

ENSP
ECOLE NATIONALE DE
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES

Ateliers de Santé Environnementale

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2005 - 2006**

**EVALUATION ET GESTION DES
RISQUES LIES AUX SITUATIONS
DE NUISANCES OLFACTIVES**

Cédric BOUR

Eline ROMAIN

Aurélie THOUET

Référent pédagogique : Rémi Démillac

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à adresser nos remerciements à Rémi DEMILLAC pour ses conseils avisés quant à la construction de ce rapport, ainsi qu'à Jean CARRE pour sa pugnacité dans la recherche des articles que nous lui avons demandés...

De plus, nous souhaitons remercier Lionel POURTIER pour nous avoir permis d'assister à son cours, et pour les précieuses informations que cela nous a apportées.

Enfin, un grand merci à Cédric VALLET, doctorant à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes pour son aide lors de nos recherches bibliographiques.

Sommaire

Introduction	3
1 Odeurs & nuisances olfactives	4
1.1 Notion d'odeur.....	4
1.2 Olfaction et perception des odeurs.....	4
1.2.1 Aspect physiologique de l'olfaction.....	5
1.2.2 Dimensions d'une odeur.....	7
1.2.3 Le seuil de détection ou seuil olfactif.....	8
1.3 Concept de nuisance olfactive	9
1.4 Classification des principaux composés odorants.....	10
1.4.1 Nature et classification des molécules odorantes	10
1.4.2 Propriétés des molécules odorantes.....	11
1.5 Principales sources d'odeurs environnementales.....	12
1.5.1 Introduction.....	12
1.5.2 Secteurs énergétiques, sidérurgiques et chimiques.....	12
1.5.3 Secteurs agricoles et agroalimentaires.....	12
1.5.4 Secteurs de gestion de déchets	13
2 Évaluation de l'exposition.....	13
2.1 Approche Préliminaire.....	13
2.2 Modélisation de la dispersion des odeurs	14
2.2.1 Paramètres d'entrée des modèles	14
2.2.2 Modèles de dispersion atmosphérique	15
2.2.3 Choix du modèle	15
2.3 Mesures des odeurs à la source.....	16
2.3.1 Mesures physico-chimiques	16
2.3.2 Olfactométrie.....	18
2.4 Mesure des odeurs dans l'environnement.....	22
2.4.1 Introduction.....	22
2.4.2 Observation par un jury de riverains	22
2.4.3 Enquête auprès des riverains	23
2.4.4 Analyse des plaintes	24
2.4.5 Utilisation de réseau de nez électroniques.....	25

3	<i>Caractéristiques de l'exposition aux nuisances olfactives</i>	26
3.1	Sensibilité des populations	26
3.1.1	Facteurs influant sur la sensibilité aux odeurs.....	26
3.1.2	Phénomène d'adaptation aux odeurs	27
3.1.3	Mémoire olfactive et acceptabilité des odeurs	27
3.2	Effets des odeurs environnementales sur la santé.....	28
3.2.1	Relation entre perception des odeurs et toxicité aiguë	28
3.2.2	Description des symptômes ressentis par les populations exposées.....	29
3.3	Evaluation et quantification : revue des méthodes utilisées.....	32
3.3.1	Evaluation des risques.....	32
3.3.2	Etudes épidémiologiques.....	33
3.3.3	Limites et insuffisances de ces méthodes.....	35
4	<i>Nuisances olfactives et réglementation</i>	36
4.1	Introduction	36
4.2	Droit français.....	37
4.2.1	Origine et évolutions de la prise en compte des nuisances olfactives	37
4.2.2	Nuisances olfactives et activités industrielles	37
4.2.3	Nuisances olfactives et droit jurisprudentiel	38
4.3	Autres pays	39
5	<i>Approches d'atténuation des odeurs environnementales</i>	40
5.1	Actions préventives	40
5.1.1	Etude du process	41
5.1.2	Aménagement du site et de son environnement :	42
5.2	Actions curatives	43
5.2.1	Confinement et ventilation.....	43
5.2.2	Procédés de traitement	43
6	<i>Bilan et perspectives</i>	44
6.1	Quantification des risques liés aux odeurs : devenir ?.....	44
6.2	Démarche de gestion des odeurs : importance de la communication	45
	Conclusion	48
	Bibliographie	49
	Liste des annexes	53

Introduction

De nos cinq sens, l'odorat joue un rôle primordial puisqu'il nous dicte les sentiments de bien-être et de confort vis-à-vis de notre environnement. Or dans un contexte de développement industriel et urbain important, associé parfois au manque de planification d'aménagement du territoire, les populations se retrouvent de plus en plus fréquemment confrontées à des problèmes de nuisances olfactives, altérant leur qualité de vie.

De nombreuses activités peuvent en effet être à la source d'odeurs environnementales (épandage, station d'épuration, industries agroalimentaires, etc.). Cependant, dans nos pays occidentaux, une prise de conscience s'opère peu à peu. Avec le développement des préoccupations d'ordre environnementales et sanitaires, ces nuisances s'avèrent de moins en moins acceptables et deviennent de véritables enjeux pour les populations qui s'y trouvent exposées.

Phénomène complexe, la perception des odeurs résulte de mécanismes d'ordre chimiques, physiologiques, mnésiques et cognitifs, participant à leur interprétation et à leur restitution, pour lesquels les connaissances scientifiques demeurent aujourd'hui incomplètes. C'est pourquoi, les pollutions olfactives s'avèrent particulièrement difficiles à appréhender. En outre, l'étude de leur dispersion dans l'environnement nécessite de nombreux outils de mesure autant que de modélisation. Par conséquent, l'approche des émissions d'odeurs sur les plans sanitaire et environnemental implique une approche largement pluridisciplinaire, soumise à de nombreuses incertitudes.

Dans cette étude, nous aborderons les différents aspects de cette problématique, afin d'essayer de déterminer quels risques peuvent être engendrés par des pollutions olfactives pour les populations exposées.

Tout d'abord, nous présenterons les concepts d'odeur et de nuisance, ainsi que les mécanismes olfactifs et de perception qui entrent en jeu. Puis, nous traiterons des différentes sources de pollutions existantes et tenterons de caractériser les expositions aux odeurs. Nous étudierons alors quels peuvent être les effets sur la santé. Sur le plan législatif, nous confronterons les différentes approches mises en oeuvre à l'échelle française et européenne. Une fois ces points approfondis, nous nous intéresserons aux moyens techniques utilisés pour atténuer ces nuisances et leur impact.

1 Odeurs & nuisances olfactives

1.1 Notion d'odeur

Autrefois, les odeurs étaient considérées comme les émetteurs d'un corps en putréfaction ou comme miasmes responsables d'effets sur la santé : le terme d' « odeur » était généralement connoté de façon péjorative. En effet, la notion d'«odeur» était assimilée à celle de «toxicité». Ce n'est que tardivement qu'elle a été définie comme une perception, soit comme un effet et non comme une cause. Cette définition a évolué rapidement et s'est sans cesse multipliée.

Malgré cela, les mauvaises odeurs demeurent de nos jours souvent associées à la présence de composés nocifs, bien qu'aucune relation causale n'existe. Aujourd'hui encore, la définition s'enrichit des progrès de la recherche dans des domaines aussi divers que la chimie, la neurophysiologie, la psychosociologie, etc. Aussi l'on peut citer différentes définitions du terme « odeur » :

- *émanation transmise par un fluide (eau, air) et perçue par l'appareil olfactif (Larousse Encyclopédique)*
- *attribut organoleptique perceptible par l'organe olfactif quand on respire certaines substances volatiles (ISO 5492 – NF EN 13725, définition faisant référence dans le domaine de la mesure olfactive)*
- *résultat de l'interprétation par le cerveau de l'interaction entre un mélange de composés volatils et la muqueuse olfactive (Lionel POURTIER, EOG S.A.)*
- *perception mettant en jeu un ensemble de processus complexes tels que les processus neurosensoriels, cognitifs et mnésiques qui permettent à l'homme (ou l'animal) d'établir des relations avec son environnement olfactif (Lionel POURTIER)*

Cette dernière définition synthétise parfaitement les différents mécanismes inhérents à la notion de perception des odeurs. Elle reflète la complexité du phénomène ainsi que l'importance du facteur psychologique, individuel.

1.2 Olfaction et perception des odeurs

La perception des mélanges d'odeurs est bien connue empiriquement. Depuis longtemps déjà, l'art des parfumeurs repose techniquement sur la composition de mélanges complexes. Néanmoins, la connaissance théorique dans ce domaine est loin d'être aussi satisfaisante et il est actuellement impossible de prévoir la qualité et l'intensité de l'odeur d'un mélange. L'olfaction est sans doute le plus complexe de nos sens et il existe encore aujourd'hui de nombreux sujets de recherche concernant les mécanismes

de perception des odeurs et leur modélisation. Les paragraphes qui suivent ont pour but d'apporter certains éclaircissements sur le système olfactif humain, la caractérisation et la perception des odeurs.

1.2.1 Aspect physiologique de l'olfaction

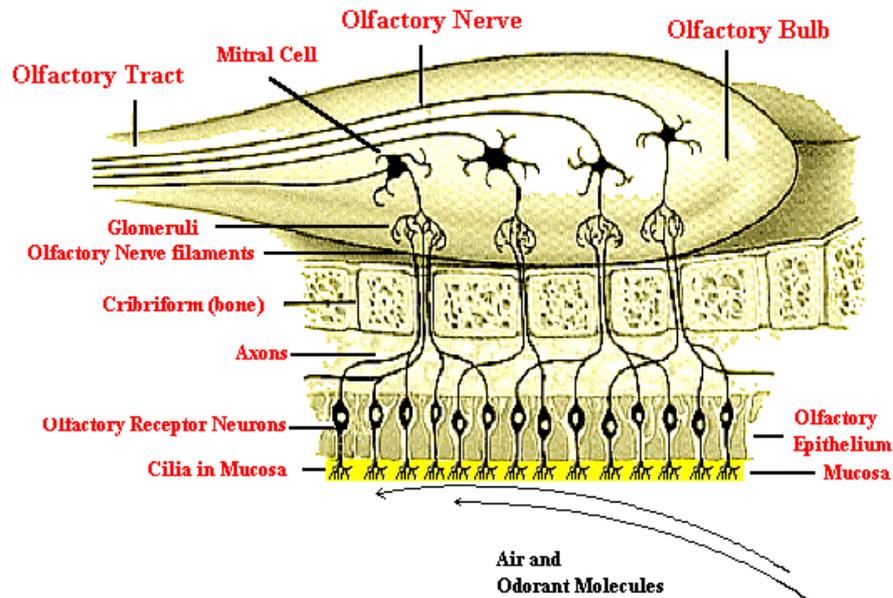


Figure 1 : Le système olfactif

Le système olfactif se décompose principalement en un organe récepteur, la muqueuse olfactive, et un système de traitement du signal :

- **La muqueuse olfactive**

Celle-ci tapisse quelques centimètres carrés des fosses nasales chez les mammifères. L'accès des molécules odorantes à cette région se fait par mouvement inspiratoire soit par voie nasale, soit par voie rétro-nasale, c'est-à-dire lors de la dégustation. Cette muqueuse est constituée d'un épithélium qui présente à sa surface une grande quantité de cils animés de mouvements aléatoires et baignant dans une couche de mucus. Ces cils constituent l'extrémité des neurones sensoriels, aussi appelés neurorécepteurs olfactifs. Ils sont en contact direct avec le milieu extérieur et porteurs de sites d'interaction plus ou moins spécifiques des molécules odorantes. Notre nez possède de l'ordre de 10 000 cellules olfactives au mm^2 (soit 5 à 100 fois moins que de nombreux animaux : lapin, chien, etc.).

Pour pouvoir arriver à cet organe récepteur, la ou les molécules odorantes se trouvent le plus souvent en phase vapeur, ou bien sous forme d'aérosol ou encore

adsorbées sur des supports tels que les poussières. Ces composés odorants, pour être perçus, sont en général de faible masse molaire ($< 300 \text{ g.mol}^{-1}$) et de volatilité élevée. De plus, pour pouvoir être captée, la molécule odorante doit être capable de se dissoudre dans le mucus. De ce fait, l'acidité, la polarité, la tension de vapeur et le caractère hydrophile sont autant de facteurs importants pour que le composé puisse être « odorant ». Si la concentration nécessaire pour que l'odeur soit perçue n'est pas atteinte, parce que la pression de vapeur saturante et la solubilité sont trop faibles, le composé est inodore.

▪ **Traitement du stimulus olfactif**

Il est important à ce stade de ne pas confondre « odeur », « composé odorant » et « stimulus olfactif ». L'odeur désigne la sensation perçue (une sorte de représentation mentale de ce que l'on « sent ») tandis que les odorants (les molécules qui arrivent sur les récepteurs sensoriels de la cavité nasale) sont à l'origine du stimulus qui lui induit cette sensation d'odeur via l'intégration par notre cerveau du message nerveux résultant.

Le traitement du signal, ou stimulus émis, par les molécules odorantes a lieu dans le bulbe olfactif. L'ensemble des cellules nerveuses olfactives y est rassemblé.

La réponse au stimulus est spécifique mais plusieurs mécanismes complémentaires seraient mis en jeu lors de ce traitement :

- un grand nombre de récepteurs différents et spécifiques ;
- des récepteurs non spécifiques réagissant avec les nombreuses molécules odorantes.

Ainsi, la caractérisation d'une odeur résulte de l'activation d'une combinaison unique de neurones permettant même de différencier certains énantiomères comme par exemple, la D-carvone, ayant une odeur de graine de carvi (plante des prés) et celle de la L-carvone, plus proche de la menthe. L'interaction molécules-récepteurs conduit à l'apparition d'un signal électrique sous forme de potentiels d'action qui se propage le long de l'axone du neurorécepteur jusqu'au bulbe olfactif. Un premier traitement a lieu à ce niveau dans les glomérules qui jouent le rôle de filtre et d'intégrateur. Puis, le message est envoyé, via le nerf olfactif (premier nerf crânien) vers les étages supérieurs du système nerveux pour être interprété en fonction de la mémoire olfactive personnelle de chaque individu. Une branche du 5^{ième} nerf crânien, le trijumeau, transporte pour sa part la sensation éventuelle d'irritation à partir de la muqueuse nasale, du naso-pharynx et de l'oropharynx, à la fois ce qui concerne la sensation du goût et de l'odorat. Ce nerf trijumeau sert aussi à évaluer la magnitude de l'odeur, même pour les composés sans effet irritant.

1.2.2 Dimensions d'une odeur

La notion d'odeur est très subjective, sa qualification aussi bien que sa quantification ne sont pas évidentes. Dans l'environnement, une odeur est rarement le fait d'une seule molécule et l'on perçoit le plus souvent des mélanges de composés odorants, ce qui augmente la difficulté de l'étude à cause des phénomènes de synergie / antagonisme possibles. Aussi, l'on définit certains attributs aux odeurs afin de mieux les caractériser : la qualité (identité), la tonalité hédonique (agrément/désagrément) et l'intensité (force).

▪ **Qualité**

L'information qualitative concerne la reconnaissance de l'odeur, l'association de celle-ci à des « descripteurs ». Celle-ci est peu fiable. Seuls certains jurys expérimentés de nez, ou bien des individus très entraînés sont capables de donner un qualificatif à l'odeur (fruité, rance, fécal, putride...).

▪ **Tonalité hédonique**

La perception agréable ou désagréable d'une odeur traduit son caractère hédonique. Ce caractère est fortement lié à l'individu, aux conditions dans lesquelles il se trouve ainsi que de son vécu. En effet, une odeur n'est souvent pas neutre et peut être ressentie de différentes façons par les personnes selon leur mode de vie, leur culture ou leur mémoire sensitive. La grande variabilité dans l'appréciation des odeurs est toutefois plus grande pour les odeurs de type « agréable », tandis que la tolérance vis-à-vis d'une atmosphère malodorante est fortement dépendante de l'état psychologique de l'individu.

▪ **Intensité**

L'intensité d'un stimulus odorant dépend de la concentration du composé odorant dans l'air inhalé. La perception de ce signal se décompose en trois parties :

- un palier en dessous duquel aucune odeur n'est détectée ;
- un palier de saturation au dessus duquel plus aucune variation de l'intensité n'est détectable ;
- entre le seuil de détection olfactive et la saturation, une branche croissante couramment décrite par la loi de puissance de Stevens :

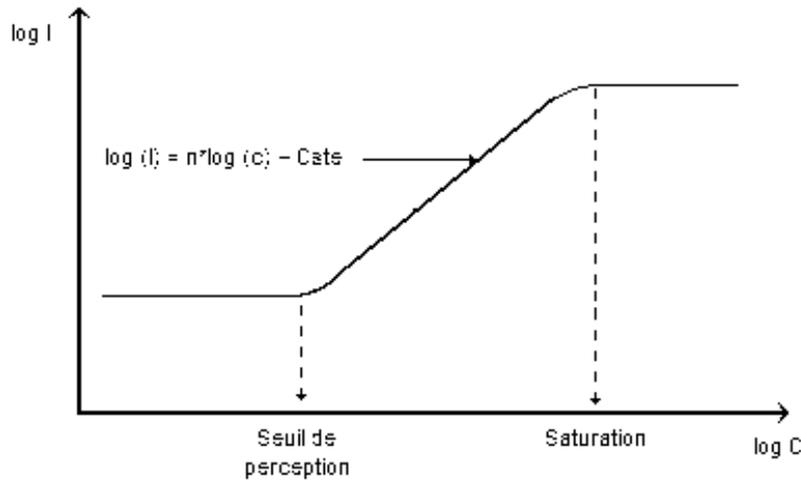


Figure 2 : Courbe de Stevens

(Variation de l'intensité odorante d'un composé pur en fonction de sa concentration dans l'air inspiré)

$LOI DE STEVENS : \text{Log (Intensité)} = n \cdot \text{log (Concentration)} + Cste$

Le paramètre n représente la pente de la droite et renseigne sur la sensibilité de l'odorat à une variation de concentration. Il dépend du composé odorant incriminé. Sa valeur varie en général entre 0,1 et 1 ce qui entraîne une forte diversité de comportement du fait de l'échelle logarithmique. Ainsi, le phénol ($n = 0,2$) voit son intensité divisée par un facteur 1,6 lors d'une dilution au dixième, on parle d'odeur « persistante ». Le nitrobenzène ($n = 0,8$) présente une intensité divisée par 6,3 pour une même dilution, on parle d'odeur « fugitive ».

1.2.3 Le seuil de détection ou seuil olfactif

Le seuil olfactif est défini comme la concentration minimale produisant une odeur. Concrètement, la valeur retenue correspond à la concentration pour laquelle 50 % des membres d'un panel de « nez » perçoivent l'odeur. La différence de sensibilité olfactive chez les personnes explique la grande variabilité des valeurs obtenues dans la littérature (parfois un facteur 10 à 100). Les différentes techniques employées pour déterminer ces seuils de sensibilité olfactive sont présentées en annexe 1.

