

Campagne de mesure des odeurs sur le CET d'Hallembaye

Estimation des nuisances olfactives et ajustement de la méthodologie



***Jacques NICOLAS - Emmanuel PEREZ
F.U.L.
Arlon
18 Avril 2002***

Objectifs de l'étude

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

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

Cette étude sur le site du CET d'Hallembaye applique, en l'adaptant légèrement, une méthodologie spécifiquement adaptée aux centres d'enfouissement techniques et développée dans le cadre de l'étude du CET de Mont-Saint-Guibert. Les détails de la méthode sont fournis dans le rapport de cette étude ^[1], nous nous contenterons ici d'en rappeler les principes essentiels.

Bref rappel de la méthodologie

Généralités

La méthode se base sur quelques traçages sur le terrain de "courbes limites de perception olfactives" ^[2,3].

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

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

Celle-ci dépend des caractéristiques de l'émission, de la hauteur de la source, de la topographie et des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent, classes de stabilité de l'air -dépendant notamment de la radiation solaire- et éventuellement température et hauteur de la couche d'inversion thermique). Les paramètres atmosphériques doivent donc être enregistrés en continu au moment de la mesure. Seules seront retenues les mesures effectuées pendant une période où les conditions météorologiques et les caractéristiques de l'émission (température, débit, qualité) ont peu varié.

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

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

Ces conditions sont alors introduites dans un modèle de dispersion atmosphérique qui calculera le débit d'émission d'odeur qui engendre la courbe limite de perception mesurée sur le site. Le modèle de dispersion est donc utilisé en "marche arrière", comme outil de traitement des données. Le seul but à ce niveau est de déduire le débit d'émission pour chaque période de mesure. En pratique, ce débit s'exprime en unités-odeur par unité de temps (uo/s ou uo/h) et la concentration d'odeur à l'immission correspondant à la limite de perception olfactive vaut, par définition, 1 unité d'odeur par mètre cube (1 uo/m³).

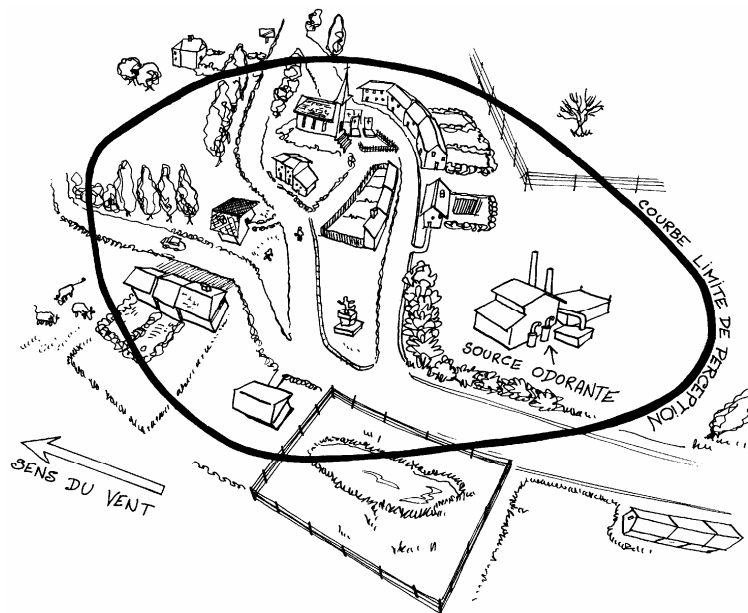


Figure 1 : Exemple de courbe limite de perception olfactive déterminée sur le terrain.

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

Les paramètres à introduire dans le modèle de dispersion des odeurs sont

- le débit d'émission,
- les paramètres de transport du panache odorant, dépendant de la vitesse et de la direction du vent,
- et les conditions de stabilité de l'atmosphère, résumées par la classe de stabilité de Pasquill, dépendant elle-même de la vitesse du vent et de la radiation solaire. Six classes sont ainsi définies, de A ("extrêmement instable") à F ("extrêmement stable").

