

Troisième campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ de Beaumont" à Monceau-sur-Sambre

Estimation des nuisances olfactives



**Jacques NICOLAS – Jean-François THOMAS – Julien DELVA –
Anne-Claude ROMAIN
Université de Liège
Département des Sciences et de Gestion de l'Environnement
Arlon - Juin 2008**

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, il est notamment prévu d'évaluer de manière qualitative et quantitative les nuisances olfactives aux alentours des CET, et en particulier du CET de Monceau-sur-Sambre. C'est dans cet esprit que l'unité "Surveillance de l'Environnement" du Département en Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (anciennement FUL) a réalisé une étude, en sous-traitance pour l'ISSeP.

Cette étude fait suite à une première série de campagnes réalisées sur différents sites ^[1-16] et qui a permis notamment d'affiner la méthodologie d'évaluation des odeurs. En particulier, le présent rapport concerne une troisième campagne menée sur le site de Monceau-sur-Sambre, deux autres ayant déjà été menées sur ce site en Août 2002 et en Juin 2004 ^[3,7].

Cette série d'études est complémentaire à d'autres études menées sur la problématique des odeurs de CET. Elle ne prétend pas du tout les remettre en cause ou les invalider. La nuisance olfactive dans l'environnement est un thème particulièrement difficile à aborder, puisqu'il fait appel non seulement aux aspects physiques, chimiques et biologiques de l'émission et de la dispersion, mais également aux aspects psychologiques et sociologiques de la perception des odeurs. En conséquence, toute étude visant à apporter des informations complémentaires à des résultats existants est la bienvenue. C'est dans cet esprit que sont abordées les présentes campagnes de mesure.

Méthodologie

Plusieurs méthodes ont été utilisées dans le cadre de la présente étude.

Enquêtes

Comme il s'agit d'une troisième campagne de mesure sur le même site, nous avons tenté d'élargir les investigations en insistant davantage sur l'évaluation de la nuisance chez les riverains. Ainsi, nous avons récolté un certain nombre d'informations sur la manière dont l'exploitant mettait en œuvre le suivi des nuisances dues aux odeurs dans le voisinage du site. Pour éviter d'interférer avec cette initiative, nous n'avons pas, nous-mêmes, mené une procédure d'enquête ou démarré un système de vigies. Ceci pourrait éventuellement être envisagé dans la suite, en fonction des résultats de la présente étude.

Modélisation 3D

Comme le relief des environs du site est assez particulier, puisqu'il présente deux terrils situés à proximité immédiate de la zone de versage, nous avons également tenté de modéliser la dispersion du panache en 3 dimensions, avec le logiciel Fluidyn Paneia (Transoft International). Il s'agit d'un modèle de simulation de la dynamique des fluides et de la dispersion atmosphérique basé sur une solution numérique du système complet d'équations différentielles du transport de chaleur et de matière (Navier-Stokes, Reynold et équation de convection et diffusion). La solution numérique est évaluée par itération dans un réseau maillé tridimensionnel. La modélisation a été réalisée en introduisant les courbes de niveau à partir d'un fond de carte IGN et quelques conditions de vent qui pourraient engendrer une dispersion particulière de l'odeur.

Olfactométrie dynamique

L'olfactométrie dynamique permet d'évaluer, pour un échantillon prélevé dans un sac, la variable "concentration d'odeur" selon la norme européenne EN13725. La mesure se fait à l'aide d'un olfactomètre et d'un jury de nez humains dans un local adapté. La concentration d'odeur d'un échantillon gazeux de substances odorantes est déterminée par présentation de cet échantillon à un jury de sujets humains sélectionnés et triés, en faisant varier la concentration par dilution avec un gaz neutre, afin de déterminer le facteur de dilution au seuil de détection de 50 % ^[17].

La valeur de la concentration de l'odeur (unité : uo_E/m^3) correspond à ce facteur de dilution. Par exemple, si l'échantillon a dû être dilué 1000 fois pour atteindre ce seuil de détection, en moyenne pour les membres d'un jury, sa concentration d'odeur sera de 1000 unités odeur européennes par m^3 (uo_E/m^3). En conséquence, on en déduit également la notion essentielle suivante : 1 uo_E/m^3 est la concentration d'odeur correspondant à la limite de perception d'un nez "moyen" pour une odeur donnée. L'indice "E" de l'unité odeur (uo_E) signifie que la mesure a été réalisée par olfactométrie dynamique, selon la norme européenne.

La mesure est réalisée grâce à un olfactomètre dynamique (figure 1), appareil de dilution précis d'échantillons gazeux. Après être mélangé à un flux d'air inodore, le flux d'échantillon dilué est présenté au jury par des masques d'inhalation. Différentes dilutions sont ainsi délivrées au jury. La norme EN13725 accepte différents modes de présentation du gaz. La procédure employée dans le cadre de nos études est de partir d'une dilution élevée, puis de présenter au jury de 6 personnes des dilutions décroissantes selon une progression géométrique de raison environ 2. La réponse des assesseurs est dite "à choix forcé", c'est-à-dire que chaque personne a le choix entre trois ports de flairage et l'odeur diluée n'est présente que dans un seul. L'olfactomètre utilisé est l'appareil ODILE de la firme canadienne Odotech.



Figure 1 : Olfactomètre dynamique de l'ULg sur le site d'Arlon

"Le facteur de dilution au seuil" du jury est calculé en termes de moyenne géométrique des estimations des seuils individuels des membres du jury. La concentration d'odeur en uo_E/m^3 est alors égale à la valeur numérique de ce facteur de dilution.

Les membres du jury sont préalablement testés par rapport à un standard, en l'occurrence du n-butanol.

Prélèvement

Pour l'olfactométrie, le mode de prélèvement consiste à remplir d'air odorant un sac de 60...80 litres en Tedlar[®]. Ce matériau répond aux exigences requises pour le prélèvement de substances odorantes (inertie chimique, absence d'odeur, imperméabilité, adsorption faible).

Lorsqu'il s'agit de prélever l'odeur directement dans l'air ambiant, afin d'éviter tout contact avec le système de pompage et ne pas dénaturer l'échantillon, le sac est placé dans un caisson rigide mis en dépression par une pompe. La prise d'air vers l'ambiance est un tuyau en téflon connecté au sac. Celui-ci se gonfle donc par simple différence de pression, sans contact avec la pompe. La durée du prélèvement est fonction du volume du sac et du débit de la pompe. Elle est généralement fixée à une dizaine de minutes.

A partir de la concentration d'odeur ambiante, il est éventuellement possible de déduire le débit d'odeur de la source, qui est la variable la plus intéressante pour estimer les nuisances dans l'environnement.

Si le prélèvement a lieu dans une source ponctuelle (cheminée, gaine de ventilation), la détermination du débit d'odeur nécessite la mesure du débit de l'effluent dans le canal d'évacuation. Le produit du débit de l'effluent (m^3/s) et de la concentration d'odeur (uo/m^3) fournit le débit d'odeur, en uo/s .

Cependant, cette méthode n'est pas applicable aux sources superficielles, comme une surface de déchets dans un CET. Il faut alors isoler une portion de la surface émettrice afin de confiner un volume d'air au-dessus de la source, en posant une chambre de flux de manière la plus étanche possible sur la surface (figure 2). L'échantillon est poussé par un gaz porteur (azote, air) à un débit Q et est collecté par l'intermédiaire d'un tuyau en téflon reliant la chambre et le sac de prélèvement.



Figure 2 : Prélèvement par chambre de flux sur une surface de déchets

Cette utilisation de la chambre de flux conduit à l'évaluation du flux d'émission de la source superficielle, supposée non aérée, selon la relation suivante :

$$E = \frac{Q C}{A} \quad (1)$$

avec

E=flux d'émission d'odeur (uo/m²s)

Q=débit du gaz vecteur (m³/s)

C=concentration d'odeur mesurée dans le sac (uo/m³)

A=section de la chambre de flux posée sur la surface (m²)

La détermination du flux d'émission E permet alors, en multipliant par la surface totale de la source, d'estimer le débit d'odeur en uo/s.

Cependant, si la source superficielle est aérée, l'émission est essentiellement dépendante de l'aération et le débit d'émission devra être estimé en tenant compte du débit d'aération.

Même sur des sources aérées naturellement, par la convection du vent, comme une surface de déchets, le confinement de l'odeur dans une chambre de flux n'est pas pertinent, puisque l'émission est isolée du vent. En outre, sur de telles surfaces très hétérogènes, comportant des éléments de la taille de la chambre de flux elle-même, non seulement les fuites latérales sont inévitables, mais le prélèvement en un endroit donné est également très loin d'être représentatif de l'ensemble de la surface.

Ces très fortes limitations invalident pratiquement la méthode de la chambre de flux pour la détermination du flux d'émission d'un CET. Néanmoins, cette méthode reste parfois employée par certains laboratoires. C'est pourquoi elle a quand même été employée ici, complémentarément à d'autres techniques. La chambre de flux utilisée (Odotech, Canada) est circulaire, l'ouverture en contact avec la surface émettrice est de 0.192 m² et le débit du gaz porteur va de 5 à 10 litres par minute.

Analyses GCMS

Dans le but d'identifier les principaux composés chimiques présents dans le mélange odorant émis par les déchets, il est également possible de réaliser une analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. L'échantillon gazeux, prélevé sur une cartouche remplie d'un matériau adsorbant (Tenax), est désorbé thermiquement, puis injecté dans le chromatographe où les composés sont séparés ("élués") dans une colonne capillaire (5% phenyl 95% dimethylpolysiloxane). A la sortie de la colonne, l'identification des composés est réalisée par un spectromètre de masse (MS DSQ II - Thermo). Les spectres de masse obtenus sont comparés avec des spectres de masses de référence issus de la base de données NIST 1992 (National Institute of standards and technology, USA).

La quantification des concentrations des composés est réalisée, après étalonnage externe (4 points d'étalonnage, de 5 à 94 ng), par évaluation des surfaces des pics chromatographiques. Les standards sont préparés dans le méthanol et injectés sur des cartouches (méthode "spiking") grâce au système "calibration solution loading rig"(Unity™ de Markes international).

Pour cette étude, les composés sont quantifiés par rapport au toluène. L'analyse doit par conséquent être considérée comme semi-quantitative.

Connaissant la masse des composés injectés dans le GC-MS et les conditions de prélèvement (le volume d'échantillon prélevé et la température), leur concentration dans l'air est exprimée en µg/m³ (température de référence : 25°C).

L'ensemble de la procédure est développée selon la méthode EPA TO-17 de détermination des COV's dans l'air par échantillonnage actif sur cartouches d'adsorbants et la méthode analytique NIOSH de screening des COV's par TD-GC-MS (Method 2549, VOC's screening using multibed sorbent tubes, thermal desorption, GC-MS, 1996).

Traçage d'odeur sur le terrain

Enfin, pour rester cohérent avec les démarches précédentes et de manière à pouvoir comparer la situation actuelle avec celles des études antérieures, nous avons continué à appliquer la méthode de

traçage d'odeur sur le terrain. La méthodologie étant très largement présentée et commentée dans tous les rapports précédents, nous n'en reprendrons ici qu'une brève description.

Par rapport à la plupart des démarches, qui consistent à calculer une concentration d'odeur à l'immission (dans l'environnement) à partir d'un débit d'odeur mesuré à la source, la particularité de la présente approche est qu'elle mesure **l'effet** à l'immission et en **déduit** le débit d'odeur à la source. La démarche d'estimation du débit d'odeur est donc essentiellement déductive. Comme pour les autres méthodes, la concentration moyenne annuelle dans l'environnement est ensuite évaluée, au cours d'une seconde étape, prospective cette fois, à partir du débit d'odeur ainsi estimé.

Un panel d'observateurs parcourt à différentes périodes la région affectée par la pollution olfactive. Il définit sur le terrain la courbe limite de perception de l'odeur étudiée. Durant la même période, les données météorologiques sont enregistrées (vitesse et direction du vent, température et radiation solaire).

Ces données sont introduites dans un modèle de dispersion bi-gaussien. La simulation vise alors à ajuster le débit d'émission d'odeur qui produirait, avec les conditions météorologiques du moment, la courbe limite réellement observée sur le terrain.

Ceci permet donc d'évaluer le débit d'émission propre à cette période de mesure. En considérant plusieurs périodes d'investigation, étalées dans le temps et si possible avec différentes conditions de climat et d'exploitation, la méthode permettra donc d'évaluer plusieurs débits d'odeurs dont la moyenne arithmétique peut être considérée comme débit d'odeur typique du site.

Dans une seconde étape, ce débit typique est introduit comme donnée d'entrée dans le modèle de dispersion pour calculer un percentile moyen annuel de dépassement de niveau d'odeur.

Pour cela, on utilise le climat moyen de la station du réseau synoptique de l'IRM la plus proche du site de CET. Le climat "moyen" est un ensemble d'occurrences de combinaisons de vitesse de vent, de direction de vent et de classe de stabilité, basé en général sur une trentaine d'années d'observations. Pour la présente étude, nous avons utilisé le climat moyen de Gosselies, situé à 7 km du site de Champ-de-Beaumont.

Le percentile résultant correspond à une concentration donnée d'odeur. Ainsi par exemple, par définition, le percentile 90 correspondant à 5 uo/m^3 délimite une zone à l'extérieur de laquelle le niveau de 5 uo/m^3 est perçu pendant moins de 10% du temps. En se rappelant que 1 uo/m^3 représente la concentration de l'odeur à la limite de perception, le percentile 98 à 1 uo/m^3 définit donc une zone à l'extérieur de laquelle l'odeur est perçue pendant moins de 2% du temps. C'est ce percentile que nos études considèrent comme une zone de nuisance olfactive typique.

La même notion de percentile permet également d'évaluer l'exposition de certains riverains. L'exposition est définie, selon une tendance actuelle en Hollande et en Flandre, mais qui fait tache d'huile en Europe, par la concentration d'odeur correspondant au percentile 98. Par exemple, un riverain se trouvant sur le percentile 98 relatif à 3 uo/m^3 est considéré comme recevant une exposition de 3 uo/m^3 .

Présentation du site et des alentours

Les précédents rapports relatif au CET de Monceau-sur-Sambre montraient une représentation du site du CET et des environs. Comme rien n'a évolué fondamentalement depuis 2002 et 2004, nous renvoyons le lecteur aux rapports [3] et [7].

Rappelons que le CET est un ancien site de charbonnage situé sur la commune de Monceau-sur-Sambre, au milieu de la rue de Trazegnies, exploité depuis début 2001 par la société Watco, devenue Sita, filière environnement du groupe français Suez. En réalité, Sita assure la gestion technique du traitement des déchets et la gestion administrative est confiée à la société "Centre d'Enfouissement Technique du Beaumont" (CETB, voir site : www.cetb.be).

Le site est limité

- au nord par la voie de chemin de fer et la rue de Trazegnies, au delà desquelles se trouvent des champs cultivés,
- au nord-ouest, derrière un ancien châssis à molette, vestige de l'ancien charbonnage, par la rue Fosse du Bois, avec quelques habitations, très proches de la zone exploitée,
- à l'ouest, par un terril de grande envergure (terril de la Borne des Quatre Seigneuries), résultant des anciennes exploitations de charbon,

- au sud-ouest par un petit bois, puis par le hameau "La Bretagne", situé à environ 1 km de la cellule en exploitation du CET,
- au sud par une ancienne décharge (Trou Barbeau), aujourd'hui comblée, et par le hameau "Grand Trieux", comprenant de nombreuses habitations,
- à l'est par la rue de Trazegnies, au delà de laquelle s'étendent des terrains vagues et des bosquets, et puis, plus loin (à environ 1 km de la cellule exploitée), une importante gare ferroviaire de triage, et encore plus loin, le canal Charleroi-Bruxelles et la centrale électrique de Monceau-sur-Sambre dont on aperçoit les deux cheminées depuis le CET;
- au nord-est, au delà des terrains vagues, par un second terriil, recouvert d'arbres.