Enfin, il est important de souligner qu'il n'existe aucune corrélation entre le seuil olfactif d'un composé et son seuil de toxicité, néanmoins la perception d'une pollution atmosphérique est ressentie généralement bien avant que n'apparaisse un quelconque danger pour l'homme.

1.3 Concept de nuisance olfactive

Les nuisances sont ce que l'on appelle couramment « les pollutions de l'environnement » ressenties par l'homme. Au niveau individuel, elles se traduisent par une limitation du bien-être, la présence imaginaire ou réelle d'un risque, l'expérience vécue d'un inconfort associé à une ou plusieurs composantes environnementales, physiquement identifiables.

Cette notion est apparue très tôt dans l'Histoire. Dès l'Antiquité, les odeurs sont associées aux problèmes de voisinage. Avec le développement des activités industrielles, la gêne causée par des émissions odorantes apparaissent de plus en plus comme une « pollution » et deviennent sujettes à réglementation. Dès 1961, une loi définit et vise à limiter ces nuisances. Sa trame se retrouve plus ou moins étoffée dans l'ensemble des textes législatifs :

- Loi 61-842 du 2 août 1961 : texte court, abrogé depuis, portant sur la lutte contre les pollutions atmosphériques et les odeurs explicite les prescriptions et les modalités de contrôle relatives à l'atténuation des nuisances olfactives :

Art. 1^{er} : « *établissements industriels, commerciaux, artisanaux ou agricoles, [...], devront être construits, exploités ou utilisés [...], afin d'éviter [...] les odeurs qui incommode la population [...]* »

Art. 5 : « *en cas de condamnation aux peines [...] le tribunal de police fixera le délai [...] des travaux ou aménagements [...] en cas de non-exécution des travaux [...] le tribunal pourra [...] prononcer jusqu'à leur achèvement l'interdiction d'utiliser les installations qui sont à l'origine de la pollution atmosphérique ou des odeurs* »

- Article L. 220-2 du Code de l'Environnement (livre 2 « Milieux physiques », titre II « Air et atmosphère ») : texte abrogeant la loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, apporte une nouvelle définition de ce que sont les nuisances olfactives, les désignant à présent comme une pollution atmosphérique (on ne distingue plus les odeurs des polluants atmosphériques) :
« *Constitue une **pollution atmosphérique** l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des **nuisances olfactives excessives**.* »

Ainsi, toute odeur devient une pollution dès l'instant qu'elle est **perçue** comme une nuisance **excessive** par la population. On peut alors parler de « pollutions olfactives ».

Cette définition soulève plusieurs interrogations : à partir de quel moment une nuisance devient-elle *excessive* et comment la mesure-t-on ? Qu'en est-il de l'évaluation de la perception des odeurs par une population ? Comment fixe-t-on une limite d' « odeur » ?

1.4 Classification des principaux composés odorants

1.4.1 Nature et classification des molécules odorantes

Seuls seront retenus ici les composés ayant une odeur désagréable. Il en existe des sources très diverses c'est pourquoi divers classements sont utilisés pour répertorier les composés odorants.

Ces produits sont généralement le produit de phénomènes de fermentation dégradant la matière organique. Par exemple, dans les industries agroalimentaires, les matières premières utilisées sont très variées et génèrent des composés odorants de nature différente à chacun des stades de la chaîne de transformation (hydrolyse, acidogénèse, méthanogénèse...).

Un premier classement de ces polluants consiste à répertorier les processus qui conduisent à des émissions malodorantes :

- décomposition thermique de composés organiques (industries énergétiques, fonderies, papeteries)
- décomposition anaérobie de matières organiques (fabrication d'aliments, levure, champignons, stations épuration)
- décomposition anaérobie de produits animaux (déchets d'équarrissage, usines de farines animales, de dégraissage ou d'écaillage)
- déjections animales (élevage : lisiers de porcs, fientes de volaille...)

Un second classement, plus fréquemment utilisé, consiste quant à lui à ranger ces composés par familles chimiques :

- **composés soufrés réduits** Le sulfure d'hydrogène et ses homologues peuvent être issus des protéines soufrées ou de l'activité de bactéries sulfatoréductrices en milieu anaérobie sur SO_4^{2-} .
- **composés azotés** On y retrouve l'ammoniac, les amines légères aliphatiques et cycliques (scatole, indole...) ou des composés type pyridine ; ces molécules sont issues des acides aminés et des protéines.

- **composés carbonylés** Formés par fermentation ou décomposition thermique lors de la cuisson des graisses, ils n'ont pas tous une note hédonique désagréable mais certains peuvent avoir une odeur âcre ou rance.
- **acides gras volatiles** Produits en grande quantité lors des phases d'acidogénèse et de traitements thermiques. On retrouve les composés portant 1 à 10 atomes de carbone, les plus connus étant les acides butyrique (odeur de rance) et valérique (odeur de sueur).
- **alcools et phénols** Les alcools n'ont en général pas un caractère hédonique trop désagréable, ce qui n'est pas le cas des phénols, issus de composés aromatiques. Issus essentiellement des activités de traitement des déchets, d'équarrissage, etc.

1.4.2 Propriétés des molécules odorantes

Dans le domaine des nuisances olfactives, il est pertinent de s'attarder sur certaines propriétés des composés odorants afin de déterminer s'ils sont facilement perceptibles, leur dangerosité ainsi que les conditions physico-chimiques de leurs émissions à l'atmosphère. On retiendra :

- **Seuils de perception olfactifs** : ces valeurs sont très variables selon le composé odorant et selon la sensibilité des individus (variation pouvant atteindre un ou deux ordres de grandeur). Certaines molécules ont des seuils de perception très bas, pouvant descendre en dessous du $\mu\text{g.m}^{-3}$ d'air (indole, scatole, méthyl- et éthylmercaptans...), ce qui entraîne des nuisances olfactives pour de faibles teneurs en composés et complique les analyses ainsi que les procédés de traitement.

- **Seuils de toxicité** : il est particulièrement intéressant de les comparer aux seuils de perception. Sauf quelques exceptions, la perception par notre système olfactif des différentes molécules odorantes se fait bien avant d'atteindre les seuils de toxicité. On peut citer en exemple le thiophène, molécule cyclique soufrée qui est volontairement ajoutée par Gaz de France au gaz distribué dans les foyers afin de servir d'alerte en cas de fuite éventuelle. Les hydrocarbures saturés constituant le gaz réel étant inodores, le thiophène permet de prévenir de leur présence en cas d'émission.

- **Propriétés physico-chimiques** : volatilité, température d'ébullition, pK (pour les composés ionisables en milieux aqueux) sont autant d'indices pour prévoir la volatilisation des composés odorants lors des traitements mis en œuvre.

L'annexe 2 recense les seuils de perception, les seuils de toxicité et la description de l'odeur de plusieurs composés. Néanmoins, bien que des « descripteurs d'odeur » soient fournis, ces données ne renseignent en aucun cas sur la « qualité » de l'odeur,

celle-ci restant totalement subjective (liée à l'interprétation par notre cerveau et donc fonction de notre mémoire ainsi que de notre vécu).

1.5 Principales sources d'odeurs environnementales

1.5.1 Introduction

Les émissions de composés odorants ne font pas l'objet d'une surveillance spécifique, contrairement aux composés tels que les oxydes de carbone, de soufre ou d'azote et les COV. Néanmoins, ces derniers peuvent être une indication quant à l'identification de sources potentielles émettrices de pollutions olfactives. Parmi les différents secteurs d'activités, l'industrie et l'agriculture s'avèrent être des sources importantes d'émissions de composés odorants, auxquelles doivent s'ajouter les filières de traitement des déchets, inhérentes à chaque activité. L'annexe 3 liste les secteurs d'activité à l'origine de nuisances olfactives recensées par le ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

Quelque soit le site à l'origine de pollutions olfactives, les sources peuvent être canalisées comme diffuses. Leur origine peut être liée à :

- une évacuation d'air (cheminée, extracteur...);
- une fuite (vanne, raccord...);
- une évaporation depuis une zone de stockage.

1.5.2 Secteurs énergétiques, sidérurgiques et chimiques

Ces secteurs comportent dans leur majorité des sites de production importants : raffinerie, centrale thermique, etc. A l'origine de nuisances olfactives depuis leur existence, ces activités ont diminué leurs rejets au cours des dernières décennies, notamment dans le domaine de la sidérurgie.

Le secteur de la production de papier et de viscosse reste problématique : de nombreuses étapes dans les process sont à l'origine d'émissions olfactives importantes (composés soufrés essentiellement).

1.5.3 Secteurs agricoles et agroalimentaires

Les élevages et les bâtiments de stockage des déjections animales sont d'importantes sources de nuisances. En outre, avec le développement des élevages intensifs, les déchets se concentrent de plus en plus, et les agriculteurs font face à des problèmes de gestion de ces nuisances. L'élevage porcin notamment est une source conséquente de composés odorants particulièrement gênants.

Dans les secteurs des industries agroalimentaires, beaucoup d'étapes de transformation peuvent être la source de pollutions olfactives, telles que : les fermentations (fabrication de levures, distilleries...), la condensation (industrie du sucre, ...), etc.

1.5.4 Secteurs de gestion de déchets

La gestion des déchets reste un domaine sensible par rapport à la maîtrise des flux odorants. Plusieurs types de déchets sont ciblés :

- Les déjections et déchets animaux
- Les ordures ménagères
- Les eaux usées

Les nuisances sont essentiellement imputables aux produits azotés et soufrés, ainsi qu'aux acides organiques, générés en partie lors de fermentations anaérobies, des processus de dégradation de la matière organique. Leurs concentrations sont fluctuantes et fonction des brassages, du taux d'humidité, de la température, et du débit d'air entrant dans le dispositif de traitement.

Au niveau des stations d'épuration, l'indole et le scatole, même à l'état de trace, présentent une odeur fécale, détectable à de très faibles niveaux de concentration, particulièrement « écoeurante » pour les travailleurs du site et les populations susceptibles d'y être exposées.

2 Évaluation de l'exposition

2.1 Approche Préliminaire

Afin de pouvoir mettre en place un système de gestion efficace des nuisances olfactives, que ce soit dans le cadre d'un projet futur ou d'un projet visant à atténuer les émissions odorantes d'un site préexistant, il est nécessaire d'inclure, avant toute démarche, une étude préalable. Celle-ci permettra de caractériser au mieux les sources potentielles ou existantes du site étudié, pour ne pas se perdre dans la démarche et être le plus efficace possible. Par exemple, lorsqu'on considère un site industriel, les sources potentielles de pollution par les odeurs sont multiples, cependant elles doivent toutes être prises en compte :

- celles émettant des odeurs fugaces, qui vont avoir une forte intensité mais être rapidement diluées,
- celles à l'origine d'odeurs persistantes qui se diluent plus lentement.

Il est important d'être exhaustif : certaines sources sont souvent oubliées ou sous-estimées à tort, comme celles provenant des activités annexes à l'usine ou celles ayant une grande surface d'échange avec l'atmosphère.

Avant toute campagne de mesure, il est également important de bien cibler les périodes durant lesquelles les prélèvements seront faits. Pour cela un examen approfondi du fonctionnement de l'usine est indispensable : il va permettre de connaître les paramètres à suivre et définir la situation normale d'exploitation.

Cette étude prendra également en compte les caractéristiques de l'environnement de l'installation : le relief, la proximité d'habitations, le contexte écologique, la météorologie.

Remarque : il est parfois important de réaliser une étude météorologique propre à l'environnement du site car selon sa complexité et sa situation géographique les données fournies par Météo France ne seront pas toujours applicables.

2.2 Modélisation de la dispersion des odeurs

Avant même l'implantation d'un site industriel ou d'une activité pouvant provoquer des nuisances olfactives, il va être possible, grâce à la modélisation de la dispersion des odeurs, de simuler la pollution théorique qui sera émise, et ainsi de prévoir la nuisance olfactive qui sera générée par la future installation sur son environnement.

2.2.1 Paramètres d'entrée des modèles

Deux approches différentes pour ce genre d'étude peuvent être mises en place, selon l'objectif que l'on s'est fixé :

- ***Evaluation de la pollution émise***

Les valeurs d'entrée utilisées sont les caractéristiques de la source d'émission existante ou future. Le modèle évaluera l'impact olfactif sur l'environnement à partir de celles-ci.

- ***Dimensionnement de la source***

Dans le cadre d'une étude d'impact préventive, le paramètre d'entrée du modèle sera la concentration d'odeur limite que l'on s'est fixée en un point de l'environnement. Il permettra de caractériser la source et de la dimensionner.

Deux approches différentes dans la méthode de modélisation existent alors, selon que le paramètre fixé de la source soit son débit d'émission ou son dimensionnement (périmètre, hauteur...). Si l'un est fixé, le modèle permettra de déterminer le second.

Ainsi, il sera possible de dimensionner la source en fonction de la limite de pollution olfactive imposée.

2.2.2 Modèles de dispersion atmosphérique

Plusieurs types de modèles de dispersion atmosphérique permettent de simuler une nuisance olfactive existante :

▪ Les modèles gaussiens

C'est le modèle le plus simple et le plus souvent utilisé. Il est adapté à un environnement du site avec un relief peu prononcé.

Il repose sur les hypothèses suivantes : densité de polluant voisine de celle de l'air, homogénéité horizontale, champ de vent constant dans espace et temps, composante verticale du vent négligeable devant la composante horizontale, diffusion dans le sens du vent négligeable devant le transport, régime permanent instantanément atteint.

Ce modèle est souvent critiqué du fait qu'il n'est pas prévu pour des sources au ras du sol et peu fiable dans le champ proche de la source.

▪ Les modèles eulériens

Les modèles eulériens permettent de modéliser un flux de polluant dans les trois dimensions de l'espace. Ils prennent en compte les obstacles et la topographie de l'environnement, et sont donc utilisés pour des sites à fort dénivelé altimétrique.

De plus, l'utilisation d'un maillage raffiné à proximité des obstacles et des sources de pollution permet de modéliser avec précision la dispersion des composés émis.

▪ Les modèles à bouffée gaussienne

Les modèles à bouffée gaussienne, encore très récents à l'heure d'aujourd'hui, semblent être adaptés aux odeurs, mais ne sont pas souvent utilisés en pratique.

D'autres modèles permettant de simuler une pollution atmosphérique en général (modèles lagrangiens, modèles de type intégral) existent, mais ne sont pas adaptés aux caractéristiques d'une pollution olfactive et ne seront donc pas développés ici.

2.2.3 Choix du modèle

Différents critères vont permettre de choisir le modèle adéquat pour l'étude du site considéré :

- la situation géographique du site (relief, météorologie) ;
- les objectifs de l'étude (impact olfactif, dimensionnement des sources) ;
- les ressources financières ;
- le type de résultats attendus.

Tableau 1 : Caractéristiques des modèles utilisés pour la modélisation de la dispersion atmosphérique des odeurs

Type de modèles	Domaine d'étude	Coûts et Délais	Période de simulation	Expression des résultats
Gaussiens	Sans reliefs	Faibles et courts	Périodes de 3 à 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Concentrations instantanées moyennées sur 10 minutes. - Courbes isoconcentration - Fréquence de dépassement de valeurs seuils
Eulériens	Avec ou sans reliefs	Elevés et longs	Périodes courtes : de quelques minutes à quelques heures	<ul style="list-style-type: none"> - Concentrations instantanées - Courbes isoconcentrations - Résultats de périodes critiques

Cette première démarche qui se situe en amont d'un projet, va permettre d'avoir un aperçu détaillé des possibilités d'émission de pollution olfactive de la future installation. Ainsi, il sera possible d'évaluer l'acceptabilité ou non d'une telle pollution, et de mettre en place les dispositions nécessaires pour y remédier. Cependant les données qui sont fournies par cette méthode ne sont que théoriques et ne permettent en aucun cas de prévoir l'odeur. Il est nécessaire de les valider, lors de l'exploitation, par des mesures in situ et de mettre en place une surveillance qui permettra le suivi de ce type de pollution.

2.3 Mesures des odeurs à la source

Dans la gestion des odeurs, la connaissance des différentes sources de pollution est nécessaire afin de les hiérarchiser et d'adapter au mieux les mesures qui seront mises en place. C'est dans cette optique que la mesure des odeurs au niveau de la source est réalisée. A partir des éléments récoltés lors de l'étude préalable, les bases des mesures pourront être définies (sources potentielles, périodes de prélèvement, composés à mesurer...).

On distingue deux types de mesure pour quantifier les odeurs à la source : la mesure physico-chimique et l'ofactométrie.

2.3.1 Mesures physico-chimiques

L'approche physico-chimique a pour but de mesurer directement la concentration des différents composés odorants. Elle ne prend pas en compte le côté sensoriel et n'est donc

pas ou peu adaptée pour mesurer les risques de nuisance, la sensibilité des appareils de mesure étant parfois inférieur au seuil olfactif.

Elle est basée sur une réaction chimique ou sur des propriétés physiques des différentes molécules étudiées. Elle est très complexe à mettre en œuvre car les effluents contiennent souvent une multitude de composés identifiables qui peuvent être présents dans de très faibles quantités (méthodes analytiques très lourdes à mettre en œuvre).

Selon le type d'effluent que l'on veut analyser, différentes démarches d'échantillonnage et d'analyses peuvent être mises en œuvre.

▪ **Techniques d'échantillonnage**

Il existe différentes procédures utilisées pour prélever des échantillons odorants :

- échantillonnage sans concentration ;
- échantillonnage avec concentration (nécessaire lorsque la pollution est diluée) :
 - Concentration par absorption
 - Concentration par adsorption

Le détail de ces techniques, ainsi que leurs avantages et inconvénients respectifs sont présentés en annexe 4.

▪ **Méthodes d'analyse**

Une fois l'étape d'échantillonnage réalisée, il sera alors possible d'analyser de manière qualitative et quantitative les différents composés odorants. Le choix de la méthode va conditionner l'efficacité de l'analyse. Les techniques d'analyse les plus utilisées sont les suivantes :

- Analyse volumétrique (utilisée notamment pour le dosage de H_2S)
- Analyse gravimétrique (utilisée principalement pour le dosage de H_2S et des mercaptans - la quantification se fait sous la forme d' H_2S)
- Analyse colorimétrique (dosage du NH_3 et de H_2S)
- Analyse par absorption infrarouge (dosage du NH_3 et de SO_2)
- Analyse par chromatographie en phase gazeuse ou liquide (mesure des composés soufrés réduits, NH_3 , NH_2 , aldéhydes, cétones, Acides Gras Volatils et Hydrate de Carbone) : cela présente l'intérêt d'acquérir une connaissance précise des concentrations et des flux de polluants rejetés à un instant t.

