

Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Malvoisin

Estimation des nuisances olfactives



***Jacques NICOLAS – Pierre DENNE
Anne-Claude ROMAIN – Julien DELVA
Université de Liège
Département des Sciences et de Gestion de l'Environnement
Arlon – Février 2007***

Tables des matières

Objectifs de l'étude	3
Méthodologie	3
Chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse	3
Olfactométrie dynamique	3
Prélèvement	4
Traçage d'odeur sur le terrain	6
Evaluation des percentiles	8
Enquête dans la population	9
Contexte spécifique à la présente étude	9
Présentation du site et des alentours	10
Observations qualitatives	14
Observations quantitatives	15
Traçages d'odeur	15
Protocole	15
Résultats	17
Evaluation des percentiles	25
Chambre de flux et olfactométrie	28
Analyse physico-chimique	29
Enquête dans la population	30
Questionnaire	30
Personnes contactées	34
Résultats généraux sur le niveau de pollution	35
Résultats en relation avec la description de la pollution	36
Historique de la pollution	36
Périodes et situations favorisant la gêne	36
Qualité de l'odeur	37
Effets sur les individus	37
Vigies	38
Synthèse et conclusions	39
Bibliographie	40

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 Malvoisin. 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 s'insère à la suite d'une série de 14 campagnes déjà réalisées sur 9 sites différents ^[1-14].

L'originalité de la méthode appliquée ici est qu'elle est surtout orientée vers l'évaluation des "nuisances". Les mesures ont notamment été effectuées à l'immission, par des nez humains et par des entretiens avec des riverains et les gestionnaires du CET.

Méthodologie

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

Chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse

De manière générale, les analyses physico-chimiques peuvent aider à caractériser la composition chimique des émissions odorantes. Elles ne fournissent cependant pas une idée globale de l'odeur, ni de manière qualitative (beaucoup de composés présents ne sentent pas), ni de manière quantitative (la somme des concentrations chimiques est loin de représenter le niveau de l'odeur).

La méthode employée dans le cadre de ces campagnes est la chromatographie en phase gazeuse (GC), basée sur un échantillon prélevé sur le terrain dans une cartouche remplie d'un matériau adsorbant (Tenax, Spherocarb).

L'objectif est la séparation des composés organiques volatils présents dans l'échantillon d'odeur afin de les identifier et de les quantifier. Cette analyse fournit des résultats quantitatifs satisfaisants pour une large gamme de composés organiques. Il existe différents types de détecteurs dont le spectromètre de masse (MS), que nous utilisons dans nos campagnes. La GC-MS a l'avantage d'identifier un grand nombre de substances sans étalonnage préalable. Elle est souvent utilisée pour les odeurs.

La quantification des molécules identifiées impose inévitablement un étalonnage préalable.

La GC-MS ne permet cependant pas de détecter les composés inorganiques tels que le NH_3 et le H_2S .

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 % ^[15].

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.

La mesure est réalisée grâce à un olfactomètre dynamique, 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 concentrations 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.

"Le facteur de dilution au seuil du jury est calculé en terme 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 de l'ordre d'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 1). 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 1 : 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 :

$$E = \frac{Q C}{A}$$

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 (voir photo 1), 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.

Traçage d'odeur sur le terrain

Une grande partie des mesures de l'odeur sur le terrain a été réalisée par la méthode dite de "traçage d'odeur sur le terrain" ou "olfactométrie déambulatoire".

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 cette 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.

Dans le cas des CET, les sources sont nombreuses (déchets, réseau de dégazage, camions, torchères, zones réhabilitées, tas de compost, ...), diffuses (déchets au repos, déchets manipulés, déchets transportés, déchets en fermentation, ...) et fortement variables. Le CET ne peut donc pas être assimilé à une série de sources ponctuelles constantes. L'ensemble de ces sources ne peut être considéré comme un "tout" que s'il est observé à une distance suffisante, c'est-à-dire à l'immission, et sur une période suffisamment longue pour englober toutes les bouffées. C'est ce qui donne de la pertinence à cette méthode, qui est probablement la seule actuellement fiable pour estimer des odeurs diffuses et fugitives.

La technique du traçage d'odeur sur le terrain, bien qu'originale par rapport aux approches classiques, n'est pas novatrice et est basée sur la littérature scientifique^[16,17]. Le modèle employé, bien que très simple, est couramment utilisé dans le cadre d'études relatives aux odeurs. Quant aux résultats obtenus, ils peuvent servir à des objectifs de décisions stratégiques, à des comparaisons entre sites et entre périodes d'exploitation ou encore de premier "screening" avant une étude plus approfondie avec des moyens plus sophistiqués. Les limites de la méthode ont été discutées dans une publication récente de l'équipe de recherche^[18].

Un panel d'observateurs est chargé de parcourir à différentes périodes la région affectée par la pollution olfactive. Il définit sur le terrain la courbe limite de perception de l'odeur étudiée (figure 2).

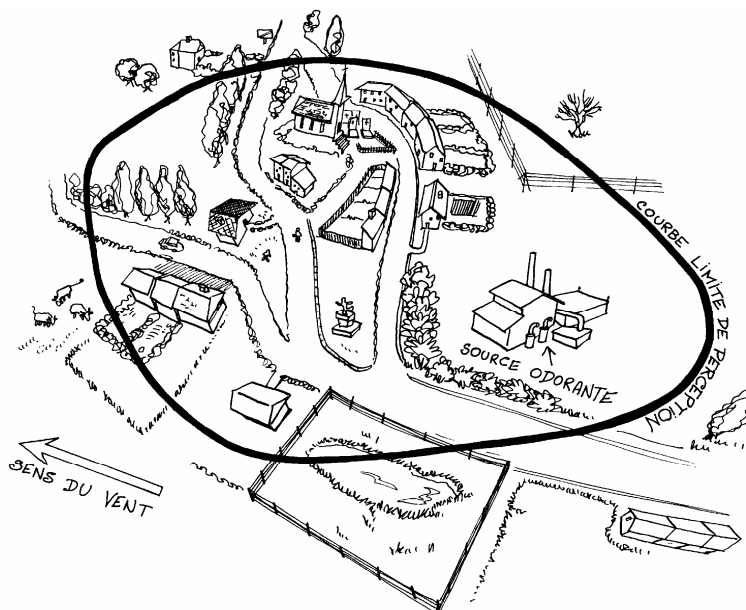


Figure 2 : Exemple de courbe limite de perception olfactive déterminée sur le terrain.

Durant la même période, les données météorologiques sont enregistrées: vitesse et direction du vent, température et radiation solaire. La vitesse et la direction du vent seront utilisées telles quelles. Le rayonnement solaire et la vitesse du vent servent à définir les conditions de stabilité de l'atmosphère, résumées par la classe de stabilité de Pasquill. Six classes sont ainsi définies, de A ("extrêmement instable") à F ("extrêmement stable").

Ces données sont introduites dans un modèle de dispersion bi-gaussien. La simulation vise alors à ajuster le débit d'émission d'odeur (en uo/s) qui produirait, avec les conditions météorologiques du moment, la courbe limite réellement observée sur le terrain, c'est-à-dire, par définition, celle correspondant à 1 uo/m^3 .

Ce "rétro-calcul" permet donc d'évaluer le débit d'émission propre à cette période de mesure. En considérant une dizaine de telles périodes, étalées dans le temps et si possible avec différentes conditions de climat et d'exploitation, la méthode permettra donc d'évaluer une dizaine de débits d'odeurs.

Nous faisons alors l'hypothèse que la moyenne arithmétique de ces 10 débits peut être considérée comme débit d'odeur typique du site.

Pour éviter toute ambiguïté d'interprétation et pour permettre une approche plus scientifiquement crédible, nous invitons le lecteur à faire la distinction entre l' OU_E/m^3 , telle que définie rigoureusement par olfactométrie, selon la norme EN13725 et les uo/m^3 utilisées par cette méthode. Fondamentalement le principe de base de la mesure est identique : la dilution de l'échantillon odorant, soit par un gaz neutre, soit dans l'atmosphère, jusqu'à atteindre le seuil de perception olfactive. L'unité d'odeur possède donc dans les deux cas la même signification, qui est la concentration d'odeur au seuil de perception olfactive, mais notre méthode de "reniflage" sur le terrain ne respectant aucunement les contraintes de l'olfactométrie, nous ne pouvons affirmer que les deux unités soient équivalentes.

Le modèle employé ici est donc un modèle bi-gaussien standard, avec un module adapté à la dispersion des odeurs (TROPOS, de la firme canadienne ODOTECH).

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.

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. Le modèle ne tient pas compte de la topographie.

Sur le terrain, la méthode est adaptée aux odeurs de CET, diffuses, fugitives et, donc, non continues. Les "experts" identifient 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 de l'opérateur, 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 est ensuite utilisé par "tâtonnements" et essais successifs, en testant plusieurs débits d'émission jusqu'à obtenir à l'immission une courbe de concentration moyenne $1\ uo/m^3$ qui enveloppe la plupart des points-odeur. En outre, nous introduisons dans le modèle toutes les conditions météo, enregistrées toutes les trente secondes (et pas uniquement une seule condition moyenne), 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.

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 peut être considérée comme pertinente.

Au terme de la campagne de mesure, on suppose que l'ensemble de toutes les conditions météorologiques et conditions d'émission ont été rencontrées. Cette hypothèse n'est évidemment jamais respectée, d'autant plus que la campagne se résume à une période relativement courte.

Néanmoins, plusieurs orientations de panaches et plusieurs situations de déversement différentes ont été rencontrées : elles ont été estimées suffisantes pour une extrapolation acceptable.

Evaluation des percentiles

La tendance actuelle de la réglementation en matière de nuisance olfactive dans l'environnement (Hollande, Autriche, Angleterre, Nouvelle-Zélande, Flandre, ...) est d'approcher au mieux l'estimation de la nuisance réelle (c'est à dire de l'effet de la pollution) et non plus uniquement le niveau d'odeur (la dose). Des directives visant à déterminer le plus objectivement possible la nuisance sont encore en préparation, cependant, l'idée d'imposer une exposition est généralement acceptée. Il est également souvent acquis que cette exposition pourrait être la concentration correspondant à un percentile spatio-temporel.

Il semble en effet logique de ne pas se contenter d'évaluer la gêne olfactive dans l'environnement par la seule valeur de la concentration d'odeur à proximité d'une habitation. Une forte odeur, par exemple de 5000 uo/m³, perçue pendant 10 minutes seulement sur une année sera en effet considérée comme moins gênante qu'une faible odeur, par exemple de 100 uo/m³, perçue pendant 1 mois par an. C'est donc la combinaison de la durée de perception et de la concentration de l'odeur perçue qui constituera la mesure de l'exposition annuelle.

Le traitement de l'information est statistique et donne lieu à la notion de percentile spatio-temporel.

Il faut donc utiliser le modèle de dispersion atmosphérique (dans notre cas, il s'agit toujours du modèle TROPOS), avec le débit d'odeur estimé pour le CET (par une méthode quelconque, par exemple le traçage d'odeur) et calculer les statistiques pour un 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.

Le percentile résultant correspond à une concentration donnée d'odeur. Ainsi par exemple, par définition, le percentile 90 correspondant à 5 uo/m³ délimite une zone à l'extérieur de laquelle on reste sous le niveau de 5 uo/m³ pendant plus de 90% du temps (ou, exprimé autrement, où le niveau de 5 uo/m³ est atteint ou dépassé pendant moins de 10% du temps). En particulier, en se rappelant que 1 uo/m³ représente la concentration de l'odeur à la limite de perception, le percentile 98 à 1 uo/m³ 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 pour un CET.

Il va sans dire que d'autres zones pourraient être définies, selon d'autres critères, mais l'essentiel dans la présente démarche est de conserver une même définition des zones de nuisance d'une étude à l'autre, de manière à pouvoir les comparer entre elles.

Il est essentiel de signaler que ce percentile n'est pas un panache d'odeur, mais bien une visualisation statistique de tous les panaches qu'il serait possible d'observer sur le site. Il doit donc être interprété en conséquence, c'est-à-dire en termes de fréquence annuelle d'apparition d'une concentration d'odeur.

En tout état de cause, l'étape d'extrapolation au percentile 98 relatif à 1 uo/m³ suppose que le débit typique reste constant pendant toute l'année. Comme ce débit typique est déduit de la perception de bouffées et uniquement en périodes d'activité sur le site, la surface de la zone calculée risque d'être surestimée par rapport à la réalité. Il s'agit là d'une manière classique de procéder dans les études environnementales : toujours considérer la pire des situations.

Enquête dans la population

L'enquête dans la population constitue un bon moyen d'investigation pour évaluer la gêne ou la nuisance chez les riverains d'une source d'odeur.

A ce niveau, il est essentiel de bien cibler les questions, de manière à obtenir des réponses les moins biaisées possibles. Ainsi, il n'est pas inutile de "détourner" l'attention de la personne interrogée, en lui posant des questions sur d'autres types de nuisance, comme la nuisance sonore et de lui demander de comparer les deux.

C'est ce qui est fait dans la recommandation allemande de la VDI 3883 (part1) *"Effects and assessment of odours, psychometric assessment of odour annoyance"* de laquelle nous nous inspirons dans nos études. L'objectif de la VDI 3883 est d'évaluer, en faisant appel aux riverains, l'importance de la nuisance dans une zone géographique donnée et de comparer la nuisance de différentes zones. Elle vise à évaluer la situation moyenne. Elle n'a pas pour objectif le suivi continu de la nuisance en fonction du temps. Le questionnaire qu'elle propose porte donc sur la situation générale. La nuisance considérée ici est la nuisance ressentie par la "communauté " sondée. Elle est évaluée par le pourcentage de personnes extrêmement gênées. L'outil principal est "le thermomètre de nuisance à 11 niveaux de gravité" (de 0, absence de gêne, à 10, gêne insupportable).

Un questionnaire-type est constitué d'une quinzaine de questions générales sur le niveau de pollution du quartier (y compris le bruit), sur les effets de l'éventuelle pollution, sur la fréquence de celle-ci, sur le type d'odeur sentie,... et d'un volet plus personnel destiné à caractériser le riverain. Toutes les dispositions sont prises pour garantir l'anonymat. Le questionnaire proprement-dit est accompagné d'une lettre de présentation ou directement proposé aux riverains par voie orale.