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

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

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.

Dans notre cas, nous avons utilisé le modèle canadien Tropos, vendu par la firme Odotech (Montréal). Il dispose d'un module spécifiquement adapté aux odeurs.

Il nécessite, comme données d'entrée,

- les paramètres météorologiques : vitesse, direction du vent, stabilité, température et éventuellement hauteur de la couche d'inversion (non considérée ici);
- la définition de la zone d'émission : dans notre cas, une zone diffuse, représentée par exemple comme une surface rectangulaire de 50 m x 30 m pour simuler la zone de déversement des déchets;
- un débit d'émission, ici en uo/s;
- une zone de récepteurs : dans notre cas, un réseau de mailles d'environ 20 m de côtés, s'étendant sur plusieurs centaines de mètres dans les directions NS et EO;

- la définition du modèle : ici un modèle Gaussien couplé au modèle de Gifford et un mélange gazeux traité comme une odeur (donc, les unités utilisées sont des uo, des uo/s et des uo/m³);
- la définition du type de variables qui seront fournies par le modèle en sortie : concentration moyenne, percentiles 95, 98, 99.5, pourcentage de dépassement de seuils prescrits, ...

Rappelons par exemple que le percentile 98 correspondant à 1 uo/m³ définit la zone à l'extérieur de laquelle, la concentration donnée (ici 1 uo/m³) n'est pas dépassée pendant 98 % du temps. Comme, par définition, 1 uo/m³ correspond au seuil de perception du nez humain, cela signifie qu'à l'extérieur de cette zone, l'odeur n'est perçue que pendant moins de 2 % du temps. Ce percentile correspond, dans la réglementation hollandaise, à une norme applicable aux installations existantes et permettant de définir le périmètre d'urbanisation autour des sites odorants.

Utilisation spécifique de la méthode pour les CET

Dans le cas des CET, l'odeur est loin d'être continue et constante : elle survient par bouffées et ne permet pas de définir rigoureusement une zone de perception.

Nous avons donc identifié un certain nombre de "points odeur" et de "points non-odeur". Les "points odeur" sont ceux où une odeur de déchet est perçue au moment du passage 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 a ensuite été utilisé par "tâtonnements" et essais successifs, en testant plusieurs débits d'émission jusqu'à obtenir à l'immission une courbe de concentration moyenne 1 uo/m³ qui enveloppe la plupart des points-odeur. En outre, nous introduisons dans le modèle toutes les conditions météo, enregistrées toutes les minutes, de manière à ce que l'isoplethe à l'immission corresponde le plus possible à la situation réelle de dispersion durant toute la période de mesure.

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

La méthode appliquée à Mont-Saint-Guibert a légèrement été adaptée pour le site d'Hallembaye. Comme en général, dans ce dernier cas, les odeurs étaient surtout perçues à l'intérieur du site, l'opérateur pouvait, beaucoup plus librement que sur des routes à grand trafic, rester en un endroit fixe pour attendre la bouffée odorante. Il en résulte un plus grand nombre de points d'observation. Ces points ne sont cependant pas toujours tous exploitables, car les données météorologiques enregistrées de manière instantanée toutes les minutes ne rendent pas toujours compte de toute l'étendue du panache : une légère bouffée pouvait être perçue en un endroit donné dans des conditions de vent qui n'étaient pas enregistrées. La zone de perception estimée par le modèle a donc été ajustée "au mieux" à travers les points d'observation.

En outre, la période de février-mars 2002, relativement froide et venteuse, s'est avérée assez peu propice à l'apparition et au transport des odeurs. Aussi avons-nous ajouté à nos mesures quelques observations réalisées au cours de l'année 2001 par Monsieur Dessard, surveillant communal de la commune d'Oupeye. Ces observations n'étant pas réalisées dans les mêmes conditions que les nôtres, nous les avons cependant traitées séparément.