Excepté les deux dernières techniques, la plupart des méthodes sont limitées en terme de sensibilité et de seuil de détection. Les incertitudes sur les mesures peuvent être importantes, cependant chaque méthode ne présente pas les mêmes inconvénients (Cf. annexe 5).

2.3.2 Olfactométrie

Aujourd'hui encore, l'être humain reste le seul à pouvoir dire si une atmosphère est odorante ou non. C'est pourquoi, dans le cadre d'une campagne de mesure d'odeur, il est essentiel de faire appel à la muqueuse olfactive.

Les techniques olfactométriques font appel à la réponse de sujets humains pour mesurer l'intensité d'odeur. Cette méthode de mesure a été adoptée par le Comité Européen de Normalisation. Elle est décrite dans la norme CEN TC 292/WG2. L'olfactomètre est un appareil qui va permettre d'effectuer une dilution de l'effluent odorant en y ajoutant une quantité d'air pure connue et maîtrisée.

a) Olfactométrie « en direct » ou « en différé »

En fonction du site à étudier, il existe deux types d'olfactométrie : l'olfactométrie en ligne (ou directe) pour laquelle il n'y a pas de décalage entre le prélèvement et la mesure ; et l'olfactométrie en différé, lorsque la mesure se fait après un certain laps de temps. Les caractéristiques de ces deux protocoles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Caractéristiques des deux types d'olfactométrie

Type d'olfactométrie	Type de source Concernées	Protocole	Contraintes
En ligne	Sources canalisées ou canalisables avec concentration de composé odorant constant dans le temps	Atmosphère directement recueillie à l'aide d'une sonde dans l'olfactomètre	<ul style="list-style-type: none">- Les accessoires utilisés doivent être en matériaux inertes, résistants à la corrosion, inodores et peu absorbants (ex : acier inoxydable)- Isoler les membres du jury de l'air ambiant
En différé	Sources canalisées ou diffuses dont l'odeur est fluctuante	Remplissage du sac avec l'atmosphère odorante par dépression	<ul style="list-style-type: none">- 24 heures maximum entre le prélèvement et la mesure

Afin que la mesure faite soit représentative de l'aire étudiée, un certain nombre de précautions doivent être prises lors du prélèvement de l'échantillon. Elles sont décrites dans la norme AFNOR X43-104.

b) Grandeurs mesurées

▪ **Dilution au seuil de détection (norme NF EN 13725)**

Le principe de mesure est de présenter aléatoirement l'échantillon dilué par ajout d'air inodore (concentration connue) à un jury de personnes qui vont individuellement indiquer s'ils sentent une odeur ou pas. Le but de cette manœuvre est de connaître le débit d'air pur à rajouter, pour que moins de 50% de la population détecte l'odeur. Il sera alors possible de déterminer le facteur de dilution ou niveau d'odeur appelé aussi K50.

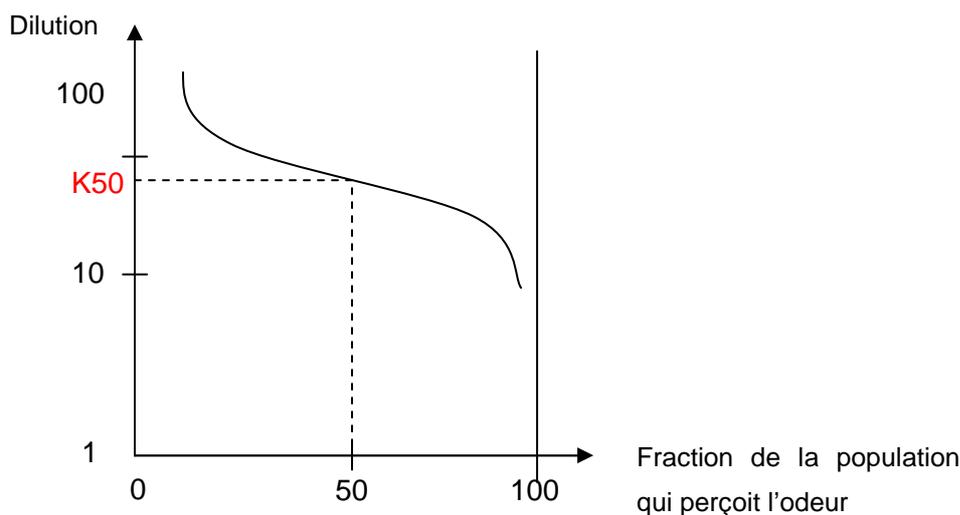


Figure 3 : Variation de la fraction de la population qui perçoit l'odeur

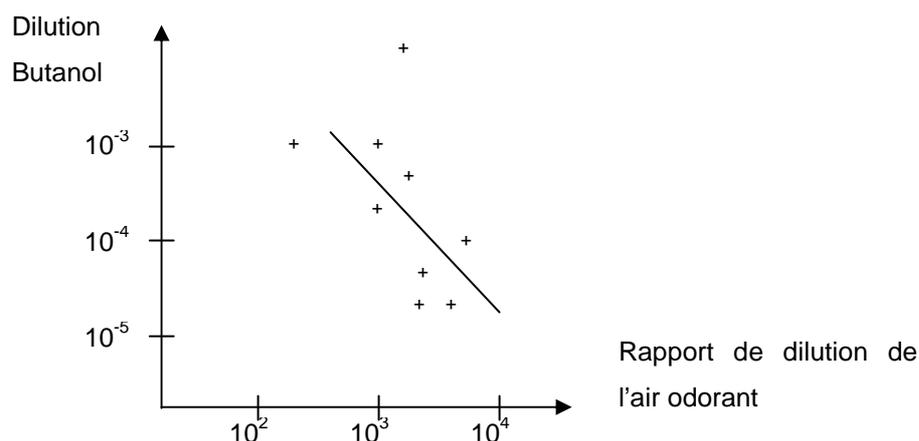
Le choix du jury se fait selon différents critères que l'on retrouve dans la norme :

- personnes déjà familiarisées avec le test ;
- âge : entre 16 et 50 ans ;
- nombre suffisant pour que l'information soit exploitable.

Les mesures des membres du jury doivent se faire dans les conditions optimales, aucune cause extérieure ne doit altérer leur perception (maladie, tabac, alcool...).

▪ **Variation de l'intensité avec la dilution (norme AFNOR X43-103)**

Cette méthode consiste en une comparaison de l'odeur de l'effluent gazeux à une échelle de référence. Cette échelle de référence est obtenue en diluant dans de l'eau soit de la pyridine, soit du butanol, caractérisés par un palier de saturation élevé, permettant la mesure de l'intensité vraie. Pour chaque dilution, les membres du jury doivent déterminer quand les deux niveaux d'odeurs perçues sont identiques. On obtient la courbe suivante :



La pente de la droite obtenue est caractéristique de la persistance de l'odeur. L'intensité de l'odeur est définie par les qualificatifs : faible, moyen, fort et très fort ; qui correspondent à une certaine concentration de butane ou de pyridine dans l'air (Cf. tableau 3).

Tableau 3 : Association entre concentration des molécules de référence et niveau d'odeur

Niveau de l'odeur	Faible	Moyen	Fort	Très fort
<i>Concentration de butanol dans l'eau (vol/vol)</i>	[5.10 ⁻⁷ ; 5.10 ⁻⁶]	[5.10 ⁻⁶ ; 5.10 ⁻⁵]	[5.10 ⁻⁵ ; 5.10 ⁻⁴]	[5.10 ⁻⁴ ; 5.10 ⁻³]
<i>Concentration de pyridine dans l'eau (vol/vol)</i>	[5.10 ⁻⁶ ; 5.10 ⁻⁵]	[5.10 ⁻⁵ ; 5.10 ⁻⁴]	[5.10 ⁻⁴ ; 5.10 ⁻³]	[5.10 ⁻³ ; 5.10 ⁻²]

Le choix du jury se fait selon les mêmes critères que pour la détermination de la dilution au seuil de détection.

▪ **Efficacité d'abattement d'odeur**

Ce type de mesure est utilisé dans le cadre d'une évaluation de la transformation d'une odeur avant et après traitement. Elle est basée sur la dilution obtenue, grâce à un olfactomètre, en amont et en aval du procédé.

Cette mesure repose sur la détermination, grâce à un jury, des taux de dilution à appliquer en amont et en aval pour que les deux odeurs mesurées à la sortie de l'olfactomètre soient identiques. On peut déterminer alors le taux d'abattement d'odeur du traitement :

$$\text{Tx d'abattement} = 1 - (\text{Tx de dilution en aval} / \text{Tx de dilution en amont})$$

c) **Avantage et inconvénients des méthodes de mesure**

Chaque méthode de mesure présente différents avantages et inconvénients qui sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Avantages et inconvénients des méthodes de mesure des différentes grandeurs

Grandeur	Avantages	Inconvénients
Dilution au seuil	<ul style="list-style-type: none"> - Méthode normalisée et couramment utilisée - Distribution de valeurs numériques aisément interprétables par un profane - Permet un traitement statistique des réponses (binaires) - Définit le seuil de perception d'une odeur 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne donne pas d'information sur le caractère plaisant ou déplaisant de l'odeur - Non utilisable quand le débit est variable, car il faut 30 mn à 1 h pour tracer la courbe
Variation de l'intensité avec la dilution	<ul style="list-style-type: none"> - Rend apparente la transformation de la nature de l'odeur lors d'un traitement - S'applique au cas des niveaux odorants fluctuants 	<ul style="list-style-type: none"> - Soumet la muqueuse olfactive à des concentrations en composés odorants élevées, d'où des temps de récupération assez longs et une reproductibilité mauvaise des résultats
Efficacité d'abattement d'odeurs	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de mesurer directement l'efficacité d'une unité de traitement - Travaille au-dessus du seuil 	<ul style="list-style-type: none"> - Méthode non consacrée par l'usage international - Validité limitée aux seuls cas où la nature de l'odeur ne change pas avec la dilution - Basée sur un postulat : l'efficacité du système de traitement est la même quelle que soit l'intensité en amont

SOURCE : LE CLOIREC P., FANLO JL, DEGORGÉ-DUMAS JR. Traitement des odeurs et désodorisation industrielle.

Innovation 128 – CPE, octobre 1991

Les différents types d'olfactomètres utilisés ainsi que leurs caractéristiques sont également présentés en annexe 6.

2.4 Mesure des odeurs dans l'environnement

2.4.1 Introduction

Les mesures dans l'environnement permettent l'évaluation du niveau d'odeur dans une zone donnée. Elles peuvent avoir des objectifs de deux ordres :

➤ L'analyse de l'impact olfactif

Elle est basée sur l'olfactométrie, avec l'analyse de la variation de l'intensité avec la dilution. Présentée plus haut, cette méthode permet de déterminer l'intensité de l'odeur et peut donc être utilisée pour analyser les odeurs dans l'environnement (Cf. paragraphe 2.3.2).

➤ L'analyse de la gêne olfactive

Une question revient souvent lorsque l'on parle de mesure de la gêne olfactive : comment est-il possible de la mesurer alors que, comme nous avons pu le voir précédemment, elle est fortement subjective? Face à ce problème, une démarche adaptée s'avère nécessaire. Elle prendra en compte les facteurs humains et intégrera les personnes directement concernées : les riverains. Ceux-ci ont une perception et une considération particulière des odeurs auxquelles ils sont exposés au quotidien. La tolérance vis-à-vis de cette nuisance sera influencée par des éléments tels que l'évolution du désagrément, la fréquence de perception, la crainte d'un danger toxicologique associé, etc. C'est pourquoi différentes approches sont utilisables pour déterminer la nuisance olfactive.

2.4.2 Observation par un jury de riverains

Cette méthode présente l'intérêt d'intégrer les riverains qui subissent la nuisance dans la démarche d'amélioration de leur cadre de vie. Il est intéressant dans une telle étude d'utiliser deux panels d'observateurs. Le premier, constitué de bénévoles, constituera un réseau de surveillance et permettra de retracer les épisodes de pollution. Le second sera composé de personnes formées à la qualification des odeurs à partir d'échantillons de référence.

Ce processus permet d'avoir un suivi continu de la pollution olfactive présente au niveau des habitations. Les périodes de mesures sont définies à l'avance et fixées en fonction des phénomènes que l'on veut mettre en avant.

Du point de vue scientifique elle a pour but de mettre en avant la fréquence des panaches d'odeur, de suivre l'évolution de la gêne sur des périodes plus ou moins longues et d'établir une cartographie de la nuisance engendrée aux alentours d'une

source. Corrélés aux différents paramètres étudiés lors de l'analyse, ces résultats permettront d'aboutir à des solutions de réduction des polluants en amont.

De telles opérations sont lourdes à mettre en place et doivent être effectuées sur des périodes assez longues pour pouvoir mettre en évidence de façon probante les évolutions de la gêne olfactive. En outre, l'implication des riverains donne une crédibilité des mesures auprès de l'opinion publique.

2.4.3 Enquête auprès des riverains

Appliquée aux odeurs, cette action a pour but de caractériser la part prise par la pollution olfactive dans les gênes ressenties par la population dans son environnement. C'est une photographie de l'opinion actuelle des riverains.

Le support utilisé en général pour ce type d'étude est le questionnaire. Il est tourné de telle sorte que la personne interrogée ne puisse normalement pas se douter de l'objet principal de l'étude (soit qu'il s'agit de nuisance olfactive). Il doit commencer par une approche d'ordre général sur la perception par l'habitant de son environnement, avant d'en arriver aux problèmes d'odeurs.

Les personnes interrogées sont choisies pour obtenir un échantillon représentatif, selon les différents critères que sont :

- La topographie du site,
- La densité de population,
- Le type d'habitation.

Ainsi, il sera possible de déterminer si les nuisances olfactives subies par les riverains au regard de la loi sur l'air sont acceptables ou non.

Par un contact direct avec les populations concernées, il est possible d'évaluer la perception de ces odeurs, les craintes qu'elle suscitent ainsi que leurs évolutions.

Cette étude permettra également de déterminer quelles sont les origines, selon les riverains, de ce type de pollution. En effet, le jugement des personnes interrogées sur les sources d'odeurs n'est pas toujours fondé sur des faits réels et peut être influencé par de mauvaises appréciations. Par exemple, lorsqu'une entreprise, possédant une activité réputée pour utiliser des produits chimiques toxiques, est située dans le secteur étudié, il peut être facilement pris comme bouc émissaire par les personnes victimes d'une gêne olfactive, alors qu'elle n'en est pas forcément à l'origine. Les gens ont également tendance à accuser les grosses entreprises dont ils connaissent le nom.

Une exploitation des résultats sous forme de carte est donc nécessaire afin de corréler les réponses obtenues.

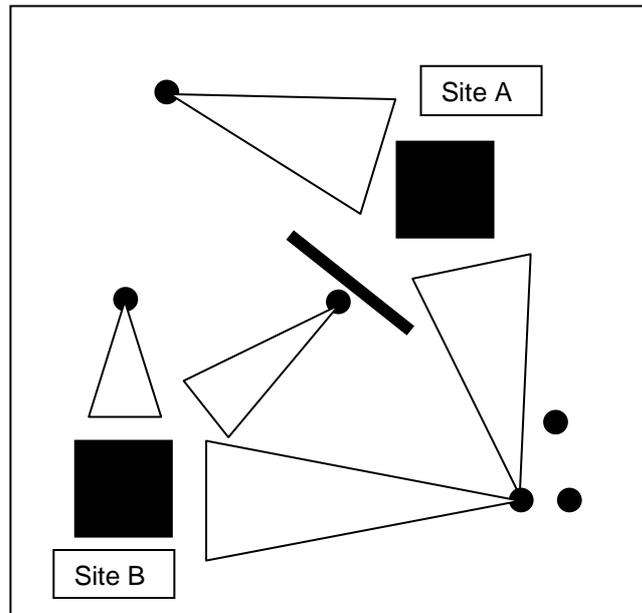
Ce type d'enquête ne peut-être exploitable que si différents points sont respectés : le délai de réalisation (inférieur à 48h), l'objet de l'étude tenu secret, les réponses non influencées (suivi rigoureux du questionnaire mis en place).

2.4.4 Analyse des plaintes

Une autre approche de mesure faite à partir de la perception des riverains est l'analyse des plaintes liées à une gêne olfactive. Ce type d'étude a comme avantage une prise en compte directe du mécontentement de la population par rapport aux mauvaises odeurs et une gestion interactive de la pollution. Il est également intéressant de les utiliser comme un indicateur permettant d'effectuer un relevé des rejets exceptionnels dus, par exemple, à un dysfonctionnement du système de production.

Cette méthode est basée sur 3 étapes :

- **La prise de contact auprès des organismes recevant habituellement les plaintes** (mairie, associations, industries concernées, DDASS...) : Il semblerait intéressant de mettre en place un système centralisé pour que le traitement soit plus efficace. Par exemple, l'ouverture d'une ligne téléphonique avec numéro vert où convergeraient toutes les plaintes.
- **Le recueil des plaintes** : Celui-ci doit s'effectuer de manière formalisée pour que l'ensemble des plaintes puissent être traitées scientifiquement.
- **Le traitement des plaintes** : sous forme de cartes, graphes ou analyses statistiques.



Légende :

- : Localisation des plaintes
- : Site industriel
- : Barrière naturelle
- △ : Direction des vents lors de la nuisance

Figure 4 : Analyse des plaintes aux alentours de deux sites

Pour chaque plainte, il faut recueillir la date et l'heure de l'observation, la météorologie (direction et vitesse des vents, pluviométrie...), la topologie de la zone considérée, ainsi que la nature de l'odeur ressentie aux alentours des deux sites. A partir de ces paramètres, l'on peut déterminer le site responsable de la nuisance et le moment de l'émission. Associé aux rapports techniques sur les dysfonctionnements dans les process du site, on pourra établir la relation de cause à effet et mettre en oeuvre des mesures correctrices. Un même riverain peut subir les effluents de deux sources différentes, c'est pourquoi la prise en compte de ces paramètres est importante.

2.4.5 Utilisation de réseau de nez électroniques

Les nez électroniques présentent un intérêt certain pour la surveillance, dans l'environnement, des nuisances olfactives.

Bien qu'ils soient d'une sensibilité inférieure à celle du nez humain, les mesures effectuées par les nez électroniques s'avèrent objectives, reproductibles, fiables et relativement peu coûteuses. Leur interprétation est simple et rapide. Comme l'odorat humain, le nez électronique « apprend » et améliore ses capacités au fur et à mesure de son utilisation. Il est conçu pour analyser, reconnaître et identifier les substances

chimiques volatiles à des concentrations très faibles (au milliardième). Sa technologie est basée sur l'absorption et la désorption de substances chimiques volatiles.

Une utilisation efficace des nez électronique nécessite tout de même un couplage avec les observations faites par les riverains. Cela permet de valider l'adéquation des deux résultats obtenus et d'obtenir des données même lorsque le jury n'est pas présent. On peut ainsi pérenniser l'observatoire.