Contexte spécifique à la présente étude

L'étude réalisée sur le site de Malvoisin est un peu particulière par rapport aux campagnes menées précédemment sur d'autres CET. En effet, elle devait initialement être menée sur le site de Morialmé, géré également par le BEP, dans la province de Namur. L'exploitation du CET de Morialmé est cependant actuellement terminée et le site est en phase de réhabilitation depuis septembre 2006. Nous étant rendus sur le terrain en juillet 2006, nous n'avons constaté aucune odeur sur le site. Aussi, avons-nous décidé, en accord avec les responsables de l'ISSeP, d'étudier de préférence le CET de Malvoisin.

L'idée était, au départ, de coupler l'étude "odeur" de Malvoisin à une évaluation des nuisances éventuelles générées par le transport des déchets. En effet, les déchets anciennement déversés à Morialmé sont actuellement entassés de manière provisoire sur une dalle couverte à Vodecée, près de Philippeville, puis transférés à Malvoisin. Nous étant rendus à Vodecée, nous n'avons cependant pas estimé nécessaire de pousser plus avant une telle démarche, vu le temps relativement réduit de séjour des déchets à Vodecée et le peu de nuisances potentielles sur le site.

Enfin, un autre élément est venu en cours d'étude s'ajouter à cette campagne. Il était en effet prévu de rapatrier progressivement vers Malvoisin les déchets anciennement déversés à Froidchappelle et actuellement déviés vers le site de Erpion. Il était donc intéressant d'intégrer l'analyse de l'éventuel surcroît de nuisance engendré par cet apport de déchets. Nous avons donc attendu ce rapatriement de déchets, prévu vers le 11 décembre 2006, pour poursuivre notre campagne de mesure. Néanmoins, au moment où une date a pu être fixée pour nous rendre sur le terrain, le transfert de déchets vers Malvoisin avait déjà été arrêté, suite à une série de plaintes de riverains.

C'est donc dans ce contexte particulier qu'a été menée cette campagne à Malvoisin, avec, au total, un volume de déchets déversés assez faible.

Présentation du site et des alentours

La figure 3 est une représentation du site du CET et des environs. La zone exploitée est matérialisée par un point jaune à droite sur la figure, aux coordonnées Lambert $x=193.7$ km, $y=78.7$ km.

Le CET de Malvoisin, dans la commune de Gedinne, est situé au lieu dit « Bois de Gerhenne », en zone d'extraction (ancienne carrière de kaolin dite "Les Spèches"), entouré d'une forêt au nord-est, de champs et d'un lotissement à l'ouest. Il est exploité par le Bureau Economique de la Province de Namur (B.E.P.). Il est longé à l'ouest par la RN 95 reliant Beauraing à Gedinne (route de Bouillon).

Le village de Malvoisin s'étend jusqu'à 1600 mètres environ à l'ouest du CET, mais les premiers riverains sont à 350 mètres seulement de la cellule exploitée, dans le quartier de "La Barrière".

Les autres riverains pouvant éventuellement être gênés par l'odeur du CET sont ceux du village de Patignies, au sud-ouest, mais à plus de 2500 mètres de l'exploitation et ceux du village de Haut-Fays, à plus de 3000 mètres au sud-est du site.

Le reste de l'espace est occupé par la forêt ou par des prairies.

Le relief est relativement doux aux alentours immédiats du site, avec une altitude variant entre 370 et 415 mètres dans un rayon de 1500 mètres autour du CET. Mais, cette zone est légèrement plus haute que le reste de la région, ce qui devrait favoriser la dispersion de l'odeur à plus grande échelle.

Les premiers riverains sont ceux de la rue de la Barrière, à 350 mètres l'ouest, une ferme au sud-ouest (à 325 mètres), les riverains proches de la route de Bouillon au nord-ouest, dont les premières maisons de la rue de la Virée, à 440 mètres, et le bar-club "Le Relais" à 670 mètres.

Dans le sens des vents dominants vers le nord-est, il n'y a aucune habitation, mais davantage sont concernées lorsque le vent souffle vers le sud-ouest.

L'entrée du site est sur la route de Bouillon et une barrière, un peu plus haut vers le nord, permet un accès au bois de Gerhenne, pour les "tours-odeur".

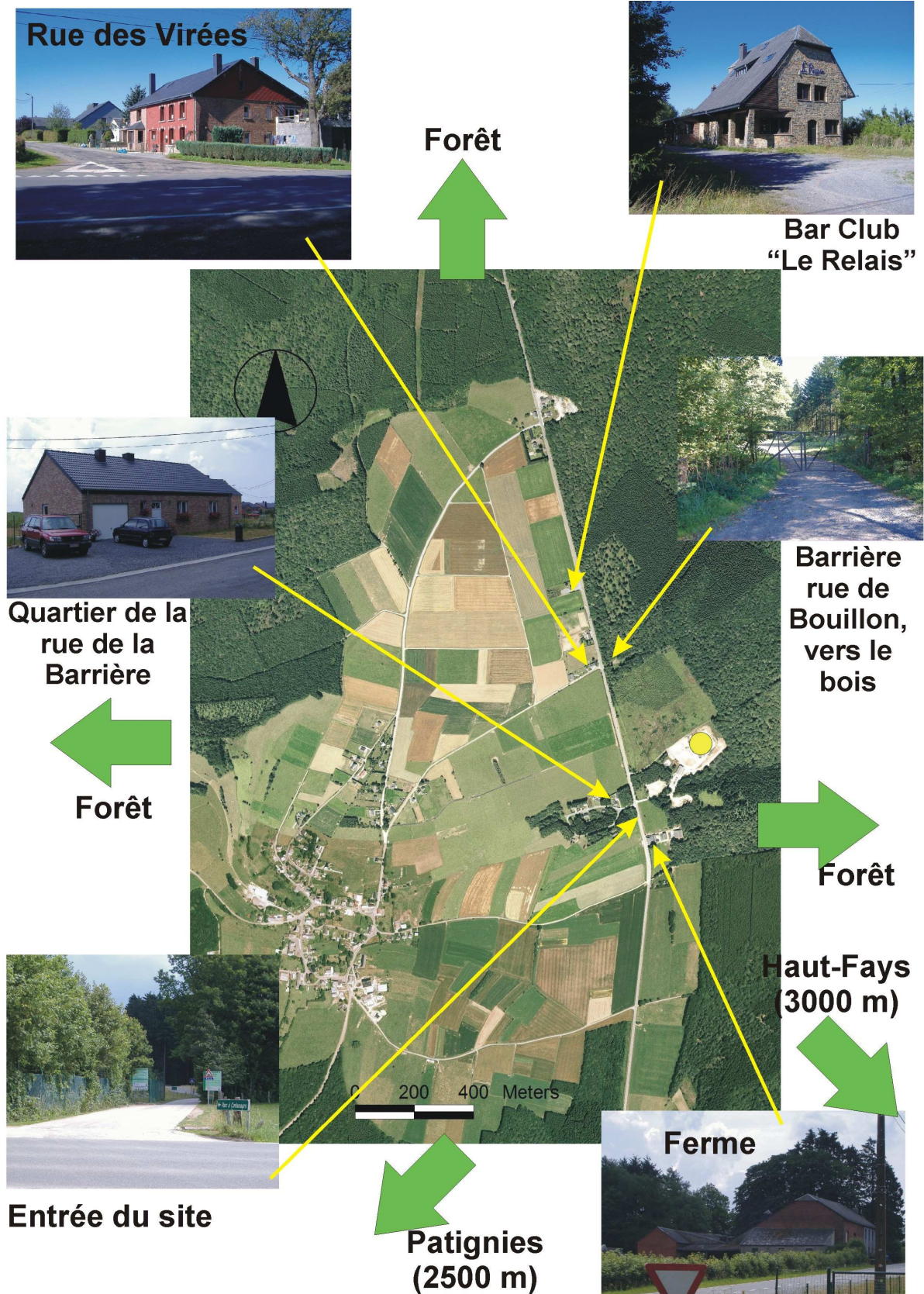


Figure 3 : Vue des environs du site du CET de Malvoisin

La figure 4 "zoome" sur la zone du CET proprement-dite.

Le CET, d'une superficie de 1.18 ha, est divisé en deux phases d'exploitation, respectivement de 0.55 ha pour la phase 1.1 (réhabilitée) et de 0.63 ha pour la phase 1.2. Au 31 décembre 2003 la capacité résiduelle était de l'ordre de $63\ 000\ m^3 \pm 10\%$.

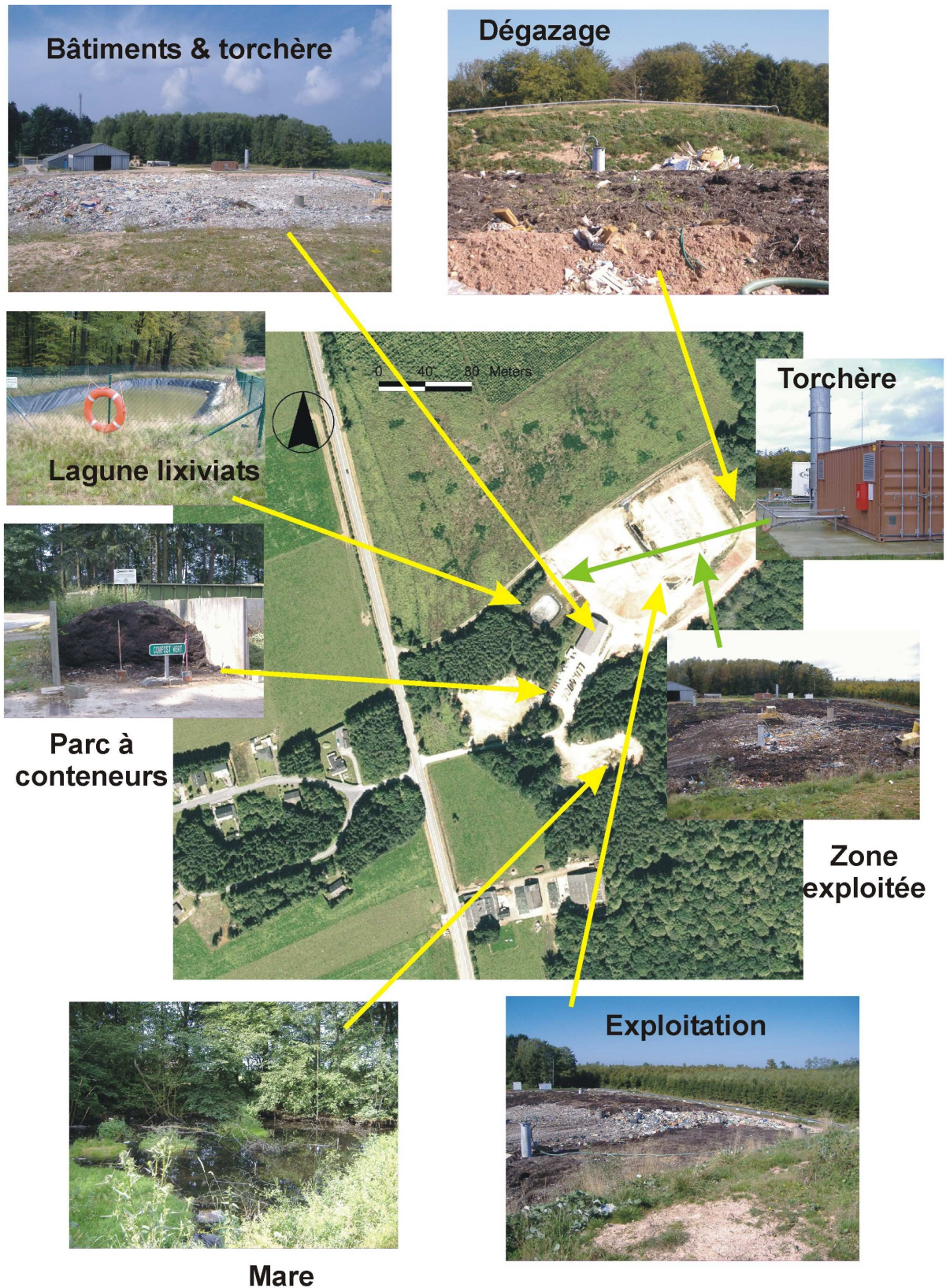


Figure 4 : Vue rapprochée du CET proprement-dit

Les déchets enfouis entrent dans deux catégories :

- Déchets de classe 2: déchets ménagers et assimilés. Le flux mensuel de déchets est de 8000 tonnes.
- Déchets de classe 3 : Déchets inertes provenant des parcs à conteneurs, des communes ou des sociétés privées. Le volume de remplissage mensuel est de 303 tonnes (en 2002).

La zone réhabilitée est munie d'un réseau de récupération du biogaz, qui est brûlé dans une torchère (pas toujours en fonctionnement lors de nos visites).

Les lixiviats sont récupérés et traités dans une station d'épuration, avec une lagune située sur le site.

A l'entrée, près des bâtiments administratifs, un petit "parc à conteneurs" accueille divers types de déchets, dont des déchets verts. De légères odeurs émanent de cette zone.

A proximité de la ferme, une "mare" reçoit des eaux usées et sales de provenance inconnue (effluents de l'étable proche ?). Cette mare dégage également une odeur, parfois forte.

En période d'activité normale, le volume de déchets déversé à Malvoisin est assez réduit par rapport à d'autres CET. Lors de nos visites, qui, installation et démontage compris, duraient environ deux heures en fin de matinée ou au début de l'après-midi, nous observions généralement un maximum de deux ou trois camions de déchets arrivant sur le site (exceptionnellement 5 le 22/08/2006) et souvent pas de camion du tout.

Les déchets font normalement l'objet d'un étalement (voir figure 5) dès leur arrivée, puis recouverts de compost.



