

Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Mont-Saint-Guibert

Mise au point d'une méthode d'estimation des nuisances



*Jacques NICOLAS
F.U.L.
Arlon
7 Février 2002*

Objectifs de l'étude

Dans le cadre de la mission "Réseau de contrôle des C.E.T. en région wallonne" confiée à l'ISSeP par la DGRNE, l'unité "Surveillance de l'Environnement" de la F.U.L. a été chargée d'une étude visant à l'évaluation qualitative et quantitative des nuisances olfactives aux alentours du site du C.E.T. de Mont-Saint-Guibert.

Cette étude fait suite à de nombreuses autres réalisées par diverses institutions, centres de recherche ou bureaux d'études ^[1-8] sur la problématique des odeurs du CET de Mont-Saint-Guibert.

L'originalité de la méthode appliquée par la FUL par rapport à ces études précédentes est qu'elle est surtout orientée vers l'évaluation des "nuisances". Les mesures ont été effectuées exclusivement à l'immission, par des nez humains et par des entretiens avec des riverains.

En effet, par rapport à la démarche classique qui est de calculer une concentration d'odeur à l'immission à partir d'un débit d'odeur à l'émission mesuré sur le site, cette approche permet d'éviter une extrapolation, parfois basée sur des hypothèses discutables. Certes, elle implique d'autres hypothèses et d'autres causes d'erreur, notamment imputables à la subjectivité de la mesure sensitive par un nombre limité de personnes ou encore aux aléas de la démarche de terrain. En tout état de cause, elle permet au moins d'apprécier qualitativement l'odeur perçue par les riverains, et ainsi de valider *a posteriori* les estimations antérieures, résultant notamment des mesures olfactométriques du Certech.

Par rapport aux simulations d'ATM-PRO, le modèle de dispersion est surtout utilisé ici comme outil de traitement des données mesurées. Par contre, sa simplicité ne permet pas de tenir compte des impacts du relief au niveau local, ni même de la topographie générale du site. L'objectif est surtout de développer une méthodologie simple, extrapolable à d'autres sites de CET, de manière à rendre les résultats comparables.

Enfin, par rapport aux analyses physico-chimiques réalisées sur l'entièreté du site par l'ISSeP, la présente étude ne s'intéresse qu'aux composés odorants qui, en outre, passent la frontière du site. Nous verrons dans la suite qu'elle s'est même quasi exclusivement attachée à l'odeur de déchets frais, qui constitue probablement la principale cause de nuisance olfactive pour les riverains.

Cette première étude sur le site du CET de Mont-Saint-Guibert constituait en outre l'occasion de mettre au point une méthodologie spécifiquement adaptée aux centres d'enfouissement techniques et extrapolable à d'autres sites.

Méthodologie

Généralités sur la méthode

La méthode se base sur une dizaine de traçages sur le terrain de "courbes limites de perception olfactives" ^[9,10].

Un panel, en général d'au moins deux observateurs, est chargé de parcourir à différentes périodes la région affectée par la pollution olfactive. Chaque personne parcourt les environs du site d'émission dans différentes directions, en général, perpendiculairement à la direction du vent, comme indiqué par le panache de dispersion (figure 1). Elle note l'endroit exact où elle ne perçoit plus l'odeur de la source. Cet endroit est repéré sur une carte et les distances sont moyennées entre les différentes personnes du panel.

Les points obtenus sur différents parcours sont ensuite rejoints et la courbe résultante définit la zone limite de perception de l'odeur pour la période de mesure.

Celle-ci dépend des caractéristiques de l'émission, de la hauteur de la source, de la topographie et des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent, classes de stabilité de l'air -dépendant notamment de la radiation solaire- et éventuellement température et hauteur de la couche d'inversion

thermique). Les paramètres atmosphériques doivent donc être enregistrés en continu au moment de la mesure. Seules seront retenues les mesures effectuées pendant une période où les conditions météorologiques et les caractéristiques de l'émission (température, débit, qualité) ont peu varié.

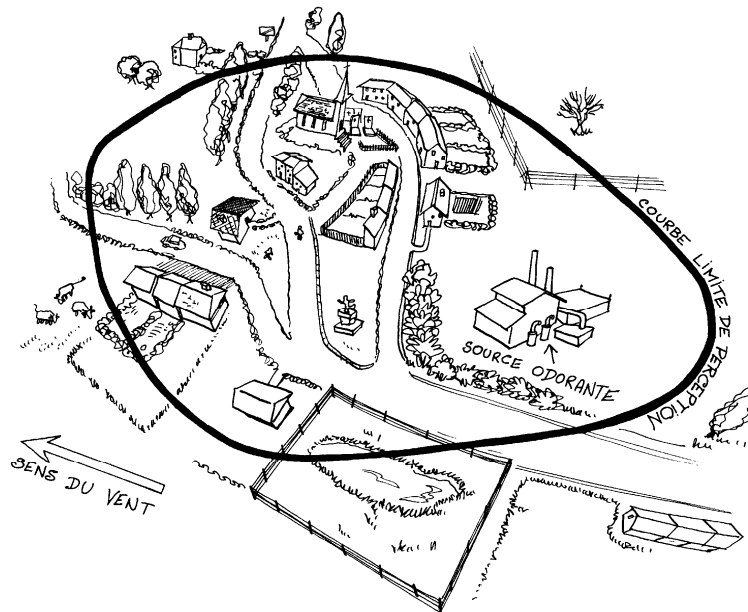


Figure 1 : Exemple de courbe limite de perception olfactive déterminée sur le terrain.

En pratique, la détermination d'une zone d'odeur prend 1 à 2 heures. Comme la topographie locale est une constante et si l'émission elle-même peut être considérée comme constante, la dispersion du panache odorant durant cette période est principalement déterminée par les paramètres météorologiques.

La mesure doit donc être répétée une dizaine de fois sous des conditions météorologiques différentes d'une fois à l'autre.

Ces conditions sont alors introduites dans un modèle de dispersion atmosphérique qui calculera le débit d'émission d'odeur qui engendre la courbe limite de perception mesurée sur le site. Le modèle de dispersion est donc utilisé en "marche arrière", comme outil de traitement des données. Le seul but à ce niveau est de déduire le débit d'émission pour chaque période de mesure. En pratique, ce débit s'exprime en unités-odeur par unité de temps (uo/s ou uo/h) et la concentration d'odeur à l'immission correspondant à la limite de perception olfactive vaut, par convention, 1 unité d'odeur par mètre cube (1 uo/m^3).

Cette démarche est menée pour chacune des zones limites établies pour les différentes conditions météorologiques, puis le débit moyen d'émission est alors déterminé pour l'ensemble des mesures.