3 Caractéristiques de l'exposition aux nuisances olfactives

3.1 Sensibilité des populations

3.1.1 Facteurs influant sur la sensibilité aux odeurs

Les populations affectées par les odeurs environnementales correspondent habituellement à celles voisines des sites émetteurs. Selon le contexte, la nature et la fréquence de survenue des odeurs, des mécanismes physio neurologiques conduisent ou non à la naissance d'une gêne, pouvant aller jusqu'à motiver des plaintes.

Les émissions odorantes sont en effet perçues selon plusieurs critères, cités précédemment : l'odeur est évaluée selon ses caractéristiques quantitatives (intensité), qualitatives (reconnaissance de l'odeur) et son caractère hédonique (appréciation), pouvant varier fortement d'un individu à l'autre. Dans une population « normale », la perception des composés odorants se distribue selon une loi log-normale (cf. figure ci-dessous).

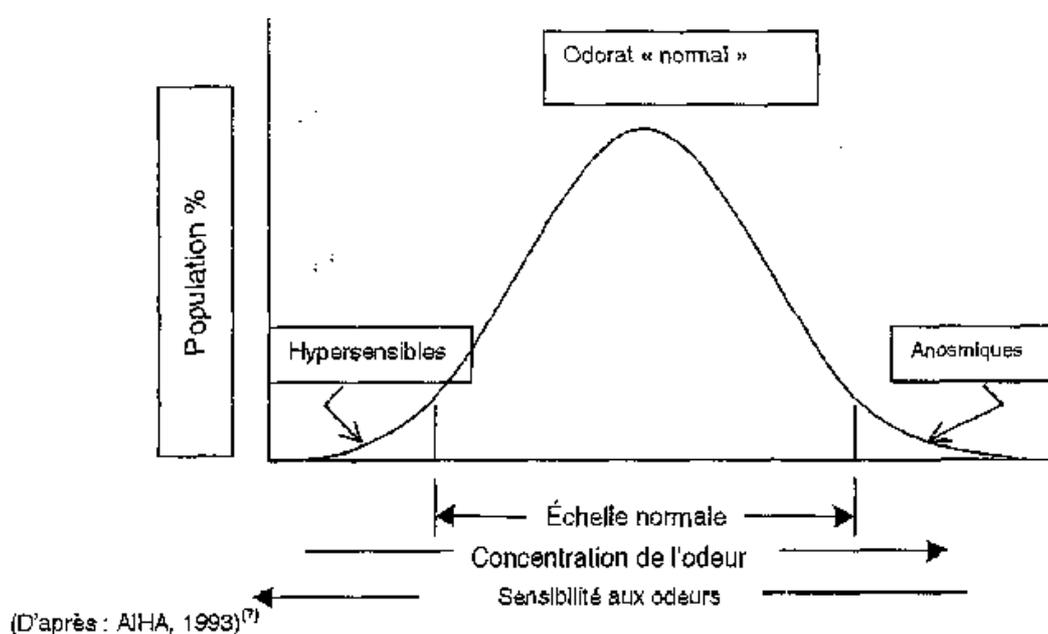


Figure 5 : Distribution de la sensibilité olfactive dans une population

Dans cette distribution, on distingue trois groupes d'individus se différenciant par leur sensibilité aux odeurs :

- 96% de la population est considérée comme ayant une sensibilité « normale » ;
- 2% de la population est qualifiée d'hypersensibles ;
- 2% de la population enfin est hyposensibles (voire totalement insensibles).

Remarque : il est important de préciser que certaines personnes peuvent être hypersensibles à une odeur et insensible à d'autres.

La sensibilité olfactive est fonction de nombreux paramètres personnels de nature physiologique notamment. Par exemple, l'âge (perte d'acuité), le sexe (femmes plus sensibles dans la plupart des études), le tabagisme (perte de sensibilité), des allergies, etc. peuvent être cités comme des facteurs aggravants ou atténuants. D'autres facteurs tels que l'exposition professionnelle à des gaz, vapeurs ou particules irritants contribuent aussi à altérer la perception des odeurs. De plus, l'expérimentation a démontré qu'il existe une grande variabilité de l'acuité olfactive chez une même personne, au cours d'une même journée et même d'un essai à l'autre.

3.1.2 Phénomène d'adaptation aux odeurs

La sensibilité olfactive peut toutefois être fortement réduite lors d'une exposition continue à une odeur, on parle alors d'adaptation. Ce phénomène se traduit par une élévation du seuil de perception de la molécule qui est fonction de la durée et de l'intensité de l'exposition. Cela peut notamment conduire à une perte totale d'odorat (on parle alors d'*anosmie*). Il existe deux types d'adaptation :

- l'auto-adaptation : durant laquelle l'odeur diminue la sensibilité du système à sa propre répétition ;
- l'adaptation croisée : durant laquelle un stimulus réduit la sensibilité à un second.

Le mécanisme fonctionnel, localisé dans les récepteurs olfactifs, permet d'une part une réduction de l'accès au système nerveux central de stimulations odorantes fortes et intenses, et d'autre part favorise l'information nouvelle.

3.1.3 Mémoire olfactive et acceptabilité des odeurs

La dimension émotionnelle n'est pas spécifique des odeurs. Nombre de stimuli visuels, auditifs et gustatifs ont également des composantes à la fois cognitives et émotionnelles. Néanmoins, la dimension affective des odeurs est particulièrement saillante. Son souvenir est souvent prégnant : il participe à son pouvoir d'évocation très

fort et surtout multi sensoriel (une odeur peut en effet rappeler des sensations visuelles, gustatives, sonores...).

Dans l'environnement, la qualité attribuée à une odeur est fonction du contexte spatial et temporel. Par exemple, l'industriel, dont la survie économique passe par sa production, juge l'odeur sur son site acceptable tandis que le riverain la **subit** comme un marqueur de pollution qui viole son territoire et dégrade la valeur de ses biens. L'odeur du site est alors rejetée, considérée comme un « déchet ». Ainsi, les odeurs industrielles font l'objet de focalisation de la part des populations riveraines ce qui augmente l'importance des épisodes olfactifs dans leur mémoire, conduisant à un cycle de gêne : l'odeur est perçue une première fois, puis plus fréquemment avec une connotation intolérable croissante avec la multiplicité des épisodes. Ces mécanismes peuvent aller jusqu'à donner l'impression aux victimes de ces nuisances que l'odeur est persistante, même si ce n'est pas le cas.

3.2 Effets des odeurs environnementales sur la santé

Les odeurs environnementales étant souvent considérées comme des inconvénients mineurs, les plaintes des riverains relatives à leur santé ne sont généralement considérées que comme des lubies. Pourtant, les pollutions olfactives représentent une source d'impact significatif sur la santé des personnes exposées, par des effets tant physiologiques que psychologiques, même dans le cas où les concentrations des différentes substances odorantes sont très inférieures aux valeurs susceptibles de provoquer des effets néfastes.

Les symptômes observés sont difficiles à caractériser objectivement, étant donné la nature aiguë et limitée dans la durée de leur manifestation, mais surtout leur variabilité selon les personnes et dans le temps, ce qui leur confère, de fait, une forte nature subjective.

3.2.1 Relation entre perception des odeurs et toxicité aiguë

Lorsque le seuil olfactif est proche de la concentration maximale admissible pour une exposition de 8 heures (rapport de la concentration maximale sur le seuil olfactif inférieur à 10), la toxicité intrinsèque de la substance peut alors être mise en cause dans l'apparition des effets. Cependant, lorsque concentration maximale admissible et seuil olfactif sont distincts de plusieurs ordres de grandeur, les symptômes aigus ne peuvent être reliés qu'à la seule odeur via un mécanisme non toxicologique.

De par la subjectivité évoquée plus haut, et la non-viabilité des effets toxicologiques des substances, les symptômes rapportés par les différents sujets soumis

à ces expositions odorantes doivent également être abordés comme des effets non toxicologiques des contaminants.

3.2.2 Description des symptômes ressentis par les populations exposées

- ***Effets physiologiques***

L'irritation des yeux et des muqueuses des voies respiratoires supérieures sont les symptômes les plus fréquemment cités par les populations exposées aux pollutions olfactives. Néanmoins, un grand nombre d'effets physiologiques touchent aussi bien les fonctions pulmonaires, cardio-vasculaires, digestives que nerveuses.

Généralement, la concentration des odeurs n'est pas corrélée à l'importance des effets physiologiques observés, de nombreux facteurs, comme l'âge (les personnes jeunes sont plus touchées que les personnes âgées) ou l'appréhension vis-à-vis des odeurs, influençant le développement de ces symptômes.

Enfin, il est à noter que les pollutions olfactives ne semblent pas provoquer d'excès de cancers, de troubles de la reproduction ou du développement, ni d'excès de mortalité au sein des communautés exposées.

- ***Effets psychologiques***

Le système olfactif est fortement lié au système limbique (système émotionnel). La perception d'odeurs désagréables de façon intermittente est donc associée à des symptômes de type psychosomatiques : perturbations de l'humeur, anxiété, stress, troubles du sommeil, altération des performances intellectuelles et notamment de l'apprentissage.

Or le stress est également source d'altération de la santé en provoquant notamment des perturbations du système immunitaire, accentuées par la perception olfactive en elle-même. Cette action sur le système immunitaire peut néanmoins être susceptible de rendre plus sensibles les personnes exposées à des maladies infectieuses par exemple.

- ***Effets et modes d'action***

Outre les mécanismes toxicologiques éventuels, les effets tant physiologiques que psychosomatiques sont liés aux connections entre système olfactif, système émotionnel et système nerveux, comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Effets sur la santé et modes d'action des pollutions olfactives

Type d'effet	Mode d'action	Effets induits par l'odeur
<p>Irritation des yeux du nez et de la gorge</p>	<p>Stimulation des muqueuses oculaires, nasales et respiratoires et activation des récepteurs par les substances irritantes.</p> <p>Pour les substances irritantes solubles dans l'eau, dissolution des irritants dans les muqueuses et lésion des cellules épithéliales.</p>	<p>Congestion nasale et sinusale.</p> <p>Inflammation respiratoire et symptômes associés :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Augmentation de la résistance à la pénétration de l'air → Bronchoconstriction et constriction laryngique → Diminution du volume et du flux d'air inspiré → Augmentation du rythme respiratoire et cardiaque → Rhinites → Sinusites → Apnée transitoire réflexe → Dysfonctionnement des cordes vocales (gorge serrée, ronflement laryngique, voix cassée) → Eternuements et toux.
<p>Stimulation des nerfs sensoriels et crâniens</p>	<p>Activation des nerfs crâniens liés au système sensoriel</p>	<p>Maux de tête</p> <p>Nausées</p> <p>Exacerbation des désordres allergiques et de l'asthme</p> <p>Fatigue olfactive (notamment suite à l'exposition au H₂S et aux mercaptans)</p> <p>Dysfonctionnement olfactif (perception distordue, diminuée ou amplifiée)</p>

		Changements neurochimiques (modification de l'encéphalogramme) dont l'effet sur la santé est encore inconnu
Perturbations émotionnelles et cognitives	Système limbique (émotionnel) et mémoire fortement liés au système olfactif	<p>Perturbation de l'humeur et des performances</p> <p>Fatigue</p> <p>Manque d'appétit</p> <p>Stress et symptômes liés au stress :</p> <p>→ Perturbations du système immunitaire</p> <p>→ Perturbations endocriniennes</p> <p>→ Symptômes somatiques (augmentation de la tension artérielle par exemple)</p> <p>Panique et hyperventilation (conditionnement Pavlovien alors en cause)</p>
Eventuels effets toxicologiques liés à la substance inhalée	Selon la substance incriminée	Selon la substance incriminée
<u>Cas particuliers :</u> Exposition intermittente aux odeurs		Amplification progressive de la réponse au stimulus répété (c'est-à-dire stress et symptômes somatiques) et amplification de la sensibilité à l'odeur incriminée
Exposition chronique		Perte de sensibilité olfactive vis-à-vis de l'odeur incriminée

3.3 Evaluation et quantification : revue des méthodes utilisées

3.3.1 Evaluation des risques

La crainte des riverains face à un possible impact sur leur santé des odeurs émises dans l'environnement par les industries, ou autres installations émettrices d'odeur, peut entraîner la réalisation d'évaluations des risques sanitaires afin de quantifier les risques auxquels ces populations voisines sont exposées.

Réaliser une évaluation des risques sanitaires implique de faire un choix sur la nature des expositions que l'on cherche à évaluer. La littérature montre qu'en matière d'évaluation des risques, les expositions chroniques et sub-chroniques sont étudiées au même titre que les expositions aiguës. Cependant, si l'activité génératrice d'odeur est susceptible de produire des émissions gazeuses en continu, les odeurs, elles, sont souvent liées à des « pics de pollution » à la faveur d'un dysfonctionnement des installations ou des variations de conditions météorologiques. Etant donné ce caractère intermittent des pollutions olfactives, on peut alors douter de la pertinence de mettre en place une étude coûteuse sensée déterminer le risque chronique qui leur est dû. Il s'agit vraisemblablement dans ce cas de se focaliser sur les risques induits par les émissions gazeuses en elles-mêmes sur le long terme, sans prendre en compte la problématique des odeurs que peuvent induire ces émissions dans certaines conditions, soit une prise en compte partielle des attentes de la population.

▪ **Méthode**

En ce qui concerne la méthode, le principe de l'évaluation des risques reste inchangé, avec :

- a. définition d'une zone d'étude, pouvant correspondre à la zone regroupant l'ensemble des plaintes des résidents, et d'une population d'étude ;
- b. identification et sélection des agents odorants retenus ;
- c. caractérisation des voies d'exposition, généralement limitées à la voie respiratoire, et sélection des valeurs toxicologiques de référence (VTR) associées ;
- d. mesures ou modélisation des concentrations dans l'air ambiant pour chaque substance odorante ;
- e. quantification de l'exposition à chaque agent retenu via différents scénarii d'exposition ;

- f. quantification du risque via le calcul de quotients de danger ou d'excès de risque individuels pour chaque substance odorante, et interprétation des résultats en terme d'acceptabilité ou de non acceptabilité du risque.

Dans certains cas, l'étude fait intervenir le seuil olfactif pour chaque substance afin d'expliquer la perception des odeurs par les riverains, par comparaison avec les concentrations mesurées ou modélisées.

▪ **Résultats et risques induits**

Quelles que soient les situations et les substances envisagées, les quotients de danger et/ou excès de risque individuels calculés pour quantifier le risque induit par l'exposition à des pollutions olfactives restent très inférieurs aux valeurs généralement admises comme seuil d'acceptabilité. Les odeurs ne représentent donc pas d'après ces études de risque pour la santé des riverains, qu'il s'agisse d'exposition chronique, sub-chronique ou aiguë.

Seul le gaz soufré H₂S semble pouvoir poser problème. En effet dans le cas de centres de stockage des déchets (InVS, 2004), son quotient de danger semble pouvoir excéder 1 ou en rester proche sur plusieurs centaines de mètres autour du centre. Un risque pour la santé des riverains immédiats de telles installations pourrait donc persister lors d'expositions aiguës à des émissions de ce gaz soufré odorant.

3.3.2 Etudes épidémiologiques

Les études épidémiologiques font généralement suite à la coexistence de plaintes pour nuisances olfactives et pour dégradation de la santé des riverains afin de caractériser l'association entre exposition aux odeurs environnementales et symptômes. L'ensemble des types d'étude cohabite (analytiques, descriptives, expérimentales). Néanmoins, toutes n'arrivent pas à un consensus, la majorité des personnes exposées faisant état de symptômes de faible gravité et l'aspect psychologique pouvant jouer le rôle de tiers facteur.

Les méthodes les plus à même d'identifier les associations entre exposition et effets sur la santé sont les méthodes expérimentales grâce auxquelles les tiers facteurs sont contrôlés (sélection des populations étudiées en fonction de leur âge, personnes ne connaissant ni le réel but de la séance d'exposition ni la véritable nature de la substance à laquelle ils seront exposés). On aboutit alors à des risques élevés de ressentir maux de tête, irritations des yeux et nausées (avec des odds ratios respectifs de 4,1 6,1 et 7,8 selon S. Shiffman, 2005). Cependant les expositions sont généralement courtes et limitées dans le temps, il n'est donc pas possible d'observer les symptômes associés au stress par exemple.

Les études descriptives et analytiques peuvent néanmoins être concluantes, ou presque, dès lors que les questionnaires utilisés pour recueillir les informations permettent de décrire le niveau de symptôme aussi bien que le symptôme en lui-même :

- en ce qui concerne les effets sur l'humeur, une étude analytique exposés – non exposés permet d'établir une différence significative entre les exposés et les non exposés, à savoir plus de fatigue, de dépression, de tension, de colère et de confusion (S.Shiffman et al, 1995) ;
- l'association entre odeurs et symptômes somatiques est plus difficile à mettre en évidence avec une significativité suffisante, tant par les études descriptives qu'analytiques, cependant étant donné le faible risque d'erreur ($p=0,06$ selon B.Steinheider, 1998), on peut penser que c'est la puissance statistique qui fait défaut.

Globalement, on arrive à la conclusion suivante : l'association entre exposition à l'odeur et symptômes existe, même si elle peut être plus difficile à mettre en évidence suivant les symptômes et les types d'étude. Des études expérimentales permettent de les quantifier avec une population d'étude restreinte pour les symptômes non psychosomatiques. De plus, l'âge des sujets (plus la personne exposée est âgée moins les symptômes sont fréquents) ainsi que la perception et la croyance des populations vis-à-vis du risque induit par l'odeur incriminée (D.Shusterman, 2001. B.Steinheider, 1998) représentent des facteurs de confusion.

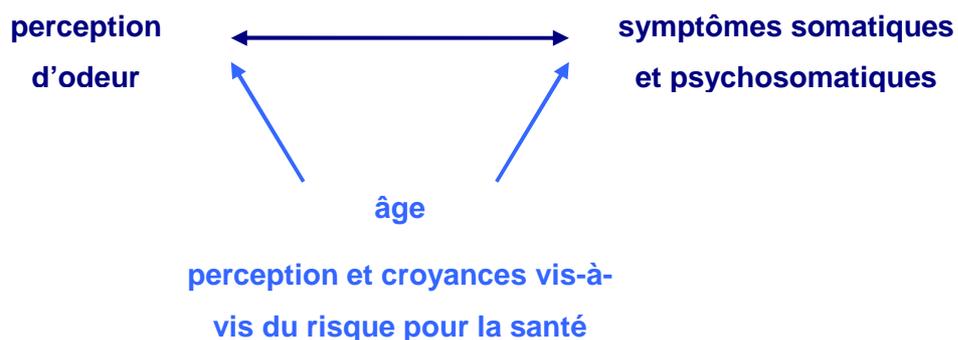


Figure 6 : relation entre perception de l'odeur et symptômes, et influence des facteurs de confusion

3.3.3 Limites et insuffisances de ces méthodes

- ***Limites de l'évaluation des risques sanitaires***

Odeurs vs évaluation des risques

L'évaluation des risques, ne disposant que des valeurs toxicologiques de référence pour chaque substance individuellement, ne peut qu'évaluer le risque induit par chaque composant odorant mais aucunement par l'odeur en elle-même. Comme c'est le cas dans l'évaluation des risques associés aux cocktails de polluants, il est impossible d'évaluer les interactions potentielles entre molécules odorantes. Néanmoins, dans le cas des odeurs, la concentration de chaque substance n'est absolument pas proportionnelle à la concentration de l'odeur qu'ils composent. Le calcul de l'exposition n'étant pas fait sur la base de la concentration de l'odeur, ce n'est donc pas l'impact sanitaire de l'exposition aux odeurs en elles-mêmes que l'on évalue ainsi.