Figure 5 : Etalement des déchets

Néanmoins, à plusieurs occasions, nous avons constaté des tas de déchets non encore étalés, ni recouverts (voir figure 6). Ceci n'est, en soi, pas nécessairement un élément négatif, dans la mesure où la manipulation des déchets entraîne toujours la libération des molécules volatiles emprisonnées dans la masse, mais, si le tas est laissé trop longtemps, une fermentation commence à se mettre en place et l'odeur sera alors plus forte lors de la manipulation ultérieure.



Figure 6 : Tas de déchets en attente de traitement

Observations qualitatives

La démarche commence par la récolte d'informations qualitatives sur la nature et la fréquence des odeurs perçues.

Les impressions générales des opérateurs sont les suivantes.

- La quantité de déchets amenés sur le CET et donc, l'activité sur le site, sont en général réduites, mais ce qui frappe surtout à Malvoisin, par rapport à tous les autres CET visités jusqu'à présent, c'est l'odeur de biogaz qui est omniprésente. Sur les autres CET, en effet, c'est bien l'odeur de déchets frais qui prédomine toujours. L'odeur de biogaz n'est en général présente qu'à proximité immédiate des puits de dégazage ou ponctuellement à l'endroit de fuites. Parfois, elle résulte de pannes du système de dégazage, de la torchère ou des moteurs. A Malvoisin, par contre, cette odeur de biogaz est toujours détectable, jusqu'à des distances importantes par rapport à la source et il s'agit même souvent de la seule odeur perçue par les opérateurs. Bien que les débits d'odeur résultants ne soient pas anormalement élevés, cette odeur peut néanmoins être perçue distinctement par les riverains, pourtant situés à quelques centaines de mètres de la zone exploitée.
- Ainsi, sur 7 mesures de terrain, les opérateurs ont noté au moins 4 fois des odeurs de biogaz, parfois assez fortes:
 - 22/08/2006 : odeur de déchets frais+biogaz
 - 21/09/2006 : peu d'activité sur le site, mais assez forte odeur de biogaz
 - 16/11/2006 : peu d'activité sur le site, mais odeur de biogaz
 - 25/01/2007 : mélange d'odeurs assez marquées de déchets frais et de biogaz.
- Une petite enquête auprès des riverains, essentiellement du quartier de "la Barrière", a également permis de situer grossièrement la tonalité olfactive perçue (voir plus loin). Si l'odeur "de poubelle" est perçue par 60% des personnes interrogées, 48% qualifient l'ambiance d'odeur "de gaz" et 74% la qualifient d'odeur "d'œuf pourri", contre 48% d'odeur "d'égout" et 0% d'odeur "d'élevage" (sachant qu'une même personne peut cumuler plusieurs impressions). Comme l'odeur "d'œuf pourri" peut parfois être confondue avec l'odeur de biogaz, on peut donc considérer que les riverains perçoivent celle-ci assez fréquemment. En effet, si l'odeur de déchets frais prédominait, les réponses enregistrées auraient probablement seulement fait mention d'une "odeur de poubelle".
- Le biogaz est non seulement perçu par le nez, mais il se manifeste également de manière visible par des bouillonnements dans les flaques d'eau (voir figure 7).



Figure 7 : Bouillonnements de biogaz dans les flaques d'eau

Observations quantitatives

Traçages d'odeur

Protocole

La campagne de mesure s'est déroulée sur trente-quatre semaines, entre le 6 juillet 2006 et le 27 février 2007, dans une période allant de 11h à 15 h, ce qui correspond à des périodes d'activité normale du CET et du centre de compostage.

L'équipe de mesure s'est rendue 9 fois sur le terrain, respectivement le 6/07/06, le 22/08/06, le 14/09/06, le 21/09/06, le 13/10/06, le 20/10/06, le 16/11/06, le 25/01/07 et le 27/02/07.

Sept de ces journées ont fait l'objet de traçages d'odeur, une (le 27/02/07) d'un prélèvement pour analyse physico-chimique et une (le 13/10/06) d'une visite aux riverains pour distribuer les questionnaires.

Exceptionnellement pour cette campagne, les odeurs de biogaz ont également été tracées et pas uniquement celles des déchets frais.

La période de mesure exceptionnellement longue est due à deux éléments :

- la faible activité sur le site : les opérateurs revenaient chaque fois assez désappointés de s'être déplacés pour constater une odeur, souvent assez diffuse et chaque fois très similaire à celle des journées précédentes;
- l'attente de l'arrivée des déchets rapatriés de Froidchapelle, prévus en décembre 2006, et qui aurait permis éventuellement de rompre cette redondance, mais qui n'a finalement pas duré suffisamment de temps pour être exploitée.

Plutôt que d'effectuer les 10 "tours-odeur" généralement prévus pour ces campagnes sur les CET, nous avons préféré nous limiter à 7 (trois de plus n'auraient rien apporté comme information supplémentaire), mais réaliser quelques autres analyses (enquête dans la population, GCMS et olfactométrie).

L'époque était particulièrement propice aux vents des secteurs sud-sud-est et ouest-nord-ouest, comme le montre la rose des vents représentée sur la figure 8.

Donc, dans l'ensemble, il y avait assez peu de vents susceptibles de porter les odeurs vers les riverains de la rue de la Barrière.

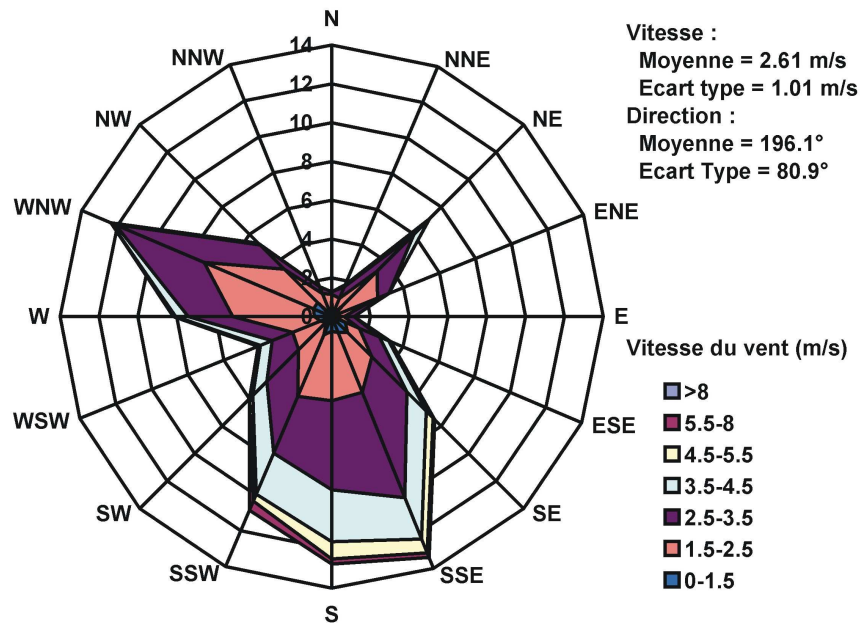


Figure 8 : Rose des vents caractéristique de l'époque de mesure

Les classes de vitesse les plus rencontrées sont 2.5-3.5 et 3.5-4.5 m/s. La période de mesure s'étalant sur plusieurs mois très contrastés (été, automne et hiver), cette campagne s'avère très représentative des conditions climatiques diversifiées rencontrées en moyenne sur le site.

Chacun des points de mesure a fait l'objet d'un repérage au GPS. Pour assurer la précision de la mesure, l'appareil était étalonné par "calage" sur un point de coordonnées connues au début de chaque mesure, ce qui permettait de déduire des termes correcteurs pour les coordonnées Lambert.

La station météo était placée dès l'arrivée (figure 9), démontée en fin de mesure et les données stockées toutes les 30 secondes étaient vidangées lors du retour à Arlon.



Figure 9 : Station météo mobile placée sur un point haut du site

Le gestionnaire était prévenu de notre visite. Le traçage d'odeur durait environ 1 heure. Chaque détection d'odeur était confirmée par plusieurs passages à des moments différents. Les données, prétraitées dans Excel, étaient ensuite introduites dans le logiciel Tropos.

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

Résultats

Les figures 11 à 17 montrent les courbes limites ajustées par le modèle (en bleu). Sur les mêmes figures sont indiqués les endroits où l'odeur a été détectée. La signification des symboles est fournie en figure 10.

En commentaires sont également notées les conditions moyennes observées durant la période de mesure : activité sur le site et conditions météorologiques.

Les valeurs du débit d'odeur ajusté par Tropos sont également indiquées sur les schémas.

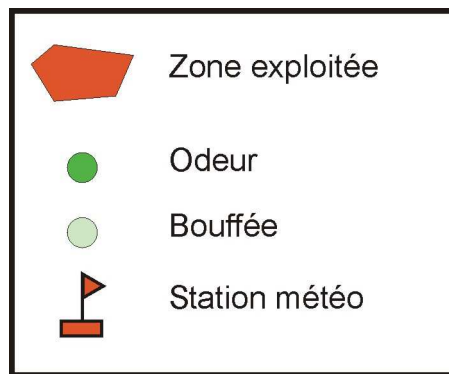


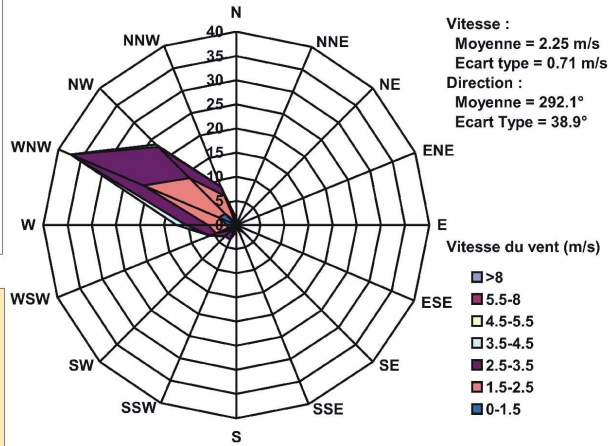
Figure 10 : Légende des figures 11 à 17

Jeudi 6 juillet 2006 (14h00 - 15h00)

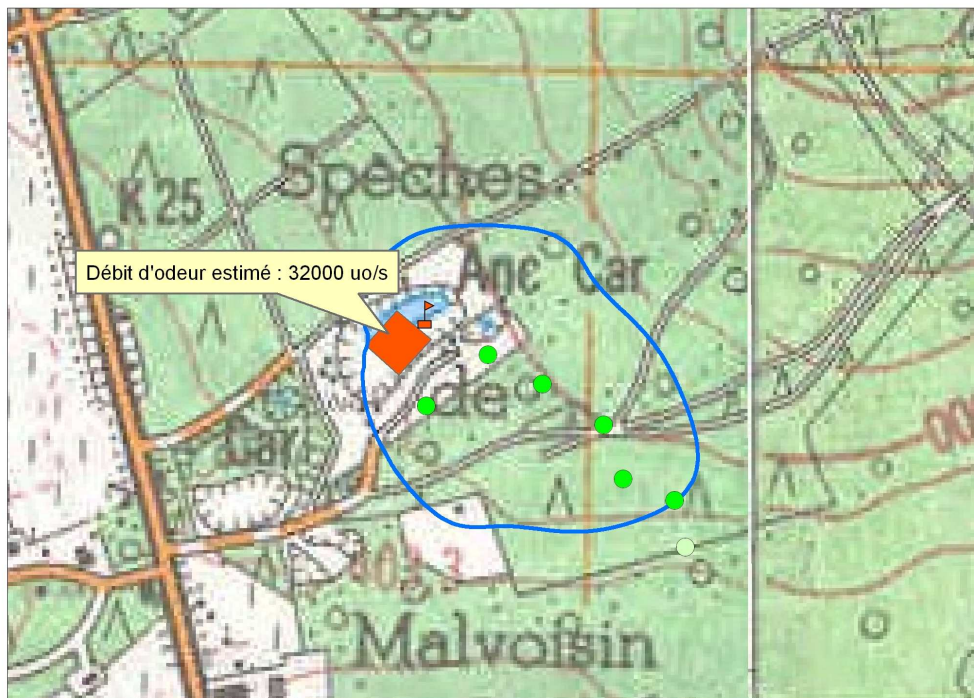
Vent d'Ouest-Nord-Ouest faible

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 2.2 m/s
 Direction moyenne : 292°
 Température : 27°C
 Radiation moyenne : 563 W/m²
 Pression atmosphérique : 1018 hPa
 Classe de stabilité : B
 Nombre de camions :



Pas d'étalement des déchets pendant la période de mesure. Déchets "à l'air libre" sans recouvrement de compost.



0 30 60 120 180 240 Mètres

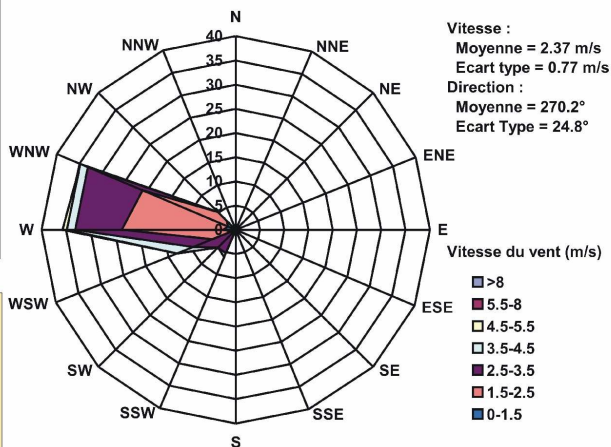
Figure 11 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 6 juillet 2006

Mardi 22 août 2006 (14h00 - 15h00)

Vent de SSE soufflant en rafales

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 2.3 m/s
 Direction moyenne : 270°
 Température : 17°C
 Radiation moyenne : 124 W/m²
 Pression atmosphérique : 1018 hPa
 Classe de stabilité : C
 Nombre de camions : 5



Ciel nuageux, risques d'averses.
 Odeurs de déchet frais et de biogaz mélangées.
 Déchets mis en tas, puis étalés à l'aide du pied de mouton.