Le modèle de dispersion, considérant alors ce taux moyen d'émission comme le débit "typique" de la source, peut alors être utilisé en "marche avant", pour extrapoler les conditions spécifiques des mesures aux conditions climatiques moyennes du site considéré. Le modèle est ainsi capable d'établir des courbes iso-odeurs à différents percentiles de temps de perception, qui peuvent alors servir de références.

Limitation spatio-temporelle des zones d'odeur

La détermination de ces courbes répond à la tendance actuelle de la réglementation concernant les nuisances olfactives. Plusieurs pays européens et le Canada se dirigent en effet vers une réglementation proche de la norme formulée par le Ministère Hollandais de l'Environnement en la matière^[11], tout au moins pour les entreprises existantes. En l'absence d'une réglementation définitive concernant les odeurs, cette norme est souvent appliquée dans le cadre d'études d'incidences en Wallonie.

La méthode décrite ci-dessus permet d'abord de tracer l'isoplèthe correspondant à 1 uo/m^3 , qui définit la zone de perception de l'odeur pour le climat moyen du site.

Mais si ces informations météorologiques moyennes sont fournies sous la forme d'occurrences probables de combinaisons "vitesse du vent/direction du vent/classe de stabilité" (par exemple, 0.3% de probabilité de trouver à la fois une direction dans le secteur 30°, une vitesse de vent dans l'intervalle 0.7-1.5 m/s et une classe de stabilité "D"), on peut calculer sur la période étudiée et pour chaque récepteur, la fréquence (en pourcent du temps) de dépassement du seuil olfactif.

On peut alors rejoindre les points possédant la même fréquence et former des courbes "iso-fréquence".

En particulier, la courbe 2 % définit la zone en dehors de laquelle l'odeur est perçue durant moins de 2 % du temps, ou encore la zone en dehors de laquelle le niveau d'odeur reste inférieur à 1 uo/m³ durant plus de 98% du temps. C'est la raison pour laquelle cette courbe est appelée "percentile 98".

Le percentile 98 est utilisé en Hollande pour définir la zone limite pour les entreprises existantes : si des récepteurs sensibles (habitations notamment) sont situés à l'intérieur de cette zone, l'odeur émise par le projet est considérée comme "gênante", et l'entreprise devra éventuellement mettre en oeuvre des mesures de réduction des odeurs à la source.

Stabilité atmosphérique

La dispersion des odeurs dépend du débit d'émission, des paramètres de transport du panache odorant et des conditions de stabilité de l'atmosphère. Les trois paramètres météorologiques indispensables à cette détermination sont la vitesse et la direction du vent et la radiation solaire, dont on peut déduire la classe de stabilité de l'atmosphère, selon des classes de Pasquill.

De manière simplifiée et empirique, Pasquill a mis au point un système de classification de la stabilité. Ce système suppose que la stabilité dans les couches près du sol dépend de la radiation nette, image de la convection verticale, et de la vitesse du vent, image des tourbillons mécaniques. Durant la journée, l'apport solaire est mesuré par la radiation (en W/m²), qui est ensuite catégorisée en 4 classes (forte, moyenne, modérée et faible). Celle-ci dépend de la hauteur du soleil sur l'horizon, et donc de la date et de l'heure, ainsi que de la couverture nuageuse. Pasquill a également imaginé une situation particulière correspondant à un ciel totalement couvert, c'est-à-dire lorsque la proportion N de surface de ciel couverte par les nuages vaut 1, ainsi que deux situations de nuit, mesurées uniquement par la couverture nuageuse N. La vitesse du vent, elle, est catégorisée en 7 intervalles. A chaque couple de valeur insolation (ou couverture nuageuse)/vitesse du vent correspond une des 6 classes de stabilité notée par A, B, C, D, E ou F, allant de l'instabilité à la stabilité, selon la nomenclature suivante :

- A. Extrêmement instable
- B. Instable
- C. Légèrement instable
- D. Neutre
- E. Légèrement stable
- F. Stable à extrêmement stable

Le tableau 1 résume la classification que Pasquill a imaginée.

Dans ce tableau :

- La radiation forte correspond à un jour d'été ensoleillé, à midi, soit une radiation supérieure à 800 W/m² sans nuage.
- La radiation moyenne correspond à des conditions de demi-saison, soit une radiation moyenne de l'ordre de 500 W/m².
- La radiation modérée correspond à des conditions hivernales, soit une radiation moyenne de l'ordre de 200 W/m².
- La radiation faible correspond à un ciel couvert et une radiation moyenne inférieure à 200 W/m².
- Le nombre N correspond à la fraction du ciel couverte par les nuages (entre 0 et 1)
- La période de nuit est définie de 1 h avant le coucher du soleil jusqu'à 1 heure après le lever du soleil.

Vitesse du vent à 10 m de hauteur (m/s)	Jour Radiation globale				Jour + Nuit Ciel couvert (N=1)	Nuit Couverture Nuageuse	
	forte	moyenne	modérée	faible		Très nuageux (N>4/8)	Peu nuageux (N<4/8)
< 1.5	A	A	B	C	D	F	F
1.5 – 2.5	A	B	C	C	D	E	F
2.5 – 3.5	B	B	C	D	D	E	E
3.5 – 4.5	B	C	C	D	D	D	E
4.5 – 5.5	C	C	D	D	D	D	D
5.8 – 8.0	C	D	D	D	D	D	D
> 8.0	D	D	D	D	D	D	D

Tableau 1 : Définition des 6 classes de stabilité de Pasquill

Dans ce type de classification, la vitesse du vent est censée être mesurée à 10 m d'altitude. Si la mesure a été réalisée à une autre altitude, il est toujours possible d'utiliser une formule de correction, par exemple : $\frac{u}{u_{ref}} = \left(\frac{z}{z_{ref}}\right)^{0.23}$ où u_{ref} est la vitesse du vent mesurée à $z_{ref}=10$ m et u est la vitesse mesurée à la hauteur z .

Après les mesures de terrain, les classes de stabilité de l'atmosphère seront donc déduites de la vitesse du vent et de la radiation solaire enregistrées pour chaque pas de temps.

Lors de la phase d'extrapolation au climat moyen, on utilisera les données de la station météorologique du réseau synoptique de l'IRM la plus proche du site considéré. Dans notre cas, il s'agit de Beauvechain, situé à 14 km de Mont-Saint-Guibert.