Effets de l'exposition aux odeurs vs évaluation des risques

Nous avons vu précédemment que l'effet toxicologique de la substance odorante n'est, le plus souvent, pas responsable des symptômes observés chez les populations exposées. Tout comme le seuil olfactif est extrêmement variable d'un individu à l'autre, les effets, tant somatiques que psychologiques, sont très divers et essentiellement de nature subjective. Ils dépendent donc de la sensibilité, des croyances relatives au risque qu'une telle exposition représente, ainsi que des expositions passées de chacun. Or aucune valeur toxicologique de référence n'est construite pour de tels effets subjectifs, encore moins pour des effets psychosomatiques.

En outre la majorité des personnes sujettes à ces effets présentent des symptômes peu graves (mal de tête, nausée, irritation des yeux, du nez et de la gorge, écoulement nasal). Cependant, la présence de ces symptômes traduit déjà l'existence d'un impact de l'exposition aux odeurs. La quantification du risque sanitaire engendré par les odeurs se devrait donc de tenir compte de ces effets. Pourtant, aucune VTR n'est construite pour des effets sur la santé aussi minimes.

Si on ajoute à cela le fait qu'une exposition intermittente à une odeur est susceptible d'accentuer tant la sensibilité à cette même odeur que le niveau de symptôme qu'elle provoque, il devient difficile de considérer comme pertinent une comparaison à une unique valeur toxicologique de référence pour évaluer les risques associés à l'exposition à cette pollution olfactive.

- **Limites des études épidémiologiques**

Etudes analytiques et descriptives

Etant donné le type de symptômes et la nature de l'exposition en cause (faibles à très faibles concentrations), la puissance statistique nécessaire envisagée est souvent trop faible pour aboutir à une association statistique sans équivoque.

Enfin, les relations effets psychologiques – effets physiques sont souvent considérées comme des tiers facteurs plutôt que comme des symptômes provoqués par l'exposition à la pollution olfactive à part entière.

Etudes expérimentales

Les études expérimentales, quant à elles, garantissent la mise en évidence de l'association statistique et permettent la quantification de l'excès de risque de ressentir des symptômes somatiques comme psychosomatiques lors d'exposition aux pollutions olfactives. Néanmoins, les séances de test sont de courte durée. Or, il est délicat d'un point de vue éthique et monétaire d'exposer des personnes pendant des périodes plus longues afin de simuler l'exposition réelle des populations. Les niveaux de réponse symptomatique peuvent donc être sous-estimés.

De même, les personnes participant à ces études sont généralement en parfaite santé et volontaires. Ce biais de sélection occulte donc l'aspect psychologique que peut représenter une exposition intermittente subie et non désirée, voire même redoutée. Et qu'en est-il de la représentativité de la population d'étude vis-à-vis des personnes potentiellement sensibles (asthmatiques, allergiques, insuffisants respiratoires...) ?

4 Nuisances olfactives et réglementation

4.1 Introduction

La législation sur les nuisances olfactives est généralement méconnue bien qu'elle concerne un certain nombre d'activités industrielles, agricoles ou municipales, responsables d'émissions odorantes subies par les populations riveraines. Arrivant au rang du deuxième motif de plaintes après le bruit, l'importance donnée aux odeurs environnementales va grandissante. Les nuisances olfactives sont de moins en moins acceptées par le grand public, qui les considère parfois comme les manifestations de pollutions graves ou bien comme ayant un impact sur leur santé, à tort ou à raison.

Dans un tel contexte, les pouvoirs publics ont développé des réglementations de plus en plus sévères prenant en compte les nuisances olfactives perçues par une population riveraine.

4.2 Droit français

4.2.1 Origine et évolutions de la prise en compte des nuisances olfactives

La notion de nuisance olfactive est apparue très tôt dans notre société, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 6 : Historique de la prise en compte des nuisances olfactives

Année	Texte
Antiquité	Les odeurs sont considérées comme des problèmes de voisinage
1148	Volonté de Philippe Auguste de combattre les odeurs pestilentielles des rues de Paris
1663	Ordonnance royale du 30 avril 1663 relative aux : « eaux polluées provenant des tueries et abattoirs »
1961	Loi 61-842 du 2 août 1961 relative à la pollution atmosphérique et aux odeurs
1996	(en vigueur au 31 mars 2001) article du livre I L. 124-4 et plusieurs du livre II, titre 2 (L. 220-1 à 228-2) du code de l'environnement (ex-loi du 30 décembre 96 sur l'air)

Peu à peu, cette pollution a intégré la législation. Ce n'est qu'en 1961, dans la loi relative à la lutte contre les pollutions atmosphériques qu'est abordé pour la première fois la notion de nuisance due aux odeurs environnementales. Elle sera remplacée par la loi 96-1236 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (reprise dans le code de l'environnement). La notion de « pollution atmosphérique » est clairement définie et intègre ce qui est à l'origine de « nuisances olfactives excessives ». Ce texte met en place des dispositifs de surveillance de la qualité de l'air ainsi que des objectifs et des valeurs limites concernant certains polluants. Il vise plus à prévenir les problèmes dus aux pollutions atmosphériques et ne cible pas de façon spécifique les odeurs elles-mêmes, mais les présentent comme des conséquences.

4.2.2 Nuisances olfactives et activités industrielles

Les problèmes d'odeurs, cela a été mis en évidence précédemment, sont souvent générées par des Industries Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Aussi, nous présenterons la réglementation relative à celles-ci, lorsqu'elle interagit avec la réglementation sur les odeurs, et nous aborderons les textes applicables pour les installations non classées également.

- installations non classées : ce ne sont en général pas des ou peu des sources de pollution (ou bien ont une superficie < 100 m²), elles échappent donc à la réglementation des ICPE. Elles sont en revanche soumises au règlement sanitaire départemental applicable par les maires. L'ensemble de ces règles et décrets vise essentiellement à réduire les causes d'insalubrité. Les odeurs sont prises en compte dans ce règlement et concernent la salubrité de l'habitat, des agglomérations, et de tous milieux de vie, soit la pollution olfactive d'origine domestique. L'articulation entre ces dispositions et la réglementation ICPE est précisée dans la circulaire du 27 janvier 1978 aux préfets : « *il n'y a pas de superposition de ces prescriptions* ». Pour les installations non classées mais présentant « *des dangers ou des inconvénients graves pour les intérêts mentionnés à l'article L.511-1 (inconvénients pour la commodité du voisinage)* », c'est le préfet qui a autorité pour intervenir (à la place du maire).

- Installations classées : ces sites, soumis à déclaration ou à autorisation, sont répertoriés à la vue des dangers et des pollutions qu'ils sont susceptibles de générer. La législation actuelle comporte la notion d'« *inconvénients pour la commodité du voisinage* ». En France, on dénombre environ 50000 ICPE. Parmi celles soumises à autorisation, on comptait en 1998, de l'ordre de 19454 élevages et 1031 centres de traitement et d'élimination des déchets. Un arrêté préfectoral fixe les prescriptions générales de production et d'exploitation.

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE soumises à autorisation vise à protéger les milieux (air, eau, sols, paysages) en tenant compte des déchets, des risques et des nuisances, bruit et odeurs en particulier. S'appuyant sur des directives européennes, il permet au préfet de décider des prescriptions plus sévères que celles annoncées. Les unités de mesure de la concentration d'odeur y sont précisées, ainsi que les méthodes de prélèvement et de mesure.

Des arrêtés dits sectoriels, s'appliquent à quelques catégories d'installations exclues de l'arrêté du 2 février 1998. Le tableau en annexe 8 présente les dispositions prises pour chaque secteur d'activité et les articles portant sur les odeurs et leur contenu.

4.2.3 Nuisances olfactives et droit jurisprudentiel

La jurisprudence est constituée de l'ensemble des décisions prises lors de procès opposant des riverains à des industriels ou à l'administration. Celles-ci peuvent ensuite être prises comme référence dans le cadre d'autres procès traitant des mêmes types de litiges. Les problèmes d'odeur soulevés par la jurisprudence

permettent de relever les différents concepts et décisions mis en œuvre par les juges.

La décision peut porter sur :

- le préjudice olfactif, tel que des juges peuvent accorder des réparations au plaignant à cause d'odeurs dégagées par des activités industrielles (entraînant une dévaluation du bien immobilier par exemple) ;
- l'appréciation souveraine des juges concernant le mode de réparation du dommage causé par les odeurs ;
- la nature de la nuisance, à savoir que des odeurs non nécessairement associées à la notion de toxicité mais considérée comme désagréables par la population peuvent constituer une infraction ;
- les prescriptions complémentaires qu'un tribunal administratif peut prendre pour protéger l'environnement des odeurs émises par une installation ;
- la responsabilité de l'Etat engagée dans le cas de préfets qui ne prendraient pas les mesures nécessaires pour réduire les odeurs nuisantes ou lorsqu'une ICPE est dans une situation irrégulière par rapport à son arrêté d'autorisation d'exploiter, sans que les sanctions prévues par les textes (travaux, suspension d'activité...) ne soient appliquées par l'administration ; les réparations accordées peuvent être symboliques ou financières.

L'insuffisance des études d'impact sur le plan des études olfactives ainsi que des non-conformités vis-à-vis des arrêtés préfectoraux sont le plus souvent mises en évidence. Quelques exemples de décisions jurisprudentielles sont présentés en annexe 9.

4.3 Autres pays

L'examen des différentes réglementations en vigueur en Europe, aux Etats-Unis et dans d'autres pays montre que les pays sans législation sur les odeurs tendent à en mettre une en place, tandis que les législations existantes évoluent.

Les difficultés relevées le plus souvent viennent de l'absence de relation connue entre débits d'émissions au niveau des populations exposées et nuisance ressentie. Cependant, les pays étudiant le problème cherchent toujours à comparer ces deux paramètres, afin de pouvoir réglementer l'un des deux. Cela se traduit par différentes approches, en terme de réglementation ou de recommandation, basées :

- sur des valeurs limites quantitatives à l'émission des composés ;
- sur des valeurs limites quantitatives dans l'environnement (concentration d'odeur au sol), qui suppose des modélisations de la dispersion atmosphérique (détermination de l'émission maximale admissible) ;

- sur l'application de distances de séparation minimales à respecter entre sources et riverains ;
- sur la limitation de la gêne (ou nuisance) des populations, (mais attention, « nuisance » utilisée dans un sens large pouvant aussi se rapporter à : retombées dans l'environnement « immissions », voire aux distances de séparation), mais l'application de valeurs limites d' « indice de gêne » n'est pas ou plus en vigueur dans ces pays ;
- sur les plaintes.

Dans tous les cas, on perçoit la difficulté d'évaluation du niveau de nuisance ressenti, et par conséquent la difficulté de légiférer de façon pertinente sur les émissions odorantes des divers secteurs d'activité. Des prescriptions sont donc décidées en suivant la démarche ALARA par exemple en Belgique.

5 Approches d'atténuation des odeurs environnementales

Une fois que les mesures ont permis d'identifier et de quantifier la pollution émise à la source et dans l'environnement, il est possible de mettre en oeuvre des moyens qui vont permettre d'éviter, d'atténuer voire de supprimer les odeurs à l'origine du problème.

Les actions qui vont être mises en place peuvent se situer à différents niveaux et n'auront pas le même impact technique, social, ou économique. Des modifications peuvent être faites au niveau du process responsable de l'odeur, au niveau des panaches de fumée, au niveau de l'aménagement environnemental...

Les différentes décisions qui seront prises devront prendre en compte différents paramètres :

- les caractéristiques de l'odeur (nature du composé odorant responsable, intensité, gêne olfactive provoquée...)
- les caractéristiques de la source (débit, étendue, hauteur...)
- la situation géographique (milieu urbain ou rural, topographie, météorologie...)
- les caractéristiques de l'industrie (ancienne ou nouvelle, système de gestion ou de traitement des odeurs préexistant, motivation de l'industriel...).

Tous ces facteurs entrent en jeu et devront être considérés afin que la solution choisie soit la plus adaptée au problème à résoudre.

5.1 Actions préventives

Il est préférable de rechercher en priorité des solutions préventives. En effet plus les quantités à traiter sont importantes, plus les équipements de traitement sont coûteux.

5.1.1 Etude du process

L'émanation d'une odeur et sa dispersion dans l'environnement sont généralement le fruit de dysfonctionnements ou bien d'une mauvaise gestion du process. De ce fait, les émanations d'odeurs ne sont pas toujours inévitables.

Il semble intéressant, avant de mettre en place des systèmes lourds de traitement des odeurs, de réaliser une étude en amont sur le fonctionnement même du site. Cette étude aura pour but de mettre en avant les points stratégiques, sur lesquels il sera possible d'agir pour diminuer la nuisance olfactive.

Plusieurs actions peuvent être envisageables pour réduire l'émanation de produits odorants :

- Modification du process en lui-même
Exemples : passage d'un circuit ouvert à un circuit fermé, diminution du temps de séjour de l'effluent en anaérobie...
- Amélioration de la maintenance et de l'entretien : traiter ce point correspond à la mise en place de procédures sur les précautions à prendre lors de ces opérations.
Exemples : contrôles réguliers des points stratégiques, vigilance particulière sur les points de fuites potentiels, captage des vapeurs de solvant lors des opérations de nettoyage...
- Recherche des substituts aux produits odorants
- Ajout dans le processus de fabrication de produits bloquant la fabrication de produits odorants.
Exemples : eau de Javel, eau oxygénée assurant la destruction des sulfures et évitant la spécificité du milieu...
- Utilisation de matières premières de substitution si possible.

Dans de nombreux exemples, les actions n'ont pas été menées, à tort, à ce niveau. Ceci peut expliquer les difficultés qu'ont les entreprises pour gérer les crises auxquelles elles ont été confrontées.

Ces mesures ne vont peut-être pas permettre de supprimer entièrement les odeurs mais en les réduisant vont diminuer les quantités à traiter et donc le coût de ce traitement. Au sein d'une industrie, une telle démarche peut, au-delà du problème des odeurs, être bénéfique au niveau de la productivité. Elle est comprise dans les actions à mettre en place dans le cadre d'une certification ISO 14 001 par exemple. Cela peut être un point à mettre en avant pour sensibiliser les personnes responsables.

5.1.2 Aménagement du site et de son environnement :

▪ *Aménagement urbain*

Il est possible d'éviter des crises de pollution olfactive en travaillant sur l'exposition, c'est-à-dire du côté de l'aménagement urbain. Il semble évident que si aucune population n'est exposée aux odeurs générées par un site, le risque de nuisance olfactive disparaît.

Aussi, lorsqu'il est question d'installer une activité susceptible de générer une nuisance olfactive, il est important de se pencher sur la question de son lieu d'implantation : éviter la présence d'habitations dans la zone d'impact olfactif est un premier pas dans la gestion de ce genre de nuisances.

Inversement, une zone d'habitation ne doit pas être construite à proximité d'une telle installation.

Une gestion efficace à ce niveau nécessite une bonne connaissance de tous les paramètres influençant la pollution olfactive, actuelle ou future, autour du site (météorologie, relief, etc.).

▪ *Mise en place d'haies brise-vent*



Des études ont été menées concernant l'effet de l'implantation de haies brise-vent sur des sites tels que les porcheries. Elles ont démontré l'efficacité de ce type d'aménagement sur la dispersion d'odeurs. Les haies brise-vent peuvent agir de plusieurs façons pour réduire la pollution liée aux odeurs :

- dilution dans la basse atmosphère des concentrations de gaz responsables des odeurs ;

- dépôt des poussières et des aérosols ;
- interception des poussières et des autres aérosols ;
- absorption des composés chimiques responsables des odeurs ;
- réduction de la longueur et de la superficie des panaches d'odeur.

Ce type d'action va avoir un effet mesurable sur la pollution générée sans gros investissement et contribue à une image plus positive du site émetteur.

5.2 Actions curatives

Lorsque toutes les mesures de prévention qui ont été mises en œuvre pour diminuer au maximum la nuisance olfactive produite par les émissions gazeuses sont insuffisantes, il est nécessaire de prévoir un traitement de ces effluents avant leur rejet.

5.2.1 Confinement et ventilation

Avant la phase de traitement, le confinement va permettre de maîtriser le flux odorant en le captant et en le stockant dans un lieu de traitement (capotage).

La ventilation aura pour rôle de limiter la concentration d'odeur dans l'air, de maintenir l'installation en dépression pour éviter l'émission vers les riverains et de transporter les panaches vers les installations de traitement.

La limite de ces procédés va être le coût important de leur mise en place.

5.2.2 Procédés de traitement

▪ Procédés classiques

Il existe plusieurs types de procédés qui sont usuellement utilisés pour traiter les effluents gazeux responsables des odeurs. Elles sont basées sur différentes techniques que sont le transfert du polluant et la transformation biologique ou chimique.

Voici la liste exhaustive de ces traitements présentés dans l'ordre croissant de la fréquence de leur utilisation en France :

1. L'incinération chimique (oxydation par combustion)
2. L'incinération catalytique (combustion sans flamme)
3. L'adsorption (transfert sur solide)
4. L'absorption (transfert sur phase liquide)
5. Le traitement biologique (Biofiltre, lit bactérien ou biolaveur)

Une analyse de ces différents procédés est présentée en annexe 10. Elle montre qu'il n'existe pas de « solution miracle » adaptée à toutes les situations de pollution olfactive. La prise en compte des différents paramètres techniques et économiques est nécessaire afin de choisir le traitement qui soit le mieux adapté à l'effluent à traiter. Parmi ces critères, on peut citer :

- La nature des composés odorants (solubilité, capacité à s'adsorber...),
- Le débit de gaz,
- La concentration des molécules,
- La température,
- La taille de l'installation,
- La biodégradabilité des polluants.

▪ **Exemple de procédé émergent : la Photocatalyse**

A côté de ces procédés de traitement classiques, qui sont aujourd'hui les plus utilisés dans le domaine des odeurs, de nouveaux procédés commencent à émerger.