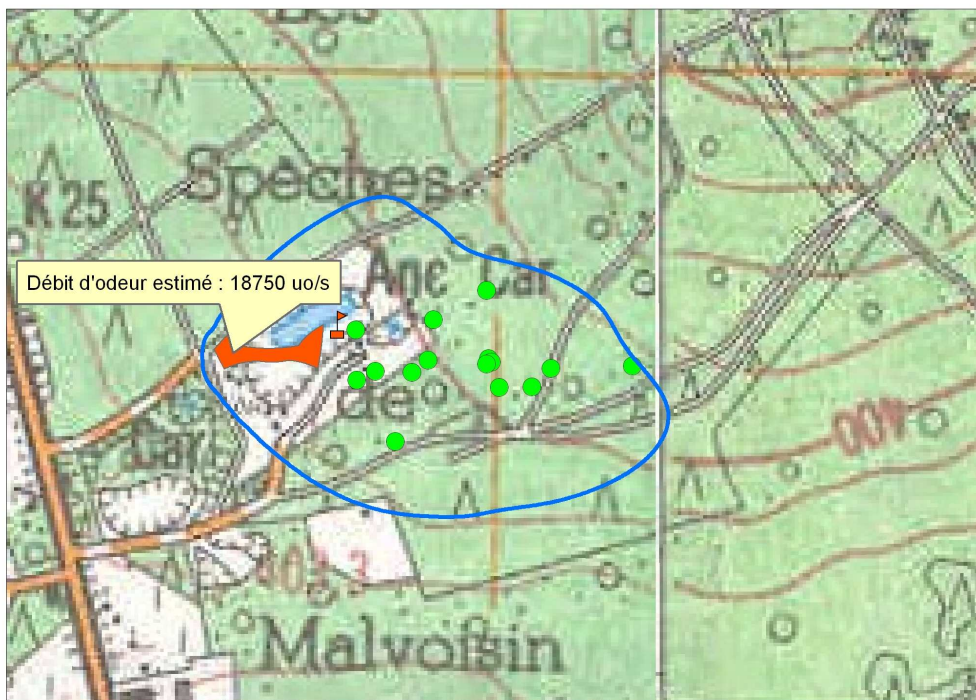


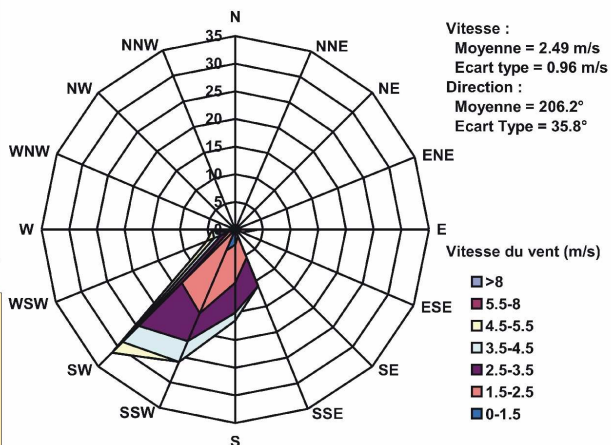
Figure 12 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 22 août 2006

Jeudi 14 septembre 2006 (11h50 - 12h30)

Vent de SSO

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 2.5 m/s
 Direction moyenne : 206 °
 Température : 25°C
 Radiation moyenne : 493 W/m²
 Pression atmosphérique : 1003 hPa
 Classe de stabilité : B



Très peu d'odeur, pratiquement pas d'activité sur le site.

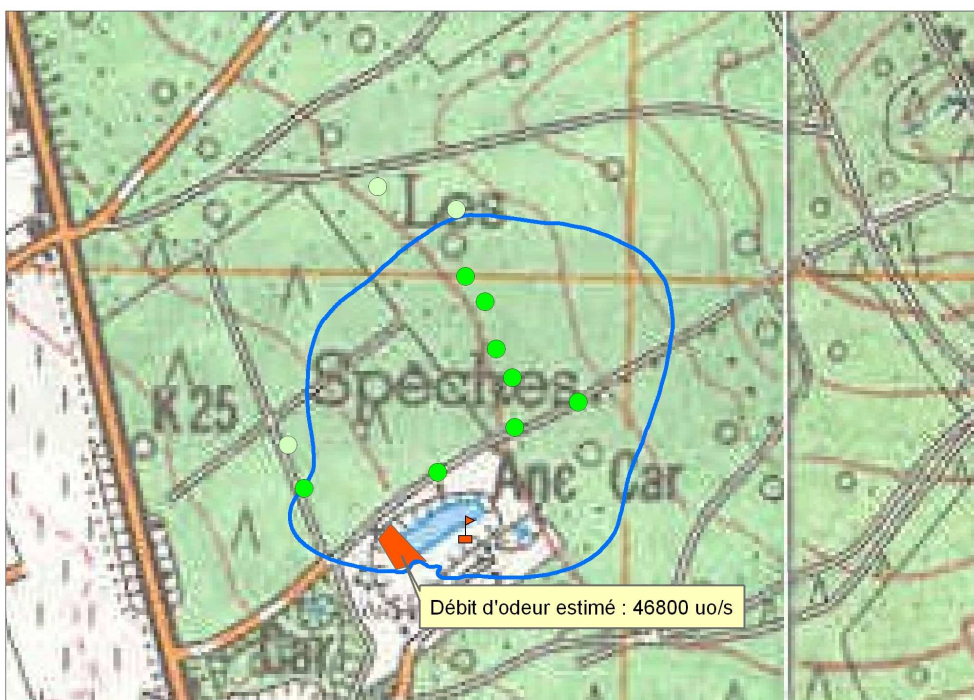


Figure 13 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 14 septembre 2006

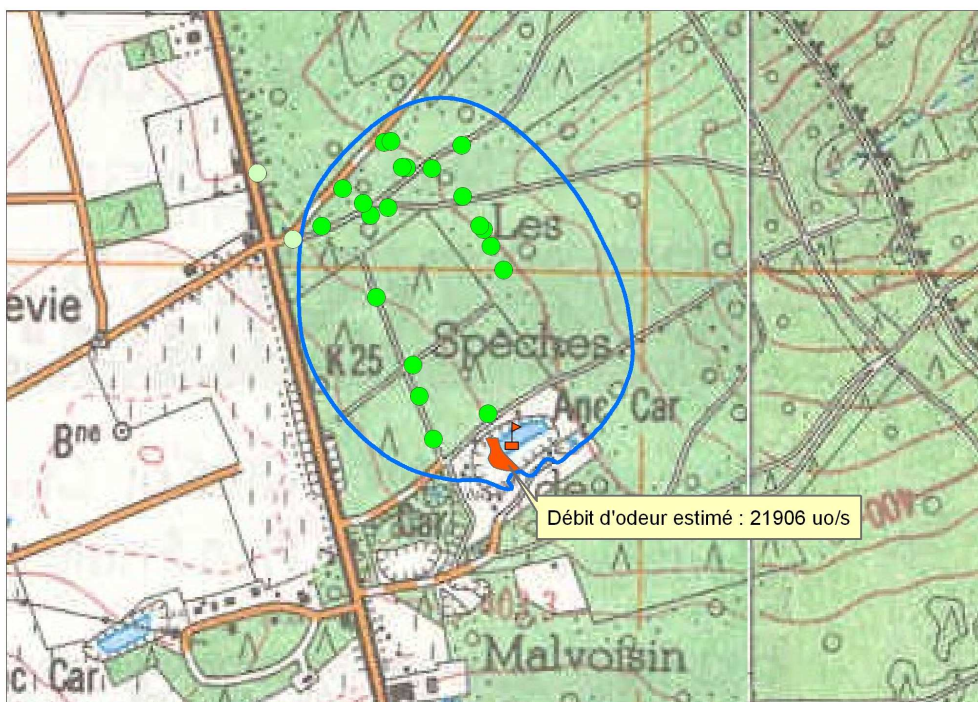
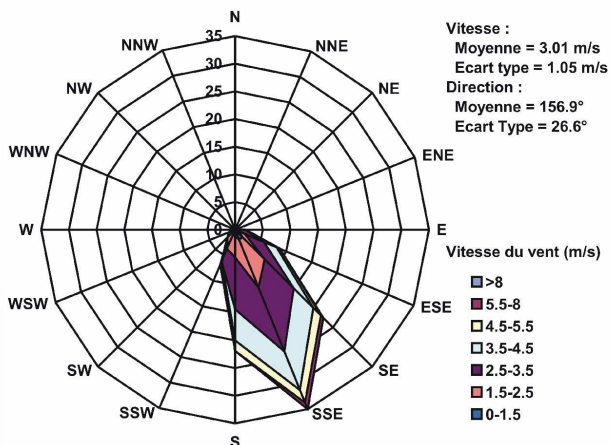
Jeudi 21 septembre 2006 (11h30 - 12h45)

Vent de SSE soufflant en rafales

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 3 m/s
 Direction moyenne : 157°
 Température : 24°C
 Radiation moyenne : 495 W/m²
 Pression atmosphérique : 1017 hPa
 Classe de stabilité : B
 Nombre de camions : 2

Pas d'étalement des déchets pendant la période de mesure. Activité réduite sur le site (une machine en panne). 2 camions venus déverser leur contenu sur le tas avant étalement.



0 50 100 200 300 400 Mètres

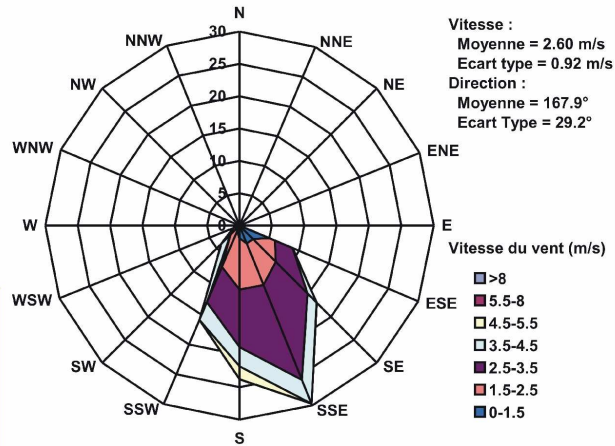
Figure 14 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 21 septembre 2006

Vendredi 20 octobre 2006 (11h30 - 12h30)

Vent de direction variable

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 2.6 m/s
 Direction moyenne : 168°
 Température : 14°C
 Radiation moyenne : 191 W/m²
 Pression atmosphérique : 970 hPa
 Classe de stabilité : C
 Nombre de camions : 0



Pas d'étalement des déchets pendant la période de mesure. Activité réduite sur le site. Mesure effectuée après une averse (site parsemé de flaques d'eau). Odeur de biogaz perceptible.

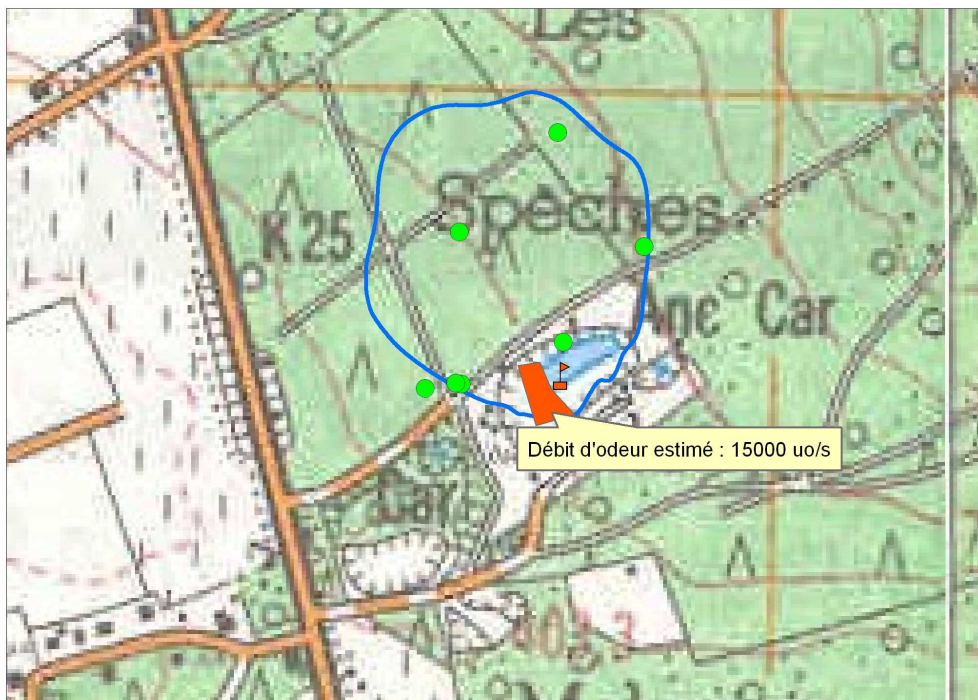


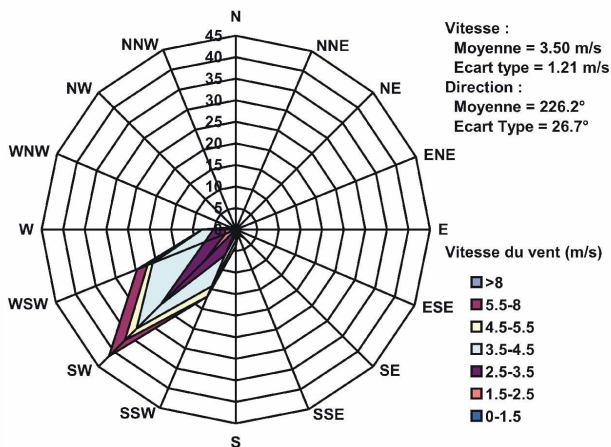
Figure 15 : Figure 14 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 20 octobre 2006

Jeudi 16 novembre 2006 (13h20 - 14h10)

