higher the positive "score", the more "pleasant" the odour descriptor, and the greater the negative figure the more "unpleasant" the odour descriptor. The terms pleasant and unpleasant are used to indicate relative response rather than a sign of a positive or negative level of satisfaction. Zero cannot be considered to be neutral.

Table A10.2: Hedonic scores (1)

Description	Hedonic Score	Description	Hedonic Score	Description	Hedonic Score
Cadaverous (dead animal)	-3.75	Fishy	-1.98	Wet paper	-0.94
Putrid, foul, decayed	-3.74	Musty, earthy, mouldy	-1.94	Medicinal	-0.89
Sewer odour	-3.68	Sooty	-1.69	Chalky	-0.85
Cat urine	-3.64	Cleaning fluid	-1.69	Varnish	-0.85
Faecal (like manure)	-3.36	Kerosene	-1.67	Nail polish remover	-0.81
Sickening (vomit)	-3.34	Blood, raw meat	-1.64	Paint	-0.75
Urine	-3.34	Chemical	-1.64	Turpentine (pine oil)	-0.73
Rancid	-3.15	Tar	-1.63	Kippery-smoked fish	-0.69
Burnt rubber	-3.01	Disinfectant, carbolic	-1.60	Fresh tobacco smoke	-0.66
Sour milk	-2.91	Ether, anaesthetic	-1.54	Sauerkraut	-0.60
Stale tobacco smoke	-2.83	Burn, smoky	-1.53	Camphor	-0.55
Fermented (rotten) fruit	-2.76	Burnt paper	-1.47	Cardboard	-0.54
Dirty linen	-2.55	Oily, fatty	-1.41	Alcoholic	-0.47
Sweaty	-2.53	Bitter	-1.38	Crushed weeds	-0.21
Ammonia	-2.47	Creosote	-1.35	Garlic, onion	-0.17
Sulphurous	-2.45	Sour, vinegar	-1.26	Rope	-0.16
Sharp, pungent, acid	-2.34	Mothballs	-1.25	Beery	-0.14
Household gas	-2.30	Gasoline, solvent	-1.16	Burnt candle	-0.08
Wet wool, wet dog	-2.28	Animal	-1.13	Yeasty	-0.07
Mouse-like	-2.20	Seminal, sperm-like	-1.04	Dry, powdery	-0.07
Burnt milk	-2.19	New rubber	-0.96		
Stale	-2.04	Metallic	-0.94		

Hedonic Scores (2)

Table A10.2: Hedonic scores (2)

Description	Hedonic Score	Description	Hedonic Score	Description	Hedonic Score
Cork	0.19	Crushed grass	1.34	Maple syrup	2.26
Black pepper	0.19	Celery	1.36	Pear	2.26
Musky	0.21	Green pepper	1.39	Caramel	2.32
Raw potato	0.28	Tea leaves	1.40	Coffee	2.33
Eggy (fresh eggs)	0.45	Aromatic	1.41	Meaty (cooked, good)	2.34
Mushroom	0.52	Raisins	1.56	Melon	2.41
Beany	0.54	Cooked vegetables	1.58	Popcorn	2.47
Geranium leaves	0.57	Clove	1.67	Minty, peppermint	2.50
Grainy (as grain)	0.63	Nutty	1.92	Lemon	2.50
Dill	0.87	Coconut	1.93	Fragrant	2.52
Woody, resinous	0.94	Grapefruit	1.95	Fried chicken	2.53
Soapy	0.96	Perfumery	1.96	Cinnamon	2.54
Laurel leaves	0.97	Peanut butter	1.99	Cherry	2.55
Eucalyptus	0.99	Spicy	1.99	Vanilla	2.57
Molasses	1.00	Banana	2.00	Pineapple	2.59
Incense	1.01	Almond	2.01	Apple	2.61
Malty	1.05	Sweet	2.03	Peach	2.67
Caraway	1.06	Buttery, fresh butter	2.04	Violets	2.68
Soupy	1.13	Grape juice	2.07	Fruity, citrus	2.72
Bark, birch bark	1.18	Honey	2.08	Chocolate	2.78
Anise (liquorice)	1.21	Cedarwood	2.11	Floral	2.79
Oak wood, cognac	1.23	Herbal, green, cut grass	2.14	Orange	2.86
Seasoning (for meat)	1.27	Cologne	2.16	Strawberry	2.93
Leather	1.30	Fresh green vegetables	2.19	Rose	3.08
Raw cucumber	1.30	Fruity, other than citrus	2.23	Bakery (fresh bread)	3.53
Hay	1.31	Lavender	2.25		

References

(Reference 20) Dravnieks A, Masurat T, Lamm R A, "Hedonics of Odours and Odour Descriptors": in *Journal of the Air Pollution Control Association*, July 1984, Vol. 34 No. 7, pp 752-755

(Reference 13) Guidance for the Regulation of Odour at Waste Management Facilities under the Waste Management Licensing Regulations, July 2001, Version 2.3

Odour threshold values

The quality of odour detection threshold data can be poor. "Odour measurement and control - an update" (Woodfield and Hall 1994) (Reference 26) differentiates between chemicals for which threshold values have been determined by a recognised test method (dynamic dilution olfactometry), and those chemicals where threshold values have not been determined by a recognised test method. The data quality for compounds determined by recognised methods are more likely to approach the "true value". The table below contains those odour threshold values which have been determined using recognised test methodologies.