Hypothèses, contraintes de la méthode

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

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

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

permettant d'évaluer une nuisance acoustique. Comme la perception de chaque bouffée est confirmée par plusieurs passages à des instants différents, la méthodologie est validée.

Au terme de la campagne de mesure, on suppose que l'ensemble de toutes les conditions météorologiques ont été rencontrées. Cette hypothèse n'est évidemment jamais respectée, d'autant plus que la campagne se résume à une période relativement courte, de un ou deux mois maximum. En particulier, dans la présente étude, la période de mesure (février-mars), imposée par le calendrier de suivi des CET, n'était pas particulièrement favorable à la détection des odeurs. Néanmoins, plusieurs orientations de panaches et plusieurs situations de déversement différentes ont été rencontrées : elles ont été estimées suffisantes pour une extrapolation acceptable.

Présentation du site et des alentours

La figure 2 est une représentation du site du CET et des environs.

Le CET (représenté approximativement par une ellipse jaune foncé) est une ancienne carrière de craie, située sur la commune d'Oupeye, au nord-ouest du village d'Hallembaye, entre la rue de Tongres et la rue d'Eben. Il est exploité par la société Sotradec, pour le compte d'Intradel.

Il est limité

- au nord par une falaise suivie d'une carrière, actuellement exploitée par CBR, puis de terrains cultivés,
- au nord-ouest par la carrière de sable, silex et craie, actuellement exploitée par la société Kreco,
- à l'ouest par une petite colline boisée, puis par le hameau de Froidmont,
- au sud par la voirie d'entrée et des chemins locaux, au-delà desquels se trouvent le parc à containers, puis la rue de Campine et le Thiers des Bruyères,
- à l'est par la rue d'Eben et les villages de Loën et Hallembaye (rappelons que Loën appartient à la commune de Visé, alors qu'Hallembaye est sur la commune d'Oupeye).

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

Les vents dominants provenant du sud-ouest portent surtout le panache odorant vers Loën. Un chemin de fer passe au nord-est, puis les voies s'engouffrent dans un tunnel. Au delà du talus du chemin de fer, vers le nord-est, se situe un élevage industriel de poulets qui engendre également des nuisances olfactives. Les riverains susceptibles d'être gênés par l'odeur de déchets sont ceux de la rue du château et, dans une moindre mesure, ceux du village de Loën, à environ un kilomètre de la zone de déversement (sur la commune de Visé).

A l'est, vers la rue d'Eben, puis la rue de Loën, il n'y a aucune habitation : uniquement des pâtures. Là aussi, des odeurs "parasites" peuvent se mélanger aux odeurs de déchet : tas de fumier et, plus loin vers l'est, le zoning industriel de Visé.

Au sud, quelques maisons isolées sur la rue d'Eben et celles situées entre la rue de Tongres et le site du CET (rue de Campine, Thier des Bruyères) sont particulièrement proches de la zone de déversement (moins de 500 m) et leurs habitants sont susceptibles d'être gênés par l'odeur du site par vent du nord. Le village d'Hallembaye proprement dit est la zone la plus peuplée des environs. Il se trouve à une distance de 700 à 800 m de la zone odorante. Il risque donc d'être affecté par l'odeur de déchets par vent du nord ouest et situation atmosphérique très stable.

Au sud-ouest, la région du Fond du Horai est pratiquement inhabitée. Les seuls riverains potentiellement vulnérables sont ceux du petit hameau de Froidmont, en zone agricole, à près de 900 m de la zone de déversement. Les Hauts de Froidmont sont essentiellement des terrains cultivés, au delà de la carrière encore en activité et de la colline boisée.

La figure 3 "zoome" sur le site du CET.