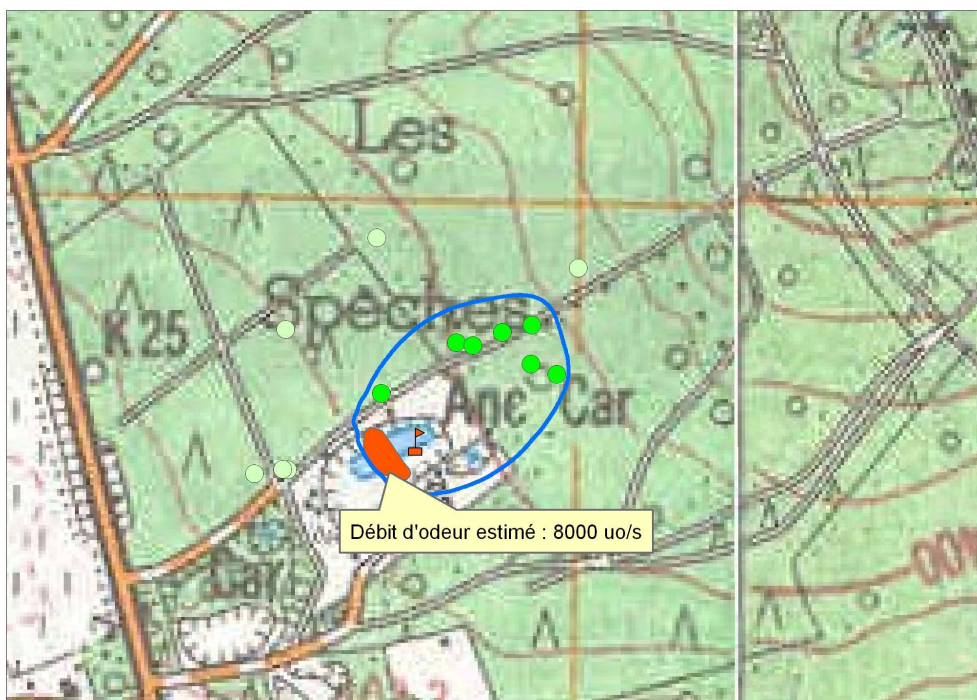
Vent de SO

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 3.5 m/s
 Direction moyenne : 226°
 Température : 17°C
 Radiation moyenne : 119 W/m²
 Pression atmosphérique : 970 hPa
 Classe de stabilité : C
 Nombre de camions : 1



Oeur de biogaz perçue sur le site.
 A courte distance mélange des odeurs
 boisées avec celles des déchets
 et du gaz. Très peu d'activité sur le
 site et courte distance d'émission
 des odeurs.



0 50 100 200 300 400 Mètres

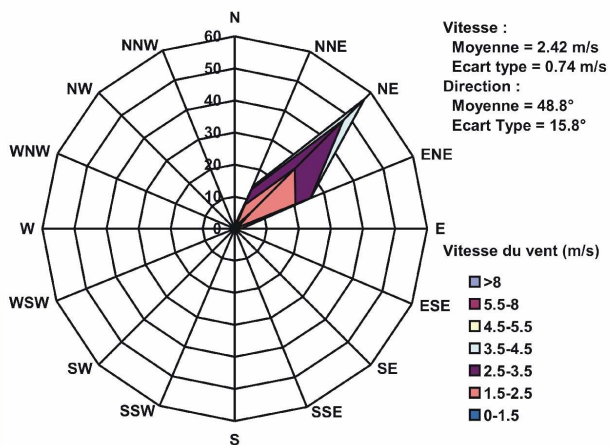
Figure 16 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 16 novembre 2006.

Jeudi 25 janvier 2007 (11h20-12h00)

Vent de NO faible

Conditions climatiques moyennes :

Vitesse du vent moyenne : 2.4 m/s
 Direction moyenne : 49°
 Température : -2°C
 Radiation moyenne : 133 W/m²
 Pression atmosphérique : 980 hPa
 Classe de stabilité : C
 Nombre de camions : 1



Forte odeur de biogaz sur le site (puits de dégazage ouverts).
 Peu d'odeur de déchets.
 Odeur de biogaz perçue en-dehors du site du CET. Pas d'étalement des déchets pendant la mesure.

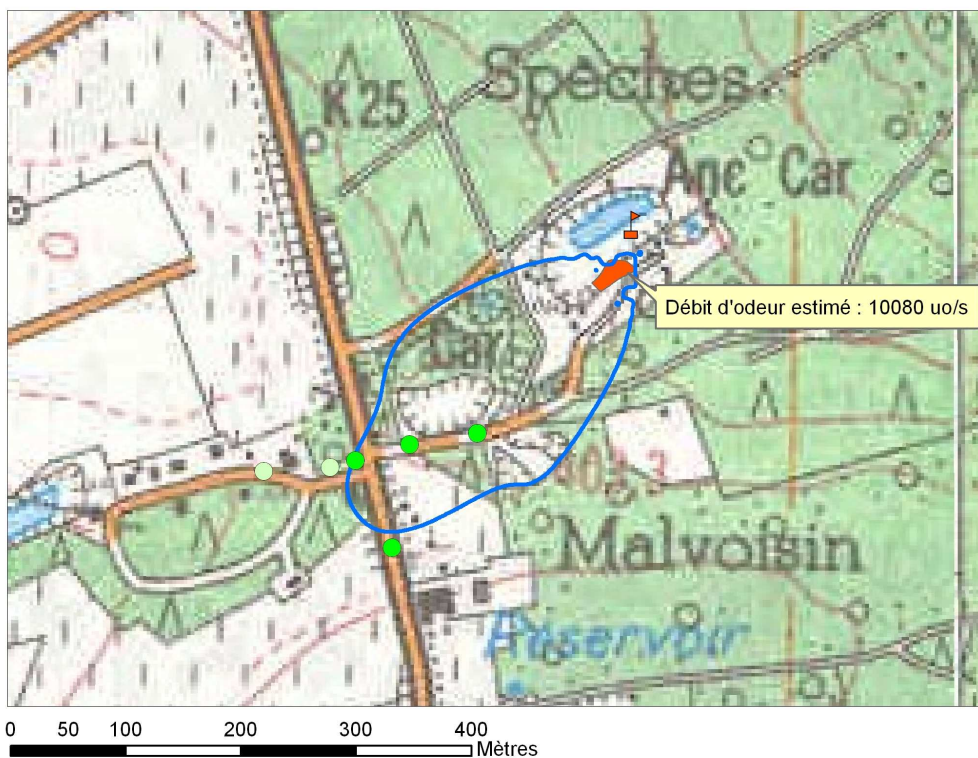


Figure 17 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 25 janvier 2007.

Le tableau 1 synthétise les résultats obtenus.

Date	Direction du vent	Vitesse du vent (m/s)	Classe de stabilité	Distance max (m)	Activité sur le site	Débit d'émission (uo/s)
6/07/06	292°	2.2	B	300	déchets libres	32 000
22/08/06	270°	2.3	C	350	5 camions, étalement	18 750
14/09/06	206°	2.5	B	350	pas d'activité	46 800
21/09/06	157°	3.0	B	460	2 camions, pas d'étalement	21 906
20/10/06	168°	2.6	C	270	pas d'activité	15 000
16/11/06	226°	3.5	C	200	1 camion, pas d'étalement	8 000
25/01/07	49°	2.4	C	320	1 camion, pas d'étalement	10 080

Tableau 1 : Synthèse des résultats d'ajustement du débit d'émission d'odeur aux limites de perception mesurées.

Les 7 observations de ce tableau sont exploitables.

Le débit d'odeur n'est pas nécessairement proportionnel à l'activité sur le site, car l'odeur de biogaz était toujours bien présente, quelle que soit l'activité, et c'est surtout celle-là, souvent en mélange avec celle des déchets frais, que nos opérateurs ont suivi.

Remarquons néanmoins que le panache est demeuré dans une aire très limitée, la distance maximale de perception étant de 460 mètres, avec une moyenne de 321 ± 59 mètres. Vers l'ouest, l'odeur n'a pratiquement jamais dépassé la route de Bouillon.

Les 7 débits mesurés s'étalent de 8 000 à 46 800 uo/s, avec un moyenne de $21\,791 \pm 10\,087$ uo/s. soit une valeur assez faible par rapport aux autres CET.

Nous avons donc considéré ce débit de 21 791 uo/s comme typique de la période de mesure, en jugeant que les situations observées au cours de ces sept journées se sont présentées au gré du hasard et que l'ensemble est assez représentatif de l'odeur émise sur le site durant la période de mesure.

Evaluation des percentiles

Sur base de ce débit moyen d'émission déterminé, nous pouvons extrapoler les courbes de perception olfactive au climat moyen du site. L'extrapolation a été réalisée en introduisant dans le modèle le climat moyen de Sinsin, situé à 18 km à vol d'oiseau à l'est de Malvoisin. Ceci permet de dessiner les percentiles 95, 98 et 99.5 relatifs à la limite de perception (1 uo/m^3) de l'odeur de déchets du CET (figure 18). Nous fournissons en outre, en figure 19, une vue plus rapprochée de la zone délimitée par le percentile 98, 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).

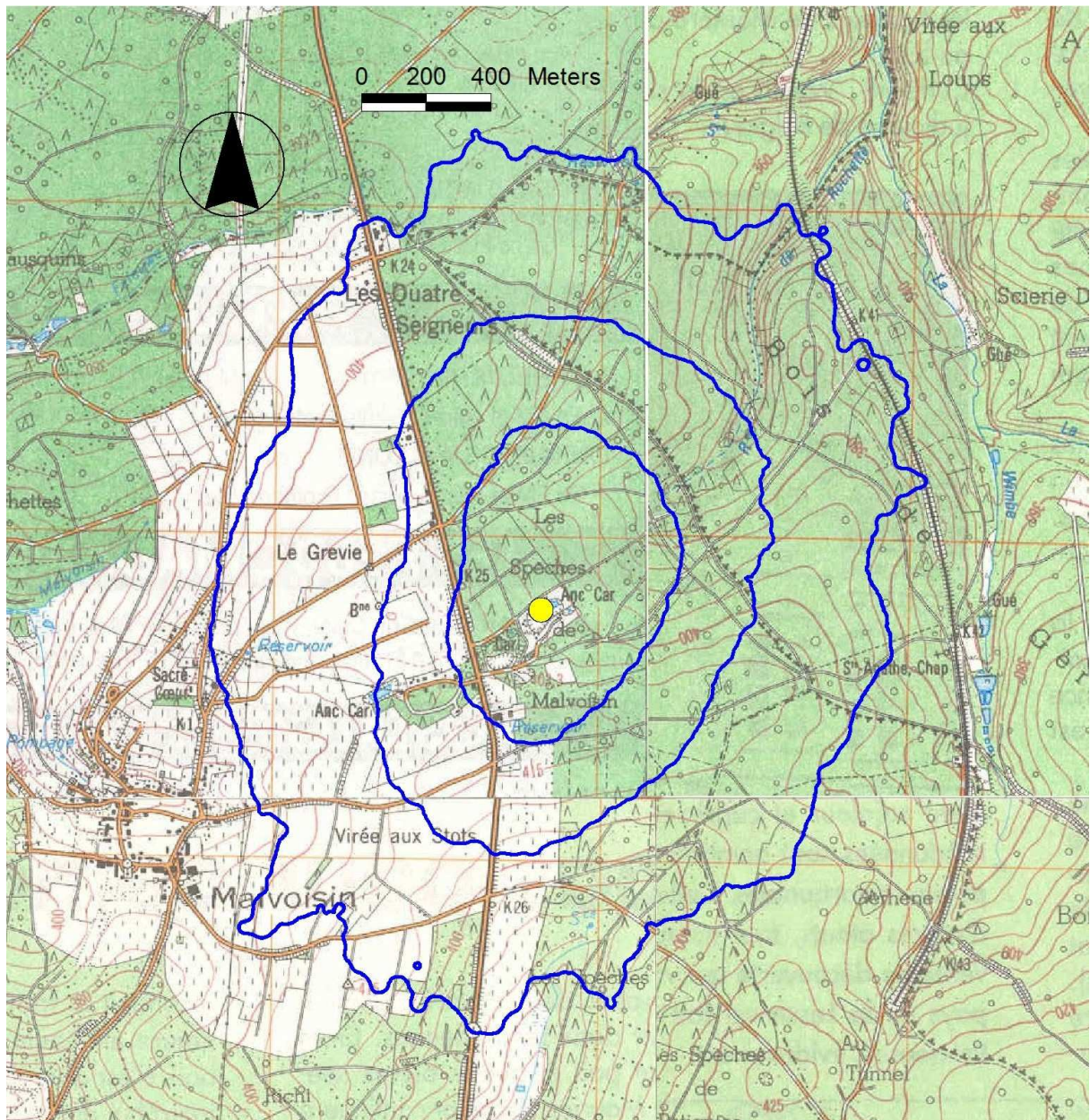


Figure 18 : Percentiles 95, 98 et 99.5 correspondant à 1 uo/m^3 et au climat annuel moyen