Table A10.3: Odour threshold values of common odorants

Compound	mg m ⁻³	ppm	Compound	mg m ⁻³	ppm
Acetic acid	0.043	0.016	2-Hydroxyethyl acetate	0.527	0.114
Acetic anhydride	0.0013	0.00029	Light fuel oil	0.053	
Acetone	13.9	4.58	3-Methylbutanal	0.0016	0.0004
Acrylic acid	0.0013	0.0004	2-Methyl-1-butanol	0.16	0.041
Amyl acetate	0.95	0.163	Methylthiomethane	0.0011	0.00026
iso Amyl acetate	0.022	0.0038	2-Methyl 5-ethyl pyridine	0.032	0.006
Benzene	32.5	8.65	Methyl methacrylate	0.38	0.085
1,3-Butadiene	1.1	0.455	3-Methoxybutyl acetate	0.044	0.007
1-Butanol	0.09	0.03	1-Methoxypropan-2-ol	0.0122	0.003
2-Butanol	3.3	1	1-Methoxy-2-propylacetate	0.0075	0.0014
2-Butanone (MEK)	0.87	0.27	2-Methyl-1-pentanol	0.096	0.021
Butoxybutane	0.03	0.005	2-Methyl pentaldehyde	0.09	0.02
2-Butoxyethanol	0.0051	0.00097	4-Methyl-2-pentanone (MIBK)	0.54	0.121
2-Butoxyethyl acetate	0.045	0.0063	2-Methyl-2-propanol	71	21.46
Butoxypropanol	0.191	0.0324	α-Methyl styrene	0.021	0.003
Butyl acetate	0.047	0.0066	1-Nitropropane	28.2	7.09
2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	0.0092	0.0013	1-Octene	0.33	0.066
2,2-butoxyethoxyethyl acetate	0.015	0.0016	2-Octene	0.5	0.1
Carbon tetrachloride	280	40.73	2-Octyne	0.03	0.006
Carbon sulphide	0.0275	0.0102	2,4-Pentanedione	0.045	0.01
m-Cresol	0.0013	0.0003	1-Pentanol	0.02	0.0051
o-Cresol	0.0028	0.0005	Petroleum naptha	0.2	
p-Cresol	0.0029	0.0006	Phenyl ether	0.0021	0.0003
Cyclohexane	315	83.8	2-Picoline	0.014	0.0034
Cyclohexanone	0.083	0.019	Propanal	0.014	0.0054
Dichloromethane	3.42	0.912	2-Propanol	1.185	0.442
Diesel	0.06		2-Propen-1-ol	1.2	0.47
Dimethyl adipate	7.101	0.913	iso Propylamine	0.158	0.06
Dimethyl glutarate	1.212	0.169	Propylbenzene	0.048	0.009
Dimethyl succinate	0.992	0.152	Propylene-n-butylether	0.206	0.01
1,4-Dioxane	30.6	7.78	Propyl ether	0.024	0.0053
1,3-Dioxolane	56.3	17.02	Styrene	0.16	0.0344
Diphenylmethane	0.41	0.55	1,1,2,2-Tetrachloroethane	1.6	0.21
Ethoxypropanol	0.161	0.035	Toluene	0.644	0.16
Ethoxypropyl acetate	0.0052	0.0008	Trichloroethylene	8	1.36
Ethyl acetate	2.41	0.61	Trimethylamine	0.0028	0.001
Ethyl alcohol	0.28	0.136	Xylene (mixed)	0.078	0.016
2-Ethyl-1-butanol	0.07	0.015	2,3 Xylenol	0.0037	0.0007
2-Ethyl-1-hexanol	0.5	0.086	2,4 Xylenol	0.064	0.0117
2-Ethylhexyl acrylate	0.6	0.073			
2-Furaldehyde	0.25	0.058			
1-Hexanol	0.005	0.0011			
Hydrogen sulphide	0.00076	0.0005			

Other sources of threshold values

Compilation of odour threshold values in air and water, Central Institute for Nutrition and Food Research, TNO, Netherlands, June 1997. Editors: van Gembert L J; Nettenbrejer A H.