La zone exploitée, d'une superficie d'un peu plus de 8 ha, s'articule en deux compartiments^[4] :

- un premier, vers le sud, dans lequel sont déversés – entre autres - tous les déchets de type organiques, notamment la fraction non valorisée résultant du tri (« passés ») à l'usine de traitement d'Intradel, ainsi que les déchets verts non valorisés des parcs à conteneurs. En cas d'arrêt ou de dépassement de la capacité de la section d'incinération de l'usine, les broyats peuvent y être directement déversés.
- un second, plutôt situé au nord, dans lequel sont déversés des mâchefers et fines solidifiées issus de l'unité d'incinération.

Ces deux compartiments sont équipés de systèmes indépendants de récolte des lixiviats et sont isolés par un mur de séparation. La partie déchets « organiques » est en outre munie d'un système de dégazage.

Au niveau du compartiment « organique », les nuisances olfactives sont principalement sensibles lors du déversement des déchets frais, lesquels ont initié leur phase de décomposition aérobie. Lorsque ces déchets compactés entrent dans cette phase de décomposition anaérobie et si les conditions environnementales le permettent, le processus de méthanisation peut débuter. Le biogaz généré alors est caractérisé par une odeur particulièrement nauséabonde, mais il ne pose que rarement et que localement des problèmes d'odeurs à Hallembaye, étant donné l'efficacité du système de dégazage mis en place. Une teneur anormalement élevée en biogaz à la surface de la décharge identifierait un problème de dysfonctionnement du système de récupération ou un manque d'étanchéité à un endroit quelconque du CET.

Du compartiment « mâchefer » peuvent se dégager également des vapeurs humides très odorantes, mais elles sont plus rares que celles des déchets frais.

Ce sont donc surtout les odeurs de déchets frais qui ont fait l'objet des relevés dans la présente étude. La tonalité odorante des déchets frais peut cependant parfois être confondue avec celle du compost étendu en couche mince au-dessus du compartiment en exploitation et stocké en tas à proximité de celui-ci.

Les camions, arrivant par la rue d'Eben, au rythme moyen de 7 ou 8 à l'heure pendant la période de notre mesure, entrent sur le site par le sud, sont pesés et vérifiés au pont-basculé. Ils effectuent un tour en périphérie du site, vers l'est, puis une rotation sur une sorte de "rond point", afin d'aborder facilement le chemin qui mène au compartiment en exploitation, un peu au sud du centre de la zone (nous avons placé le centre du compartiment aux coordonnées Lambert : 240 733 m/ 160 423 m). Après déversement, ils reviennent par l'ouest du chemin périphérique, et sortent du CET après avoir subi un lavage par jet d'eau.

En moyenne, environ 800 à 900 tonnes de déchets broyés sont ainsi déversés chaque jour.

Le volume de déchets présent dans les camions en mouvement et en stationnement représente une source potentielle d'odeur non négligeable qu'il faut ajouter à l'odeur générée sur la zone de déversement et aux odeurs de biogaz.

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

Le biogaz brûlé, soit au niveau des torchères, soit à l'échappement des moteurs, génère également une odeur caractéristique. Étant donné la température élevée de ces gaz brûlés, le panache monte cependant beaucoup plus haut que celui des déchets frais, il est probablement dispersé en altitude et semble provoquer moins de nuisances localement. Par contre, l'odeur caractéristique de biogaz brûlé est susceptible de se retrouver plus loin, et pas nécessairement dans la direction du vent.

Les données météorologiques sont extraites des enregistrements effectués toutes les minutes à la station météo du site, placée au nord-est de la zone exploitée. La vitesse et la direction du vent, la pression atmosphérique, la pluviométrie, ainsi que la température y sont mesurées. Les fichiers fournis à la FUL comportent également les observations de concentration en H₂S, SO₂ et CH₄, effectuées elles aussi au niveau de la station météo. Seule la concentration en méthane est significative et éventuellement exploitable dans le cadre de la présente étude.