Des statistiques des classes de stabilité selon Pasquill ont été établies pour 22 stations belges par l'IRM^[12,13]. Pour chacune des stations, elles consistent en tableaux croisant 12 modalités de secteurs d'origine du vent (de 30 en 30 degrés), 7 modalités de vitesse du vent (0-1.5, 1.5-2.5, 2.5-3.5, 3.5-4.5, 4.5-5.5, 5.5-8.0 et >8.0 m/s) et les 6 modalités de classes de stabilité selon Pasquill, soit $12 \times 7 \times 6 = 504$ combinaisons. Pour chaque combinaison, l'IRM a indiqué la probabilité d'occurrence, basée sur plusieurs années d'observation (29 ans pour Beauvechain).

Modèle employé

Comme signalé plus haut, le traitement des données et l'extrapolation au climat moyen repose sur l'emploi d'un modèle de dispersion atmosphérique.

Le modèle employé ici est très simple, il s'agit d'un modèle bi-gaussien standard, avec un module adapté à la dispersion des odeurs.

L'hypothèse de base de ce modèle est que la concentration des polluants dans le panache émis par la source est plus élevée le long de la ligne qui constitue le parcours du centre de gravité du nuage de polluant dans le sens du vent et qu'elle diminue plus on s'éloigne de cette ligne.

La dispersion des différentes "particules" du panache se fait donc par rapport à son centre de gravité. Supposant que le panache soit émis à une hauteur effective H par rapport au niveau du sol et que

l'origine du référentiel xyz se trouve au pied de la "cheminée" émettrice, avec l'axe des x placé dans le sens du vent, alors, les coordonnées y et z du centre de gravité du panache sont :

- y=0 (le nuage ne dévie pas latéralement, par rapport à la localisation de son émission)
- z=H (le nuage reste à la hauteur d'émission).

Par rapport au centre de gravité, qui se déplace à la vitesse moyenne du vent dans la direction x, le modèle suppose simplement que les "particules" du panache se dispersent selon une loi de Gauss (loi normale) dans les deux autres directions.

La relation de base du modèle est donc :

$$\bar{C} = \frac{Q}{u} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y \cdot \sqrt{2\pi}\sigma_z} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2} \quad (1)$$

où u est la vitesse du vent, Q le débit d'émission et C la concentration à l'immission.

Dans cette relation, les écarts types σ_y et σ_z , caractérisant les dimensions du panache dans le sens horizontal et dans le sens vertical, augmentent plus on s'éloigne de la source émettrice (figure 2).

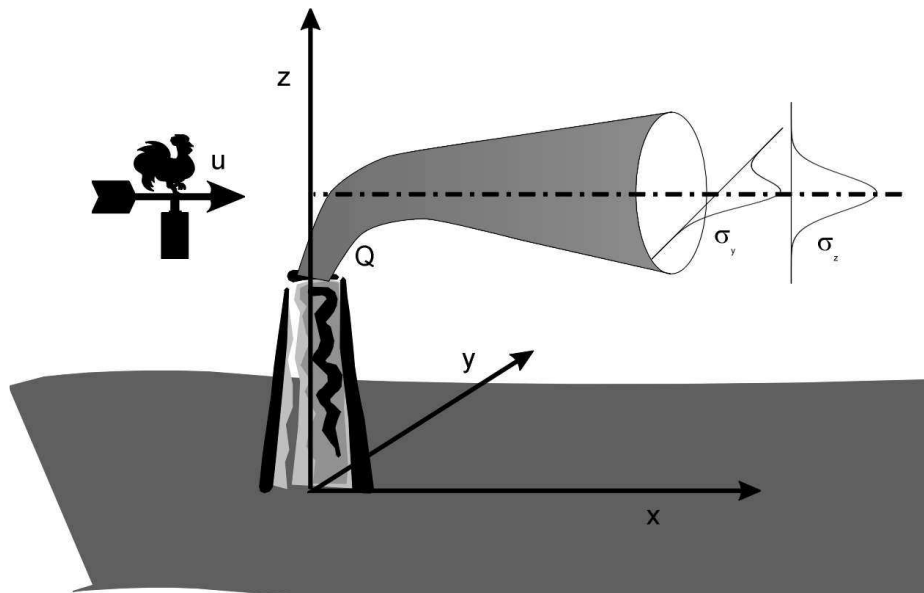


Figure 2 : Allure générale du modèle bi-gaussien.

En outre, pour tenir compte de la stabilité atmosphérique, ces deux écarts types dépendent des classes de stabilité de Pasquill.

Remarquons qu'il s'agit donc d'un modèle *stationnaire*, en ce sens que la fonction retenue ne dépend pas du temps, ce qui est pertinent si nous faisons l'hypothèse que le champ de turbulence est homogène en température, en vitesse moyenne du vent et en intensité de la turbulence et est stable durant toute la période étudiée. Une seconde hypothèse fondamentale de ce modèle est l'absence d'influence de la topographie locale. Il s'agit là, bien entendu, d'hypothèses très simplificatrices, qui ne correspondent pratiquement jamais aux conditions réelles de l'environnement, mais le modèle qui en découle permet cependant d'obtenir des résultats cohérents avec la réalité, en demeurant très simple.

Le modèle bi-gaussien de base ne convient cependant pas pour la simulation de la dispersion de mélanges odorants, dans un objectif d'évaluer la nuisance olfactive. Il est en effet basé sur l'évaluation de concentrations moyennes sur une certaine période, supposée stable, en général une heure. Or, durant cette heure, si la concentration moyenne du polluant odorant reste inférieure à la concentration limite de perception olfactive, il est possible que le seuil de perception ait néanmoins été dépassé plusieurs fois, par "bouffées". Pour apprécier les effets toxiques chroniques de composés chimiques dans l'atmosphère, c'est bien la concentration moyenne qui est déterminante. Mais en matière de nuisances olfactives, chacune de ces bouffées, même de courte durée, peut constituer une nuisance,

même si, en moyenne, la concentration reste faible. En outre, les effets de turbulences locales à l'intérieur d'un "panache moyen" doivent être pris en compte.

Plusieurs approches sont proposées dans la littérature pour pallier cet inconvénient. Dans le logiciel utilisé par la FUL, la correction est apportée par le couplage du modèle bi-gaussien classique à un modèle de Gifford en deux dimensions^[14]. Ce modèle, appelé en anglais "Meandering Model" et que l'on pourrait traduire en français par "modèle méandres" ou "modèle serpentement", consiste à considérer un panache instantané qui serpente à l'intérieur des limites de l'espace défini par le modèle bi-gaussien (fig.3).