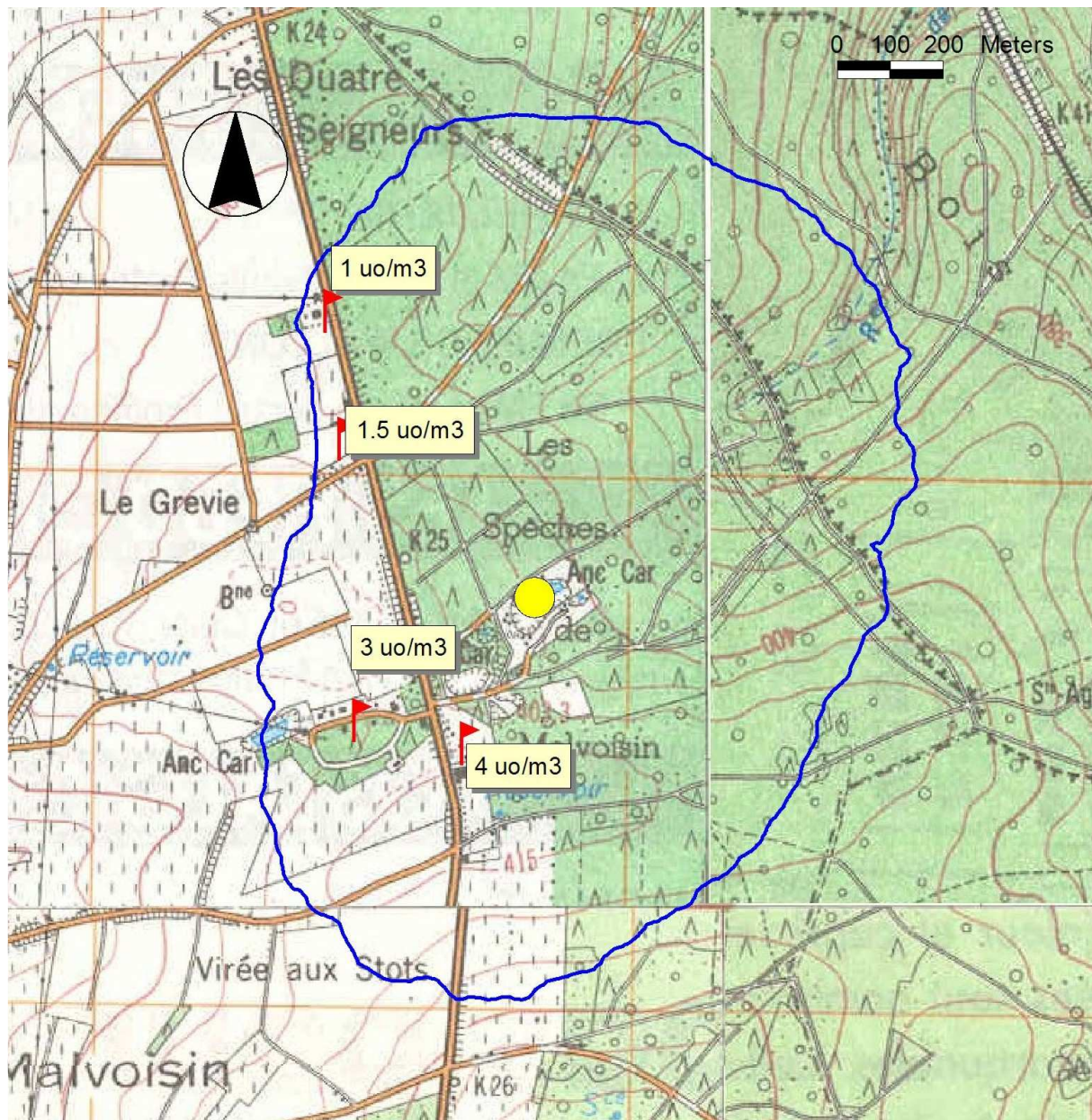


Figure 19 : Percentile 98 correspondant à 1 uo/m³ et au climat annuel moyen

Si nous considérons que le percentile 98 délimite la zone de nuisance olfactive, nous constatons que celle-ci prend la forme d'une sorte d'ellipse allongée dans le sens des vents dominants (SO-NE) dont le grand axe vaut environ 1650 m et le petit axe 1050 m. Globalement, donc, le percentile s'étend jusqu'à une distance maximum d'environ 880 m à partir de la source, soit une distance faible comparativement à tous les autres CET visités jusqu'à présent.

Le nombre de maisons dans cette zone est d'une petite quarantaine. Les différents quartiers touchés sont repérés par un petit drapeau rouge: il s'agit essentiellement de la rue de la Barrière, de la ferme au sud du site, des premières habitations de la rue des Virées et des maisons un peu plus au nord, sur la route de Bouillon, dont "Le Relais".

A côté de chacun de ces quartiers, nous avons indiqué l'exposition du premier riverain touché. 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, le premier riverain de la rue de la Barrière se trouve sur le percentile 98 relatif à 3 uo/m³. On constate donc que les expositions valent 1, 1.5, 3 et 4 uo/m³ respectivement pour "Le Relais", l'entrée de la rue des Virées, les premiers riverains de la rue de la Barrière et la ferme.

En ne considérant donc que la situation rencontrée dans le cadre de nos mesures, nous pouvons conclure que dans l'ensemble, la zone de nuisance ne s'étend pas très loin au-delà du CET proprement-dit. Cependant, la particularité du site de Malvoisin est la proximité des riverains, notamment ceux de la rue de la Barrière, ce qui, au total, engendre tout de même un certain potentiel de plaintes.

Si nous examinons le percentile 99.5, nous constatons que l'odeur peut tout à fait exceptionnellement se propager jusqu'à 1400 mètres, sans atteindre cependant le coeur des villages de Malvoisin et de Patignies.

Chambre de flux et olfactométrie

Le 25 janvier 2007, un échantillon a été prélevé sur la surface de déchets de Malvoisin, selon la technique de la chambre de flux, décrite ci-dessus, puis analysé par olfactométrie dynamique. Comme nous l'avons signalé, cette technique est très peu adaptée à l'évaluation du flux d'odeur sur une surface aussi perturbée que celle de déchets bruts. La figure 20 montre une vue rapprochée de la chambre placée sur les déchets du CET. En dépit de diverses tentatives pour assurer un bon contact avec la surface, on constate que le prélèvement par chambre de flux est très loin de respecter les conditions d'étanchéité indispensables.



Figure 20 : Vue rapprochée de la chambre de flux déposée sur la surface de déchets à Malvoisin

Par ailleurs, l'hétérogénéité de la zone investiguée demanderait de prélever en un très grand nombre d'endroits différents. Nous avons néanmoins voulu appliquer la méthode, ne fut-ce que pour démontrer son inadéquation dans le cas des odeurs de déchets frais.

Deux échantillons ont été prélevés à deux endroits différents du site.

Compte tenu des concentrations d'odeur mesurées, du débit du gaz porteur (10 l/min) et des caractéristiques de la chambre, les flux surfaciques mesurés sont respectivement de 0.40 et 0.18 uo/m^2s pour chacun des deux échantillons. En estimant une surface totale de 510 m^2 (le jour de la mesure), on obtient pour ces deux échantillons des débits totaux négligeables, soit respectivement 204 et 92 uo/s . Même en considérant que la surface d'émission des odeurs de déchets frais était

exceptionnellement faible ce jour-là et que, en d'autres temps, on pourrait la décupler, le débit maximum n'atteindrait encore que 2000 uo/s, ce qui reste encore assez faible.

Ces débits, bien sûr, sous-estiment la réalité, mais en tout état de cause, leur très faible valeur tendrait à prouver que l'odeur, dans le cas présent, n'est pas due aux déchets étalés, mais bien parfois à leur manipulation et surtout au biogaz. Cependant, nous n'avons pas, dans le cadre de cette campagne, évalué le débit d'odeur du biogaz par cette méthode de la chambre de flux, les sources étant très diffuses et très diversifiées (notamment, fuites de puits).

Analyse physico-chimique

Le 27 février 2007, un prélèvement en cartouche a été réalisé à proximité des puits de récupération du biogaz. Malheureusement, une panne du spectromètre de masse a empêché l'analyse correcte de cet échantillon. En l'absence de résultats de caractérisation de l'ambiance sur le site, nous pouvons nous référer au contrôle des émissions surfaciques et à l'analyse de la qualité de l'air réalisés par l'ISSeP à Malvoisin.

Les résultats en notre possession confirment l'impression olfactive, à savoir une teneur en méthane anormalement élevée en surface, soit 10 à 30 fois supérieure à celle trouvée sur d'autres sites. Ceci pousserait à suspecter la présence de fuites dans le réseau de récupération du biogaz.

Rappelons que, dans la composition d'un biogaz typique, figurent essentiellement le méthane (CH₄), dans une proportion de 50 à 60% et le dioxyde de carbone (CO₂), dans une proportion de 30 à 40%. Le méthane n'est pas réputé odorant. Cela pourrait être dû à sa faible solubilité dans le mucus olfactif. C'est la raison pour laquelle on ajoute, dans les réseaux de distribution de gaz naturel, des composés forts odorants, comme des mercaptans, pour que l'odeur puisse servir de signal d'alarme en cas de fuite.

L'odeur du biogaz est donc plutôt due aux composés volatils en trace. En se référant aux analyses réalisées par l'ISSeP sur d'autres sites, on trouve les ordres de grandeurs suivants pour les principaux composés retenus :

- H₂S : 100 ... 300 mg/Nm³ (70 ... 200 ppmv)
- alcanes : 25 ... 30 mg/Nm³
- alcènes : 3 ... 5 mg/Nm³
- benzène : 1 ... 3 mg/Nm³ (0.3 ... 1 ppmv)
- toluène : 15 ... 25 mg/Nm³ (4 ... 6.5 ppmv)
- ethylbenzène : 9 ... 20 mg/Nm³ (2 ... 4.5 ppmv)
- xylènes : 15 ... 25 mg/Nm³ (3.5 ... 4.5 ppmv)
- composés chlorés : 1 ... 10 mg/Nm³

De tous ces composés, le sulfure d'hydrogène est certainement celui qui est réputé le plus odorant, avec une concentration au seuil de perception de l'ordre de 0.015 ppmv. La concentration en H₂S dans un biogaz typique dépassant largement ce seuil, le sulfure d'hydrogène, avec son odeur d'œuf pourri, participe donc prioritairement à l'odeur de biogaz.

Parmi les autres composés figurent les BTEX, dans des proportions non négligeables. Leurs seuils olfactifs, selon Devos et al^[20] sont respectivement de 3.63 ppmv pour le benzène, 1.54 ppmv pour le toluène, 0.003 ppmv pour l'éthylbenzène (0.4 ppmv dans d'autres publications) et entre 0.32 et 0.85 ppmv pour les 3 isomères du xylène. Les concentrations rencontrées dans le biogaz, en général supérieures aux seuils olfactifs, montrent donc que les BTEX participent à l'odeur. Ces composés ont une odeur "aromatique", qualifiée souvent de "douce", les mots "âcre" et "piquant" sont également évoqués pour le toluène.

Les composés chlorés proviennent notamment de la dégradation des matières plastiques, des peintures, solvants, produits de nettoyage, ... Ils peuvent également contribuer à l'odeur globale du biogaz.

Par contre, le paracyène, parfois considéré comme un gaz traceur typique du biogaz, n'est que rarement mesuré sur les CET et n'est que très peu évoqué dans les publications scientifiques.

Enquête dans la population

Questionnaire

Dans le cas de Malvoisin, vu la proximité des riverains de la rue de la Barrière, il nous a semblé utile de tester une méthodologie d'enquête, afin de tenter d'évaluer la nuisance olfactive due au CET. La méthode employée est largement inspirée de la recommandation allemande VDI3883^[19]. Le questionnaire a été distribué aux habitants sous la forme d'un petit livret comprenant une lettre d'accompagnement (figure 21) et une demande d'informations générales (figure 22).

Cher monsieur, chère madame,

Nous travaillons en collaboration avec l'ISSeP (Institut de service public) qui est en train de réaliser des mesures de la qualité de l'air à proximité de chez vous afin d'objectiver l'impact du CET de Malvoisin sur votre environnement.

Notre équipe est plus particulièrement spécialisée dans la mesure des odeurs. Afin de connaître l'influence du CET sur vos conditions de vie, il est nécessaire que nous fassions appel à votre bonne volonté. L'objectif de cette enquête est de connaître la situation environnementale actuelle de votre quartier. Vous êtes par conséquent sollicité pour répondre à ce formulaire. Vous n'êtes évidemment tenu à aucune obligation de participation et toutes les données sont considérées comme confidentielles. De plus votre anonymat sera préservé.

Utilisez l'enveloppe jointe (port payé par le destinataire) pour nous transmettre votre formulaire complété.

N'hésitez pas à nous contacter pour toutes interrogations concernant cette enquête.

D'avance merci pour votre coopération !

Figure 21 : Lettre d'accompagnement du questionnaire

Informations générales

Depuis quand habitez-vous ce quartier ?

Avez-vous un emploi en dehors de votre habitation ?

Non - Oui

Quand êtes vous généralement chez vous ?

le week-end Non - Oui

le mercredi après-midi Non - Oui

d'autres jours :

Dans quelle tranche d'âge vous situez-vous ?

< à 20 ans

entre 20 et 40 ans

entre 41 et 60 ans

entre 61 et 70 ans

entre 71 et 80 ans
> à 81 ans

Accepteriez-vous de remplir, deux jours par semaine, à raison de deux fois sur la journée, une fiche semblable à l'exemple joint à ce courrier ?

Non - Oui

Dans le cas où vous acceptez de participer, souhaitez-vous renvoyer vos fiches par e-mail ou par courrier, sachant que vous recevrez des enveloppes payées par le destinataire ?