La figure 3 présente la carte générale des environs du site, avec deux zones concentriques, de rayons respectivement 1 km et 1.5 km centrées sur la zone exploitée. Le nombre de riverains proches, dont les maisons sont matérialisées par des polygones sombres (sauf pour la région sud est, pour laquelle les informations manquaient), est impressionnant par rapport à d'autres CET. La figure 4, extraite de "Google-earth" permet également de se rendre compte de la proximité des maisons.

Les vents dominants du sud-ouest portent surtout le panache odorant vers la rue de Trazegnies. Les odeurs sont alors perçues dans une zone non habitée (terrains vagues, champs cultivés).

Rappelons qu'une particularité importante du site de Champ de Beaumont est la présence des deux terriils, respectivement au sud-ouest et au nord-est de la zone exploitée. Ils forment des collines de 600...700 m de diamètre à la base, surplombant le site du CET de 70 mètres environ. Leur alignement avec le CET dans le sens des vents dominants du sud-ouest est susceptible de modifier l'orientation des lignes de flux et la vitesse locale du vent au niveau du sol.



Figure 3 : Carte des environs du CET avec deux zones concentriques à 1 km et 1.5 km



Figure 4 : Photo aérienne des environs du CET (extraite de Google-earth)

La figure 5 représente une vue montrant le relief des alentours du site du CET (les distances verticales sont exagérées pour mieux mettre en évidence les deux terrils).

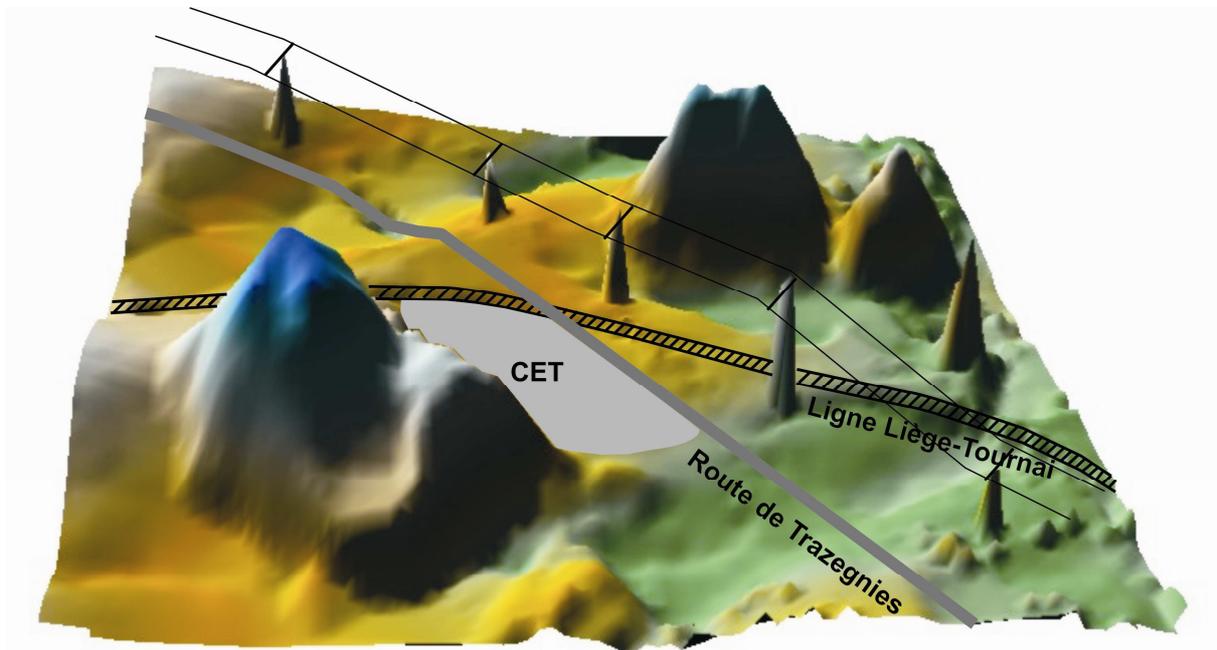


Figure 5 : Vue 3D des environs du CET

Outre ceux-ci, la région est également caractérisée par la présence de la grand' route de Trazegnies, de la ligne de chemin de fer Liège-Tournai et d'une ligne à haute-tension de 220 kV dont les pylônes peuvent éventuellement participer aux turbulences locales.

La zone exploitée (figure 6), d'une superficie d'un peu plus de 11 ha, s'articule en deux types de casiers.

- Un casier de type A, qui contient 6 cellules, d'environ 2 ha chacune, repérées de A1 à A6 de l'est vers l'ouest du site, le long de la route de Trazegnies, admet des déchets non ménagers, mais qui peuvent être légèrement fermentescibles (déchets de bois, de papier et carton, de cuir, de fibres textiles, produits goudronnés, déchets de démolition et de construction éventuellement mélangés à des matières putrescibles ou combustibles, déchets verts, encombrants,...);
- Un casier de type B, ne pouvant contenir que des déchets non fermentescibles, s'étend le long du terril.

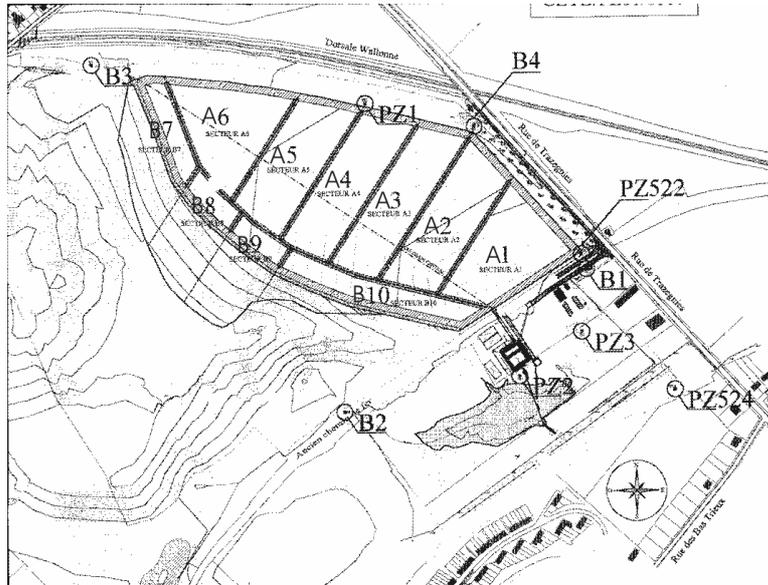


Figure 6 : Plan d'exploitation du CET

CETB accueille des déchets ultimes de classe 2, non dangereux et non toxiques comme par exemple (liste non exhaustive) :

- déchets industriels banals;
- déchets industriels de process (sidérurgie, verrerie, fonderie,...);
- déchets issus de l'industrie agroalimentaire (sucrierie, brasserie,...);
- déchets issus de l'industrie du papier, du carton;
- déchets industriels provenant de l'épuration des eaux et des fumées;
- déchets stabilisés;
- déchets communaux, de marché, de nettoyage de voirie, de curage;
- boues de stations d'épuration;
- boues de dragage;
- terres contaminées, déchets issus de la réhabilitation de sites d'activités économiques désaffectés;
- déchets encombrants;
- résidus de centres de tri ou de traitement de déchets;
- mâchefers;
- matières plastiques ou d'isolation;

Lors de nos campagnes de 2002 et 2004, les cellules A1, A2 et A3 étaient en exploitation. En 2008, A1 et A2 sont recouvertes de 50 cm de terre et c'est la cellule A4 qui est exploitée. Les déchets sont essentiellement des encombrants, avec des apports très variables, pouvant aller de 200 tonnes à 2000 tonnes par jour, provenant des industries et des centres de tri. Le flux moyen est environ de 900 tonnes par jour, avec un apport organique de 7 à 8 camions en moyenne. Les cellules A5 et A6 sont encore vides.

Concernant les odeurs, l'exploitant met en œuvre des rampes d'aspersion de produits neutralisants d'odeur (figure 7) qu'il ne prend pas le risque d'arrêter, car leur placement a provoqué une diminution significative du nombre de plaintes.



Figure 7 : Rampes d'aspersion de produits neutralisants d'odeur

Ces rampes sont situées parfois très près de la source et au-dessus des talus en direction des riverains. Il existe 4 rideaux indépendants, à allumage automatique en fonction de la direction du vent. L'exploitant nous a confié que lorsque ces rideaux sont arrêtés, par exemple pour cause de gel, les plaintes se manifestent immédiatement. D'autres systèmes d'abattement des odeurs sont également envisagés dans l'avenir (vapeur sèche, bâches, plastiques, charbon actif, toile de jute, canon de produit projeté directement sur les déchets, plantation d'arbres, ...). Lors de nos visites sur le site, les rampes ont toujours été actives.

Outre les odeurs de déchet frais, les plaintes concernent ponctuellement le biogaz (surtout le week-end). Le gaz est brûlé par une torchère et il n'y a pas encore d'exploitation par un moteur. Comme le site est en mis en dépression, le risque d'odeur de biogaz est limité. Quant à la station d'épuration des lixiviats, elle ne semble pas poser de problème d'odeur.

Les déchets sont régulièrement recouverts de matériaux inertes ("scraps", constitués de broyats de caoutchouc d'une taille de 2 à 20 cm) ou de compost dont les tas en attente peuvent parfois générer également une odeur caractéristique (figure 8).



Figure 8 : Tas de compost en attente d'être déposé sur les déchets

L'exploitant a testé différents matériaux, différentes granulométries et différentes épaisseurs de recouvrement et il semble qu'une couche épaisse de "scraps" soit nécessaire pour réduire significativement les odeurs.

Par rapport aux campagnes de 2002 et 2004, une modification de la technique de déversement a permis de réduire l'impact olfactif du transport des déchets. Par le passé, en effet, les camions roulaient sur les déchets pour déverser leur contenu sur la zone exploitée. Actuellement, le déversement se fait par un système de quais (figure 9), le camion arrivant par le haut, en roulant sur une piste recouverte, puis en déversant son contenu sur la zone exploitée en contrebas. Les pneus des camions restent ainsi plus propres, ce qui évite de transporter l'odeur en dehors du site.



Figure 9 : Camion déversant ses déchets à partir d'un quai

Par ailleurs, les exploitants du CET entament des études "odeurs" dans le but d'évaluer l'impact de toutes les procédures engagées pour réduire l'odeur dans le voisinage.

Contact avec les riverains

Les exploitants ont mis en œuvre une série d'actions visant à un dialogue constructif avec les riverains et à prendre en compte les éventuelles plaintes.

Toute plainte est transmise à l'ingénieur d'exploitation ou à l'agent de contrôle. Si elle est jugée pertinente par un premier examen, l'exploitant entre en contact avec le plaignant afin de connaître les détails sur l'objet de la plainte et de signaler les actions qu'il est en mesure de prendre. La plainte est toujours consignée dans un registre, par une fiche-type, qui reprend:

- l'identification du plaignant, sa distance par rapport au CET et la date de l'éventuelle dernière rencontre avec lui;
- l'identification de la plainte, en consignait son sujet (bruit, odeur, poussière, ...), sa fréquence, sa persistance, son intensité et sa description par le plaignant;
- le constat de l'agent CETB de l'éventuelle présence de la nuisance pendant la visite, les conditions climatiques et l'impression de vraisemblance de l'origine de la nuisance;
- une conclusion sur la pertinence de la plainte.

Fin 2007, les exploitants ont mis en place "l'Odour Management Team" (OMT), un groupe de travail qui se réunit toutes les 4 à 8 semaines.

Son rôle est

- d'analyser les plaintes, de les classer et d'examiner les solutions possibles, en spécifiant des échéances;
- d'établir un arbre des causes pour identifier l'origine d'un incident d'odeur;
- de rédiger un historique des problèmes et des solutions préconisées.

Un folder, une lettre d'information et un dossier personnalisé sont également fournis à chaque riverain. En outre, une plate-forme communication se réunit environ toutes les 6 semaines (surtout depuis 2008, avec 3 réunions entre le 15 janvier et le 15 avril). Entre 10 et 15 riverains sont convoqués, en plus d'éventuels invités extérieurs. C'est ainsi que le 15 avril 2008, l'ISSeP et l'ULg étaient invités à présenter leur mission au groupe. Lors de cette réunion, un point "actualités" invite tout d'abord chaque riverain à faire part de ses observations et doléances éventuelles. Ensuite, l'exploitant informe le groupe sur les apports de déchets des périodes écoulées et fait le point sur les actions en cours.

Lors de la réunion du 15 avril, les 4 riverains présents ont exprimé leur gêne, surtout en soirée et lors de l'arrêt momentané des rampes d'aspersion. L'exploitant a suggéré de mettre en place un système de suivi (type vigies) pour évaluer l'impact des matériaux de couverture, et par exemple, l'éventuelle gêne due à l'odeur de caoutchouc des "scraps". Le problème de ces couvertures est évidemment qu'elles sont placées uniquement en fin de journée et qu'elles ne sont donc efficaces qu'après le déversement des déchets durant la période d'activités. Cependant, un tas de déchets non-odorants peut être placé en réserve pour recouvrir un volume de déchets particulièrement odorants.

Une enquête de proximité a également été réalisée en 2007 à l'initiative du CETB. Elle a touché deux catégories de personnes dans les environs du site: des personnes connues du CETB, car déjà impliquées dans des comités d'accompagnement, des plaintes ou des pétitions (85 répondants sur une liste de 108 personnes) et des personnes choisies au hasard parmi les habitants des environs (66 répondants). Le CETB a rédigé le questionnaire d'enquête qui a été revu par une consultante externe. Ce questionnaire a été administré par interview au domicile des riverains. Après encodage des réponses, qui consistait notamment à identifier les réponses "standard" aux questions ouvertes, le traitement des données a été réalisé par tri à plat (fréquences de réponses aux questions, par variable individuelle) et tri croisé (croisement de deux ou plusieurs variables).

Les personnes interrogées appartiennent presque pour moitié à la tranche d'âge 40-60 ans et se sont en général installées dans le quartier avant 1989, c'est-à-dire avant même l'exploitation de l'ancienne décharge du "Trou Barbeau", située à proximité de l'actuel CET. La plupart sont présents pendant la journée. La figure 10 montre les quartiers auxquels ils appartiennent.

Le quartier "Bas et Grands Trieux" est le plus représenté, avec 55% des riverains, ensuite, le quartier "Fosse du Bois et partie nord de la rue de Trazegnies", avec 20% des riverains, puis le quartier "Monceau Centre" avec 17%, le quartier "Malghem et alentours", avec 14%, le quartier "Goutroux", avec 9% et enfin, le quartier "Souvret-Roux", plus éloigné, avec 4% des riverains répondants.



Figure 10 : Identification des quartiers d'appartenance des riverains concernés par l'enquête de 2007.