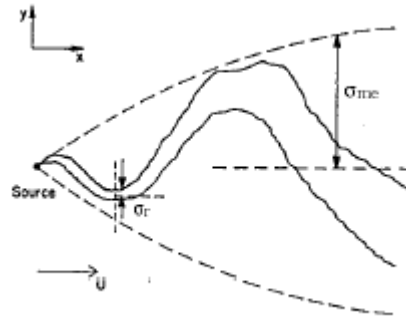


Figure 3 : Serpente ment du panache selon Gifford

La largeur de cette zone de serpentement est fonction des données météorologiques et du diamètre du panache bi-gaussien. La concentration résultante, à l'intérieur de la zone de serpentement, rend mieux compte que le modèle classique des pics de concentration possibles pour une même valeur moyenne globale et un même écart-type global. Le modèle de Gifford s'avère particulièrement efficace pour simuler les fluctuations à proximité de la source : il a moins d'intérêt pour les zones éloignées. L'intérêt est à présent que si ces pics de concentration sont supérieurs au niveau de perception olfactive, ils sont comptabilisés comme une nuisance.

Dans notre cas, nous avons utilisé le modèle canadien Tropos, vendu par la firme Odotech (Montréal). Il nécessite, comme données d'entrée,

- les paramètres météorologiques : vitesse, direction du vent, stabilité, température et éventuellement hauteur de la couche d'inversion;
- la définition de la zone d'émission : dans notre cas, une zone diffuse, représentée comme une surface carrée de 50 m de côté par exemple pour simuler la zone de déversement des déchets;
- un débit d'émission, ici en uo/s;
- une zone de récepteurs : dans notre cas, un réseau de mailles d'environ 20 m de côtés, s'étendant sur plusieurs centaines de mètres dans les directions NS et EO;
- la définition du modèle : ici un modèle Gaussien couplé au modèle de Gifford et un mélange gazeux traité comme une odeur (donc, les unités utilisées sont des uo, des uo/s et des uo/m³);
- la définition du type de variables qui seront fournies par le modèle en sortie : concentration moyenne, percentiles 95, 98, 99.5, pourcentage de dépassement de seuils prescrits, ...

Utilisation spécifique de la méthode pour les CET

Jusqu'à présent, dans le cadre notamment des études d'incidences, concernant surtout des sources moins variables et moins diffuses que les odeurs de déchets sur un CET, la méthode décrite ci-dessus était employée de la manière suivante :

- de la courbe limite de perception déterminée sur le terrain (figure 1), on ne se servait en réalité que du point le plus extrême dans la direction du vent;
- des données météorologiques enregistrées à intervalles réguliers (par exemple toutes les 30 secondes) pendant la durée de la mesure, on n'utilisait que leurs valeurs moyennes;
- ces données uniques étaient introduites comme un seul récepteur défini par le point extrême dans la direction du vent et comme une seule ligne météo dans le modèle;

- une première valeur du débit d'émission était introduite, par exemple 10 000 uo/s;
- le modèle fournissait la valeur de concentration de l'odeur au seul récepteur considéré, par exemple 5 uo/m³;
- comme, par définition de la méthode, ce point récepteur se trouve à la limite de perception olfactive, la concentration correspondante aurait dû être 1 uo/m³;
- comme le modèle suppose une relation proportionnelle linéaire entre le débit Q et la concentration C (relation 1), il suffisait alors de corriger proportionnellement le débit d'émission Q pour se ramener à la concentration 1 uo/m³ au point récepteur, soit $Q=10\ 000/5=2000$ uo/s.
- ce débit était alors considéré comme le débit d'émission qui ajustait la courbe limite mesurée.

Le fait de n'envisager qu'un seul point récepteur filtre énormément les informations récoltées sur le terrain. De plus, n'envisager qu'une seule ligne de conditions météo moyennes est très restrictif et ne permet pas de rendre compte de la dispersion de la vitesse et de la direction du vent autour des valeurs moyennes.

En outre, dans le cas des odeurs diffuses et générées par bouffées par les déchets, il est particulièrement malaisé de déterminer une "courbe limite de perception" de manière précise sur le terrain.

Nous avons donc identifié un certain nombre de "points odeur" et de "points non-odeur". Les "points odeur" sont ceux où une odeur de déchet est perçue au moment du passage, parfois furtivement, mais confirmée ensuite par un second, voire un troisième passage. De même, plusieurs passages durant la période de mesure permettent de confirmer l'absence d'odeurs aux "points non-odeur".

Le modèle a ensuite été utilisé par "tâtonnements" et essais successifs, en testant plusieurs débits d'émission jusqu'à obtenir à l'immission une courbe de concentration moyenne 1 uo/m³ qui enveloppe tous les points-odeur. En outre, nous avons introduit dans le modèle toutes les conditions météo, enregistrées toutes les 30 secondes, de manière à ce que l'isoplèthe à l'immission corresponde le plus possible à la situation réelle de dispersion durant toute la période de mesure.

Cette procédure a été appliquée pour chaque période de mesure et les débits d'émission ainsi estimés ont alors été moyennés.

Hypothèses, contraintes de la méthode

La méthode suppose la constance des conditions d'émission, ainsi qu'une situation météorologique peu variable durant chacune des périodes de mesure.

La seconde hypothèse est en général assez bien respectée si la mesure ne prend pas plus d'une heure ou deux.

La première hypothèse par contre n'est pas du tout respectée dans le cas du CET : l'odeur perçue est constituée de bouffées odorantes et non d'une sensation olfactive constante pour un endroit donné. Cependant, on peut estimer que l'intégration sur la période de mesure de toutes ces bouffées, résultant à la fois du passage de camions, des déchets déversés, de leur retournement sur le site et des turbulences locales, correspond à une situation moyenne, à l'image du niveau sonore équivalent permettant d'évaluer une nuisance acoustique. Comme la perception de chaque bouffée est confirmée par plusieurs passages à des instants différents, la méthodologie est validée.

Au terme de la campagne de mesure, on suppose que l'ensemble de toutes les conditions météorologiques ont été rencontrées. Cette hypothèse n'est évidemment jamais respectée, d'autant plus que la campagne se résume à une période relativement courte, de un ou deux mois maximum. En particulier, dans la présente étude, les situations de vent d'est ne sont pas rencontrées (rareté de telles situations à l'époque des mesures et manque de disponibilité pour effectuer une mesure juste à ces instants précis).

Enfin, comme avec tout modèle calibré sur des données expérimentales, les résultats de l'étude ne devraient pas être extrapolés en dehors de la période de la mesure. En d'autres termes, les conclusions de la présente étude sont valables pour une période d'automne, et même pour des moments correspondant au milieu de semaine (mercredi ou jeudi), en fin de matinée.

Une extrapolation à un climat moyen a néanmoins été tentée : il faut être conscient des hypothèses de la méthode en l'interprétant.