Par e-mail - par courrier (*biffez la mention inutile*)

Si par e-mail, précisez votre adresse électronique :

Si par courrier, précisez votre adresse :

Merci pour votre collaboration

Figure 22 : Demande d'informations générales accompagnant le questionnaire

Le questionnaire proprement-dit est le suivant :

1. Considérez-vous habiter dans un quartier pollué ?

Non - Oui

2. Comment évaluez-vous cette pollution ? (*cochez le rectangle correspondant à votre appréciation*)

<u>Aucune</u>	<input type="checkbox"/>	<u>0</u>
<u>Très légère</u>	<input type="checkbox"/>	<u>1</u>
<u>Légère</u>	<input type="checkbox"/>	<u>2</u>
<u>Modérée</u>	<input type="checkbox"/>	<u>3</u>
<u>Sérieuse</u>	<input type="checkbox"/>	<u>4</u>
<u>Très sérieuse</u>	<input type="checkbox"/>	<u>5</u>
<u>Grave</u>	<input type="checkbox"/>	<u>6</u>

3. Considérez-vous que les habitants de votre quartier sont gênés par une pollution liée :

<u>aux odeurs</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Non</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Oui</u>
<u>au bruit</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Non</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Oui</u>
<u>à une autre pollution</u>				

4. Cette situation existe-t-elle depuis que vous habitez dans le quartier ?

<input type="checkbox"/>	<u>Non</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Oui</u>	
<u>Elle s'aggrave :</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Non</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Oui</u>
<u>Elle s'améliore :</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Non</u>	<input type="checkbox"/>	<u>Oui</u>

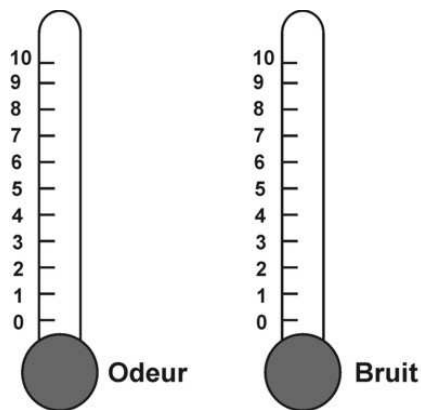
5. Comment percevez-vous les odeurs polluantes quand vous êtes à l'extérieur de votre habitation ? (cochez la case correspondant à votre perception). De manière :

<i>imperceptible</i>	<input type="checkbox"/>	<i>0</i>
<i>à peine perceptible</i>	<input type="checkbox"/>	<i>1</i>
<i>faible</i>	<input type="checkbox"/>	<i>2</i>
<i>franche</i>	<input type="checkbox"/>	<i>3</i>
<i>forte</i>	<input type="checkbox"/>	<i>4</i>
<i>très forte</i>	<input type="checkbox"/>	<i>5</i>
<i>insupportable</i>	<input type="checkbox"/>	<i>6</i>

6. A quelle fréquence estimez-vous sentir une odeur polluante quand vous êtes à l'extérieur de votre habitation ?

<i>jamais</i>	<input type="checkbox"/>	<i>0</i>
<i>1 fois par mois</i>	<input type="checkbox"/>	<i>1</i>
<i>2 à 3 fois par mois</i>	<input type="checkbox"/>	<i>2</i>
<i>une fois par semaine</i>	<input type="checkbox"/>	<i>3</i>
<i>2 à 3 fois par semaine</i>	<input type="checkbox"/>	<i>4</i>
<i>presque chaque jour</i>	<input type="checkbox"/>	<i>5</i>

7. S'il existait un thermomètre pour mesurer la nuisance dans votre quartier, en considérant que 10° indique une gêne insupportable et 0° l'absence de gêne, où placeriez-vous la gêne subie par votre quartier sur ce thermomètre ? (entourez le chiffre adéquat)



8. Quel est votre propre degré de gêne dû aux odeurs et au bruit ?

	Odeurs	Bruit
Aucune gêne	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0
Gêne très légère	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
Gêne légère	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
Gêne distincte	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
Gêne forte	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4
Gêne très forte	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5
Gêne insupportable	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6

9. Est-ce que les odeurs provoquent des effets particuliers sur votre comportement ? (*entourez le chiffre correspondant pour chaque effet*)

effet	fréquence	jamais	rarement	parfois	souvent	très souvent
cela me perturbe quand je parle		0	1	2	3	4
cela m'empêche de dormir		0	1	2	3	4
cela me cause des maux de tête		0	1	2	3	4
cela me rend irritable		0	1	2	3	4
cela me cause une perte d'appétit		0	1	2	3	4
cela me cause des nausées		0	1	2	3	4
cela me réveille la nuit		0	1	2	3	4

10. Comment considérez-vous votre sensibilité aux odeurs en général (*êtes-vous un bon nez*) ?

<i>pas réactif</i>	<input type="checkbox"/>	<i>0</i>
<i>peu réactif</i>	<input type="checkbox"/>	<i>1</i>
<i>moyennement réactif</i>	<input type="checkbox"/>	<i>2</i>
<i>très réactif</i>	<input type="checkbox"/>	<i>3</i>
<i>extrêmement réactif</i>	<input type="checkbox"/>	<i>4</i>

11. Comment caractérisez-vous l'odeur gênante ?

- pas d'odeur gênante
- comme une odeur de poubelle
- comme une odeur de gaz
- comme une odeur d'œuf pourri
- comme une odeur d'égout
- comme une odeur d'élevage
- autres

12. Existe-t-il des moments et/ou des situations durant lesquels vous sentez plus particulièrement une odeur gênante ? Non - Oui

Précisez, svp, ces moments et/ou ces situations :

.....

.....

.....

.....

.....

13. Existe-t-il des heures durant lesquelles vous sentez plus particulièrement une odeur gênante ? Non - Oui

Précisez, svp, ces heures :

.....

.....

.....

Personnes contactées

Comme il s'agissait d'une première expérience, nous n'avons pas voulu mener cette enquête à grande échelle, mais seulement sur les maisons les plus proches du CET. Le but était essentiellement de tester la méthodologie et d'obtenir certains éléments d'information, mais nous sommes conscients que les résultats n'ont pas de valeur statistique, d'autant plus que nous n'avons pas présenté ce questionnaire à une population témoin, située loin de la nuisance potentielle.

Les questionnaires, accompagnés d'enveloppes pré-timbrees et imprimées pour la réponse, ont été distribués par nos soins en octobre 2006 à 39 ménages, 29 dans la rue de la Barrière, 4 au début de la rue des Virées, côté route de Bouillon, 5 à la fin de la rue des Virées, côté village de Malvoisin, à l'angle de la rue des Quatre Seigneurs, et 1 à la ferme route de Bouillon. La figure 23 indique les endroits et le nombre de questionnaires distribués et reçus.

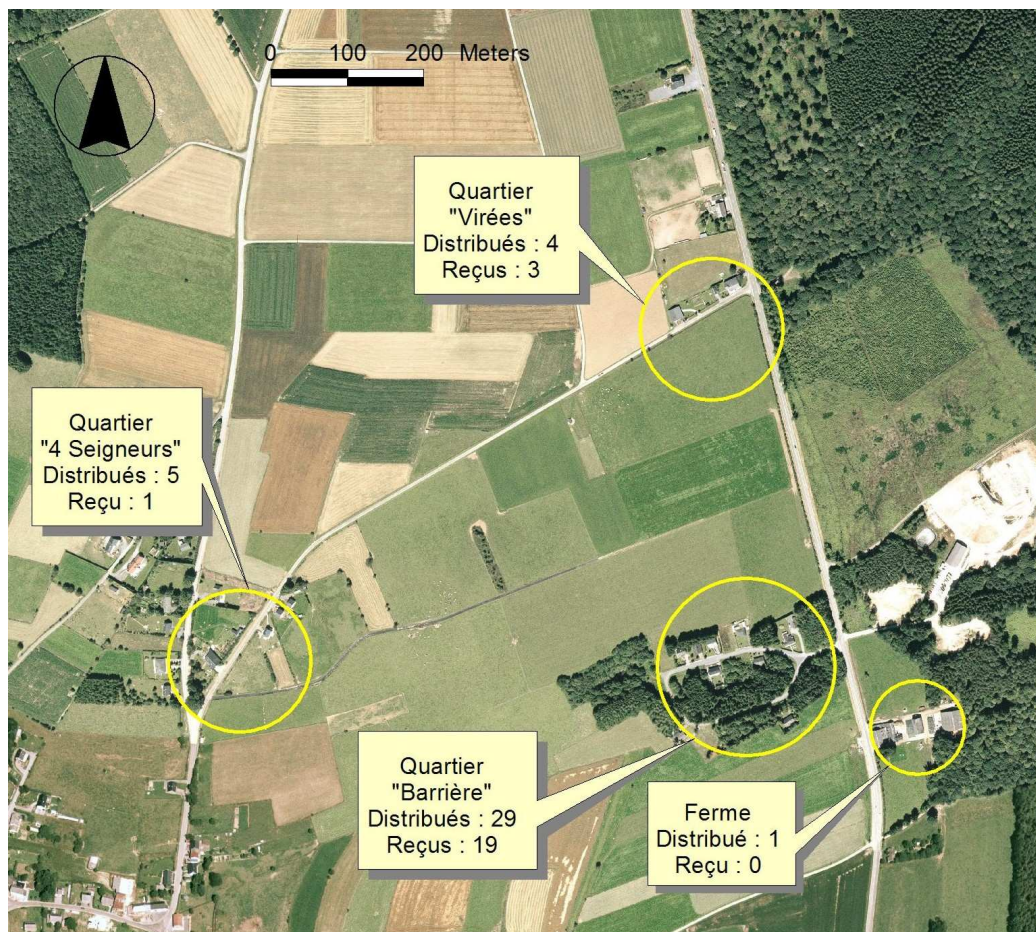


Figure 23 : Indication des questionnaires distribués et reçus

Même en conservant l'anonymat, la localisation des répondants a pu être établie grâce à des couleurs différentes de questionnaire par quartier visité. Par la suite, nous identifierons les trois quartiers pour lesquels les questionnaires ont été renvoyés par "Quartier Barrière", "Quartier Virées" et "Quartier Quatre Seigneurs".

Sur ces 39 questionnaires distribués, 23 ont donc été renvoyés, c'est-à-dire 59 %, soit un taux qui peut être considéré comme très bon pour une enquête de ce type, même si, dans l'absolu, le nombre reste trop limité pour un vrai traitement statistique.

Résultats généraux sur le niveau de pollution

Le tableau 2 ci-dessous synthétise les réponses aux questions relatives à la pollution de la zone sondée, comprenant les 3 quartiers.

Une comparaison entre ces 3 quartiers est délicat vu le peu de questionnaires distribués dans les quartiers "Virées" et "Quatre Seigneurs".

La nuisance due au bruit est utilisée pour évaluer comparativement la nuisance olfactive.

	Totalité (23 résultats)		Quartier "Barrière" (19 résultats)		Quartier "Virées" (3 résultats)		Quartier "4 Seigneurs" (1 résultat)	
Question 1 : quartier pollué ?	oui : 91%		oui : 90%		oui : 100%		oui : 100%	
Question 2 : intensité de la pollution du quartier	Sérieuse		Sérieuse		Très sérieuse		Sérieuse	
Question 3 : habitants gênés par l'odeur ou le bruit ?	<u>Odeur</u> oui 100%	<u>Bruit</u> oui 31% (16 réponses)	<u>Odeur</u> oui 100%	<u>Bruit</u> oui 23%	<u>Odeur</u> oui 100%	<u>Bruit</u> oui 66%	<u>Odeur</u> oui	<u>Bruit</u> /
Question 5 : intensité des odeurs à l'extérieur	plutôt très forte		entre forte et très forte		forte		forte	
Question 6 : fréquence "odeur"	plutôt 2 à 3 fois par semaine		entre 1 et 2 à 3 fois par semaine		tous les jours		1 fois/semaine	
Question 7 : Thermomètre	<u>Odeur</u> 7.8/10	<u>Bruit</u> 2/10	<u>Odeur</u> 7.6/10	<u>Bruit</u> 1.7/10	<u>Odeur</u> 9.6/10	<u>Bruit</u> 4.3/10	<u>Odeur</u> 6/10	<u>Bruit</u> 1/10
Question 8: intensité gêne odeur	<u>Odeur</u> plutôt très forte	<u>Bruit</u> plutôt légère	<u>Odeur</u> entre forte et très forte	<u>Bruit</u> entre très légère et légère	<u>Odeur</u> entre très forte et insupportable	<u>Bruit</u> légère	<u>Odeur</u> forte	<u>Bruit</u> aucune

Tableau 2 : Synthèse des réponses aux questions générales relatives à la pollution pour l'ensemble de la zone et par quartier

Les 3 quartiers sont donc considérés comme pollués. L'intensité de cette pollution est perçue comme "sérieuse" et est attribuée sans aucun doute à l'odeur. En effet les 23 riverains estiment que les habitants sont gênés à cause de l'odeur (100%). Sur la totalité des répondants, 1/3 considère également le bruit comme source de gêne. Dans le quartier "Virées", deux des trois participants à l'enquête considèrent le bruit comme source de gêne.

La pollution olfactive est donc estimée comme nettement plus importante que celle due au bruit. De plus, à l'extérieur des habitations, l'intensité des odeurs est perçue "fortement" à "très fortement".

La fréquence moyenne de perception est assez élevée : de l'ordre de deux à trois fois par semaine. Cette fréquence semble varier selon le quartier, de "tous les jours" à "une fois par semaine". Le nombre de réponses est cependant trop faible pour chercher une explication à cette apparente variabilité spatiale.

Dans ce questionnaire, le thermomètre (question 7) est l'outil de mesure de la nuisance. D'après ce thermomètre, la gêne due à l'odeur est manifestement très importante. La moyenne est supérieure à 7 pour toute la zone, sur une échelle de 0 à 10. Il semblerait, d'après les 3 participants du quartier "Virées", que leur quartier subit une gêne plus forte (9.6/10) que celui de la barrière (7.6/10) alors que ce dernier se situe plus près du CET. Une fois de plus, le peu de données interdit toute tentative d'explication.

Les réponses à la question 8 confirment le niveau général du "thermomètre". Cette corrélation est attendue car cette question traduit en mots l'échelle graduée du thermomètre pour l'individu.

L'intensité de la gêne due aux odeurs est en moyenne "très forte", alors que celle due au bruit est "légère".

La figure 24 ci-dessous présente la distribution des valeurs des thermomètres odeur et bruit pour l'ensemble des réponses ainsi que plus spécifiquement pour le quartier "Barrière".

Le "thermomètre odeur" (figure 24-a) met en évidence l'augmentation du nombre de réponses pour les grandes valeurs du thermomètre. La majorité (35%) a répondu pour la plus grande valeur (10) du thermomètre.

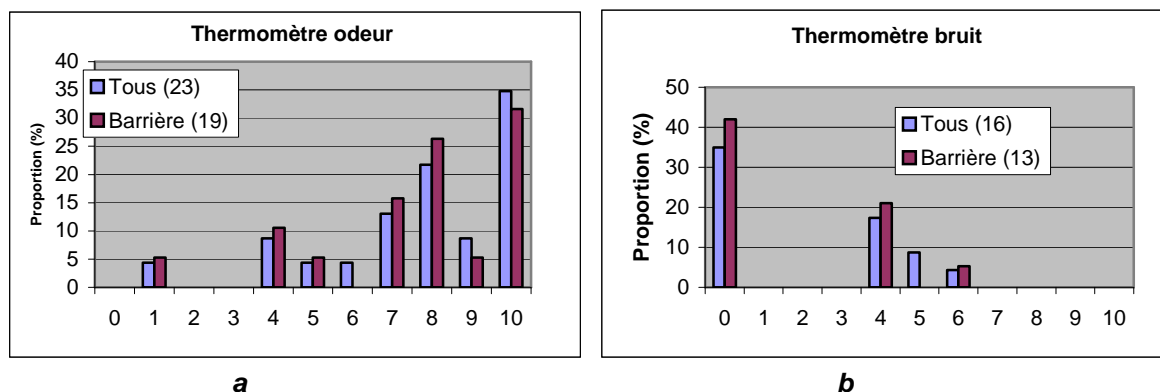


Figure 24 : Thermomètres de nuisance, respectivement pour l'odeur (a) et pour le bruit (b)

Le "thermomètre bruit" (figure 24-b) par contre indique que la majorité considère qu'il n'y a pas de gêne due au bruit et illustre la diminution du nombre de réponses pour les grandes valeurs.