La photocatalyse est un procédé de traitement des odeurs émergent pour lequel les entreprises travaillant dans ce secteur portent un intérêt certain. Il est basé sur l'association d'un semi conducteur (souvent du dioxyde de titane) et d'un rayonnement lumineux (cf. annexe 11) : production de radicaux très oxydants qui détruisent les polluants adsorbés à la surface. Il va permettre de traiter un nombre de composés odorants différents très élevé. Il peut agir dans des conditions de débits faibles et moyens (débits inférieur à 10^4 m³/h) et une concentration de polluant faible.

6 Bilan et perspectives

6.1 Quantification des risques liés aux odeurs : devenir ?

Nous avons vu que l'évaluation des risques, telle qu'elle est conçue actuellement, n'est en fait qu'un outil d'évaluation des émissions gazeuses d'une activité, et non un moyen de déterminer les risques dus aux odeurs en elles-mêmes. A ce titre elle peut toujours servir de complément à l'évaluation des impacts olfactifs afin de prendre les mesures de gestion les plus appropriées et/ou de rassurer les riverains vis à vis du risque chimique.

Néanmoins, en ce qui concerne la démarche de quantification des risques associés à l'exposition aux pollutions olfactives, une plus grande part doit être accordée à l'aspect essentiellement non toxicologique et parfaitement subjectif des effets de ces dites pollutions sur la santé des riverains.

Les études épidémiologiques expérimentales permettent déjà de quantifier l'excès de risque de ressentir certains symptômes comme les maux de tête ou les nausées en cas d'exposition. Certaines études descriptives ou analytiques, quand à elles, manquent uniquement de puissance pour aboutir à une même quantification de cette excès de risque en tenant compte de l'existence de personnes potentiellement sensibles au sein des populations. La réalisation d'études de ce type dans les conditions suivantes :

- questionnaire ne faisant pas appel à la seule mémoire, mais à l'appréciation des gens au niveau du ressenti de symptômes prédéfinis, reliés ou non aux odeurs, via des échelles de 1 à 5 ;
- exposition à des substances pour lesquelles le seuil olfactif est beaucoup plus faible que la concentration limite d'exposition (intervention des effets non toxicologiques uniquement) ;

mais à partir d'une population d'étude plus importante, permettrait donc d'aboutir à des résultats significatifs d'excès de risque en cas d'exposition aux odeurs.

Et pourquoi pas, après couplage de ces données, envisager alors d'utiliser ces résultats pour évaluer un "impact sanitaire", sur la base des mesures ou des modélisations de l'odeur dans l'environnement délimitant les zones où l'odeur serait perceptible?

6.2 Démarche de gestion des odeurs : importance de la communication

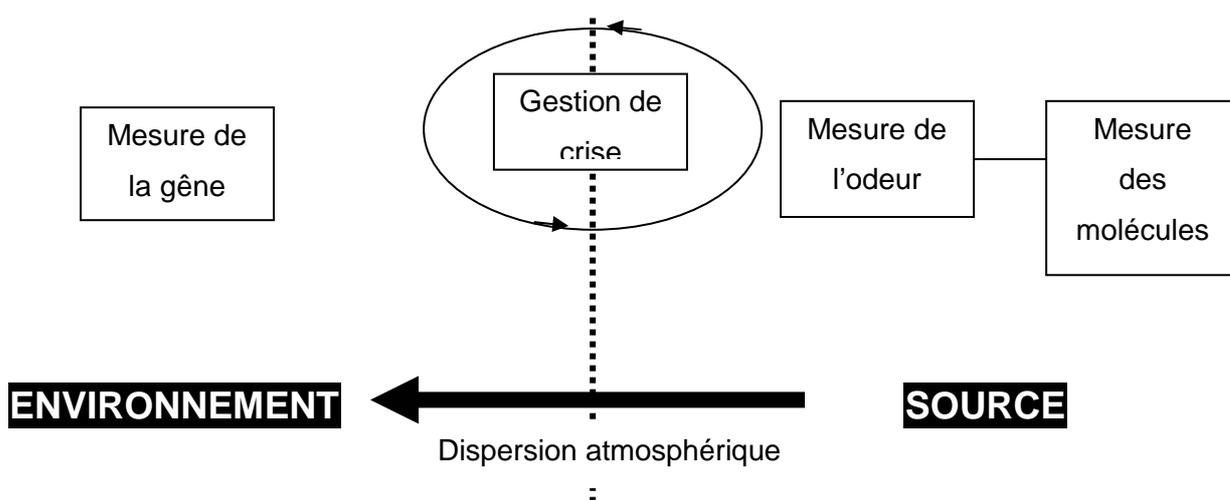


Figure 7 : Schéma de la déclinaison de la mesure des odeurs

Il semble intéressant de s'arrêter sur un point que nous considérons comme critique, lorsqu'un conflit s'est installé entre les riverains, victimes d'une pollution olfactive, et les responsables du site émetteur de la nuisance : la communication. En effet, dans de

nombreux cas de figure, il y a incompréhension entre les deux partis, et cela est souvent du à un manque de communication.

Cet échange d'information doit se faire à tous les niveaux de la gestion de crise :

- Les responsables du site doivent être à l'écoute des riverains et savoir exactement quelle est leur demande, afin de pouvoir déterminer la cause exacte du problème.
- Un dialogue doit s'instaurer entre l'entrepreneur et les autorités publiques. Le premier n'a pas forcément les moyens techniques, scientifiques ou financiers pour gérer ce genre de problème. Il faut que les demandes soient bien ciblées et que les propositions soient en adéquation avec les contraintes de l'activité.
- Les informations concernant les moyens mis en œuvre, l'évolution des nuisances et l'explication de cette évolution doivent être disponibles pour crédibiliser la volonté d'amélioration : il faut jouer la transparence. Pour cela, un système d'affichage des résultats des mesures, qui soit visible par la population, doit être mis en place. Un rapport de l'évolution de la situation doit être envoyé régulièrement aux services publics, ainsi qu'à la mairie qui pourra également jouer le rôle d'intermédiaire avec les riverains (communiqué, journal...).
- Les riverains doivent être impliqués dans la surveillance continue des odeurs dans l'environnement du site. Transformer les « riverains plaignants » en « riverains indicateurs », en les incluant dans la démarche globale, peut apporter un gros plus dans la crédibilité des actions mises en œuvre. Pour ce faire, il faut la coopération des deux partis, que les données des riverains soient constructives et qu'elles soient bien exploitées par l'industriel. Ainsi un numéro vert peut être mis en place afin de recueillir les appels.

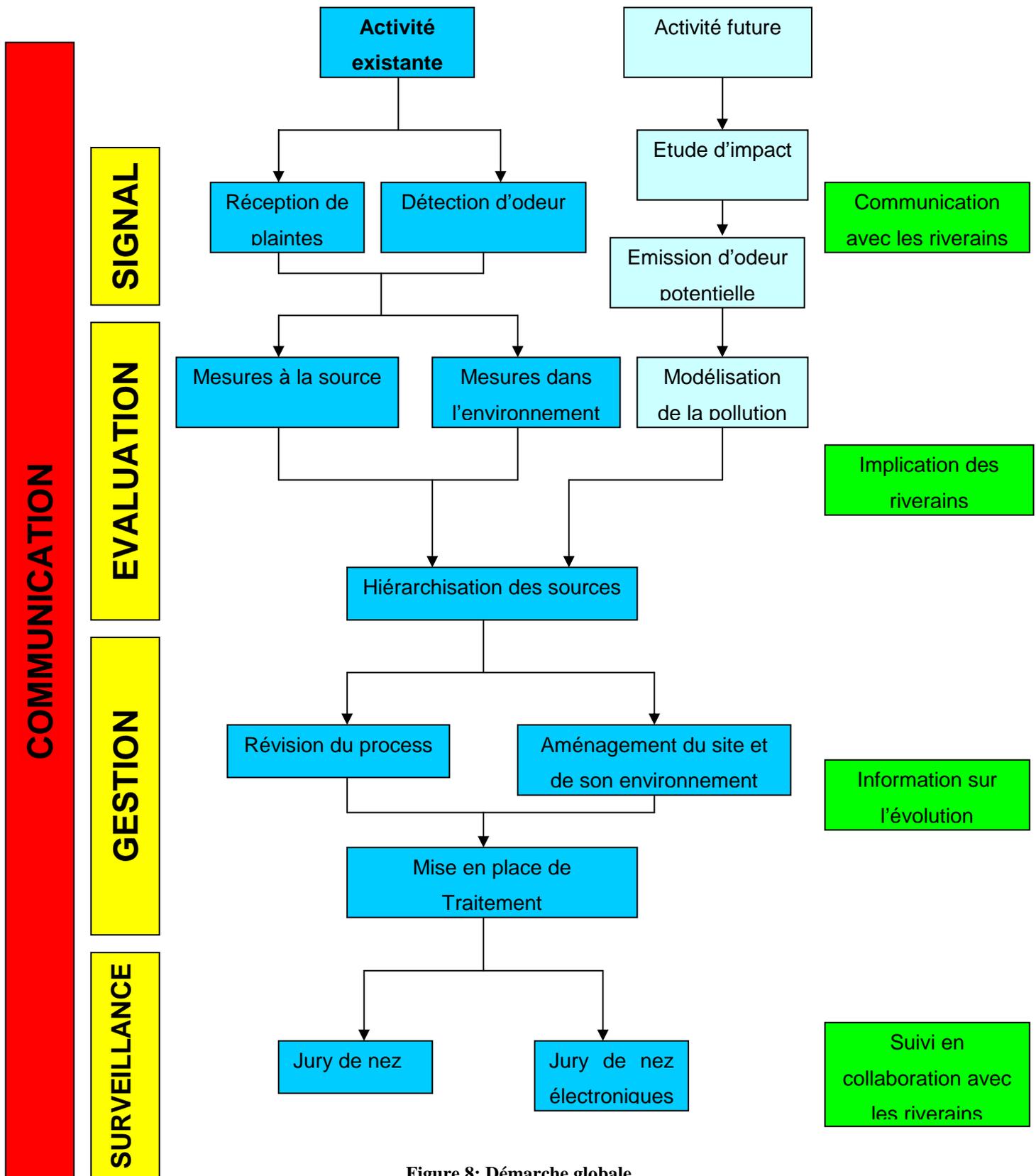


Figure 8: Démarche globale

Conclusion

Source de nuisances, d'inquiétudes et de stress pour les populations exposées, les pollutions olfactives altèrent le bien-être des riverains. Qui plus est, de nombreux symptômes tant somatiques que psychologiques sont effectivement observés, provoqués par l'exposition aux odeurs, mais également par le stress et autres perturbations psychologiques que ces dites odeurs engendrent chez des résidents persuadés de la dévaluation de leur biens et de la perte de jouissance de leur propriété.

Si l'on se réfère à la définition de la santé publique, ces pollutions olfactives représentent donc un véritable enjeu sanitaire, de par cette altération du bien-être tant physique que moral des populations soumises, enjeu d'autant plus important que l'aspect social en est indissociable (forte pression sociale des populations excédées et inquiètes pour leur santé).

Néanmoins, les inquiétudes des riverains sont encore trop souvent considérées comme des lubies et l'existence de pollutions olfactives comme inhérente au développement économique ; idées reçues que ne peuvent écarter les méthodes actuelles de quantification des risques ne permettant pas d'arriver à un résultat significatif ou pertinent, étant donnée la nature essentiellement non toxicologique des effets induits par de telles expositions. De ce fait, le développement des réglementations et de la jurisprudence, notamment en ce qui concerne le volet nuisances des études d'impact, pèse beaucoup plus dans la balance pour l'établissement de campagnes de mesure et la mise en place de mesures de gestion qui en découlent.

Bibliographie

GENERALITES

- ADEME. *Pollutions olfactives*. Paris : Dunod, 2005, L'Usine Nouvelle, 388 p.
- POURTIER L. *Odeurs : problématique, perception et mesures*. Intervention dans le cadre du module IES « Pollution atmosphérique », ENSP, novembre 2005.
- Réunion plénière ECRIN. *Les nuisances olfactives : comment les identifier et les traiter ?* Club Traitement de l'air et des nuisances olfactives, juin 2004.
- CNRS. Université de Lyon 1. UMR 5020. *Le système olfactif*.
Disponibilité : <http://olfac.univ-lyon1.fr/sysolf/lso-frame.htm> (mise à jour août 2001)
- DEIBER G. POURTIER L. Nuisances olfactives et risques sanitaires : deux approches complémentaires pour les riverains. *Environnement et Technique*, juin 2004, n°237, pp 27-31.

EFFETS DES ODEURS SUR LA SANTE & EVALUATION ET QUANTIFICATION DES RISQUES

- SHIFFMAN S. 1998. Livestock odors: implication for human health and well-being. *Journal of animal science*, 1998, n°76, pp 1343-1355.
- SHUSTERMAN D. Review of the upper airway, including olfaction, as mediator of symptoms. *Environmental health perspectives*, 2002, n°10 pp 649-653.
- GERIN M. GOSSELIN P. et al. Environnement et santé publique, Fondements et pratiques, Chapitre 19 Odeurs, 2002, Version préliminaire. Tech et doc.

- SEGALA C. , POIZEAU D. , MACE J.M. *Odeurs et santé : enquête épidémiologique descriptive autour d'une usine d'épuration*. Revue épidémiologique de santé publique, 2003, n°51, pp 201-214.
- BURGEI E. , LEDRANS M. , JOUAN M. , LE GOASTER C. , QUENEL P. Effets de la station d'épuration des eaux usées d'Achères sur la santé et le bien-être des riverains. *Réseau national de santé publique*. Septembre 1997.
- SHIFFMAN S. et al. Symptomatic effects of exposure to diluted air sampled from swine confinement atmosphere on healthy human subjects. *Environmental health perspectives*, 2005, n°113, pp 567-576.
- STEINHEIDER B. Environmental odours and somatic complaints. *Hygiene und Umweltmedizin*, 1998, n°202, pp 101-119.
- SHUSTERMAN D. *Odor-associated health complaints: competing explanatory models*. Chemical senses, 2001, n°26, pp 339-343.
- SHIFFMAN S. et al. Effects of environmental odors emanating from commercial swine operations on the mood of nearby residents. *Brain research bulletin*, 1995, n°37, pp 369-375.
- ROZEC V. Nuisances olfactives et pollution de l'air : les plaintes des parisiens. *Pollution Atmosphérique*, octobre décembre 2003, n°180, pp 523-537.
- VAN DEN BERGH O. et al. Acquisition and extinction of somatic symptoms in response to odors : a pavlovian paradigm relevant to multiple chemical sensitivity. *Occupational and environmental medicine*, 1999, 56 : 295-301.
- ROZENKRANZ H. et CUNNINGHAM A. Environmental odors and health hazards. *The science of the total environment*, 2003, 313 : 15-24.
- InVS. *Stockage des déchets et santé publique, chapitre 4 : Risques aigus, reprotoxiques et perceptions d'odeur*. 2004.
- DOR F. et GERMONDEAU P. *Etude d'évaluation des risques sanitaires encourus par la population résidant à proximité de la papeterie Assidoman-Kappa à Mennecy*. Rapport de l'InVS, 2003.

- BEAUSOLEIL M. et BRODEUR J. Emission d'odeurs dans l'air ambiant de l'arrondissement de Saint Léonard, Evaluation des impacts sanitaires des concentrations de polluants mesurés dans l'air ambiant du quartier Coubertin. *Rapport de la régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre*, 2003.

REGLEMENTATION

- GOURONNEC A.M. Aspects réglementaires relatifs aux odeurs en France. *Pollution Atmosphérique*, janvier-mars 2002, n°173.
- Site des Techniques de l'Ingénieur. *Réglementation en matière d'odeurs* »
Disponibilité :
<http://www.techniques-ingenieur.fr/affichage/DispIntro.asp?nGcmld=G2910>
- Normes AFNOR NF X 43-101 et 43-103

MESURE, TRAITEMENT ET GESTION DES NUISANCES OLFACTIVES

- ASTEE. *Qualité de l'air : Evolution de la métrologie des polluants et politique de réduction des émissions – maîtrise des odeurs et traitements des effluents gazeux*. Journée technique de l'association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement : qualité de l'air. mai 2005.
- CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE PARIS. *Entreprises : comment réduire vos émissions atmosphériques*. Paris : [mis à jour le 15/03/05]. Chapitre 3, Comment réduire les émissions de COV.
Disponibilité : <http://www.environnement.ccip.fr/air/reduction/reduction-cov.htm>
- GREVILLOT G. *Culture Sciences-Chimie* Traitement d'air chargé en composés organiques volatils par adsorption sur solides microporeux. 1 mars 2004.
Disponibilité : <http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-chimie-societe-article-TraitementCOVSolMicropor.html>
- CHOINIERE D. *Influence des haies brise-vent naturelles sur les odeurs*. Octobre 2004.

Disponibilité :

<http://www.agrireseau.gc.ca/default.aspx?operator=recherche&q1=haies>

- EUFIC (Conseil Européen de l'information sur l'alimentation). *Sécurité et Qualité*. Le nez électronique. 1999

Disponibilité : <http://www.eufic.org/fr/food/pag/food16/food164.htm>

- ADEME. *Emission atmosphérique : à chaque polluant une fiche pratique*. [mise à jour Novembre 2004]. Chapitre 1, Composés Organiques Volatiles. Chapitre 3, Pollution odorantes.

Disponibilité :

<http://www.ademe.fr/entreprises/polluants/polluants/polluant.asp?ID=46>

- PURRENE P. GUY C. RENYI P. Techniques de contrôle des odeurs : Station d'épuration des eaux usées de la Ville de Montréal. *Vecteur Environnement*, janvier 2004, vol 37 n°1.