En supposant que l'émission reste constante tout au long de l'année, peu importe que seulement quelques situations météorologiques particulières servent à l'extrapolation : la prévision de situations non observées sur le terrain représente justement un des grands intérêts d'une simulation. Par contre, en ce qui concerne précisément les odeurs de déchets, le climat n'influence pas uniquement la dispersion des odeurs, mais également leur génération : la radiation solaire sur les tas de déchets, l'humidité ou la pression atmosphérique conditionnent l'émission. Or, le logiciel n'est pas capable d'adapter l'émission aux conditions atmosphériques et donc, l'extrapolation au climat moyen ne concerne que la dispersion des panaches odorants et non le débit d'émission.

En tout état de cause, même si la méthodologie générale est simple et séduisante, car ne nécessitant pas de manipulations compliquées et de matériel évolué, sa principale limitation reste la faisabilité :

- l'accès aux points à la limite de la perception olfactive n'est pas toujours aisé (champ de betteraves, propriété privée, ...),
- le choix des périodes climatiques n'est pas aléatoire,
- l'époque de la mesure entraîne souvent des contraintes à la fois sur les conditions météorologiques et sur le processus (le nombre de camions arrivant sur le site n'est probablement pas le même en été qu'en hiver)
- et surtout, la méthodologie employée ne garantit pas la détection de toutes les bouffées odorantes perceptibles.

La validation de la méthode sera réalisée en comparant les résultats obtenus à ceux d'autres études réalisées sur le même site.

Présentation du site et des alentours

La figure 4 est une représentation en 3 dimensions du site du CET et des environs. Cette représentation résulte de l'exploitation des données cartographiques mises gratuitement à la disposition de la FUL par le Ministère wallon de l'Équipement et des Transports (BRIGIT = Base de Référence des Items Géographiques, Informatisée et Tridimensionnelle). Outre les coordonnées x, y et z, cette base de données contient les informations relatives aux routes, chemin de fer, bâtiments, voies navigables, bois, murs, clôtures, éléments de voiries, ... Elle a été exploitée par le Système d'Information Géographique "ArcView".

Le CET est une ancienne carrière de sable, située au sud de la Nationale 25 et à l'ouest de la Nationale 4.

Il est limité

- au nord par la Nationale 25 (Chemin de Grez) et par les voies d'accès rapides à Louvain-la-Neuve,
- à l'est par la rue des Trois Burettes,
- à l'ouest par la rue des Sablières
- au sud par un petit chemin (non visible sur l'image) reliant le rond-point (piézo 24) à la rue des Sablières, parallèlement à la rue des Acacias.

La cellule en exploitation au moment de la mesure est représentée approximativement par le point jaune au centre de l'image.

Les vents dominants provenant du sud-ouest portent le panache odorant vers Louvain-la-Neuve, surtout vers le parc scientifique, ce qui représente une très grande quantité de riverains potentiellement atteints. Les camions, arrivant par le chemin de Grez, entrent sur le site à l'intersection avec la rue des Trois Burettes (piézo 19).

Nb : les numéros des piézomètres disposés tout autour du site servent ici de repères faciles et non-ambigus.

Au nord-est, il n'y a que peu de bâtiments : la carrière de sable encore en exploitation à cet endroit occupe pratiquement tout l'espace.

A l'est, sur la rue des Trois Burettes, il y a essentiellement deux bâtiments : le bâtiment administratif de la sablière (petite construction préfabriquée) et la ferme de la Grange à la Dîme.

Au sud, la rue des Trois Burettes continue au delà du rond point (piézo 24). A partir de là, il y a plusieurs constructions récentes de part et d'autre de la route, jusqu'à l'intersection avec la rue des Sablières. La zone sud du CET est occupée par le village de Mont-Saint-Guibert, qui risque donc d'être affecté par l'odeur de déchets par vent du nord et situation atmosphérique très stable.

En particulier, au sud est, la rue de Corbais et plusieurs routes perpendiculaires (rue du Cerisier, avenue de la Fontaine, ...) forment un quartier assez peuplé en habitations individuelles. Par contre, entre la rue des trois burettes et la rue de Corbais s'étend une vaste zone agricole sans aucune maison.

Comme son nom l'indique, la rue de Corbais mène au village de Corbais, en direction de la Nationale 4 qu'elle rejoint.

Vers l'ouest du CET, la rue des Sablières remonte jusqu'au chemin d'accès principal au CETeM. Plusieurs nouvelles constructions occupent surtout le côté est de la chaussée ainsi que quelques nouvelles petites rues perpendiculaires, non visibles sur l'image (rue des Acacias notamment). Ces habitations sont assez proches de la zone d'exploitation et sont susceptibles de recevoir les bouffées odorantes en provenance du CET par vent du nord-est.

Toujours à l'ouest, en remontant vers le nord, quelques maisons situées entre la rue des Sablières et le chemin de fer peuvent également capter les odeurs de déchets par vent d'est, bien que ce type de conditions soit assez rare. Au delà du chemin de fer, le quartier Baurieu, plus éloigné, est moins susceptible d'être atteint par le panache odorant.

Au nord, toute la zone des voies rapides (N25, bretelles d'accès vers Louvain-la-Neuve), très proche de la cellule d'enfouissement et du parcours des camions de déchets, est affectée par l'odeur, mais il s'agit seulement d'un lieu de passage, sans habitation.

Plus loin, le talus du chemin de fer peut éventuellement jouer un rôle d'écran et engendrer des turbulences locales propres à disperser les odeurs.

Cependant, au-delà du chemin de fer, le clos de Profondval constitue un quartier résidentiel vulnérable, ainsi que le château-ferme de Profondval, aménagé en salles de réception et séminaires : les conditions de vent du sud/sud-est, très fréquentes dans la région, et la proximité de la cellule d'enfouissement (550 m environ) favorisent en effet l'apparition d'odeurs de déchets dans cette zone.

La figure 5 "zooème" sur le site du CET.

Les camions de déchets pénètrent sur le site au nord-est, au croisement entre le chemin de Grez et la rue des Trois Burettes, à un rythme assez important, de l'ordre de 1 camion par minute en fin de matinée. Ils longent le chemin de Grez sur quelques centaines de mètres, puis stationnent pendant quelques minutes à l'endroit de la bascule, où ils sont pesés. Le volume de déchets présent dans ces camions en stationnement représente une source potentielle d'odeur non négligeable qu'il faut ajouter à l'odeur générée sur la zone de déversement et aux odeurs de biogaz.

Ces dernières sont produites en divers endroits du site, près des puits de dégazage, près des torchères et lorsqu'il y a des fuites accidentelles au niveau des conduits d'amenée du biogaz vers les torchères et les moteurs.