Les quartiers s'étant le plus mobilisés pour signer une pétition ou s'inscrire dans une campagne de nez ou encore faire partie d'un comité d'accompagnement sont "Fosse du Bois" et "Grands Trieux". Ce sont également les personnes de ces quartiers qui estiment être les plus désavantagées par

rapport à l'emplacement du CET. Par contre, le nombre de plaintes provenant des quartiers "Malghem" et "Centre" est minime. L'impact est donc logiquement plus important pour les zones proches de la zone exploitée et dans le sens des vents dominants par rapport à celle-ci.

La moitié des personnes interrogées prétendent connaître les activités menées sur le site et le type de déchets traités, mais 20% d'entre elles citent des catégories de déchets non exploités par le CETB. La plupart des répondants estiment avoir des problèmes liés à l'exploitation du CET, et essentiellement des problèmes d'odeur. Les personnes ayant fait partie d'un comité d'accompagnement semblent se plaindre moins, ce qui démontre l'intérêt d'une bonne communication avec les riverains.

Comme dans le cadre d'autres enquêtes sur les CET, il est constaté que les odeurs sont surtout ressenties en soirée et le matin. La cause peut en être un effet météorologique (pression atmosphérique, inversion thermique) ou simplement la plus grande préoccupation des personnes durant ces périodes. Par contre, les odeurs semblent moins problématiques durant la nuit et le week-end. Le tiers des personnes ayant porté plainte estiment que le suivi des plaintes est insuffisant, mais certaines estiment néanmoins qu'il y a moins de mauvaises odeurs qu'auparavant. La majorité des gens ne connaissent pas les différents moyens mis en œuvre par l'exploitant pour réduire les odeurs, excepté le fait de recouvrir les déchets, procédé qui est en effet visible de loin.

Selon l'exploitant, il semblerait qu'une enquête réalisée à l'initiative des riverains eux-mêmes ait abouti plus ou moins aux mêmes conclusions.

Ces différentes actions dans le cadre d'une politique de communication entre les riverains et l'exploitant sont bénéfiques et vont dans le sens d'un dialogue constructif. Si les odeurs sont encore perçues et font encore l'objet de plaintes, les gens estiment être mieux informés, ce qui peut contribuer à une meilleure acceptabilité de la nuisance. Cela n'empêche cependant pas des épisodes de tension et des réactions parfois très vives des riverains, mais qu'il y a davantage moyen d'endiguer lorsqu'un dialogue est possible.

Etude 3D

L'effet du volume des terrils sur la propagation du panache odorant se manifeste surtout sur ceux-ci ou à leur proximité immédiate. Ils agissent localement comme obstacles au transport normal des odeurs.

Nous partons d'abord de l'hypothèse que les panaches odorants sont estimés à partir d'une mesure du vent sur le site-même, qui constitue déjà une image globale du champ de vent dans la zone de travail, et qui prend donc déjà en compte l'éventuelle perturbation par la topographie de la région. La discussion qui suit ne concerne donc pas l'estimation du champ de vent local, mais surtout l'effet de déformation du panache due aux divers éléments ponctuels du relief à l'intérieur de la zone de travail. Si l'odeur est forte ou si le vent est soutenu, le panache peut s'élever le long du relief et redescendre derrière, ce qui ne modifie que très peu la forme et la taille de la zone d'impact olfactif lorsqu'elle est projetée sur une carte en deux dimensions. En effet, les veines fluides possèdent une vitesse plus élevée en altitude, ce qui compense la longueur de parcours plus importante lorsque les molécules odorantes "grimpe" le relief, puis redescendent derrière. En quelque sorte, ces molécules "rattrapent" les autres en aval du terril. Tout au plus pourrait-on observer un décrochage des veines fluides juste derrière le relief.

A l'inverse, dans des conditions d'odeur ou de vent faibles, le panache n'atteint pas les terrils et l'odeur reste confinée aux alentours des zones exploitées. Dans ce cas encore, le relief des terrils n'influence que très peu la forme et la taille du panache odorant.

Pour des conditions intermédiaires cependant, les observateurs de terrain ont constaté que l'odeur était peu perceptible au sommet des terrils, mais que le panache se divisait en deux, pour contourner l'obstacle de part et d'autre (mesure du 3 juin 2008 par exemple).

La modélisation en 3 dimensions que nous avons réalisée avec le logiciel Fluidyn Paneia confirme cette impression de terrain. Nous avons introduit les courbes de niveau pour une zone couvrant un rectangle de 2300 mètres dans le sens ouest-est et de 1500 mètres dans le sens sud-nord, avec le CET au centre. Les altitudes vont de 110 à 215 mètres (voir figure 5). Le maillage curviligne du modèle définit des mailles variables, dont la taille moyenne est de 50 à 90 m de côté en surface et de 4 à 20 m en hauteur.

Nous avons introduit des conditions atmosphériques vraisemblables, qui correspondent à des jours typiques d'observation, à savoir une stabilité "neutre" et une vitesse de vent moyenne de 4.2 m/s. Nous avons utilisé des directions d'origine du vent telles que le panache soit dirigé vers les terrils, à savoir 30°, 45° et 70° en ce qui concerne le terril ouest et 196°, 208° et 220° en ce qui concerne le terril est (pour rappel 0° = vents du nord et les angles croissent dans le sens horlogique). Le débit d'odeur est de 100 000 uo/s et la source est placée ponctuellement plus ou moins à l'endroit de la cellule en exploitation. Les résultats concernent les isoplèthes correspondant à différentes concentrations d'odeur, calculées au milieu de la première couche de cellules verticales du modèle, soit, dans notre cas à 2 mètres au-dessus du niveau curviligne du sol (les cellules suivent en effet la topographie du site). La valeur des concentrations des iso-lignes a été choisie de manière à illustrer au mieux l'effet de la topographie.

La figure 11 montre les panaches relatifs à 2 uo/m^3 pour les 3 orientations du vent : 30°, 45° et 70°. Pour ces orientations précises, les panaches sont simplement légèrement déformés lorsqu'ils rencontrent le terril. Néanmoins une telle situation de vent dont la direction d'origine est aussi pointue est peu vraisemblable dans la réalité. La figure 12 montre les panaches pour 0.5, 1 et 2 uo/m^3 lorsque ces trois directions de vent sont observées durant la même période de temps. Il s'agit-là d'une situation beaucoup plus vraisemblable et qui correspond davantage à celle des périodes de mesure. On constate nettement sur cette figure l'effet d'obstacle du terril sur la propagation du panache, dont l'extrémité aval présente un renforcement par rapport à la forme d'origine, plus oblongue. Les panaches de plus faible concentration, c'est-à-dire se propageant à plus grande échelle, se reforment derrière l'obstacle pour récupérer leur forme d'origine.

Les figures 13 et 14 illustrent le même effet pour un vent provenant du sud-ouest et soufflant vers le terril est. La figure 13 montre les isoplèthes relatives à 1 uo/m^3 pour les directions 196°, 208° et 220°. Encore une fois, l'effet du relief sur ces panaches pointus est assez peu marqué. Le mélange de ces trois vents (figure 14, pour 0.6, 1 et 2 uo/m^3) simule une situation plus plausible et permet de constater encore une fois un aplatissement du panache lorsqu'il rencontre le terril. Sur cette figure, la reconstitution du panache en aval de l'obstacle est encore mieux illustrée, puisque l'isoplèthe à 0.6 uo/m^3 (en jaune) a pratiquement récupéré la forme ovoïde normale.

NB: Le lecteur comprendra aisément que les concentrations d'odeur inférieures à 1 uo/m^3 sont le résultat du modèle mathématique de simulation et ne sont données qu'à titre purement illustratif. En effet, en théorie, les valeurs inférieures à 1 ne sont pas définies, puisque 1 uo/m^3 est le seuil de perception.

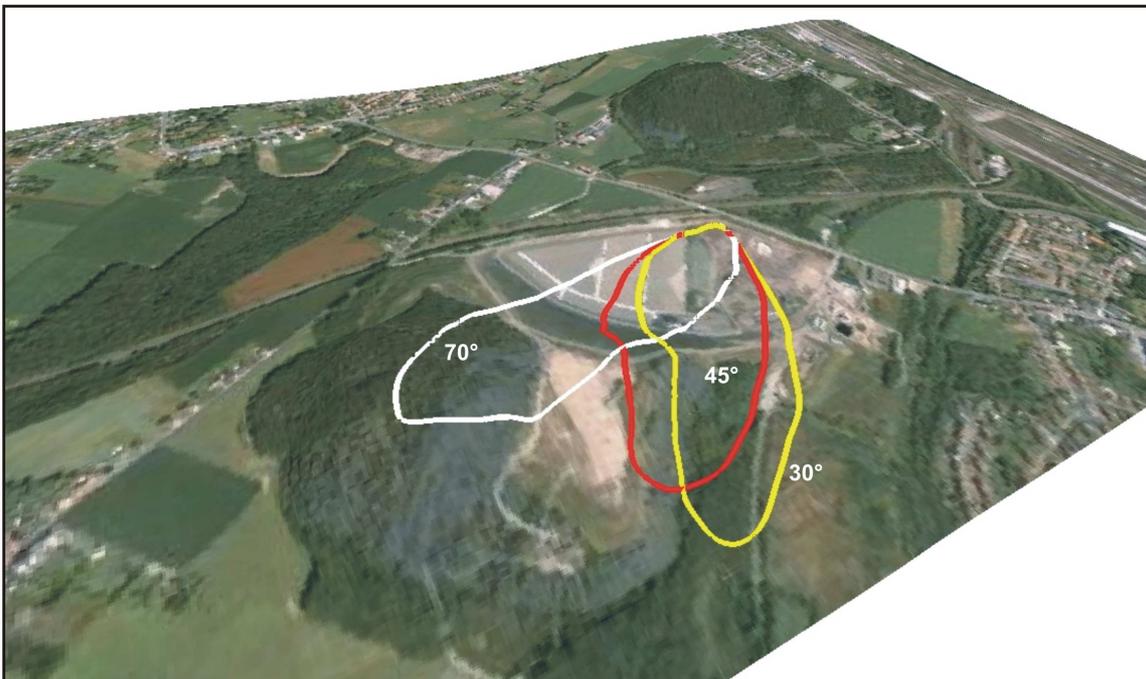


Figure 11 : Isoplèthes correspondant à une concentration d'odeur de 2 uo/m^3 pour des orientations d'origine du vent de 30°, 45° et 70° telles que calculées par Fluidyn Paneia.

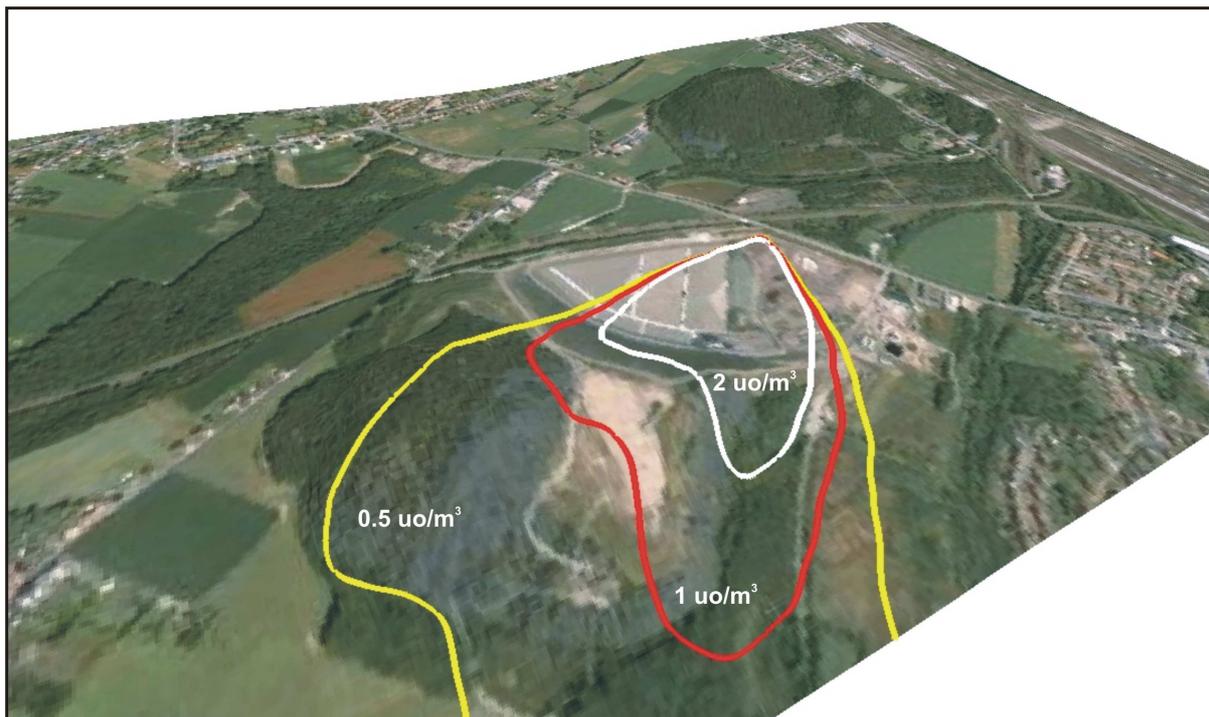


Figure 12 : Isoplèthes correspondant à des concentrations d'odeur de 0.5, 1 et 2 uo/m³ pour un mélange de 3 orientations d'origine du vent (30°, 45° et 70°) telles que calculées par Fluidyn Paneia.

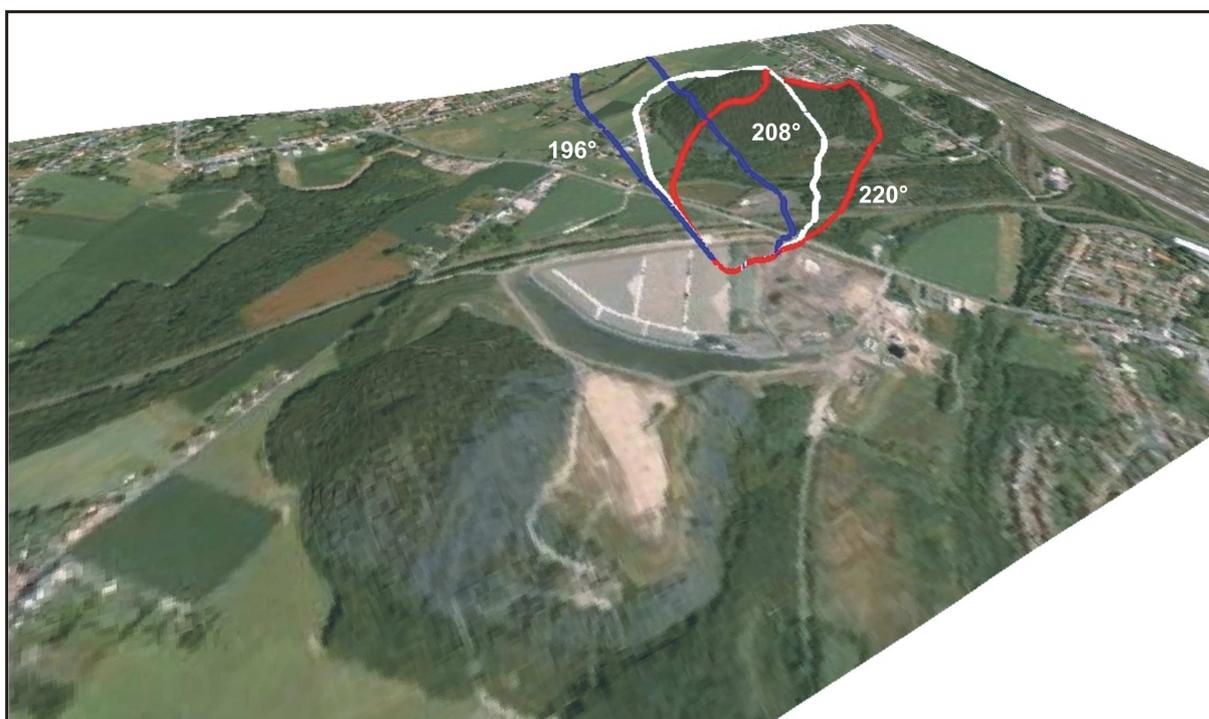


Figure 13 : Isoplèthes correspondant à une concentration d'odeur de 1 uo/m³ pour des orientations d'origine du vent de 196°, 208° et 220° telles que calculées par Fluidyn Paneia.