Liste des annexes

ANNEXE 1 – Quelques méthodes de détermination des intensités et seuils de perception olfactifs	i
ANNEXE 2 – Seuils de perception olfactives, seuils de toxicité et descripteurs d’odeur des principaux polluants odorants	ii
ANNEXE 3 – Principales activités sources de pollutions olfactives	iii
ANNEXE 4 – Méthodes d’échantillonnage des composés odorants.....	v
ANNEXE 5 – Méthodes d’analyse physico-chimiques	vi
ANNEXE 6 - Paramètres des conteneurs utilisés pour l’échantillonnage sans concentration.....	vii
ANNEXE 7 – Choix de l’olfactomètre	viii
ANNEXE 8 – Prescriptions générales fournies par les arrêtés sectoriels (pour les odeurs)	ix
ANNEXE 9 – Jurisprudences	xiii
ANNEXE 10 – avantages et inconvénients des différents procédés de traitement	xiv
ANNEXE 11 – Principe de la Photocatalyse	xvi
ANNEXE 12 – Unités de mesure des odeurs.....	xvii

ANNEXE 1 – Quelques méthodes de détermination des intensités et seuils de perception olfactifs

On peut distinguer deux valeurs de seuils: le seuil de détection, lorsque le sujet a une sensation olfactive sans pour autant affecter de label à cette odeur, et le seuil de reconnaissance, lorsque la qualité de l'odeur est accessible au sujet. Plusieurs méthodes sont utilisées pour mesurer la sensibilité olfactive chez l'homme. La plupart de ces procédures tirent leur spécificité par le mode de détermination des seuils. Trois grandes méthodes peuvent être définies :

- La première technique consiste à présenter de manière croissante des concentrations, jusqu'à ce que le sujet détecte correctement le bon flacon. La valeur seuil est prise comme la première concentration des 3 ou 4 successivement correctes.
- Dans la seconde technique, les concentrations sont présentées de manière croissante et décroissante, jusqu'à ce que le sujet stabilise ses réponses selon un procédé bien défini.
- Enfin, la troisième technique : les seuils sont déterminés grâce à une procédure de choix forcés. L'expérience comporte plusieurs essais. Un essai consiste en la présentation successive rapide de 2 flacons : un contenant du solvant et l'autre contenant l'odorant étudié, dilué dans le solvant. En fonction de l'odorant étudié, 10 ou 12 niveaux de concentrations sont préparés, soit 10 ou 12 paires. Les deux bouteilles d'une même paire sont ouvertes et immédiatement placées sous le nez du sujet. La tâche du sujet est de déterminer parmi les deux flacons celui qui évoque la plus forte sensation olfactive. Même s'il ne perçoit aucune sensation ou s'il ne détecte aucune différence, le sujet doit choisir l'un des 2 flacons. On n'indique pas au sujet s'il a fait le bon ou le mauvais choix. Dans le cas d'un choix incorrect, on lui présente la paire de flacons correspondant à la concentration de 2 niveaux supérieurs. Par contre, si le choix du sujet est correct, alors on lui présente la même paire de flacons (même niveau de concentration de l'odorant). On prend comme valeur seuil initiale le niveau de concentration pour lequel le sujet indique 4 fois consécutivement le flacon contenant l'odorant. Une fois la valeur du seuil initial obtenue, on inverse la progression en présentant au sujet la paire de flacons correspondant au niveau de concentration directement inférieur à celui du seuil initial. S'il répond correctement, on représente le même niveau de concentration, et s'il répond correctement deux fois de suite, on passe alors au niveau de concentration directement inférieur. On effectue au total 7 renversements de niveaux de concentration. Le seuil final est pris comme la moyenne des 4 derniers renversements.

Il existe encore d'autres techniques utilisées, ce qui permet d'expliquer la diversité des ordres de grandeur rencontrés.

ANNEXE 2 – Seuils de perception olfactives, seuils de toxicité et descripteurs d'odeur des principaux polluants odorants

Nom	Formule chimique	Descripteur d'odeur	Seuil olfactif (mg/m ³)	Intervalles des concentrations détectables (mg/m ³)	Toxicité (ppbv) VLE ou VME
Sulfure d'hydrogène	H ₂ S	Œuf pourri	2,53.10 ⁻²	6,6.10 ⁻⁴ à 2,5.10 ⁻¹	5 000
Ethyl mercaptan	C ₂ H ₅ SH	Chou, ail	2,77.10 ⁻³	6.10 ⁻⁵ à 2,8.10 ⁻³	500
Diméthylsulfure	(CH ₃) ₂ S	Légumes pourris	5,8.10 ⁻³	2.10 ⁻³ à 3.10 ⁻²	
Ammoniac	NH ₃	Irritant, piquant	4,08	3,4.10 ⁻¹ à 50	25 000
Méthylamine	CH ₃ NH ₂	Poisson pourri	2,41.10 ⁻²		5 000
Triméthylamine	(CH ₃) ₃ N	Poisson pourri	5,91.10 ⁻³		5 000
Indole	C ₈ H ₇ N	Viande pourrie	1,54.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻⁴ à 3.10 ⁻³	
Scatole	C ₉ H ₉ N	Fécal	3,08.10 ⁻³		
Acide butyrique	C ₃ H ₇ COOH	Beurre rance	1,43.10 ⁻²	4.10 ⁻³ à 5.10 ⁻²	
Acide valérique	C ₄ H ₉ COOH	Sueur	2,04.10 ⁻²	5.10 ⁻³ à 2,05.10 ⁻²	
Acétaldéhyde	CH ₃ CHO	Fruit, pomme	3,42.10 ⁻¹		100 000
Butyraldéhyde	C ₃ H ₇ CHO	Rance	2,68.10 ⁻²	2.10 ⁻² à 5.10 ⁻²	
Valéraldéhyde	C ₄ H ₉ CHO	Fruit, pomme	2,16.10 ⁻²		
Phénol	C ₆ H ₅ OH			2.10 ⁻⁴ à 4,3.10 ⁻¹	5 000
m-Crésol	CH ₃ -C ₆ H ₄ OH			1.10 ⁻⁵ à 8.10 ⁻³	5 000

ANNEXE 3 – Principales activités sources de pollutions olfactives

▪ Liste des secteurs d'activité émetteurs de pollutions olfactives recensés par le Ministère de l'Écologie

- Distilleries
- Industries de traitement des sous-produits animaux
- Chimie
- Raffineries
- Elevages industriels
- Pétrochimie
- Fonderies
- Papeteries
- Huileries
- Conserveries
- Abattoirs, boyauderies
- Station de compostage
- Décharge et incinération d'ordures ménagères
- Décharge et incinération de déchets industriels
- Chimie fine
- Textiles chimiques
- Matières plastiques
- Fibres minérales
- Fabrication d'engrais
- Déshydratation de fientes
- Stockage de céréales
- Industries du bois
- Casserie d'œufs
- Incinération de films
- Traitement des goudrons
- Cokerie
- Emaillerie
- Teinturerie
- Imprimerie
- Régénération d'huiles
- Station technique automobile
- Sucrierie
- Féculerie
- Industries du café-chocolat
- Laiterie
- Tannerie

- Sources de nuisances et principaux composés odorants associés

Domaine	Types d'activités	Types de contaminants responsables des odeurs
municipal	Epuration des eaux usées	Composés soufrés (H ₂ S, mercaptans, etc.) Composés azotés (NH ₃ , amines, etc.) Autres (acides gras volatiles, aldéhydes, etc.)
	Lieux d'enfouissement sanitaire	Composés soufrés (diméthyl disulfure, H ₂ S, etc.)
Industriel	Pâtes et papiers	Composés soufrés (H ₂ S, SO ₂ , diméthyl disulfure, méthyl mercaptan) Térébenthine
	Raffineries de pétrole	Composés soufrés (SO ₂ et autres composés) COV variés
	Fonderies	Solvants organiques volatils divers (SOV)
	Industries agroalimentaires Boulangerie, aliments frits, café, distillerie, fumoir, équarrissage	Variables
	Traitement des surfaces métalliques	Acides sulfuriques Acides nitriques Etc.
	Ateliers de peinture	Méthyl éthyl cétone, acétone, toluène, xylène
	Plastiques (moulage, fibres de verre, extrusion)	Styrène SOV divers
	Sites de déchets dangereux	Variables
Agricole	Bâtiments d'élevage Structures d'entreposage des fumiers et autres fertilisants organiques Epanchage de fumier	NH ₃ , H ₂ S et autres composés sulfurés, amines, acides gras volatiles, indols, scatols, phénols, etc.
	Epanchage de pesticides	Variables selon produit, solvants divers
Air intérieur	Matériaux	Formaldéhydes, divers autres COV
	Ventilation	Distribution de substances générant des odeurs
	Tabac	Jusqu'à 5000 substances chimiques différentes

ANNEXE 4 – Méthodes d'échantillonnage des composés odorants

▪ Echantillonnage sans concentration

Réalisé lorsque l'analyse directe du gaz est impossible, il correspond à l'utilisation de sacs plastiques ou d'ampoules de verre ou de conteneurs métalliques. De faible coût et rapide et de courte durée, cette méthode de prélèvement présente cependant le désavantage d'être peu fiable au niveau quantitatif. Pour qu'elle soit efficace, certaines précautions doivent être prises :

- Elimination de tous les risques de condensation
- Rapidité d'analyse

▪ Echantillonnage avec concentration

Une concentration s'avère nécessaire lorsque la pollution est diluée. Un piégeage sur un support adapté, suivant une concentration dans un volume donné des composés odorants, va permettre de contenir le risque d'évolution du gaz. Dans ce type d'échantillonnage les 2 modes de concentration les plus utilisés sont celui par absorption et celui par adsorption.

▪ Concentration par absorption

Les composés ou la famille de composés sont fixés sélectivement sous forme d'une solution ou d'un précipité analysé ultérieurement. La capture des polluants est basée sur la solubilisation ou sur la mise en œuvre d'une réaction chimique accélérant le transfert de masse (acide/base et oxydation). On a la possibilité avec cette méthode de capter spécifiquement certains polluants. Cela implique que pour le choix de la solution absorbante utilisée, il est nécessaire de connaître la nature des composés à piéger et ce choix n'est pas toujours facile en fonction des différentes molécules qui peuvent constituer l'effluent.

▪ Concentration par adsorption

Par passage de l'effluent gazeux à travers un tube contenant l'adsorbant, ce dernier fixera par l'intermédiaire de ses liaisons physiques le polluant que l'on veut analyser. Il existe de nombreux adsorbants qui diffèrent par le nombre et la nature des composés qu'ils peuvent piéger. Cette méthode, valable en quantitatif et en qualitatif, nécessite de connaître la nature des polluants et leur teneur.

ANNEXE 5 – Méthodes d'analyse physico-chimiques

▪ Analyse volumétrique

Elle est basée sur la mesure du volume de gaz nécessaire pour décolorer une solution d'iode. Les composés qui sont dosés sont l'anhydride sulfureux ou l'hydrogène. Cette méthode est limitée par l'interaction qu'il peut y avoir avec les autres gaz à caractère acide ou basique.

▪ Analyse gravimétrique

Elle est basée sur le Dosage de H₂S et des mercaptans après barbotage et précipitation dans du chlorure mercurique. La quantification se fait sous la forme d'H₂S. Cette méthode est limitée par son manque de précision.

▪ Analyse colorimétrique

Elle est basée sur la mise en contact le mélange gazeux avec un réactif spécifique du constituant à doser, de manière à permettre une évaluation du composés. Exemples d'application :

- Dosage du NH₃ après imprégnation dans HCl
- Dosage de H₂S grâce au temps mis par le gaz pour colorer un papier imprégné d'acétate de plomb

Cette méthode est peu coûteuse et facile à mettre en œuvre. La multiplication des mesures permet de palier au problème de la faible précision.

▪ Analyse par absorption infrarouge

Elle permet un dosage en continu de nombreux composés parmi lesquels NH₃ et SO₂. Cette méthode permet une bonne précision dans l'analyse du fait de sa sensibilité.

▪ Analyse par chromatographie en phase gazeuse ou liquide

Elle mesure la présence chimique des polluants suspectés dans les émissions (soufrés réduits, NH₃, NH₂, aldéhydes, cétones, Acides Gras Volatils et Hydrate de Carbone). Elle permet l'acquisition d'une connaissance précise des concentrations et des flux de polluants rejetés à un instant T.

ANNEXE 6 - Paramètres des conteneurs utilisés pour l'échantillonnage sans concentration

	Matériaux utilisés	Mode d'introduction du gaz	Avantages	Limites
Sac en matière plastique	Teflon Mylar Tedlar	Par l'intermédiaire d'une valve par aspiration à l'aide d'une pompe	Adapté aux atmosphères odorantes. Faibles pertes par adsorption sur les parois	
Ampoules de verre	Verre	Par aspiration ou par dépression	Très adaptés aux gaz inertes	- Pas adaptés aux gaz réactif (ex : H ₂ S) - faibles volumes : échantillons ponctuels
Conteneurs métalliques	Acier Inox	Remplissage sous pression	- Adaptés aux gaz inertes - Gros volumes : prélèvements plus longs - Excellente stabilité pour composés hydrocarbonés	

ANNEXE 7 – Choix de l'olfactomètre

❖ Olfactomètres utilisés aux E-U

Olfactomètre	Grandeur mesurée	Observations
<i>Dynamique triangulaire</i>	facteur de dilution au seuil de perception	La plus simple à mettre en œuvre. Conduit à des valeurs concordantes avec les concentrations dans l'échantillon
<i>Hemeon</i>	facteur de dilution au seuil de perception	Conduit aux seuils de perception le plus faible (débit)
<i>Misco</i>	facteur de dilution au seuil de perception	Jury moins sensible à l'utilisation du masque

❖ Olfactomètres utilisés en France

Olfactomètre	Grandeur mesurée	Observations
<i>CERCHAR</i>	facteur de dilution au seuil de perception	Ne permet que des mesures individuelles Pas d'isolation avec l'air ambiant Dilutions peu élevées (2, 7, 31, 127), que utilisable pour mesure de l'odeur dans l'air ambiant
<i>IRCHA</i>	Efficacité d'abattement d'odeur	Taux de dilution de 100 à 400 000
<i>CEA</i>		Très utilisé en laboratoire, recherche industrielle et domaine médical: permet de connaître avec précision l'intensité d'un stimulus dans des conditions bien déterminés.
<i>Ecopol</i>	facteur de dilution au seuil de perception	Bonne homogénéisation du mélange Grande gamme de dilution.

ANNEXE 8 – Prescriptions générales fournies par les arrêtés sectoriels (pour les odeurs)

Secteurs et arrêtés sectoriels applicables	Articles odeurs	Contenu des articles (« ar.98 » signifie : « arrêté intégré du 2 février 1998 ») (« = » et « ± » signifient que l'article est identique ou presque identique)
Cimenteries Arrêté du 3 mai 1993	3	« L'émission dans l'atmosphère de [...] gaz odorants [...] susceptibles d'incommoder le voisinage [...]... est réduite autant que possible. » tend vers art.4 ar.98
Papeteries Arrêté du 3 avril 2000	7.2 9.2 11.1 11.3 12.3.2.IV Annexes la, lb	- Titre VII Déchets, art. 7.2 = art.45 ar.98 - Titre IX Traitement des effluents, art.92 Odeurs = art.20 ar.98 - Titre XI Pollution de l'air, art.11.1 Dispositions générales = art.4 ar.98 - Titre XI Pollution de l'air, art.11.3 Odeurs = art.29 ar.98 - Titre XII Pollution des eaux et épandage, art.12.3 Epandage, al.2IV = art.37 ar.98 - Annexes la et lb Méthodes de référence : normes NF X 43-101 à NF X 43-104
Verre Arrêté du 12 mars 2003		- Titre V traitement des effluents, art.27 = art.20 ar.98 - Titre VI valeurs limites d'émission, art.55 = circ. du 17/12/1998 jusqu'à une hauteur d'émission de 50 m - Titre X déchets, art.65 = art.45 ar.98 - Annexes la Méthodes de référence : normes NF X 43-101 à NF X 43-104, puis EN 13725.
Transit, regroupement et pré-traitement de déchets industriels Circulaire du 30 août 1985 (+ instruction technique → prescriptions techniques)	4.1.2.	Titre I Prescriptions communes aux installations de transit ou de pré-traitement, art.4.1 Stockages en réservoirs (fosses ou cuves d'une capacité de ... m3), al.2 Emission de vapeurs ou d'odeurs : « L'exploitant met en œuvre les moyens nécessaires à la prévention des émissions de vapeurs et d'odeurs. Si les déchets stockés présentent une gêne olfactive, [...], les réservoirs de stockage doivent être fermés ou mis en dépression et les gaz collectés puis traités. [...] » tend vers art.4 ar.98
Centre de tri de déchets ménagers pré-triés et déchets industriels et commerciaux assimilés aux déchets ménagers Circulaire du 5 janv. 1995 (+ modèle de prescriptions techniques)	28, 46	- Chapitre V Exploitation, art.28 : « Le stockage des déchets et des produits triés, transitant dans l'installation, doit s'effectuer dans des conditions limitant les risques de pollution (prévention [...] des odeurs). » ± art.45 ar.98 - Chapitre VIII Prévention de la pollution de l'air, art.46 : « Les installations susceptibles de dégager des [...] odeurs doivent être munies de dispositifs permettant de collecter et canaliser autant que possible les émissions. Ces dispositifs, après épuration des gaz collectés en tant que de besoin, sont munis d'orifices obturables et accessibles aux fins des analyses. Le débouché des cheminées doit être éloigné au maximum des habitations et ne pas comporter d'obstacles à la diffusion des gaz (chapeaux chinois, [...]). Il doit dépasser d'au moins 3 mètres les bâtiments situés dans un rayon de 15 mètres. »
Décharges existantes et nouvelles installations de stockage de déchets ménagers et assimilés Arrêté du 9 sept. 1997	9, 31	- Titre II Création de nouvelles installations et extensions d'installations existantes, Chapitre II Choix et localisation du site, art. 9 : « La zone à exploiter doit être implantée et aménagée de telle sorte que : [...] elle ne génère pas de nuisances [...] qui mettraient en cause la préservation de l'environnement et la salubrité publique. [...] » - Titre III Exploitation de l'installation, Chapitre I Règles générales, art.31 : « L'exploitation est menée de manière à limiter autant que faire se peut les dégagements d'odeurs.