Le biogaz brûlé, soit au niveau des torchères, soit à l'échappement des moteurs, génère également une odeur caractéristique. Etant donné la température élevée de ces gaz brûlés, le panache monte cependant beaucoup plus haut que celui des déchets frais, est probablement dispersé en altitude et semble provoquer moins de nuisances localement. Par contre, l'odeur caractéristique de biogaz brûlé est susceptible de se retrouver plus loin, et pas nécessairement dans la direction du vent. Ce type d'odeur est surtout généré dans la zone des torchères et des moteurs, près des bâtiments administratifs du CETeM, à l'entrée du site, mais également près de la torchère située à proximité de la bascule. A ce niveau, l'odeur de biogaz brûlé peut éventuellement interférer avec celle des déchets frais.

La station météorologique de la FUL, mesurant la vitesse et la direction du vent, ainsi que la radiation solaire, la température et l'humidité relative, est placée non loin de la bascule, sur une butte dominant le CET.

Au limites nord et est de l'exploitation, des rampes d'aspersion pulvérisent en permanence un produit neutralisant possédant, lui aussi, une odeur caractéristique, qui pourrait également s'avérer gênante pour les riverains. Lors de chaque passage sur le site, l'équipe de la FUL a demandé à l'exploitant d'arrêter la pulvérisation pendant la mesure.

Observations qualitatives

La démarche commence par la récolte d'informations qualitatives sur la nature et la fréquence des odeurs perçues. Ces observations s'avèrent au moins aussi importantes que les mesures plus quantitatives et que les résultats des simulations, car elles font état des nuisances réellement ressenties par les riverains et permettent d'apprécier la pondération des différentes sources potentielles d'odeur sur l'odeur globale ressentie.

L'impression personnelle des opérateurs de la FUL confirme en général les avis de certaines personnes rencontrées aux alentours du site.

- L'odeur la plus fréquente est celle générée par les déchets frais. Ce n'est pas nécessairement la plus gênante, mais elle est perçue de manière plus constante et reproductible en fonction du climat local.
- L'odeur de biogaz et de gaz brûlés est assez gênante. Elle peut être perçue à des endroits assez éloignés de la zone d'exploitation, jusqu'au centre de Louvain-la-Neuve. Elle est ressentie par bouffées très fugaces, se mélangeant parfois aux odeurs de déchets, et à des endroits et des moments qui ne sont pas toujours explicables par les conditions météorologiques. Son caractère aléatoire nous a empêché d'en tenir compte dans notre démarche quantitative : seul l'odeur de déchets frais a été envisagée. Néanmoins, l'odeur de biogaz doit être prise en compte dans le cadre d'une réflexion plus globale, car, lorsqu'elle se manifeste, elle est probablement la plus gênante. Lors de la dernière journée de mesure, le 18 décembre, une panne d'électricité avait empêché, la veille, de mettre la zone d'enfouissement en dépression, ce qui a provoqué une odeur de biogaz très forte et très pénétrante. Les mesures de remédiation apportées par le CETeM s'avèrent donc efficaces et indispensables.
- L'odeur du produit neutralisant, à base d'essences naturelles, peut s'avérer gênante, en l'absence d'autres odeurs plus intenses. Elle est caractérisée par une tonalité assez difficile à exprimer de "chewing gum".
- Selon un riverain du Clos de Profondval, les odeurs sont surtout perçues vers 6 h le matin ou vers 22 h le soir, lorsque l'atmosphère est stable, en présence d'une inversion de température. L'odeur n'est pas nécessairement plus forte en été qu'en hiver. Au contraire, l'absence de végétation en hiver supprime l'effet d'obstacle des petits bois situés au nord du CET.
- Selon les personnes interrogées, il n'y a jamais d'odeur perçue à Corbais, ni même au carrefour de la rue de Corbais et de la N4.
- Les odeurs générées par le CET peuvent être mélangées, voire confondues, avec d'autres odeurs émises aux alentours. L'odeur du trafic des véhicules très proches (sur le chemin de Grez) peut se mélanger localement aux odeurs de déchets et de biogaz. De même, une odeur de "chimie" perceptible dans le parc scientifique de Louvain-la-Neuve (par exemple, aux abords des entreprises situées le plus au sud, comme AHP Pharma) pourrait être confondue avec celle de biogaz.
- La présente campagne de mesure n'indique pas de façon évidente qu'une pulvérisation continue de produit neutralisant soit indispensable, tout au moins pour la période étudiée. Il semble en effet qu'il y ait assez peu d'intérêt à mettre les rampes d'aspersion en fonctionnement lorsque la zone de perception olfactive se limite à l'intérieur du site du CET ou s'oriente vers des régions inhabitées.

Observations quantitatives

Protocole

La campagne de mesure s'est déroulée sur deux mois d'automne, entre le 18 octobre et le 18 décembre 2001, essentiellement en fin de matinée. L'équipe de la FUL s'est rendue 7 fois sur le terrain et une journée (le 28 novembre) a pu servir pour deux observations différentes, car deux périodes assez distinctes ont été observées, en ce qui concerne à la fois le nombre de camions arrivant sur le site et les conditions météorologiques. Un total de 8 observations de terrain ont donc pu être exploitées.

Le nombre d'observations n'est pas critique dans la démarche, pour autant qu'on ait pu rencontrer plusieurs situations climatiques et d'émission différentes. Mieux vaut 5 observations différentes que 20 observations identiques.

En l'occurrence, nous avons considéré que ces 8 observations représentaient assez bien l'éventail des conditions possibles, si ce n'est peut-être le cas des vents d'est.

Les prévisions météo permettaient de sélectionner les journées les plus favorables à la mesure, présentant notamment des conditions non encore rencontrées.

La station météo était placée dès l'arrivée, démontée en fin de mesure et les données stockées toutes les 30 secondes étaient vidangées lors du retour à la FUL.

Le CETeM était prévenu de notre visite et coupait les rampes d'aspersion dès notre arrivée.

La durée typique d'un traçage d'odeur était de deux heures environ, souvent en fin de matinée.

Chaque détection d'odeur était confirmée par plusieurs passages à des moments différents.

Les données, prétraitées dans Excel, étaient ensuite introduites dans le modèle Tropos.

L'émission a été simulée dans une zone de 50 m x 50 m localisée à l'endroit estimé de la cellule exploitée. Néanmoins, le débit d'odeur déterminé par ajustement avec les mesures à l'immission peut être considéré comme un débit diffus global, qui tient compte à la fois de la zone de déversement et des camions arrivant sur le site. En d'autres termes, la valeur de flux surfacique (en $uo/m^2.s$) n'est pas réellement significative dans le cas présent : le débit global (en uo/s) est plus représentatif du débit réel d'odeur de déchets du CET.