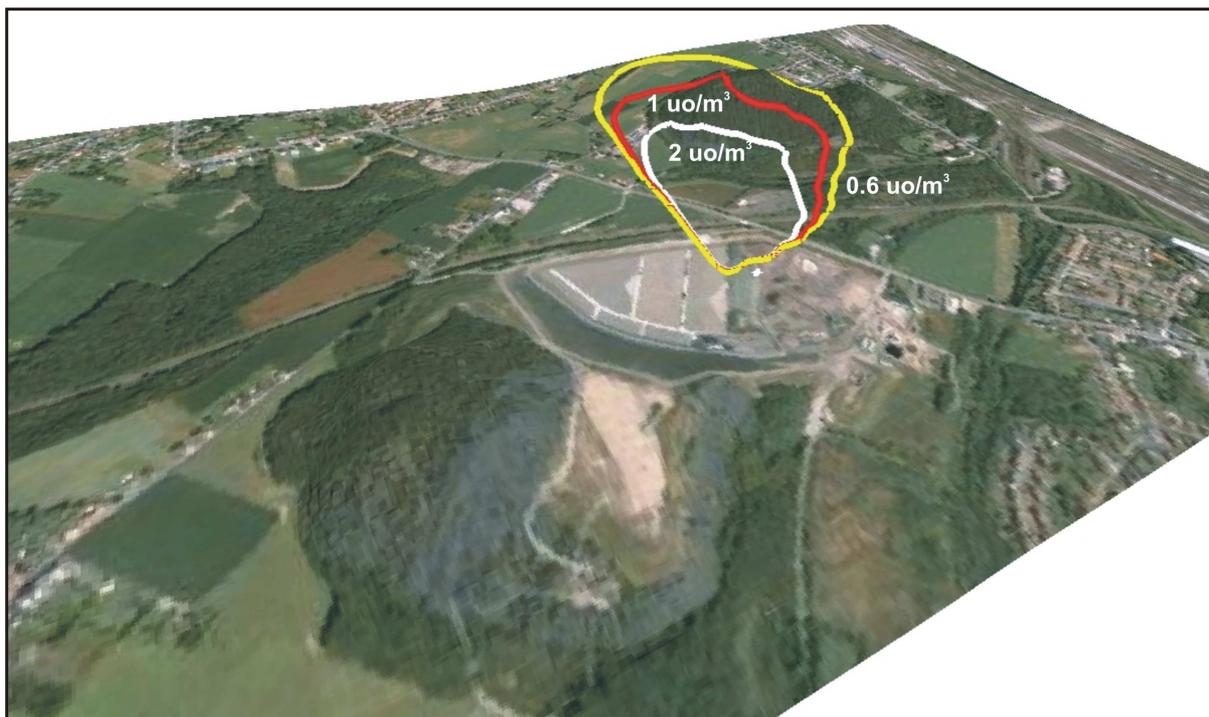


Figure 14 : Isoplèthes correspondant à des concentrations d'odeur de 0.6, 1 et 2 uo/m³ pour un mélange de 3 orientations d'origine du vent (196°, 208° et 220°) telles que calculées par Fluidyn Paneia.

La conclusion de cette petite modélisation 3D va dans le même sens que les précédentes, à savoir que ce type d'obstacle ne perturbe que localement le panache odorant, mais n'influence guère sa forme et sa taille globale. En tout état de cause, dès que l'on s'éloigne en aval de l'obstacle d'une longueur plus ou moins équivalente à la taille de celui-ci, la projection du panache sur une carte en deux dimensions est pratiquement la même qu'en l'absence de relief.

Il n'en va pas de même pour des éventuels effets de couloir, par exemple entre deux rangées de maison en milieu urbain ou dans une vallée profonde. Dans ces cas, en effet, on peut constater très nettement que le vent s'engouffre dans cet étroit passage, en modifiant sa direction. Dans le cas de Monceau-sur-Sambre cependant, les deux terrils semblent trop éloignés l'un de l'autre pour provoquer un tel effet de couloir.

Faisons enfin remarquer un élément important qui peut expliquer la pertinence de la démarche de "traçage d'odeur". Les résultats qui suivent impliquent en effet l'ajustement du débit d'odeur par "rétro-calcul" au moyen d'un modèle gaussien qui ne prend pas en compte le relief. Cela pourrait éventuellement s'avérer critiquable. Cependant, pour cette phase d'ajustement, la zone totale considérée est de taille relativement faible: en général, de l'ordre de 300 à 800 mètres. Une telle taille est à peine supérieure à celle d'une seule maille pour une utilisation classique d'un modèle 3D (à l'intérieur de laquelle l'altitude est supposée constante). Il n'est donc peut-être pas nécessaire de mettre en œuvre un modèle plus complexe si, de toute façon, le relief n'est que très approximativement appréhendé. Notre expérience de la modélisation en 3 dimensions montre que son principal intérêt est souvent d'évaluer l'effet très local d'un obstacle, d'un rideau d'arbres ou d'une petite dénivellation. Ce genre d'étude nécessite cependant un maillage très serré qui implique des temps de calculs importants.

Observations qualitatives

De manière générale, l'odeur émise par le CET de Monceau-sur-Sambre est un mélange d'odeurs de déchets frais, de produit neutralisant et parfois de biogaz. En effet, comme les rampes d'aspersion n'ont pas été arrêtées pendant nos essais, il a parfois été difficile de scinder le panache dû aux déchets de celui généré par le produit neutralisant. Dans tous les cas, les mesures ont été réalisées

pendant l'activité du CET. Les rampes d'aspersion situées à proximité immédiate de la zone de déversement semblent effectivement masquer ou neutraliser efficacement l'odeur de déchets frais. Celles placées en périphérie du site peuvent émettre elles-mêmes une odeur caractéristique perceptible même en l'absence d'émission en provenance de la zone exploitée. Lors de la visite du 2 juillet, le système Turbo-air de B.E.A.C. (France) était à l'essai (voir figure 15).



Figure 15 : Turbine BEAC en action sur le site à proximité de la zone de déversement

Ce système, autonome et mobile, est placé très près de la source d'émission. Il consiste à injecter le produit "neutralisant" dans le flux d'air d'un gros ventilateur. Le brouillard ainsi formé se mélange alors au panache malodorant, dès sa formation sur la zone de déversement. Selon les fabricants (<http://www.beacfrance.com>), "le système se base sur l'association et la complémentarité des odeurs: la fragrance émise est associée à la source malodorante en formant une note globale, plus faible et plus harmonieuse". Le mélange actif, notamment composé d'huiles essentielles, est ainsi adapté au type de source: le produit émis dans le cas d'un CET n'étant pas identique à celui utilisable pour une porcherie par exemple. La consommation du mélange liquide actif est de 35 à 50 litres par heure. Deux turbines, espacées d'une cinquantaine de mètres ont été placées à proximité de la zone de déversement, sur la zone surélevée servant de quai aux camions. Effectivement, la note odorante globale n'était pas désagréable, mais il est néanmoins indéniable que l'odeur du produit actif était perceptible, même en dehors du site. Lors de notre mesure, il était évidemment difficile d'imaginer si l'odeur qui aurait été dispersée en l'absence du système de désodorisation aurait été plus forte ou plus gênante. En outre, comme il s'agissait d'un des premiers essais sur le site de Monceau, il n'est pas certain que le dosage du produit (dilution dans l'eau entre 0.2 et 1%) fût optimal.

Détermination du débit d'odeur

La présente étude a comporté 6 traçages d'odeur sur le terrain,

- le 19/03/2008,
- le 10/04/2008,
- le 07/05/2008,
- le 08/05/2008
- le 03/06/2008
- et le 02/07/2008,

soit une période s'étalant sur environ 16 semaines en saisons printanières et estivales, représentant différentes conditions climatiques et une activité variable sur le site.

Une station météorologique a été placée sur la butte, à l'entrée du site à proximité du pont-bascule et la vitesse du vent, la direction du vent, la température et la radiation solaire ont été enregistrées toutes les 30 secondes. Ces paramètres ont ensuite été utilisés pour estimer la stabilité atmosphérique selon la classification de Pasquill. Les différents endroits où une odeur en provenance du CET étaient perceptibles ont été repérés par GPS, puis téléchargés sur un ordinateur pour être transférés vers le système d'information géographique (ArcMap). L'ajustement du débit d'odeur a été réalisé au moyen du modèle Tropos Impact, puis les résultats ont été visualisés sur le fond de carte IGN au moyen d'ArcMap.

Comme le montre la rose des vents globale pour les 6 journées (figure 16), les vents provenaient surtout de l'est-sud-est durant cette période (21.5% des cas).

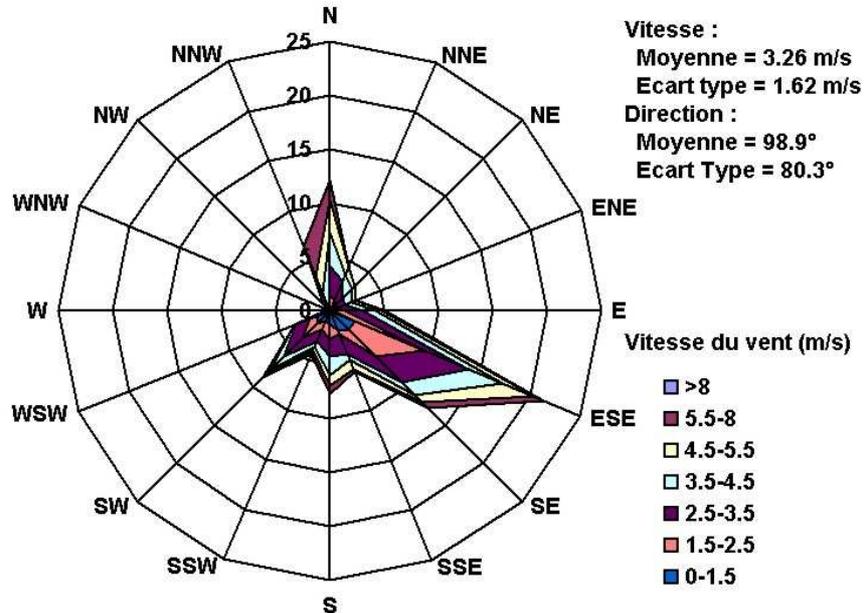


Figure 16 : Rose des vents globale pour toute la campagne de mesure

Ce régime de vents, assez inhabituel pour la région, a surtout poussé les panaches odorants vers la rue Fosse-du-Bois, ou encore plus à l'ouest. Cependant, comme le montrent les résultats de mesure, d'autres directions de vent ont également été observées pendant la campagne. En ne considérant que la vitesse moyenne du vent, soit 3.26 m/s, la méthode du traçage d'odeur s'avère praticable, puisqu'elle exige un vent soutenu de direction bien marquée, mais chaque journée particulière sera à considérer séparément, car l'histogramme de la figure 17 montre une bonne répartition des vitesses de vent dans tout l'intervalle de valeurs.

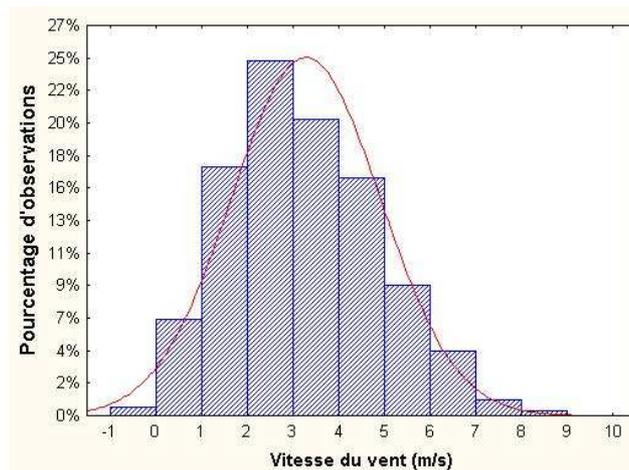


Figure 17 : Histogramme de la vitesse du vent pour toute la campagne de mesure

Quant à la figure 18, elle montre la répartition des classes de stabilité pendant la campagne de mesure, oscillant entre la classe B et la classe C.

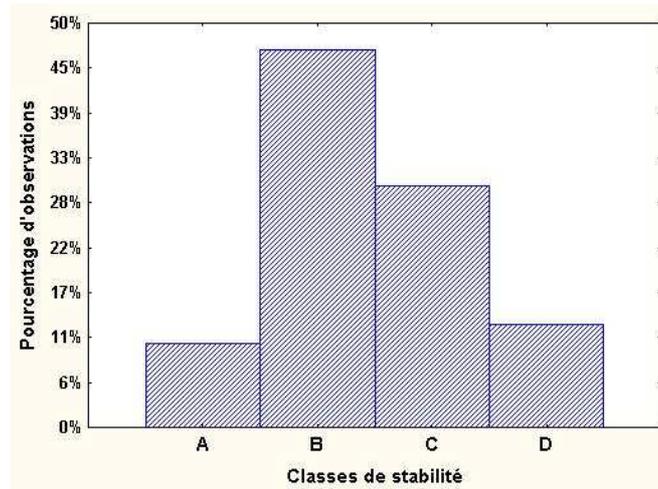


Figure 18 : Histogramme de la stabilité pour toute la campagne de mesure

L'étendue exacte de la zone de déversement a varié légèrement au cours de la période de mesure, mais en restant toujours dans la cellule A4. Les relevés GPS aux 4 coins de la zone exploitée permettent de calculer les surfaces suivantes:

- 4732 m² pour le 19 mars 2008,
- 1438 m² pour le 10 avril 2008,
- 1523 m² pour les 7 et 8 mai 2008,
- 4727 m² pour le 3 juin 2008,
- 1248 m² pour le 2 juillet 2008.

Les figures 20 à 26 montrent les résultats des observations de terrain pour les six journées de mesure. La figure 19 en explique la légende.