		<p>L'inspection des installations classées peut demander la réalisation d'une campagne d'évaluation de l'impact olfactif de l'installation afin de permettre une meilleure prévention des nuisances.</p> <p>Des moyens de lutte contre les nuisances olfactives peuvent être prescrits par l'arrêté d'autorisation »</p>
<p>Installations spécialisées d'incinération et installation de co-incinération de certains déchets industriels spéciaux Arrêté du 10 octobre 1996</p>	<p>12 22 30</p>	<p>- Titre II Installations spécialisées nouvelles, Chapitre II Prévention de la pollution de l'air, art.12 = art.29 ar.98</p> <p>- Même titre, Chapitre IV Gestion et traitement des déchets issus de l'incinération art.22 = art.45 ar.98</p> <p>- Même titre, Chapitre V Règles générales d'exploitation, art.30 = art.31 de l'Arrêté du 9 sept. 1997 + « En particulier, les capacités d'entreposage de déchets susceptibles de conduire à d'importants dégagements d'odeurs ou les zones d'alimentation des fours doivent être mis en dépression et les émanations correspondantes collectées et détruites. »</p>
<p>Incinération de résidus urbains Arrêté du 25 janvier 1991</p>	<p>8 (dans l'annexe)</p>	<p>Titre I de l'annexe Installations nouvelles, art.8 : « [...] que le stockage des déchets et l'approvisionnement du four d'incinération ne soient pas à l'origine de nuisances olfactives pour le voisinage. S'ils sont susceptibles de ne pouvoir être traités vingt quatre heures au plus tard après leur arrivée, l'aire ou la fosse doit être close et devra être en dépression lors du fonctionnement des fours ; l'air aspiré doit servir d'air de combustion afin de détruire les composés odorants. [...] »</p>
<p>incinération et co-incinération de déchets non dangereux et installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux Arrêté du 20 septembre 2002</p>	<p>8, 12</p>	<p>Art 8 Livraison et réception des déchets " L'exploitant de l'installation d'incinération ou de co-incinération prend toutes les précautions nécessaires en ce qui concerne la livraison et la réception des déchets dans le but de prévenir ou de limiter dans toute la mesure du possible les effets négatifs sur l'environnement, en particulier la pollution de l'air, du sol, des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que les odeurs, le bruit et les risques directs pour la santé des personnes."</p> <p>Article 12– Odeurs L'inspection des installations classées peut demander la réalisation d'une campagne d'évaluation de l'impact olfactif de l'installation afin de permettre une meilleure prévention des nuisances. Le cas échéant, des moyens de lutte contre les nuisances olfactives complémentaires peuvent être prescrits par l'arrêté d'autorisation.</p>
<p>Elevages de vaches laitières et(ou) mixtes Arrêté du 29 février 1992 modifié</p>	<p>14 19 21.3</p>	<p>Chapitre I Localisation, art 4 : "Les bâtiments d'élevage et leurs annexes (installations de stockage et de traitement des effluents, silos, etc.) sont implantés : à au moins 100 mètres des habitations occupées par des tiers ou des locaux habituellement occupés par des tiers, des stades ou des terrains de camping agréés (à l'exception des terrains de camping à la ferme), ainsi que des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers [...]"</p> <p>Chapitre III Règles d'exploitation, art.14 : « Les déchets de l'exploitation et notamment les emballages sont stockés dans des conditions ne présentant pas de risques de pollution (prévention [...] des odeurs) pour les populations avoisinantes et l'environnement. [...] » ± art.45 ar.98</p>

		<p>- Même chapitre, art.19 : « Les distances minimales entre, d'une part, les parcelles d'épandage des lisiers et purins et, d'autre part, toute habitation occupée par des tiers, les stades ou les terrains de camping agréés, à l'exception des terrains de camping à la ferme, sont fixées en fonction de la mise en œuvre ou non d'un traitement ou d'un procédé en vue d'atténuer les odeurs, [...] ». Suivent deux tableaux (cas des terres nues et cas des prairies ou terres en culture) indiquant les distances minimales à respecter, en l'occurrence 50 m si un procédé permet d'atténuer les odeurs et 100 m sinon. Dans le cas des terres nues, la distance peut être de 50 m, même en l'absence de réduction des odeurs, si l'enfouissement est réalisé dans les 12 heures (au lieu de 24 heures)</p> <p>- Même chapitre, art.21.3 : « Un cahier d'épandage est tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées. Il comporte les informations suivantes : [...], le traitement mis en œuvre pour atténuer les odeurs (s'il existe). »</p>
<p>Elevages de porcs (> 450 porcs) Arrêté du 29 février 1992 modifié</p>	<p>16 18.3 24</p>	<p>- art.4 ± art.19 de l'arrêté précédent (29 février 1992, vaches laitières ...) - art.16 ± art.19 de l'arrêté précédent (29 février 1992, vaches laitières ...) - art.18.3 = art.21.3 de l'arrêté précédent (29 février 1992, vaches laitières ...) - art.24 ± art.14 de l'arrêté précédent (29 février 1992, vaches laitières ...) ±art.45 ar.98</p>
<p>Elevages de veaux de boucherie et/ou bovins à l'engraissement Arrêté du 29 février 1992 modifié</p>	<p>14 19 21.3</p>	<p>- art.14 = art.14 de l'arrêté du 29 février 1992 (vaches laitières ...) - art.19 ± art.19 de l'arrêté du 29 février 1992 (vaches laitières ...) - art.21.3 ± art.21.3 de l'arrêté du 29 février 1992 (vaches laitières ...)</p>
<p>Elevages de volailles et (ou) de gibier à plumes Arrêté du 13 juin 1994 modifié</p>	<p>14 17 19.3 modifié 25</p>	<p>- art.14 : « Les bâtiments sont convenablement ventilés. Toutes les mesures [...] sont prises pour limiter les émissions d'odeurs. » - art.17 modifié ± art.19 de l'arrêté du 29 février 1992 (vaches laitières ...) - art.19.3 modifié = art.21.3 de l'arrêté du 29 février 1992 (vaches laitières ...) - art.25 ± art.14 de l'arrêté du 29 février 1992 (vaches laitières ...)</p>
<p>Vin Arrêté du 3 mai 2000</p>	<p>4I 17 22 28IV 36 Annexe I</p>	<p>- Chapitre I Dispositions générales, art.4I ± art.4 ar.98 - Chapitre IV Traitement des effluents, art.17 = art.20 ar.98 + « Les cuves de raisin et jus de raisin seront en particulier régulièrement nettoyées pour limiter autant que possible les odeurs. » - Chapitre V Valeurs limites d'émission, sect.Pollution de l'air, art.22 ± art.29 ar.98 - Même chapitre, sect. Epandage, art.28IV =art.37 ar.98 (=art.12.3.2IV papeteries) - Même chapitre, sect. Déchets, art.36 ± art.45 ar.98 - Annexe I Méthodes de référence : normes NF X 43-101 à NF X 43-104</p>
<p>Traitement des cadavres, des déchets ou des sous-produits d'origine animale Arrêté du 12 février</p>	<p>3 11 28, 29 30, 31 32</p>	<p>- chapitre I, art.3 - chapitre II, art.11 - chapitre IV, art.28 - 29 - 30 - 31 - 32 - chapitre VII - annexe IV : modalités d'application</p>

2003		
Dépôts de chairs, cadavres, débris ou issues d'origine animale à l'exclusion des dépôts de peaux Arrêté du 12 février 2003	3 26	- art.3 = art.3 arrêté "équarrissage" - art.26 : "la dispersion des odeurs dans l'air ambiant des locaux de réception et de stockage de la matière première doit être limitée le plus possible ..."

Prescriptions applicables aux activités liées au traitement des eaux usées

Textes applicables	Articles odeurs	Contenu des articles
Ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées : prescriptions techniques minimales applicables Arrêté du 22 décembre 1994	3.i Annexe II1	- Chapitre I Prescriptions générales pour les nouveaux systèmes d'assainissement, Section I Contenu de la demande d'autorisation, art.3.i : « Le document [...] comprend : [...] les dispositions de conception ou d'exploitation envisagées pour minimiser l'émission d'odeurs, [...] susceptibles de compromettre [...] la tranquillité du voisinage. » - Annexe II Règles générales applicables aux rejets en conditions normales d'exploitation pour des débits n'excédant pas leur débit de référence, Alinéa 1 Règles de conformité : « Les échantillons [...] ne doivent pas contenir de substances de nature à favoriser la manifestation d'odeurs. »
Ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées dispensés d'autorisation : prescriptions techniques minimales Arrêté du 21 juin 1996	16	- Chapitre II Dispositions techniques complémentaires applicables aux seules opérations soumises à déclaration, Section III Implantation, art.16 : « Les ouvrages sont implantés de manière à préserver les habitants et établissements recevant du public des nuisances de voisinage. Cette implantation doit tenir compte des extensions prévisibles des ouvrages ou des habitations. Les équipements sont conçus de façon à ce que leur fonctionnement minimise l'émission d'odeurs, [...] susceptibles [...] de constituer une gêne pour sa tranquillité. [du voisinage] »
Epandage de boues issues du traitement des eaux usées Décret du 8 décembre 1997	8 15 19	- Chapitre II Conditions générales d'épandage des boues, art. 8 : « [...] Toutes dispositions doivent être prises pour que l'entreposage n'entraîne pas de gênes ou de nuisances pour le voisinage, [...] Une solution alternative doit être prévue [sinon] [...] » - Chapitre III Dispositions techniques relatives aux épandages, art.15 : « [...] Des distances minimales doivent être respectées par rapport : [...] des habitations et établissements recevant du public de manière à [...] limiter les nuisances olfactives. [...] » - Chapitre IV Application de la loi sur l'eau, art.19 : « [...] le document mentionné comprend : [...] les dispositions envisagées pour minimiser l'émission d'odeurs gênantes. [...] »
Epandage de boues sur les sols agricoles : prescriptions techniques applicables Arrêté du 8 janvier 1998	5	- Section I Conception et gestion des épandages, art.5 : « [...] L'implantation des ouvrages d'entreposage, dépôts temporaires et dépôts de transit, leur conception et leur exploitation minimisent les émissions d'odeur perceptibles pour le voisinage, notamment lors des phases d'apport et de reprise des boues. [...] Le dépôt respecte les distances minimales d'isolement [...] » soit, d'après le tableau 4, annexe II, 100 m pour « les immeubles habités ou habituellement occupés par des tiers, zones de loisirs ou établissements recevant du public »

ANNEXE 9 – Jurisprudences

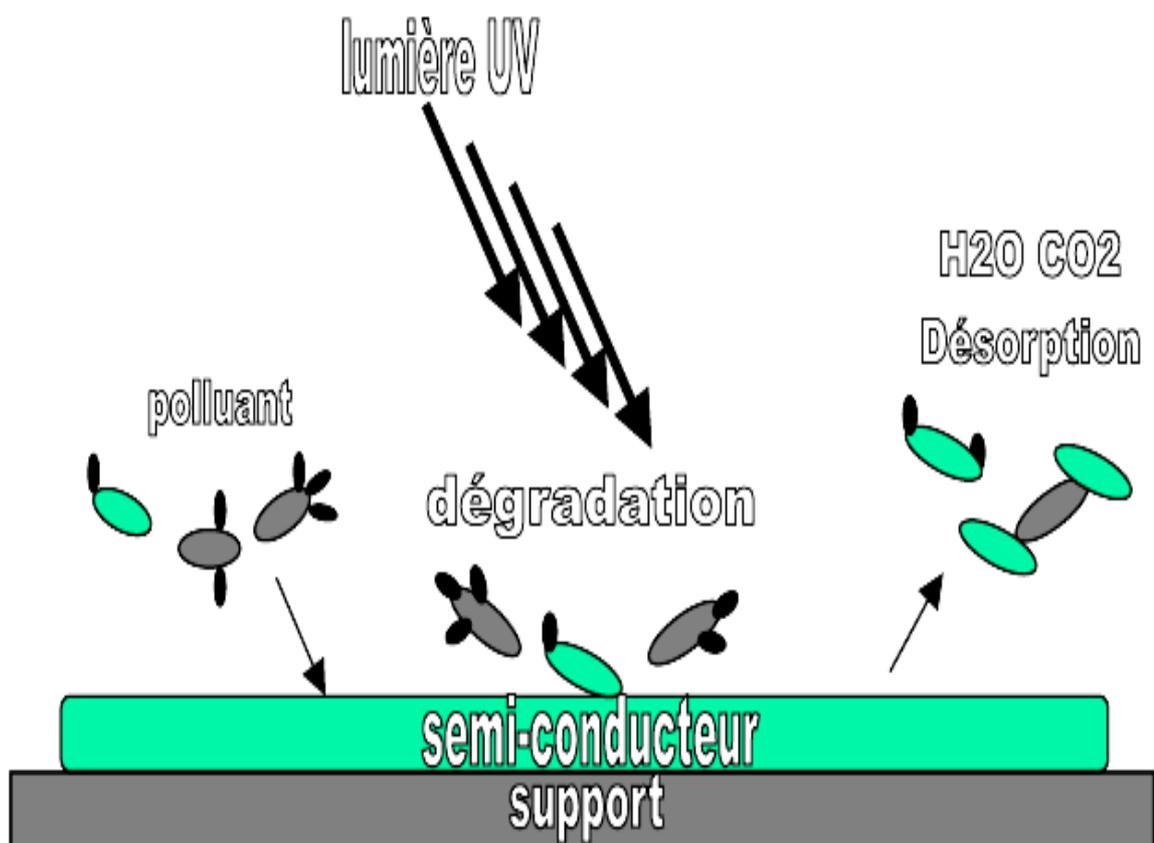
DEFAUT D'ETUDE D'IMPACT	<p style="text-align: center;"><u>Cour administrative d'appel de Nancy (4 mai 1995)</u></p> <p>« [...] qu'il n'est pas non plus fourni de renseignements suffisamment précis sur les bruits et les odeurs qui seront émis ; qu'il est procédé par voies d'affirmation lesquelles ne sont corroborées par aucune étude objective et précise »</p> <p>« qu'ainsi, l'étude d'impact jointe au dossier d'enquête publique ne saurait être regardée, de par l'insuffisance de son contenu, [...] »</p>
	<p style="text-align: center;"><u>Tribunal administratif de Strasbourg (7 octobre 1993)</u></p> <p>« [...] qu'en ce qui concerne les odeurs, l'étude ne comporte qu'une page de remarques très générales relevant le caractère subjectif de cette nuisance, insuffisantes tant au regard des prescriptions du décret du 21 septembre 1977 qu'en raison de l'importance pour les milieux habités environnants de la connaissance et de la maîtrise des émissions concernées [...] »</p>
DOMMAGES ET INTERETS	<p style="text-align: center;"><u>Cour administrative d'appel de Lyon (13 novembre 1991)</u></p> <p>« [...] qu'ils ne sont fondés à demander réparation au titre de leurs troubles de jouissance que des seules nuisances olfactives qu'ils subissent, qu'il y a lieu de fixer l'indemnité destinée à compenser ce préjudice à la somme de 50 000 F »</p> <p>« considérant que les nuisances auxquelles est exposée la propriété de M. et Mme X affectent sa valeur vénale [...] ; qu'il en sera fait une juste indemnisation en la chiffrant à 100 000 F[...] »</p> <p>« qu'il y a lieu de condamner la commune à leur payer cette somme, à moins qu'elle ne préfère, dans le délai de 2 ans, réaliser, pour mettre fin aux nuisances olfactives, les travaux préconisés par l'expert »</p>
	<p style="text-align: center;"><u>Cour d'appel d'Orléans (13 octobre 1987)</u></p> <p>« attendu que le tribunal a condamné la C. à payer à titre de dommages intérêts en réparation du préjudice subi par 85 plaignants du fait des mauvaises odeurs dégagées par les activités de la C. :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ M. X : 11 880 F, ▪ M. Y : 15 120 F, ▪ M. Z : 18 000 F, ▪ Etc. , soit 85 x environ 15 000 F = 1 275 000 F. » <p>« attendu qu'il en suit que pour soulever l'irrecevabilité des actions engagées par les personnes susvisées, la C. ne peut pas se fonder sur l'antériorité de son existence à l'arrivée de ces voisins [...] »</p>

ANNEXE 10 – avantages et inconvénients des différents procédés de traitement

Procédés	Principe		Domaines d'application	Avantages	Inconvénients
Incinération	Thermique	Oxydation par combustion (T°=750°C)	<ul style="list-style-type: none"> - Solvants - Fortes concentrations Opérations de séchage (peinture, encre, vernis) et de fabrication (agro-alimentaire, pharmaceutique) 	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicité de mise en œuvre - Performances élevées - Récupération de chaleur - Convient aux mélanges complexes - Utilisation facile 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne convient pas au gaz chlorés, soufrés, fluorés - La présence de composés halogénés implique la formation d'acide ou de dioxines. - Coût énergétique et d'investissement
	Catalytique	Combustion sans flamme T°= [200 ; 450]			<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'investissement - Coût de maintenance - Erosion et empoisonnement du catalyseur
Adsorption	Transfert des composés à éliminer dans un matériau poreux appelé « adsorbant » (Charbon actif ou zéolithes)		<ul style="list-style-type: none"> - Molécules adsorbables - Flux importants => Activités liées au traitement de déchets 	<ul style="list-style-type: none"> - Accepte les variations de flux (débits faibles ou importants) - Régulation possible (pH, sondes redox...) - Utilisation très facile - Efficacité de + de 95% 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'exploitation - Humidité, rejets aqueux
Absorption	Transfert des composés à éliminer de la phase gazeuse vers une phase liquide A température la plus basse possible		<ul style="list-style-type: none"> - Molécules solubles, acides, basiques - Produits lourds (kérosène, anthracène...) - Flux importants => Activités de raffinerie, chimie, pétrochimie, pharmacie, stations d'épuration. 	<ul style="list-style-type: none"> - Technique souple et adaptable aux variations de charge et de débit - Utilisation facile - Maintenance aisée - Efficacité de + de 95% 	<ul style="list-style-type: none"> - Transfert de polluants (rejets aqueux ou régénération) - Coût de fonctionnement - Consommables

Procédés	Principe		Domaines d'application	Avantages		Inconvénients
Traitements biologiques	Oxydation par voie biologique		Gaz peu chargés en éléments à éliminer (adapté aux composés odorants) Molécules biodégradables et hydrosolubles. => Activités d'élevage, stockage, industrie alimentaire, stations d'épuration		- Faible coût d'investissement et de fonctionnement. - Bcp de paramètres facilement régulables - Adaptés aux débits élevés et aux faibles concentrations - Rendement > 90%	- Fortes pertes de charge - Ecoulements préférentiels - Surveillance (humidité, éléments nutritifs, décolmatage) - Molécules non biodégradables - Fortes concentrations
	Biofiltre	biomasse fixée sur un biofilm humide (tourbe, compost, écorces, copeaux de bois)		- Volume occupé moins important que biofiltre		
	Lit Bactérien	Phase aqueuse circulante en continu à co ou contre courant dans le support bactérien				
	Biolaveur	Absorption dans une tour de lavage à pulvérisation Biodégradation dans un bassin d'activation contenant la biomasse en suspension (boues activées).				

ANNEXE 11 – Principe de la Photocatalyse



ANNEXE 12 – Unités de mesure des odeurs

Débit d'odeur

Il est défini dans l'arrêté du 2 février 1998 comme étant le produit du débit d'air rejeté, exprimé en m³/h, par le facteur de dilution au seuil de perception.

La concentration d'un mélange odorant est définie conventionnellement comme étant le facteur de dilution qu'il faut appliquer à un effluent pour qu'il ne soit plus senti comme odorant par 50 % des personnes constituant un échantillon de population.

Concernant les unités de mesure, il faut souligner que la concentration d'odeur est donnée sans dimension. Le débit d'air émis à la source est donné classiquement en m³/h. par conséquent, le débit d'odeur correspond au produit de la concentration d'odeur par le débit d'air de la source.

Cependant, la norme NF EN 13725 introduit une unité spécifique pour la concentration d'odeur : c'est l'unité d'odeur européenne par m³, notée uoE/m³. ainsi l'unité d'odeur devient l'unité d'odeur par heure (uoE/h).

Par exemple, 100 unités d'odeur représentent la concentration d'un gaz odorant pour laquelle il a fallu le diluer 100 fois pour que la moitié des membres du jury ne sente plus rien. Jusqu'à 1500 unités d'odeur mesurées au point d'émission, il n'existe aucune gêne pour les riverains.