Les résultats furent ensuite présentés sur fond de carte IGN dans ArcView.

Résultats

Les figures 6 à 13 fournissent, pour les 8 cas observés, les courbes limites de perception ajustées par le modèle Tropos pour englober au mieux les points-odeur relevés sur le terrain. Chaque fiche résultat présente en outre la rose des vents pour la période de mesure et rappelle quelques observations qualitatives. Sur le schéma est indiquée la valeur du débit d'émission d'odeur (en uo/s) qui a permis d'ajuster la courbe limite de perception ainsi que les "points odeur" observés.

Le tableau 2 synthétise les résultats pour les 8 périodes de mesure.

Date	Direction du vent	Vitesse du vent (m/s)	Classe de stabilité	Débit d'émission (uo/s)
18/10/01	172°	3.0	D	22 500
24/10/01	212°	4.3	D	27 500
31/10/01	292°	4.9	D	32 500
14/11/01	355°	1.9	C	45 000
20/11/01	253°	1.4	C	25 000
28/11/01	240°	2.5	C	22 500
28/11/01	255	3.8	D	57 500
18/12/01	304°	0.7	D	8 750

La moyenne du débit d'émission, soit 30 156 uo/s peut être considérée comme la valeur typique du débit d'odeur de déchets pour la période étudiée.

Afin de se rendre compte des influences de la vitesse du vent et des classes de stabilité sur la forme et la taille de la courbe limite de perception, la figure 14 montre son aspect, tel que calculé par le modèle, pour 3 vitesses de vent et trois classes de stabilité. Les conditions de direction du vent et d'émission sont identiques dans chaque cas et équivalentes à celles du 18/12/01.

Une zone de perception très réduite est observée par grand vent ou lorsque l'état de l'atmosphère est instable (A), alors qu'une très grande zone est observée par vent faible ou atmosphère stable (F). Notons que certaines combinaisons de conditions représentées sur cette figure sont purement imaginaires : selon le tableau 1 par exemple, un vent fort est incompatible avec une atmosphère instable de type A. Le seul intérêt de cette figure est de visualiser la sensibilité des paramètres météorologiques sur la dispersion.

Sur base du débit moyen d'émission ainsi déterminé et en introduisant dans le modèle le climat moyen de Beauvechain, nous avons pu (figure 15) dessiner les percentiles 95, 98 et 99.5 correspondant à l'odeur de déchet du CET.

En particulier, en imaginant que le percentile 98 puisse être considéré comme la zone "de gêne" (rappelons qu'à l'extérieur de cette zone, l'odeur est perçue moins de 2% du temps), les habitations potentiellement atteintes seraient :

- les maisons de la rue des Trois Burettes, au delà du rond point, sur une distance de 300 m environ;
- le clos de Profondval et le château-ferme de Profondval;
- quelques immeubles du quartier des Bruyères (rue de Namur);
- le bassin de natation;
- le bâtiment administratif de la sablière et la ferme de la Grange à la Dîme.

Conclusions et comparaisons avec d'autres études

L'étude a apporté un certain nombre de résultats intéressants, tant au point de vue qualitatif que quantitatif.

Qualitativement, elle permet de relativiser l'importance de l'odeur de biogaz et surtout de gaz brûlé. Les impressions à l'immission ne rendent en effet pas compte d'une gêne substantielle et de longue durée due à l'odeur de biogaz, même si, pour les rares moments où elle est perçue, cette odeur s'avère plus gênante que l'odeur de déchets.

Elle permet aussi de limiter la zone de nuisance olfactive aux abords immédiats du CET : la gêne due à l'odeur de déchets ne dépasse guère la distance de 500 m autour de la clôture du CET.

Quantitativement, l'étude aura permis d'estimer un débit d'émission de l'odeur de déchets sur le site : aux environs de 30 000 uo/s ou un peu plus de 108 000 000 uo/h.

Compte tenu des très grandes erreurs de l'estimation par cette méthode, nous pouvons considérer cette valeur comme tout à fait identique à celle trouvée par le Certech en février 2000 (p.15 de [4]) pour le débit d'odeur total des émissions diffuses pour toutes les zones investiguées, soit environ 122 000 000 uo/h. Ce débit a d'ailleurs été repris par ATM-PRO dans son étude^[4].

Il s'agit peut-être d'une coïncidence, étant donné la très grande différence entre les deux méthodes et considérant le fait qu'il ne s'agit pas tout à fait des mêmes sources (toutes les zones du CET, y compris des déchets industriels pour l'étude du Certech; odeur globale de déchets pour l'étude de la FUL). Néanmoins, l'ordre de grandeur semble être respecté et donc peut être considéré comme relativement fiable.

Comme nous l'avons signalé plus haut, le débit d'odeur estimé doit être considéré comme un débit global, et non comme un débit calculé rigoureusement comme le produit d'un flux surfacique d'odeur et d'une surface d'émission. Dans notre cas, nous avons choisi une zone vraisemblable de 50x50 m pour l'émission d'odeur de déchets frais, mais cette zone n'a pas été mesurée exactement. En tout état de cause, sa surface devrait englober à la fois celle de la cellule en exploitation et celle des camions en attente.

Si nous considérons néanmoins cette surface comme vraisemblable, le débit d'émission ajusté correspondrait à un flux surfacique moyen de 12 uo/m²s (ou 43 200 uo/m²h). Cette valeur est un peu plus élevée que celle qu'Odotech a mesurée à l'émission sur un lieu d'enfouissement canadien^[15], soit 2.6 uo/m²s pour des déchets anciens, 5.4 uo/m²s pour des déchets mixtes ou 3.5 uo/m²s pour la zone d'attente des remorques. Cependant, compte tenu de l'imprécision de l'estimation des surfaces d'émission, la valeur trouvée dans la présente étude est tout à fait comparable.

En comparant les résultats de la présente étude avec le relevé des plaintes mentionnées dans le rapport d'ATM-PRO (page 13 de [6]), nous pouvons remarquer que la zone de plaintes est surtout le nord du site du CET, jusqu'à Louvain-la-Neuve, mais principalement dans le quartier de Profondval et celui de Bruyères (Vieux Chemin de Namur), ce qui confirme nos conclusions. Par ailleurs, le fait qu'on ait enregistré quelques plaintes plus au nord (Avenue de l'Espinette ou Avenue Roi Baudouin I^{er} à Louvain-la-Neuve) ne contredit pas nos résultats : plusieurs observateurs nous ont en effet affirmé qu'il y a quelques années, les odeurs étaient davantage perçues dans Louvain-la-Neuve qu'à l'heure actuelle. Or, les événements répertoriés dans l'étude datent de 1998 : il semble donc qu'il y ait un réel progrès en quelques années.