Légende

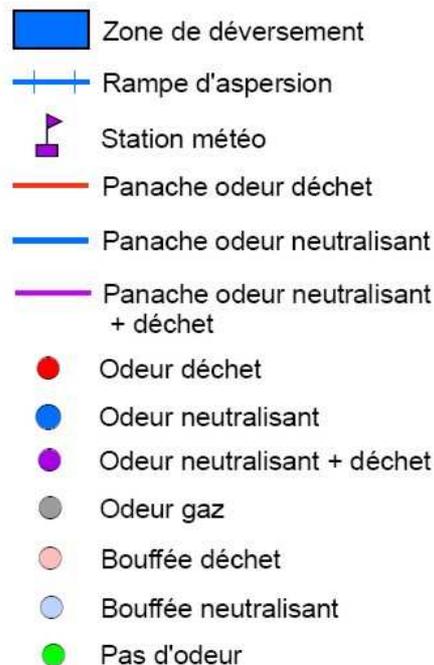


Figure 19 : Légende des figures suivantes

Certaines observations sont spécifiques à ces mesures par rapport aux campagnes précédentes. Comme signalé plus haut, l'exploitant ne souhaitait pas couper les rampes d'aspersion de produit neutralisant pendant nos mesures. Dans certains cas, l'odeur de déchet était nettement perceptible jusqu'à une certaine limite, au-delà de laquelle l'odeur du neutralisant était ressentie, soit seule, soit en mélange avec l'odeur de déchet et de tonalité globale moins aisément définissable. Le 7 mai, ces deux odeurs ont pu être différenciées, car l'odeur du neutralisant dominait nettement celle du déchet à partir d'une certaine distance. Les 19 mars, 10 avril, 8 mai et 3 juin, l'odeur de neutralisant était mélangée à celle du déchet.

Nous avons donc tenté d'ajuster le panache dans les 3 cas: odeur de déchet seul (en rouge), odeur de neutralisant seul (en bleu) et mélange des deux (en violet). Ces ajustements donnent lieu à plusieurs débits d'odeurs différents qu'il conviendra d'interpréter de manière spécifique.

Le 10 avril, vers 13h20, le vent a soudainement changé de direction dominante au cours de la mesure. Normalement, une telle variation, de plus de 80° vers l'est, ne devait pas permettre d'ajuster avec le logiciel de dispersion un panache global pour l'ensemble de la période de mesure. Néanmoins, comme les observateurs se sont rapidement rendu compte de ce changement de direction, nous avons pu séparer la période en deux parties, correspondant aux deux directions dominantes du vent et à deux séries distinctes d'observations de terrain. Nous avons donc exploité deux mesures pour cette journée.

Le 8 mai, la mesure a été intentionnellement effectuée très tôt, tout au début de l'activité, à partir de 7h15. Selon l'exploitant, en effet, cette période est typique d'une odeur intense. En effet, pour cette mesure, le débit d'odeur estimé était relativement important, soit 96 000 uo/s pour les déchets seuls.

Le 3 juin, l'odeur était particulièrement forte et nauséabonde. Le climat était "lourd", il avait plu abondamment la veille et l'évaporation due aux premières chaleurs du matin provoquait une émission très odorante. En outre, les observateurs ont senti une odeur de déchets vers l'est, qui semblait contourner l'obstacle constitué par le terri, à des endroits qui n'étaient pas situés dans le sens du vent par rapport à la source. Il s'agit-là d'un effet manifeste du relief, qu'il convient de signaler, mais dont nous n'avons pas tenu compte dans l'ajustement par le modèle bi-gaussien.

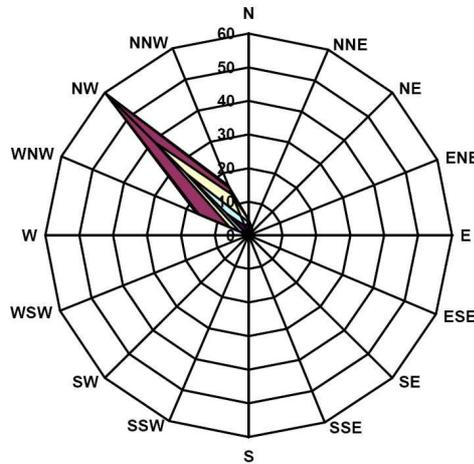
Enfin, le 7 juillet, un problème d'enregistrement des données sur la station météorologique ne nous a pas permis d'ajuster le panache. L'odeur était surtout dirigée vers le nord, sur la rue Fosse-du-Bois, mais était également ressentie vers l'est, le long de la rue de Trazegnies. Cette situation était tout à fait particulière, car l'odeur ressentie vers l'est était notamment celle du neutralisant Turbo-air testé ce jour-là, parfois mélangée à celle du biogaz.

Nous avons néanmoins pu extraire du fichier endommagé un certain nombre d'observations valides. Un ajustement grossier a ainsi pu être réalisé, avec un vent du sud-ouest et une distance maximale de perception de 370 mètres, qui a été effectivement observée ce jour-là. Le débit d'odeur ainsi estimé était de 50 000 uo/s. Cette valeur n'est qu'indicative et ne sera pas utilisée dans le traitement des données.

Mercredi 19 mars 2008 (13h30 – 15h00)

Conditions climatiques moyennes :

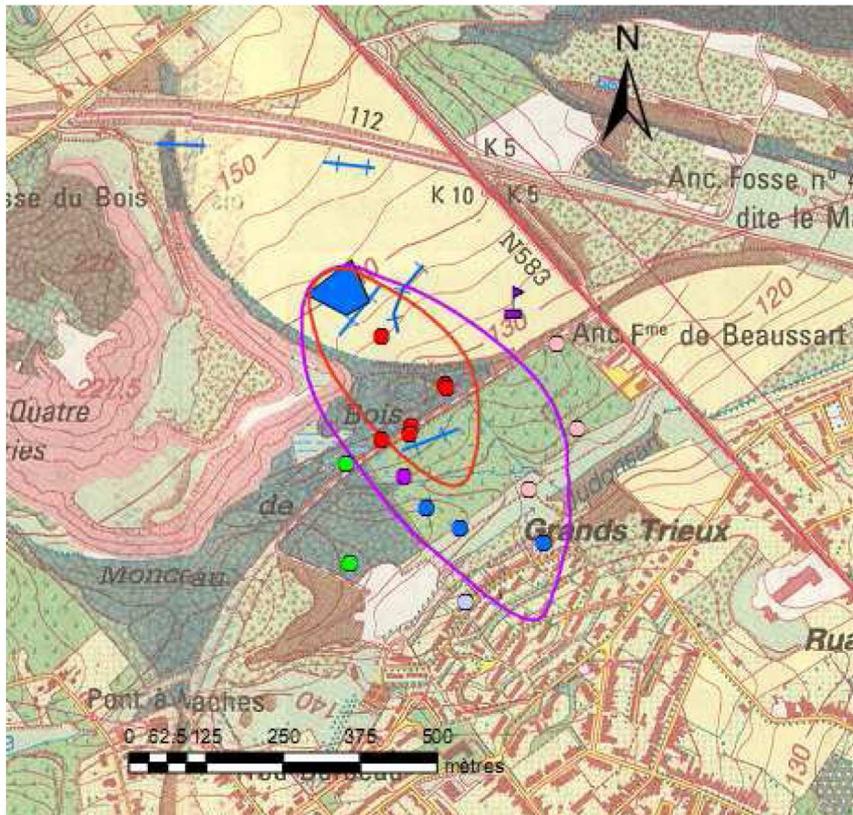
Vitesse du vent moyenne : 4,6 m/s
Température moyenne : 8°C
Radiation moyenne : 487 W/m²
Pression atmosphérique : 955 hPa
Classe de stabilité : c



Vitesse :
Moyenne = 4.52 m/s
Ecart type = 1.63 m/s
Origine :
Moyenne = 320.7°
Ecart Type = 16.7°

Vitesse du vent (m/s)

- >8
- 5.5-8
- 4.5-5.5
- 3.5-4.5
- 2.5-3.5
- 1.5-2.5
- 0-1.5



Panache odeur
neutralisant et déchet
(violet):

débit estimé=
85000 u.o./s

Panache odeur déchet
(rouge) :

débit estimé=
34000 u.o./s

Figure 20 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 19 mars 2008

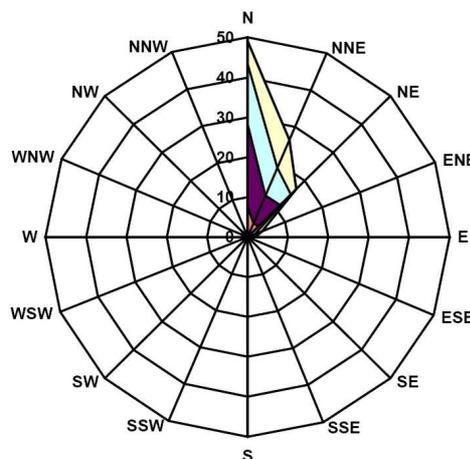
Jeudi 10 avril 2008 (12h45 – 13h20)

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 3.4 m/s
 Température moyenne : 13°C
 Radiation moyenne : 514 W/m²
 Pression atmosphérique : 952 hPa
 Classe de stabilité : B

Remarques :

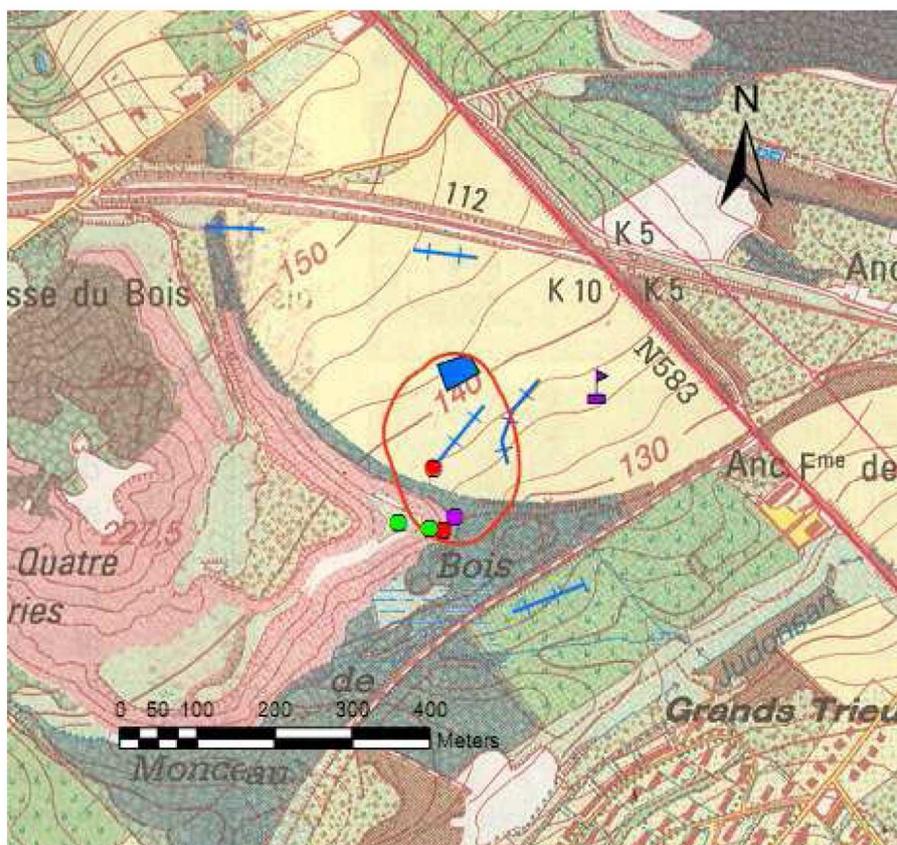
Important changement de direction du vent au cours de la mesure à partir de 13h20, de secteur N-NE à secteur ENE-ESE.



Vitesse :
 Moyenne = 3.42 m/s
 Ecart type = 0.94 m/s
 Origine :
 Moyenne = 9.3°
 Ecart Type = 25.8°

Vitesse du vent (m/s)

- >8
- 5.5-8
- 4.5-5.5
- 3.5-4.5
- 2.5-3.5
- 1.5-2.5
- 0-1.5



Panache odeur déchet (rouge) :

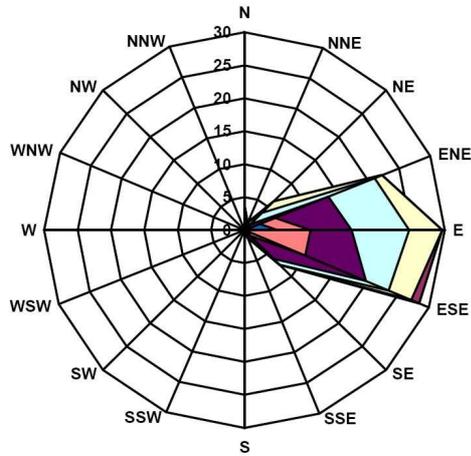
débit estimé=
21000 u.o./s

Figure 21 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 10 avril 2008 (première partie du traçage)

Jeudi 10 avril 2008 (13h20 – 14h00)

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 3.1 m/s
 Température moyenne : 14°C
 Radiation moyenne : 740 W/m²
 Pression atmosphérique : 952 hPa
 Classe de stabilité : B



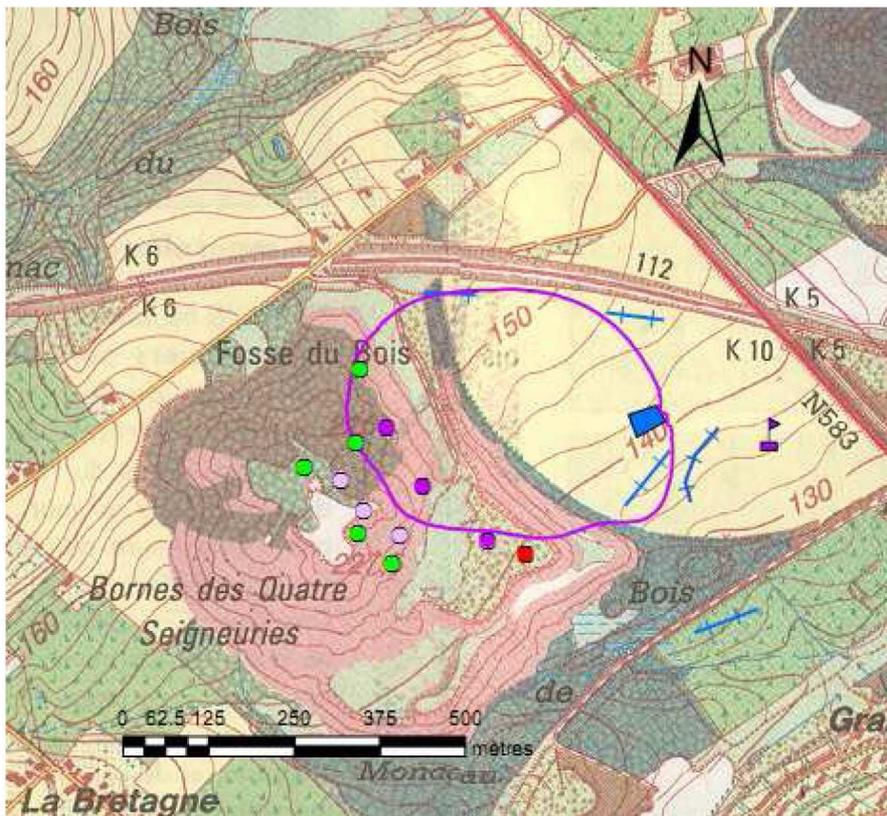
Vitesse :
 Moyenne = 3.10 m/s
 Ecart type = 1.18 m/s
 Direction :
 Moyenne = 89.4°
 Ecart Type = 29.4°

Vitesse du vent (m/s)

- >8
- 5.5-8
- 4.5-5.5
- 3.5-4.5
- 2.5-3.5
- 1.5-2.5
- 0-1.5

Remarques :

Important changement de direction du vent au cours de la mesure à partir de 13h20, de secteur N-NE à secteur ENE-ESE.