Compilation of odour and taste threshold values data, American Society for Testing and Materials, ASTM Data Series DS 48A. Editor: Fazzalari F A.

The documents listed above contain odour threshold values for a much wider range of substances. The fact that a document is listed does not necessarily mean that the values given are consistent with other documents and it is advisable to cross-check values with more than one source as there can be considerable variation. This list is not exhaustive and other published values exist.

Converting mg/m³ to odour units using odour threshold values

Chemical analysis of a sample taken at source can be used to determine a mass emission or compliance with an emission limit. The emission can be modelled to give a predicted ground level concentration at receptors.

To allow the impact of a source to be considered in terms of odour concentration, the data can be converted to odour units by using odour threshold values as given overleaf. This can be only reliably be applied to single compounds. It does not work well with mixtures (ie by adding the relative contributions of each to the total mixture) as it does not take synergistic or additive effects into account.

The odour concentration of a mixture can be estimated by:

$$D = C_a/T_a$$

D is the odour concentration of a mixture (dimensionless, odour units ouE m⁻³)

C_a is the chemical concentration of compound (a) in mg m⁻³

T_a is the published odour threshold value of compound (a) in mg m⁻³

However, there can be large uncertainties in the:

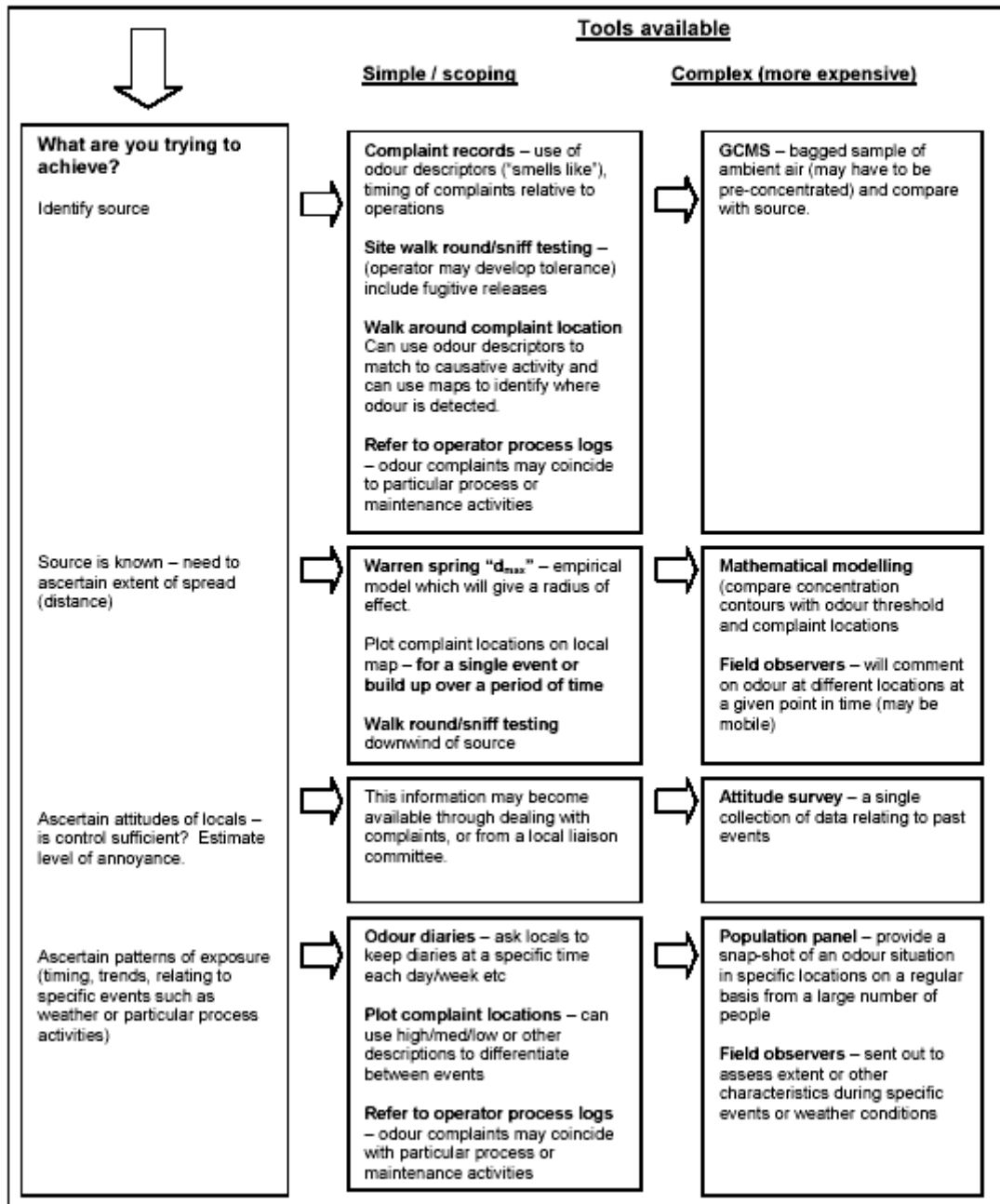
- **quality of threshold data;**
- **quality of chemical data.**

Annexe 3: Outils pour mener l'enquête riverains

Where the source and/or extent of odour impact are not immediately obvious, there are a number of tools of varying complexity available for investigative purposes. These are summarised and compared in [Figure A9.1](#), below

The methodologies shown below are described in more detail in Part 2 of this document "Assessment & Control".