En outre, le rapport [3] concluait, en page 17 : *"On constate que dans certains cas, la direction prise par le panache est en accord avec la localisation des plaintes. Par contre, les concentrations simulées n'expliquent pas toujours la perception d'odeur. Certaines simulations montrent en effet que le seuil de 1 uo/m³ serait atteint à des distances inférieures à celle séparant la source de l'endroit de la plainte"*.

Nous reprendrons à notre compte cette conclusion, en insistant sur le fait qu'un modèle n'est qu'une image de la réalité et qu'il ne faut pas considérer les distances qu'il estime comme des chiffres immuables et rigoureux. L'odeur est avant tout une question de perception subjective : le plus grand nombre de plaintes ne vient pas nécessairement des habitants qui sont perpétuellement sous le panache odorant. L'accoutumance de l'organe olfactif (y compris l'interprétation de l'odeur par le cerveau) diminue la gêne au cours du temps. Par contre, un habitant plus éloigné sera très rapidement gêné par une odeur qu'il perçoit rarement et il se peut que sa plainte ne corresponde qu'à quelques bouffées de l'odeur.

La conclusion p.18 du même rapport est également confirmée par notre étude : *en moyenne annuelle, la perception d'odeur reste limitée au site lui-même ou jusqu'à quelques dizaines de mètres au-delà de la N25 et de la rue des Trois Burettes. Le percentile 98 se limite à environ 1 km² dans le cas des concentrations moyennes horaires, alors que la zone de nuisances olfactives potentielles peut s'étendre beaucoup plus loin, jusqu'à 1.5 km de la source.*

Or, le percentile 99.5 de la figure 15, qui pourrait être considérée comme une zone limite des nuisances olfactives, s'étend en effet jusqu'à un rayon de 1.5 ... 1.7 km autour de la zone de déversement.

Enfin, en poursuivant la lecture des conclusions de l'étude d'ATM-PRO, nous trouvons la phrase : *en termes d'intensité de concentrations instantanées, c'est la région de Profondval qui serait soumise à la pression la plus élevée.* Encore une fois, notre étude semble confirmer cette conclusion.

Quant aux relevés FID et PID réalisés sur un quadrillage systématique par l'ISSeP, ils sont tout à fait complémentaires aux estimations globales : une fois estimé le débit global d'émission d'odeur, encore faut-il en localiser plus exactement les sources, de manière à pouvoir mettre en œuvre d'éventuels moyens de remédiation. Les relevés de l'ISSeP mettent en évidence certaines zones à plus forte concentration en COV, notamment près de la rue des Trois Burettes ou sur le talus : il s'agit probablement de fuites de biogaz auxquelles il est possible de remédier.

En résumé, la méthode du traçage des odeurs sur le terrain permet d'apprécier la réalité de la nuisance olfactive, telle que perçue par les riverains. Le modèle de dispersion n'en constitue pas l'outil essentiel : même s'il permet l'extrapolation au climat moyen, les traçages à eux seuls représentent déjà une information exploitable.

Bibliographie

[1] CERTECH (19 Juillet 1999) *Mesures olfactométriques sur le Centre d'Enfouissement Technique de Mont-Saint-Guibert - Première étape : Les points fixes.*

[2] ATM-PRO (15 Décembre 1999) *Dispersion des gaz des CET dans l'air ambiant à la périphérie du CET - Partie I/Phase 1 : rapport préliminaire.*

[3] ATM-PRO (25 Novembre 2000) *Dispersion des gaz des CET dans l'air ambiant à la périphérie du CET - Estimation des incidences olfactives pouvant aboutir à des nuisances pour les régions de Louvain-la-Neuve, Courst-Saint-Etienne et Mont-Saint-Guibert à l'aide du logiciel MAESTRO.*

[4] CERTECH (4 Février 2000) *Mesures olfactométriques sur le Centre d'Enfouissement Technique de Mont-Saint-Guibert - Deuxième étape : évaluation des sources diffuses.*

[5] ISSeP (8 Février 2001) *Campagnes de mesures de la qualité de l'air ambiant autour des Centres d'Enfouissement Technique - Document de travail pour la réunion du 8/2/01.*

[6] ATM-PRO (31 Mai 2001) *Dispersion des gaz des CET dans l'air ambiant à la périphérie du CET - Phase I/Partie 2 : Impact des modifications du relief aux abords du CETeM en situation critique.*

[7] ISSeP (3 Juillet 2001) *Réseau de contrôle des CET en Région Wallonne - Groupe de travail Air - Discussion des résultats des campagnes de contrôle*

[8] ISSeP (28 Janvier 2002) *Résultats des analyses FID et PID de la campagne de mesures réalisée en septembre 2001*

[9] ANDRE, Ph., BOREUX, J.J., HANSON, A., NICOLAS, J. THOEN, D., VASEL, J.L. (1995) *Mesures olfactives in Mesure et Environnement.- Chapitre 14 : Environnement, rédigé pour l'Ouvrage Collectif : "La Mesure et l'Instrumentation - Etat de l'art et perspectives" - Masson, 1995, p 412.*

[10] NICOLAS, J. (1998) - *Surveillance de l'environnement : Méthodologie.-* Edition ACADEMIA-BRUYLANT - coll. Pédasup – 2nd ed 1998 - ISBN 2-87209-352-4. - p. 60

[11] Gouvernement Hollandais "HinderWet" (1976)

[12] VAN DER AUWERA, L. (1991) - *Histograms of wind speed (part A) and Statistics of Pasquill stability classes (part B)*.- Document IRM - Miscellanea Série B - nr 65 - Bruxelles.

[13] VAN DER AUWERA, L. (1991) - *Statistics of Pasquill stability classes (part B, recalculated)* - Document IRM - Miscellanea Série B - nr 65bis - Bruxelles.

[14] PAGE, T., GUY, C. (1997) - *Odor Dispersion Modeling* - Air & Waste Management Association's 90th Annual Meeting & Exhibition, June 8-13, 1997, Toronto, Ontario, Canada.

[15] ODOTECH (2001) - *Caractérisation des émissions atmosphériques et évaluation de l'impact-odeur du lieu d'enfouissement sanitaire (L.E.S.) de la région intermunicipale Argenteuil Deux-Montagnes (RIADM)* - Volet D d'un rapport d'Odotech (Montréal - Canada) préparé pour la RIADM.