Panache odeur neutralisant et déchet (violet) :

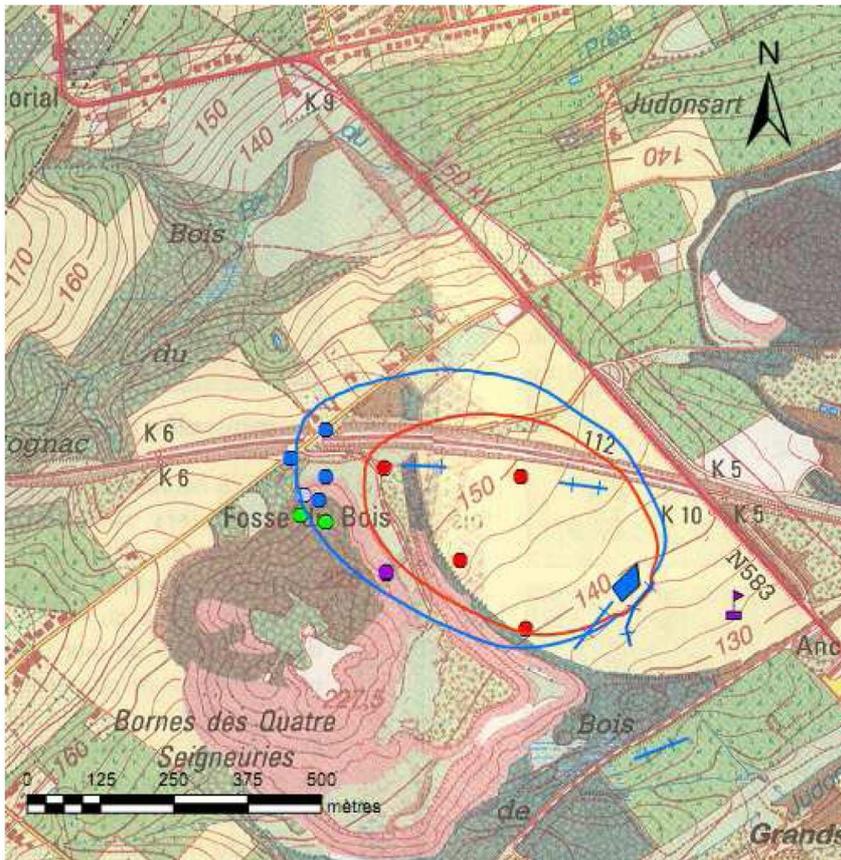
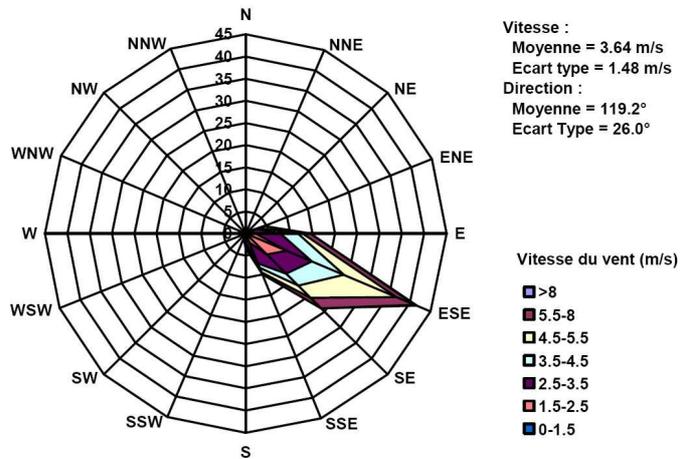
débit estimé= **89000 u.o./s**

Figure 22 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 10 avril 2008 (deuxième partie du traçage)

Mercredi 7 mai 2008 (15h15 – 16h20)

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 3.6 m/s
 Température moyenne : 24°C
 Radiation moyenne : 669 W/m²
 Pression atmosphérique : 1001 hPa
 Classe de stabilité : C



Panache odeur neutralisant (bleu):

débit estimé=
133200 u.o./s

Panache odeur déchet (rouge):

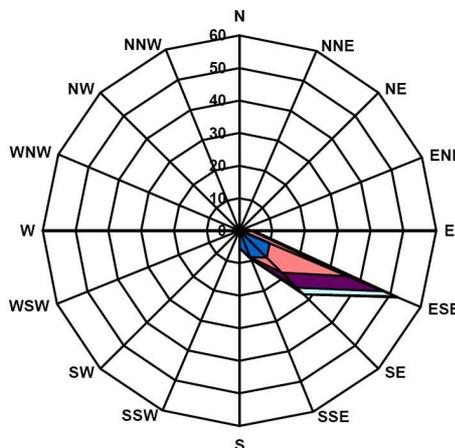
débit estimé=
85000 u.o./s

Figure 23 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 7 mai 2008

Jeudi 8 mai 2008 (7h15 – 8h30)

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 1.9 m/s
 Température moyenne : 16°C
 Radiation moyenne : 294 W/m²
 Pression atmosphérique : 1000 hPa
 Classe de stabilité : B



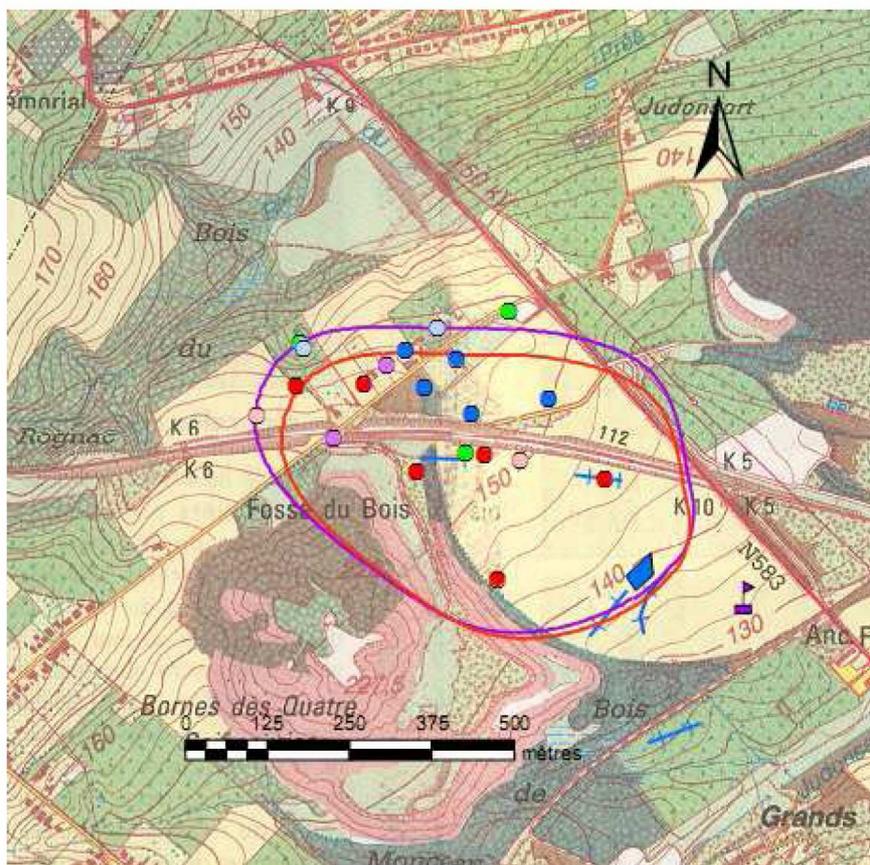
Vitesse :
 Moyenne = 1.91 m/s
 Ecart type = 0.92 m/s
 Direction :
 Moyenne = 120.8°
 Ecart Type = 21.0°

Vitesse du vent (m/s)

- >8
- 5.5-8
- 4.5-5.5
- 3.5-4.5
- 2.5-3.5
- 1.5-2.5
- 0-1.5

Remarques :

Même zone de déversement que le 07/05/2008 et présence de 3 camions à l'arrivée sur le site.



Panache odeur mélange neutralisant et déchet (violet) :

débit estimé=
110500 u.o./s

Panache odeur déchet (rouge) :

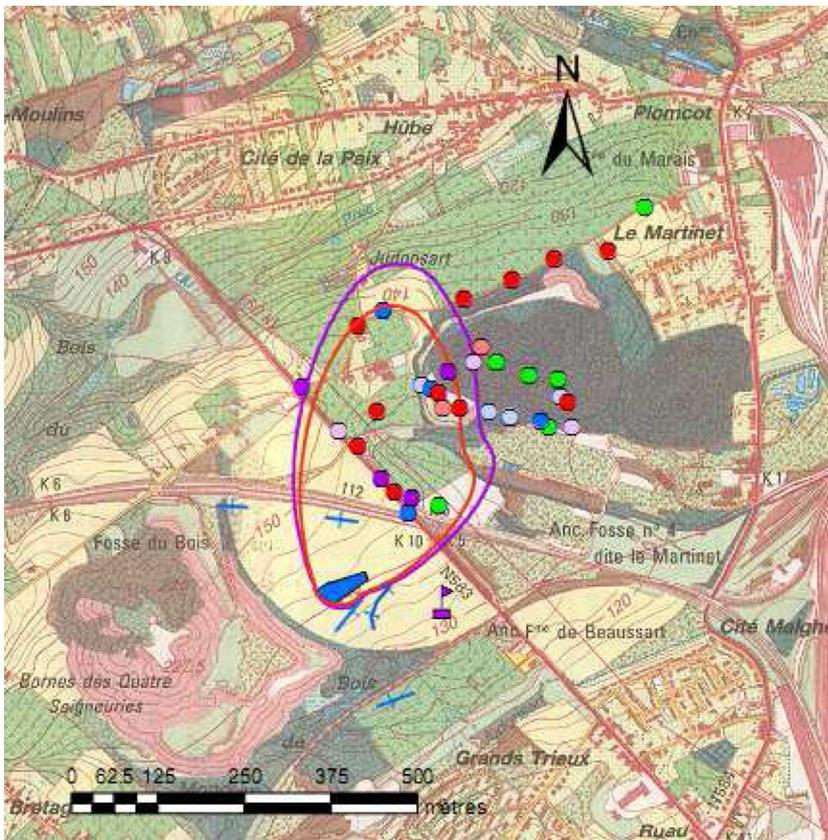
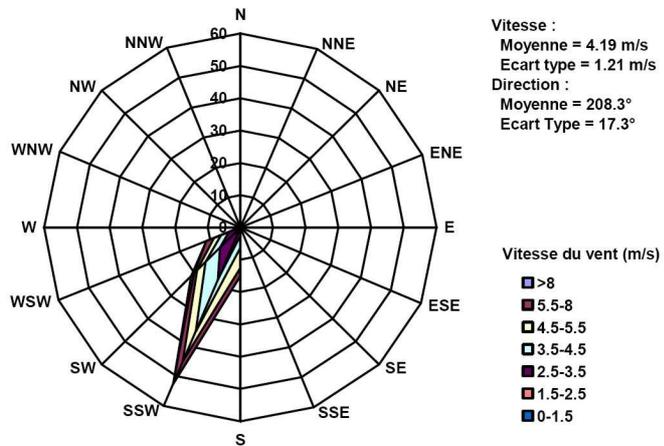
débit estimé=
96000 u.o./s

Figure 24 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 8 mai 2008

Mardi 3 juin 2008 (13h35 – 15h00)

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 4.2 m/s
 Température moyenne : 19°C
 Radiation moyenne : 723 W/m²
 Pression atmosphérique : 995 hPa
 Classe de stabilité : 3



Panache odeur mélange
 neutralisant et déchet
 (violet) :

débit estimé=
210000 u.o./s

Panache odeur déchet
 (rouge) :

débit estimé=
155000 u.o./s

Figure 25 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 3 juin 2008

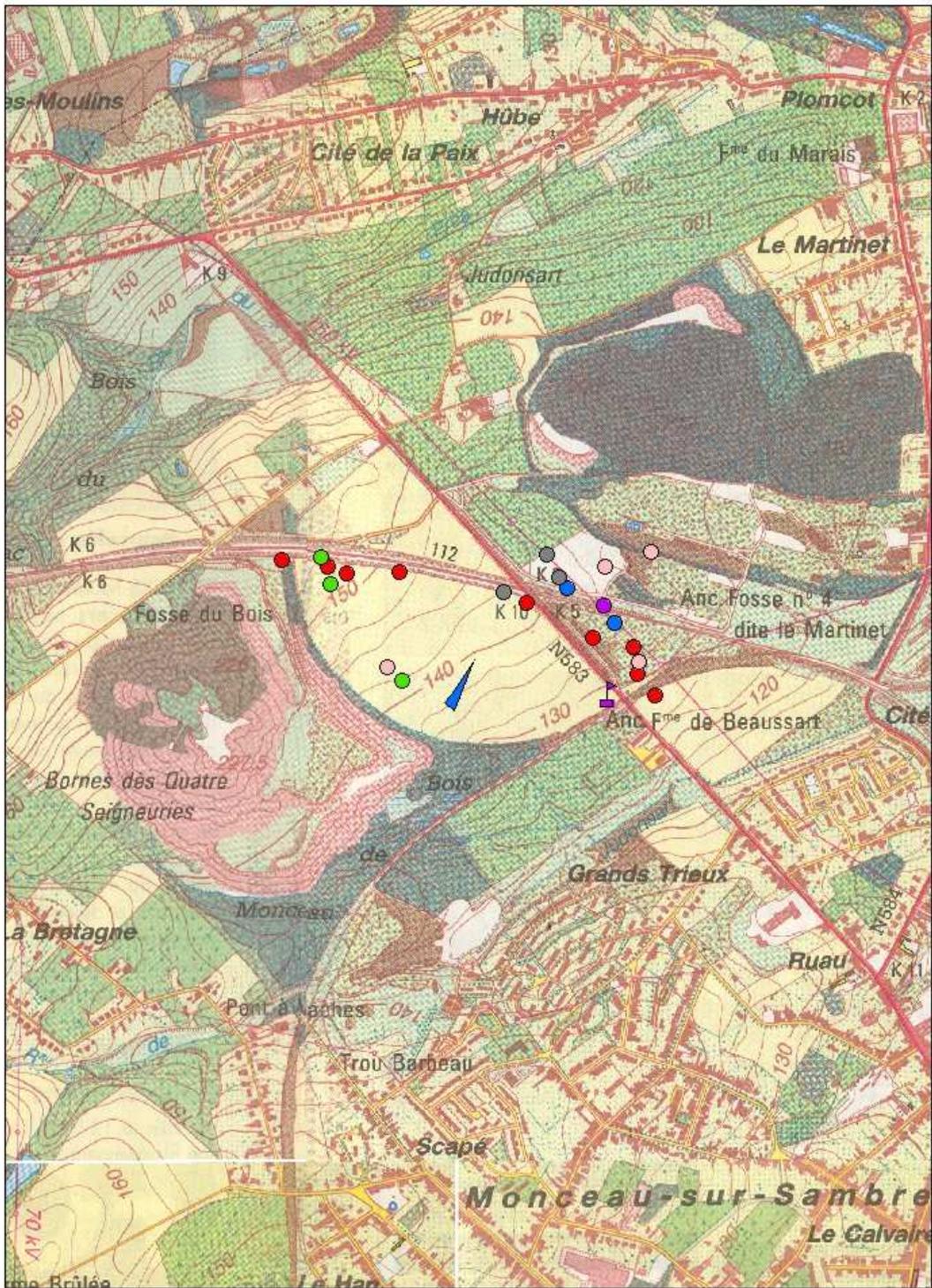


Figure 26 : Mesures du 2 juillet 2008 (station météo défectueuse)

Le tableau 1 résume ces différents résultats.