Figure A9.1: Complaint investigation tools



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFNOR, Mesures olfactométriques, Mesurage de l'odeur d'un effluent gazeux - Méthodes supraliminaire, NFX 43-103, 1996.

ASTM E544-75,88: Standard Practice for Suprathreshold Intensity Measurement, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1989.

Bockreis A., Steinberg I., *Up-to-date odour measurement technologies as tools for odour characterisation, sampling and odour impact prediction*, ECN Odour Management Workshop, Aschaffenburg, 20-22 mars 2003

Both R., Sucker K., Winneke G., Koch E., Odour intensity and hedonic tone - important parameters to describe odour annoyance of residents?, 2nd IWA International workshop & conference, Odour & Voc's, Singapore, 14-17 September, 2003.

Craffe F., Étude comparative entre les différentes méthodes de caractérisation quantitative et qualitative des odeurs dans l'environnement dans le but de déterminer une méthode applicable en région wallonne, Convention "Plan de l'air en Région Wallonne", Rapport intermédiaire – Partie "odeurs", FUL, Arlon 2003.

Devos M., Patte F., Rouault J., Laffort P., Van Gemert L.J., 1990. Standardized human olfactory thresholds. IRL Press at Oxford University Press, 165 p.

European Standard "Air quality-Determination of odour concentration by dynamic olfactometry", EN13725, 2003.

GGD-richtlijn Geurhinder, Stichting Instituut GGD Nederland, octobre 2002

Hartung E., Jungbluth T., Determination of the odor plume boundaries from animal houses, 5th international Symposium of livestock environment, Bloomington, MN, 1997.

<http://mrw.wallonie.be/dgrne/data/dechets/cet/>

IPPC, Technical guidance note, Consultation draft : IPPC H4, Horizontal guidance for odour, Part 2 – Assessment and control, Environment Agency, Bristol 2002.

Li J., Bundy D. S., Hoff S. J., Liu Q., Field odor measurement and applications of Gaussian plume model, ASAE paper n°944054, St Joseph, MI, 1994.

Müsken et al., *A composting plant as a public nuisance, How to deal with neighbourhood complaints and citizens' action committees*, ECN Odour Management Workshop, Aschaffenburg, 20-22 mars 2003

Nicolas J., Mesure des odeurs dans l'environnement (cours), Surveillance de l'environnement, FUL, Arlon, 2000.

Nicolas J., Campagne de mesure des odeurs de plusieurs CET en région wallonne, FUL-ISSEP, Arlon 2002.

Nicolas J., Craffe F, La modélisation de la dispersion atmosphérique. Cas particulier des odeurs, FUL, Arlon 2003.

Nicolas J., Otte B., Vers une proposition de mode de détermination de la distance minimale à respecter entre les bâtiments d'élevage et les habitations, ULg, Arlon 2004.

Odour measurement and control – An update, Woodfield & Hall (editors), AEA Technology for DoE, 1994, ISBN 0856248258

Pagé Th., Guy Chr., Odor dispersion modelling, Presentation at the Air & Waste management Association's 90th Annual Meeting & Exhibition, June 8-13, 1997, Toronto, Ontario, Canada.

Tecnovir, Tecnodor - olfactomètre portable pour la mesure de l'intensité odorante sur le terrain, http://www3.sympatico.ca/tecnovir.int/fra_TECNOVIR.htm, 2004.

Van Harreveld T., From odorant formation to odour nuisance : new definitions for discussing a complex process, Water Science and Technology, 44, 9 (2001) 9-15

VDI, Bestimmung der Geruchsstoffimmission durch Begehungen, VDI 3940, 1993.

VDI, Bestimmung der Geruchsintensität, VDI 3882, Blatt 1, 2003.

VDI, Olfaktometrie – Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung, VDI 3882, Blatt 2, 2003.

VROM, Document Meten en rekenen geur, nr. 115, Publikatierreeks lucht & energie, Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directoraat-Generaal Milieubeheer, Zoetermeer, Nederlands, décembre 1994.

Watts, P.J., Sweeten, J.M. (1995) *Toward a better regulatory model for odour*. In : Proceedings of the Feedlot Waste Management Conference, Queensland, Australia.