Résultats en relation avec la description de la pollution

Historique de la pollution

Parmi les personnes ayant répondu à l'enquête, 57% estiment subir une gêne olfactive depuis qu'ils habitent dans ce quartier.

Pour 94%, la situation s'aggrave (5 personnes n'ont pas répondu à cette question, le pourcentage est calculé pour un total de 18 réponses).

Périodes et situations favorisant la gêne :

Pour ces deux questions, il n'y avait pas de réponses type. Les personnes répondent librement. Les différents descriptifs employés par les participants ont ensuite été regroupés.

Période de la journée (22 personnes ont répondu à cette question)

La figure 25 fournit le taux de réponses indiquant une gêne en fonction des périodes de la journée.

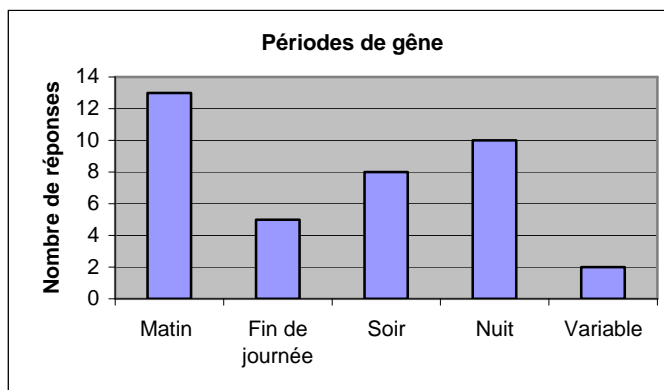


Figure 15 : Périodes de gêne

Selon cette figure, il apparaît que les participants sont gênés le plus souvent le matin et la nuit. Personne n'a mentionné l'après-midi comme période de gêne. Les périodes "fin de journée" et "soir" peuvent éventuellement se chevaucher, de même que les périodes "soir" et "nuit".

Certains ont indiqué des heures plus précises :

- Matin : 05h30 (1 fois), 07h00 (1 fois) et de 06h00 à 08h00 (deux fois)
- Fin de journée : 16h00 (1 fois), entre 16 et 20 h00 (3 fois)
- Soir : 22h00 (1 fois)
- Nuit : entre 23h00 et 02h00 (2 fois), 02h00 (1 fois), entre 03h00 et 04h00 (1 fois)

Situations favorisant la gêne (21 personnes ont répondu à cette question)

Le tableau 3 comptabilise les différentes situations atmosphériques propices à la gêne telles que décrites par les personnes interrogées.

Descriptif	Nombre de réponses
chaleur, été, canicule	8
vent	6
direction du vent	8
manipulation des déchets	2
passage de camions	1
pluie	2
brouillard	1
gel	1

Tableau 3 : Situations atmosphériques propices à la gêne olfactive

Trois directions de vent sont mentionnées : E (3 fois), NE (3 fois) et SE (2 fois)

Qualité de l'odeur :

Pour cette question les qualificatifs sont imposés. Les participants peuvent donner d'autres qualificatifs dans la colonne "autre".

Le tableau 4 liste les différents descriptifs proposés et le nombre de participants qui ont voté pour ceux-ci :

odeur de	nombre
œuf pourri	17
poubelle	14
gaz	11
égout	11
autre	4
élevage	1

Tableau 4 : Qualité de l'odeur

Quatre nouveaux qualificatifs sont proposés, chacun par un participant différent : "choux", "soufre", "lange bébé", "inexplicable".

D'après ces résultats, l'odeur d'œuf pourri domine suivie de celle de poubelle, de gaz et d'égout. L'odeur typique d'un CET est généralement associée à une odeur de poubelle. Cela ne semble pas être uniquement le cas pour celui-ci.

Effets sur les individus

Le tableau 5 résume les réponses obtenues à la question 9 relative aux effets que la gêne olfactive engendre sur les individus.


Perturbation conversation (16 réponses)	OUI : 6 réponses dont 2 "souvent"
Empêche de dormir (19 réponses)	OUI : 15 dont 7 "souvent" et 3 "très souvent"
Maux de tête (17 réponses)	OUI : 9 réponses dont 3 "souvent"
Irritable (18 réponses)	OUI : 14 dont 6 "souvent" et 1 "très souvent"
Perte d'appétit (17 réponses)	OUI : 10 réponses dont 1 "souvent"
Nausées (16 réponses)	OUI : 10 réponses dont 1 "très souvent"
Réveille la nuit (20 réponses)	OUI : 16 dont 6 "souvent" et 3 "très souvent"
Autres (2 réponses)	irritation gorge

Tableau 1 : Effets sur les individus

D'après ces résultats, plus de la moitié des personnes semblent avoir un sommeil souvent à très souvent perturbé par la gêne olfactive. Un dégoût qui se manifeste par des nausées et une perte d'appétit est également observé, mais "pas souvent" pour la grande majorité des participants.

Vigies

Lors de cette enquête préliminaire, nous avons sollicité la participation des habitants pour répondre deux jours par semaine à raison de deux fois par jour à une fiche telle que celle présentée à la figure 26.

	Matin : entre 6h00 et 9h00
Observateur : <i>(exemple : n°1 rue Lechat)</i>	Date : <i>(exemple : Lundi 01/01/2005)</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Précisez approximativement l'heure à laquelle vous avez prêté attention à la présence u à l'absence d'odeur : ... h ... min • Sentez-vous une odeur ? Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> <li style="margin-left: 20px;">Si oui, précisez : <li style="margin-left: 40px;"> <ul style="list-style-type: none"> • l'intensité de la perception : <li style="margin-left: 20px;"><u>imperceptible</u> <input type="checkbox"/> <u>0</u> <li style="margin-left: 20px;"><u>à peine perceptible</u> <input type="checkbox"/> <u>1</u> <li style="margin-left: 20px;"><u>faible</u> <input type="checkbox"/> <u>2</u> <li style="margin-left: 20px;"><u>franche</u> <input type="checkbox"/> <u>3</u> <li style="margin-left: 20px;"><u>forte</u> <input type="checkbox"/> <u>4</u> <li style="margin-left: 20px;"><u>très forte</u> <input type="checkbox"/> <u>5</u> <li style="margin-left: 20px;"><u>insupportable</u> <input type="checkbox"/> <u>6</u> <li style="margin-left: 40px;"> <ul style="list-style-type: none"> • le type d'odeur que vous avez sentie : <ul style="list-style-type: none"> ○ Pas d'odeur gênante ○ Odeur de poubelle, de gaz, d'œuf pourri, d'égout, d'élevage. ○ Autre ou indéterminé : • pouvez-vous identifier la source de cette odeur (<i>ex. : camions qui passent, déversement de déchets, ...</i>) ? <li style="margin-left: 20px;">..... <li style="margin-left: 20px;">..... <li style="margin-left: 20px;">..... 	

<ul style="list-style-type: none"> • Quelles sont les conditions météo ? <ul style="list-style-type: none"> • vitesse du vent : nulle-faible-moyenne-forte • direction du vent (si possible à déterminer) • couverture nuageuse : ciel dégagé et bleu – quelques nuages – beaucoup de nuages – ciel couvert • brouillard : Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> • pluie : Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> • autres observations : • êtes-vous malade ? Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> • êtes-vous enrhumé ? Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/>
Merci pour votre collaboration !
Besoin de précision : tél. : 063/230 859 ou 063/230892 (entre 9h00 et 17h30) e-mail : acromain@ulg.ac.be

Figure 26 : Modèle de fiche à remplir par des vigies

Sur les 23 personnes ayant participé à l'enquête préliminaire plus de la moitié ont accepté de jouer le rôle d'observateur privilégié ("vigie") et de remplir cette fiche.

Les profils de ces 13 vigies volontaires sont les suivants :

- 7 sont présents tous les jours chez eux et les 6 autres le week-end et le mercredi après-midi;
- âge : 2 entre 71 et 80 ans, 3 entre 61 et 70 ans, 5 entre 41 et 60 ans, 3 entre 20 et 40 ans;
- sensibilité générale aux odeurs : 6 sont moyennement réactifs, 6 sont très réactifs et 1 extrêmement réactif;
- localisation : 3/3 rue des Virées, 1/1 : rue des Quatre Seigneurs et 9/19 rue de la Barrière et rue de Bouillon (1) dont 5 constructions récentes (2004 et 2005);

Ces profils sont suffisamment hétérogènes pour être représentatifs des différentes catégories de population pour cette zone.

Synthèse et conclusions

De manière générale, l'odeur de biogaz était davantage perçue qu'aux alentours des autres CET étudiés jusqu'à présent. L'odeur de "poubelle" caractéristique d'un CET était ici clairement mélangée à l'odeur "soufrée", typique du biogaz.

Cette odeur engendre assez bien de plaintes dans la population, surtout dans le quartier de "La Barrière", situé à 350 mètres à peine de la zone de déversement et à quelques dizaines de mètres seulement de l'entrée du CET où passent les camions.

Malgré ces impressions d'odeur désagréable de biogaz, le débit d'odeur estimé à partir des mesures par traçage de terrain durant la campagne reste assez faible, avec une moyenne de 21 791 uo/m³. La zone de nuisance délimitée par le percentile 98 pour 1 uo/m³ ne s'étend pas au-delà de 880 mètres à partir de la cellule en exploitation. Elle englobe essentiellement la rue de la Barrière à l'ouest, mais s'arrête avant le cœur du village de Malvoisin proprement-dit.

L'olfactométrie dynamique réalisée sur base d'un prélèvement en chambre de flux sur la surface des déchets fournit un débit d'un à deux ordres de grandeur plus faible que celui estimé par traçage. Bien que cette méthode soit peu adaptée à l'estimation d'un débit sur une telle source diffuse et fugitive, cela tendrait à prouver, une fois de plus, que l'odeur, lors de nos visites, n'était pas due aux déchets frais, mais bien au biogaz émis, notamment par les puits de récupération. Une telle odeur est, en effet, en partie caractérisée par le sulfure d'hydrogène et les BTEX.

La "mini-enquête" dans la population montre que la zone autour du CET est fortement polluée par les odeurs du CET. L'odeur est en effet toujours considérée comme gênante, non seulement par les habitants de la rue de la Barrière, mais également par ceux de la rue des Virées.

Sans vraiment infirmer les résultats des mesures d'odeur, cette gêne semblerait quand même un peu contradictoire avec les faibles distances de perception observées par les opérateurs.

Deux raisons peuvent expliquer cet écart apparent. D'une part, les odeurs les plus fortes semblent être perçues le matin et la nuit, alors que nos opérateurs se déplaçaient en fin de matinée ou en début d'après-midi. D'autre part, durant la campagne de mesure, le volume de déchets amenés sur le site est resté modéré, sauf durant une très courte période durant laquelle les "déchets de Froidchapelle" ont été rapatriés à Malvoisin. Cet épisode a effectivement généré des plaintes, mais il fut trop bref pour que notre équipe ait le temps d'organiser une visite.

Dans le domaine de la métrologie des odeurs, aucune méthode ne peut être considérée comme une référence absolue. Toutes les méthodes sont complémentaires et chacune apporte une partie originale dans l'estimation de la nuisance globale.

A ce titre, la petite enquête organisée à Malvoisin dans le cadre de cette étude s'avère être une méthode intéressante, qui pourrait judicieusement être appliquée sur d'autres sites, moyennant une extrapolation à un public plus large.

Le taux de participation, avoisinant les 60 % est en effet encourageant, ainsi que le taux de personnes acceptant de jouer, dans le futur, le rôle de "vigie". Cet excellent taux de réponses incite à poursuivre la surveillance par la population, au-delà de la présente campagne ponctuelle.

Pour une éventuelle future campagne, la méthodologie employée ici peut être à nouveau appliquée, pour autant qu'un plus grand nombre de questionnaires soit distribué, sur une zone plus vaste, en augmentant le nombre de questionnaires par quartier, de manière à pouvoir établir des comparaisons spatiales statistiquement pertinentes. Il est également essentiel de distribuer ces questionnaires dans un quartier de référence, supposé être peu perturbé par la pollution olfactive, mais de "statut" équivalent à celui des quartiers riverains du CET.

La formulation des questions et le dépouillement des réponses doivent s'attacher à éviter tout biais, inhérent à la subjectivité inévitable des riverains.

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] NBN-EN13725 (1ère édit. Juin 2003). *Qualité de l'air - Détermination de la concentration d'une odeur par olfactométrie dynamique.*
- [16] VROM (December 1994) *Meten en Rekenen Geur* Publikatierreeks Lucht & Energie nr. 115, Ministère hollandais de l'habitat, de l'aménagement du territoire et de l'environnement
- [17] VAN LANGENHOVE, H., VAN BROECK, G. (2001) *Applicability of sniffing team observations : experience of field measurements.* - Water Science and Technology, 44, pp. 65-70.
- [18] NICOLAS, J., CRAFFE, F., ROMAIN, A.C. (2006). *Estimation of odour emission rate from landfill areas using the method of sniffing team campaigns.* Waste Management, 26, 1259-1269
- [19] VDI (1997) *VDI3883 – Part 1 : Effects and assessment of odours. Psychometric assessment of odour annoyance.* Beuth – Berlin.
- [20] Devos, M., Patte, F., Rouault, J., Laffort, P., Van Gemert, L.J. (1990) *Standardized human olfactory thresholds.* IRL Press at Oxford University Press.