Date	Direction du vent	Vitesse du vent (m/s)	Classe de stabilité	Distance max (m)		Débit d'émission (uo/s)	
				déchets	neutralisant ou mélange	déchets	neutralisant ou mélange
19/03/08	321°	4.5	C	375	625	34 000	85 000
10/04/08-1	9°	3.4	B	250		21 000	
10/04/08-2	89°	3.1	B		450		89 000
07/05/08	119°	3.6	C	500	640	85 000	133 200
08/05/08	121°	1.9	B	580	700	96 000	110 500
03/06/08	208°	4.2	C	440	500	155 000	210 000
02/07/08*	226°	2.1	B	370		50 000	

* : mesure douteuse

Tableau 1 : Synthèse des différents résultats relatifs au traçage d'odeur sur le terrain

En général, l'odeur est perçue en dehors du site-même du CET, contrairement aux observations réalisées en 2002 et en 2004, pour lesquelles le panache se limitait souvent à l'intérieur du site. En négligeant la dernière mesure, douteuse, la distance moyenne de perception est de 429 mètres pour l'odeur de déchets et de 583 mètres pour l'odeur du neutralisant pur ou en mélange, contre 326 mètres en 2002 et 248 mètres en 2004. Nous avons en effet constaté une nette augmentation de l'activité sur le site par rapport à ces campagnes précédentes. Le débit d'odeur résultant est, lui aussi, augmenté dans les mêmes proportions: en moyenne 78 200 uo/s pour les déchets et 125 540 uo/s pour le neutralisant pur ou en mélange.

Le tableau 2 reprend les principales valeurs observées dans les trois campagnes.

	Distance maximum (m)				Débit d'émission (uo/s)			
	2002	2004	2008		2002	2004	2008	
			déchets	mélange			déchets	mélange
Minimum	233	130	250	450	18 500	12 420	21 000	85 000
Maximum	402	400	580	700	62 500	50 000	155 000	210 000
Moyenne	326	248	429	583	38 167	28 140	78 200	125 540
Ecart-type	67	87	125	104	16 703	12 153	53 588	50 983

Tableau 2 : Comparaisons des résultats d'observation pour les 3 campagnes menées sur le CET de Monceau-sur-Sambre

Même en ne tenant compte que de la seule odeur de déchets, on constate que la valeur moyenne du débit d'odeur est doublée par rapport à celle de 2002, atteignant ainsi un ordre de grandeur semblable à celui qui est observé sur les autres sites (67 000 uo/s en moyenne pour toutes les campagnes menées en Wallonie). Ce constat nous semble tout à fait logique, compte tenu qu'en 2002 et en 2004, l'exploitation étant encore relativement jeune et l'activité sur le site était assez réduite, avec 2 à 3 camions en moyenne arrivant sur le site par heure. Depuis, le volume de déchets déversés a sensiblement augmenté et l'odeur est clairement perçue en dehors du site.

Mais ce qui est tout à fait particulier à cette campagne par rapport aux deux autres, c'est surtout la présence et l'utilisation continue des rampes d'aspersion de produit neutralisant. Celles-ci n'étaient en effet pas arrêtées pendant nos mesures, comme en 2004. Il en résulte la transmission vers l'environnement d'un parfum typique de ce type de produit, parfois mélangé à l'odeur du déchet frais ou à celle du biogaz. Cette odeur spécifique est émise par le CET et doit être comptabilisée comme une nuisance potentielle pour les riverains, même si elle semble *a priori* plus agréable que l'odeur de déchet. Néanmoins, comme les plaintes ont tendance à diminuer lorsque le produit neutralisant est utilisé, on peut supposer qu'il est efficace et que les riverains ne trouvent pas ce parfum trop désagréable.

Nous considérerons donc comme débit d'odeur typique de l'émission de déchets sur le site de Champ-de-Beaumont la valeur moyenne de 78 200 uo/s, en faisant l'hypothèse que, lorsqu'elle est mélangée au parfum du neutralisant, l'odeur du déchet n'est plus gênante. Sur base de ce débit d'émission, nous pouvons donc extrapoler les courbes de perception olfactive au climat moyen du site. L'extrapolation a été réalisée en considérant une zone de déversement de 50x50 m sur la cellule A4 et en introduisant dans le modèle le climat moyen de Gosselies^[18] (situé à 7 km du Champ de Beaumont), ce qui permet de dessiner les percentiles relatifs à la limite de perception (1 uo/m³) de l'odeur de déchet du CET. Nous fournissons en figure 27 la zone limitée par le percentile 98 relatif à 1 uo/m³, qui correspond à une recommandation aux Pays-Bas. Rappelons qu'à l'extérieur de cette zone, l'odeur n'est perçue que pendant moins de 2% du temps (ou moins de 175 heures sur l'année).

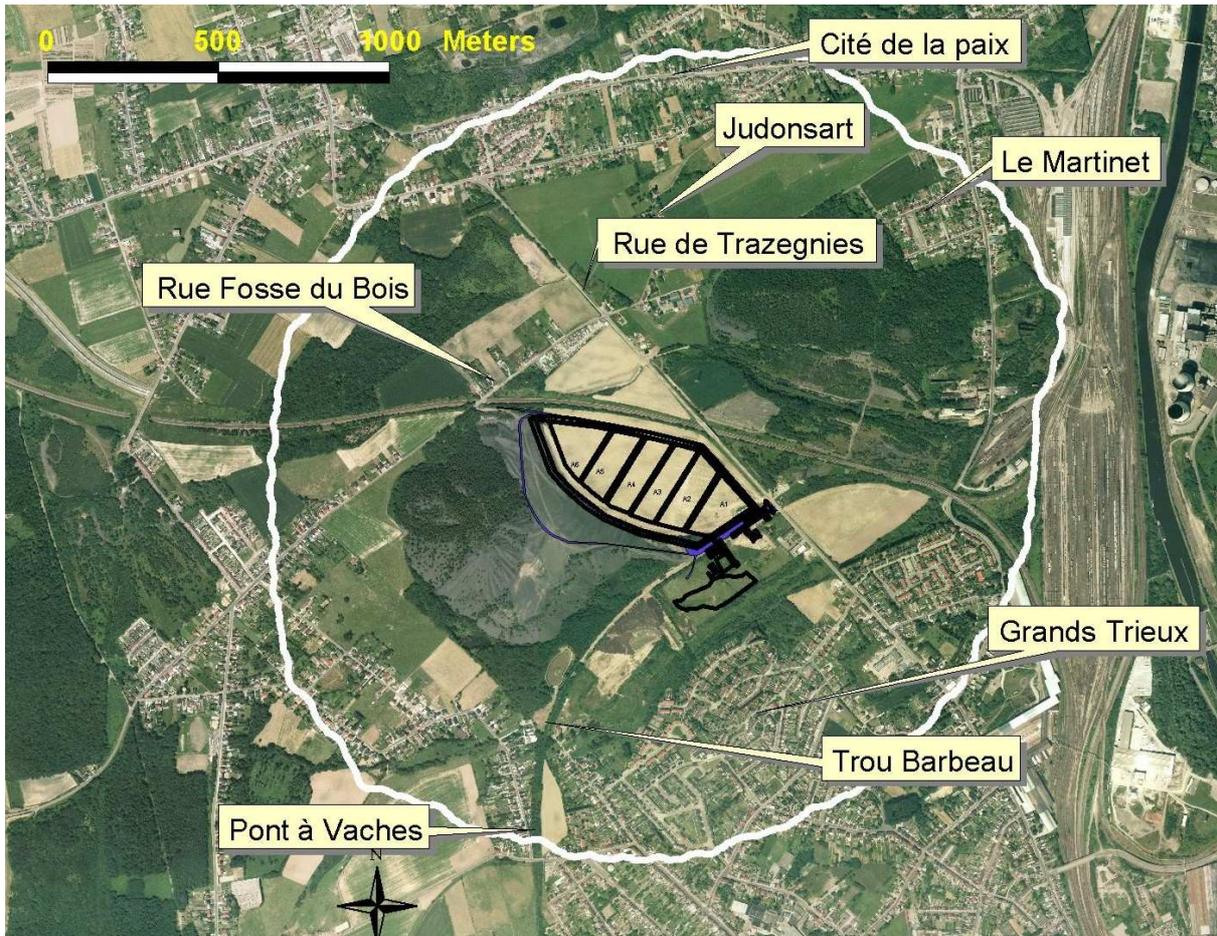


Figure 27 : Percentile 98 relatif à 1 uo/m³ pour le débit d'odeur typique de 78 200 uo/s

Nous observons que la zone de nuisance due aux odeurs de déchets frais est une sorte d'ellipse allongée dans le sens des vents dominants, avec un grand axe SO-NE d'environ 2500 mètres et un petit axe NO-SE d'environ 2200 mètres. Selon ces résultats, la zone de nuisance s'étendrait ainsi jusqu'à un maximum d'environ 1300 mètres à partir de la zone de déversement (contre 950 mètres en 2002).

Cette zone comprend un assez grand nombre d'habitations, dans la rue Fosse-du-Bois et la rue de Trazegnies, mais aussi le vaste quartier des "Grands Trieux", au sud, et même, vers le nord, Judonsart, la Cité de la Paix et Le Martinet.

Toujours en considérant ce débit d'odeur de 78 200 uo/s, il est possible d'évaluer l'exposition de quelques riverains typiques. Sur la figure 28, nous avons imaginé le riverain A, habitant dans la rue Fosse du Bois, le riverain B, dans le quartier des Grands Trieux, le riverain C, dans le quartier de Judonsart, le riverain D dans le quartier du Martinet, le riverain E dans la Cité de la Paix et le riverain F, rue des Pêcheurs au sud ouest. L'exposition à l'odeur est définie ici comme la concentration d'odeur correspondant au percentile 98 passant par l'habitation du riverain en question.

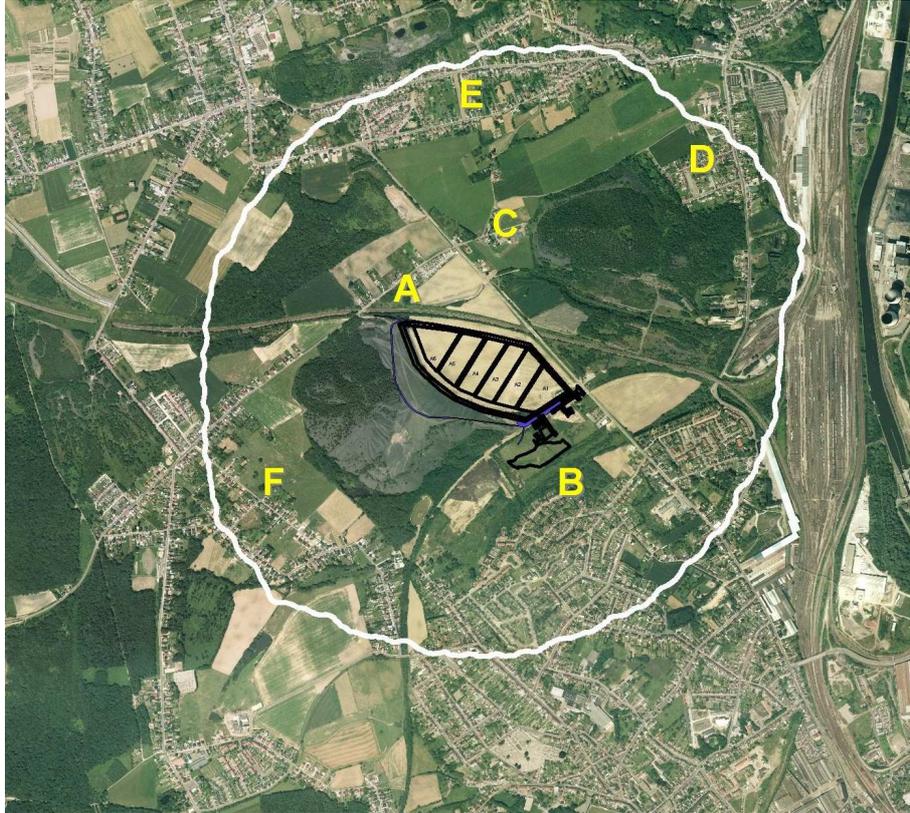


Figure 28 : Six riverains typiques

Les expositions de ces riverains sont les suivantes (sachant que l'exposition d'un riverain situé sur la ligne blanche est de 1 uo/m^3):

- A : 4 uo/m^3
- B : 3 uo/m^3
- C : 4 uo/m^3
- D : entre 1 et 1.5 uo/m^3
- E : entre 1 et 1.5 uo/m^3
- F : 1.5 uo/m^3

Cela signifie par exemple que, pour le riverain A, la concentration d'odeur de 4 uo/m^3 est dépassée pendant deux pourcent du temps sur une année.

Une autre manière d'apprécier l'exposition est d'évaluer le temps de dépassement annuel de la limite de perception, qui est, par définition, 1 uo/m^3 . Les valeurs suivantes sont ainsi calculées (sachant que le temps de dépassement d'un riverain situé sur la ligne blanche est de 2%):

- A : 9%
- B : 8%
- C : 11%
- D : 3%
- E : 3%
- F : 4%

Cela signifie par exemple que le riverain A perçoit l'odeur de déchets durant 9% du temps annuel, ce qui correspond à 788 heures par an.

Pour de précédentes campagnes, nous n'avons pas fait la distinction entre l'odeur de déchet et l'odeur de neutralisant. Par souci de cohérence et afin de pouvoir comparer les sites entre eux, nous présentons à la figure 29 la zone définie par le percentile 98 à 1 uo/m^3 , pour le débit de $125\,540 \text{ uo/s}$ estimé pour l'odeur du mélange déchet+neutralisant.

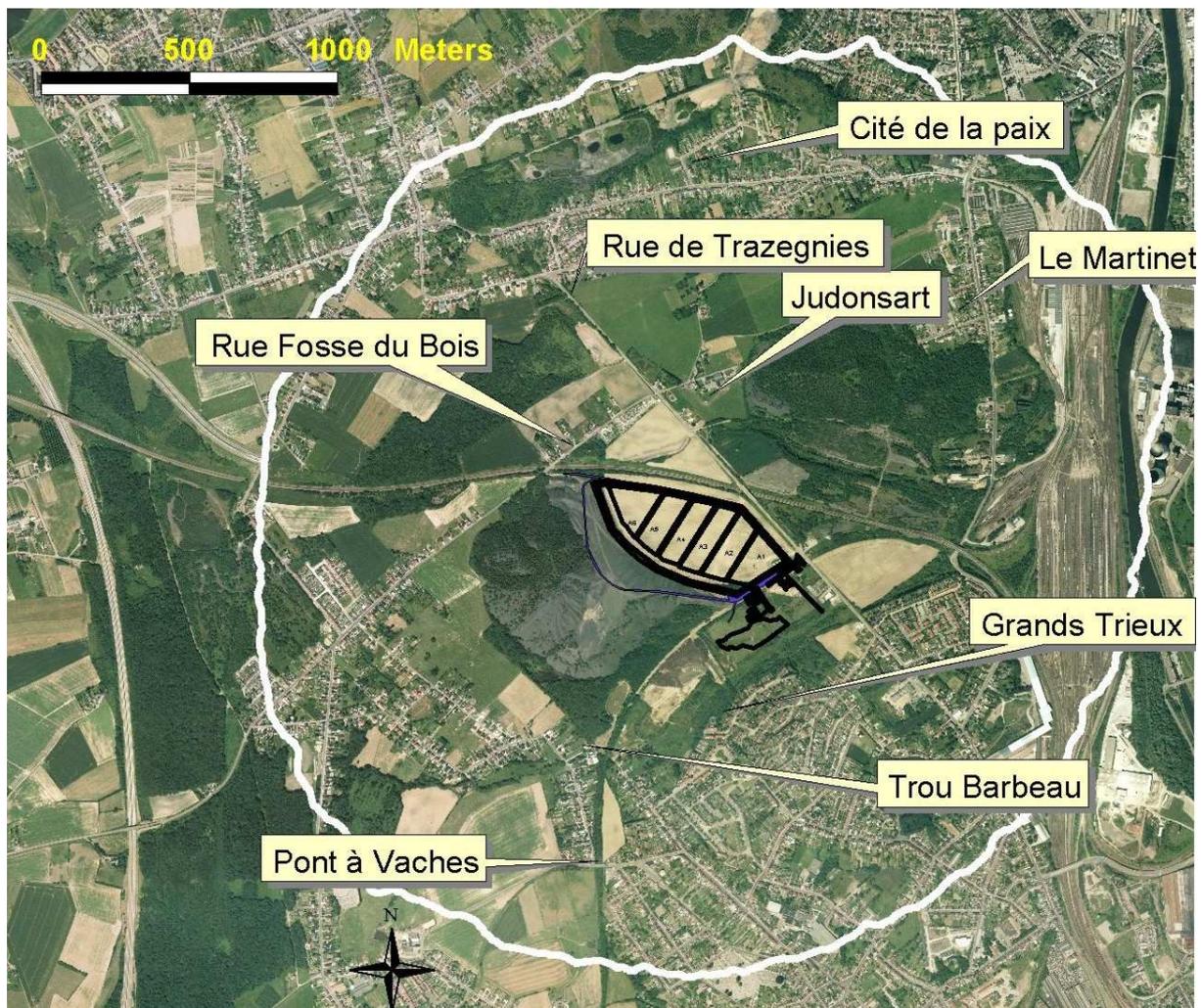


Figure 29 : Percentile 98 relatif à 1 uo/m^3 pour le débit d'odeur typique du mélange déchets+neutralisant de $125\,540 \text{ uo/s}$

La zone ainsi définie s'étend maintenant un peu plus loin, avec un grand axe de 3250 mètres et un petit axe d'environ 3000 mètres. Le nombre de riverains concernés, vers le nord et vers le sud, a sensiblement augmenté par rapport à celui de la figure 27.

Prélèvement en chambre de flux et olfactométrie dynamique

Le 2 juillet 2008, l'équipe d'opérateurs de terrain a prélevé un échantillon en sac Teldar par l'intermédiaire d'une chambre de flux posée sur la surface de déchets fraîchement déversés (figure 30).



Figure 30 : Prélèvement par chambre de flux sur la surface de déchets fraîchement déversés

Le débit du gaz porteur était de 6 litres par minute, soit $10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Le sac a été analysé le lendemain matin par olfactométrie dynamique au laboratoire d'Arlon et une concentration d'odeur de $2355 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ a été mesurée par un panel de personnes ayant fait l'objet d'une calibration au n-butanol. La section de la chambre en contact avec les déchets est de 0.19 m^2 .

Le flux d'odeur sur la surface de déchets est alors calculé par l'application de la formule (1), soit

$$E=QC/A=2355 * 10^{-4} / 0.19 = 1.24 \text{ uo}_E/\text{m}^2.\text{s}$$

Le relevé GPS des 4 points limitant la zone exploitée a permis de calculer une surface d'émission des déchets de 4677 m^2 . En faisant l'hypothèse que la méthode de la chambre de flux soit applicable au cas d'une surface hétérogène comme celle des déchets et que ce prélèvement soit représentatif de l'ensemble de la zone de déversement, le débit d'émission d'odeur propre aux déchets frais au repos sur la zone de déversement (excluant donc l'odeur émise lors du transport, de l'étalement et du broyage des déchets) serait de $1.24 \times 4677 = 5800 \text{ uo/s}$.

La valeur de flux d'émission est assez cohérente avec d'autres valeurs trouvées dans la littérature. Odotech^[19] a mesuré les émissions instantanées sur des sites canadiens et des valeurs de $2.6 \text{ uo}/\text{m}^2.\text{s}$, $5.4 \text{ uo}/\text{m}^2.\text{s}$ et $3.5 \text{ uo}/\text{m}^2.\text{s}$ ont été trouvées respectivement pour des déchets anciens, des déchets mélangés et pour la zone d'attente des camions. Bowly^[20] trouve de 0.3 à $0.5 \text{ uo}/\text{m}^2.\text{s}$ et Sironi et al.^[21] ont mesuré $2 \text{ uo}/\text{m}^2.\text{s}$ pour des déchets fraîchement déposés et $4.5 \text{ uo}/\text{m}^2.\text{s}$ pour des boues fraîches déposées sur la décharge pendant l'été.

Cependant, la valeur ainsi estimée du débit d'odeur global est environ 10 fois inférieure à celle déterminée par traçage d'odeur. Il est dommage que, précisément, ce jour-là, la station météorologique soit tombée en panne, empêchant l'ajustement du débit d'odeur basé sur le traçage.

Néanmoins, compte tenu des distances de perception, nous avons estimé un débit d'odeur de 50 000 uo/s ce jour-là, soit effectivement de l'ordre de 10 fois supérieur à celui estimé par olfactométrie.

Un facteur 10 entre l'estimation du débit d'odeur par la méthode de traçage et l'olfactométrie sur échantillon prélevé à la source a déjà été observé à plusieurs reprises pour les sites de CET.

Un tel écart ne peut pas uniquement être expliqué par la différence d'approche entre les deux méthodes d'estimation. En effet, la méthode de traçage tient effectivement compte de l'odeur globale de déchets émise au niveau de tout le site, qui comprend les émissions olfactives suivantes.

- Celle générée passivement par tout le reste de la surface exploitée jusqu'à présent. Or, en ne tenant compte que des cellules A1 à A4, on peut déjà estimer cette surface à 80 000 m².
- Celle libérée lors de la manipulation et du transport des déchets, qui peut être estimée à 5 à 10 fois celles des déchets au repos^[19-21].

Par ailleurs, la méthode de prélèvement par chambre de flux, bien que répondant parfaitement à la norme de l'agence américaine de protection de l'environnement (norme EPA/600/8- 86/008), est considéré par la communauté scientifique comme une technique qui sous-estime largement le flux d'odeur. Ainsi, lors de la récente conférence NOSE2008 tenue à Rome du 6 au 9 juillet 2008, le professeur Frechen, de l'université de Kassel en Allemagne, un des spécialistes mondiaux de la mesure des odeurs émises par les déchets, montrait qu'une différence d'un facteur 10 pouvait être observée entre l'odeur prélevée par une chambre de flux classique et un tunnel à vent (un peu plus grand et mieux ventilé).

Analyses physico-chimiques

Le 2 juillet 2008, deux sacs de prélèvement ont été collectés au-dessus de la surface de déchets. Le premier a servi à l'analyse olfactométrique (voir ci-dessus) et un prélèvement sur cartouche Tenax TA a été effectué au laboratoire à partir du second. Le débit de prélèvement dans la cartouche était de 165 ml/min pendant 6 minutes.

Afin de faciliter la représentation des résultats, le tableau 3 ci-dessous reprend les concentrations par famille chimique.

Composés	Concentrations (µg/m ³)
Alcanes	694
Alcènes	nq
Alcools (total)	1181
Aldéhydes	nq
Aromatiques	1171
Cétones	> 1070
Chlorés	35
Cyclo	320
Esters	nq
HAP	38
Terpènes	2156

Tableau 3 : Concentrations chimiques par famille de l'échantillon prélevé au-dessus des déchets

Les composés les plus représentatifs, par famille, sont les suivants:

- pour les alcanes : décane et undécane,
- pour les alcools : 2-ethyl-1-hexanol,
- pour les aromatiques : p et o-xylènes, toluène, 1,3,5-triméthylbenzène et 1-éthyl-3méthylbenzène,
- pour les cétones : 2-butanone,
- pour les chlorés : tétrachloroéthylène,

- pour les alicycliques : 1-méthyl-4-(1-méthylethyl)-1,4-Cyclohexadiène,
- pour les HAP : naphthalène,
- pour les terpènes, D-limonène et alpha-pinène.

Le tableau 4 montre les 10 composés les plus représentés et leurs concentrations.

Composé	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
D-limonène	1579
2-ethyl-1-hexanol	769
Acétone	>739
.alpha.-pinène	432
p-xylene	225
2-butanone	210
1,3,5-triméthyl-benzène	186
toluene	182
o-Xylene	144
1-éthyl-3-méthyl-benzène	144

Tableau 4 : Les dix composés les plus représentés dans l'analyse physico-chimique

Comme dans les analyses précédentes (et notamment celle réalisée sur ce même site de Monceau en 2004^[7]), le limonène est, de loin, la molécule la plus typique des émissions de déchets frais. De manière plus générale, les terpènes sont bien représentés (avec aussi l'alpha-pinène), ainsi que les aromatiques. Le décane et le 2-butanone figuraient aussi parmi les composés déjà détectés dans les études précédentes. Comme dans les autres analyses, il faut enfin remarquer la présence d'alcools et de composés chlorés.

Rappelons que les composés soufrés (dont H₂S) ne sont pas analysés par cette méthode GCMS.

Synthèse et conclusions

L'odeur ressentie autour du CET de Champ de Beaumont semble plus intense en 2008 qu'en 2004 et en 2002, mais l'activité est également plus importante et l'époque de mesure peu favorable. En effet, durant la campagne, l'exploitation était dans une phase d'ajustement du réseau de dégazage et le mois de mars, particulièrement pluvieux, a été propice à des dégagements de gaz. De manière générale, d'ailleurs, la pluie et l'humidité influencent très fort la manière dont l'odeur est émise à partir du CET. Deux traçages de terrain (8/5 et 3/6) présentaient en outre des circonstances exceptionnelles (début des activités matinales et climat très "lourd"), si bien que le débit moyen d'odeur pourrait être surestimé par rapport à la réalité typique du site.

L'aspersion de produit neutralisant semble être un moyen efficace pour réduire les plaintes chez les riverains, mais le parfum émis par ces dispositifs se propage parfois très loin, et probablement au-delà de la zone de perception de l'odeur de déchets.

L'exploitant a mis en œuvre une série d'actions visant à un meilleur dialogue avec la population riveraine et ces actions commencent à porter leurs fruits. Elles servent au minimum à concevoir, en accord avec les riverains, des méthodes d'atténuation potentielle de l'odeur (recouvrement, aspersion, végétation, ...). Les riverains peuvent alors servir de vigies pour évaluer l'effet de ces dispositifs. Ces initiatives sont assez constructives et mériteraient d'être suggérées pour d'autres sites.

La zone de nuisance olfactive est du même ordre de grandeur que celle calculée pour d'autres CET wallons. Cependant, dans le cas présent, comme il s'agit d'une zone assez bien urbanisée, le nombre de riverains potentiellement atteints est sensiblement plus important.

L'analyse physico-chimique confirme que le limonène est un composé majeur et l'analyse olfactométrique sur base d'un échantillon prélevé en chambre de flux semble montrer que le débit d'odeur des seuls déchets au repos est d'un ordre de grandeur inférieur au débit d'odeur globalement émis par tout le site.

Tendances futures

Comme les exploitants de ce site sont particulièrement désireux de tester différents modes d'atténuation de l'odeur, il serait intéressant d'envisager un suivi plus régulier, éventuellement par un réseau de vigies, et notamment d'apprécier l'effet de ces dispositifs à la fois pendant les heures d'exploitation et en dehors de celles-ci.

Bibliographie

- [1] NICOLAS, J. (7 Février 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Mont-Saint-Guibert. - Mise au point d'une méthode d'estimation des nuisances.*
- [2] NICOLAS, J., PEREZ, E. (18 Avril 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET d'Hallembaye – Estimation des nuisances olfactives et ajustement de la méthodologie.*
- [3] NICOLAS, J., CHAPLAIN, A.S. (12 Août 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ de Beaumont" à Monceau-sur-Sambre – Estimation des nuisances olfactives.*
- [4] NICOLAS, J., CHAPLAIN, A.S. (17 Octobre 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET "Cour au bois" à Braine-le-Château – Estimation des nuisances olfactives et suggestion d'une méthode simplifiée.*
- [5] NICOLAS, J., CRAFFE, F. (10 Juin 2003) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ des 7 ânes" à Froidchapelle – Estimation des nuisances olfactives et évaluation des erreurs de la méthode.*
- [6] NICOLAS, J., CRAFFE, F. (7 Novembre 2003) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET réhabilité de Belderbusch (Montzen) – Enquête sur les nuisances olfactives.*
- [7] NICOLAS, J., DENNE, P. (Juin 2004) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ de Beaumont" à Monceau-sur-Sambre - Estimation des nuisances olfactives*
- [8] NICOLAS, J., DENNE, P., OTTE, B. (Septembre 2004) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET "Cour-au-Bois" à Braine-le-Château - Estimation des nuisances olfactives*
- [9] NICOLAS, J., DENNE, P., OTTE, B. (Octobre 2004) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Happe-Chapois - Estimation des nuisances olfactives*
- [10] NICOLAS, J., DENNE, P., OTTE, B. (Janvier 2005) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET et la zone de compostage de Tenneville - Estimation des nuisances olfactives*
- [11] NICOLAS, J., OTTE, B., DENNE, P. (Juin 2005) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET de Mont-Saint-Guibert. Estimation des nuisances olfactives.*
- [12] NICOLAS, J., DENNE, P., COBUT, P. (Novembre 2005) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET et la zone de compostage de Habay. Estimation des nuisances olfactives.*
- [13] NICOLAS, J., DENNE, P., COBUT, P. (Avril 2006) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET de Happe-Chapois. - Estimation des nuisances olfactives*
- [14] NICOLAS, J., DENNE, P., HANSON, A. (Octobre 2006) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET de Hallembaye - Estimation des nuisances olfactives – Etude de l'influence du relief sur la propagation des odeurs.*
- [15] NICOLAS, J., DENNE, P., ROMAIN, A.C., DELVA, J. (Février 2007) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Malvoisin. - Estimation des nuisances olfactives*

[16] NICOLAS, J., DELVA, J., DENNE, P., ROMAIN, A.C.. (Octobre 2007) Troisième campagne de mesure des odeurs sur le CET "Cour-au-Bois" à Braine-le-Château. Estimation des nuisances olfactives

[17] NBN-EN13725 (1ère édit. Juin 2003). *Qualité de l'air - Détermination de la concentration d'une odeur par olfactométrie dynamique.*

[18] VAN DER AUWERA, L. (1992) *Histograms of wind speed and statistics of Pasquill stability classes* – IRM – Bruxelles