L'ensoleillement moyen durant la période de mesure a été estimé soit à partir de mesures ponctuelles réalisées au moyen d'un petit pyranomètre de terrain, soit à partir de la durée d'ensoleillement enregistrée à Uccle.

A la limite sud de l'exploitation, entre le poste de lavage des camions et l'unité de traitement biologique, une petite rampe d'aspersion permet de pulvériser un produit neutralisant possédant, lui aussi, une odeur caractéristique, qui pourrait également s'avérer perceptible par les riverains. La pulvérisation n'était pas opérationnelle lors des passages sur le site de l'équipe de la FUL. Elle n'est mise en action que durant les saisons chaudes.

Observations qualitatives

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

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

- L'odeur la plus fréquente est celle générée par les déchets frais. Ce n'est pas nécessairement la plus gênante, mais elle est perçue de manière plus constante et reproductible en fonction du climat local.
- L'odeur est surtout ressentie au nord-est, un peu au sud-ouest et nettement moins dans les autres directions. Même à proximité immédiate du site, dans le parc à containers situé au sud (au bout de la rue de Campine), il semble que la nuisance olfactive due au CET reste tout à fait épisodique.
- L'odeur de biogaz peut être assez gênante, mais elle n'est réellement ressentie que par bouffées très fugaces, se mélangeant parfois aux odeurs de déchets, à proximité immédiate des puits de dégazage.
- Les odeurs générées par le CET peuvent être mélangées, voire confondues, avec d'autres odeurs émises aux alentours. La source d'odeur la plus marquée est certainement celle de poulets provenant de l'élevage, rue du Brouck, qui est parfois perçue à l'intérieur-même du site du CET.

Observations quantitatives

Protocole

La campagne de mesure s'est déroulée sur deux mois de fin d'hiver, entre le 8 février et le 28 mars 2002 (plus une mesure de confirmation le 24 avril), en fin de matinée ou en début d'après-midi. L'équipe de la FUL s'est rendue 7 fois sur le terrain. Un total de 7 observations a donc pu être exploité. Le nombre d'observations n'est pas critique dans la démarche, pour autant qu'on ait pu rencontrer plusieurs situations climatiques et d'émission différentes. Mieux vaut 5 observations différentes que 20 observations identiques. En l'occurrence, nous avons considéré que ces 7 observations représentaient assez bien l'éventail des conditions possibles, si ce n'est peut-être le cas des vents d'est.

Les observations météorologiques, enregistrées toutes les minutes, nous ont été transmises par Intradef pour les mois de mesure.

La durée typique d'un traçage d'odeur était de deux heures environ.

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

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

L'émission a été simulée dans une zone de 50 m x 30 m localisée à l'endroit estimé de la cellule exploitée. Néanmoins, le débit d'odeur déterminé par ajustement avec les mesures à l'immission peut être considéré comme un débit diffus global, qui tient compte à la fois de la zone de déversement, de l'épandage du compost et des camions arrivant sur le site. En d'autres termes, la valeur de flux surfacique (en $uo/m^2.s$) n'est pas réellement significative dans le cas présent : le débit global (en uo/s) est plus représentatif du débit réel d'odeur de déchets du CET.

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

Comme la période de fin d'hiver, début du printemps n'était pas représentative de l'ensemble des conditions de génération et de dispersion des odeurs du CET, nous avons également exploité les observations faites durant l'année 2001 par le surveillant communal. Celui-ci effectuait, pratiquement chaque jour ouvrable, en général le matin, un "tour odeur" à travers les rues d'Hallembaye, de Loën et de Heure-le Romain. La figure 4 montre le parcours effectué. Celui-ci est ponctué d'un certain nombre

de points fixes de flairage de l'odeur. Si une odeur est ressentie en quelques points de ce "petit" parcours, le surveillant peut alors effectuer un grand tour, illustré sur la figure 5.



Figure 4 : Petit "tour odeur" réalisé quotidiennement par le surveillant communal.

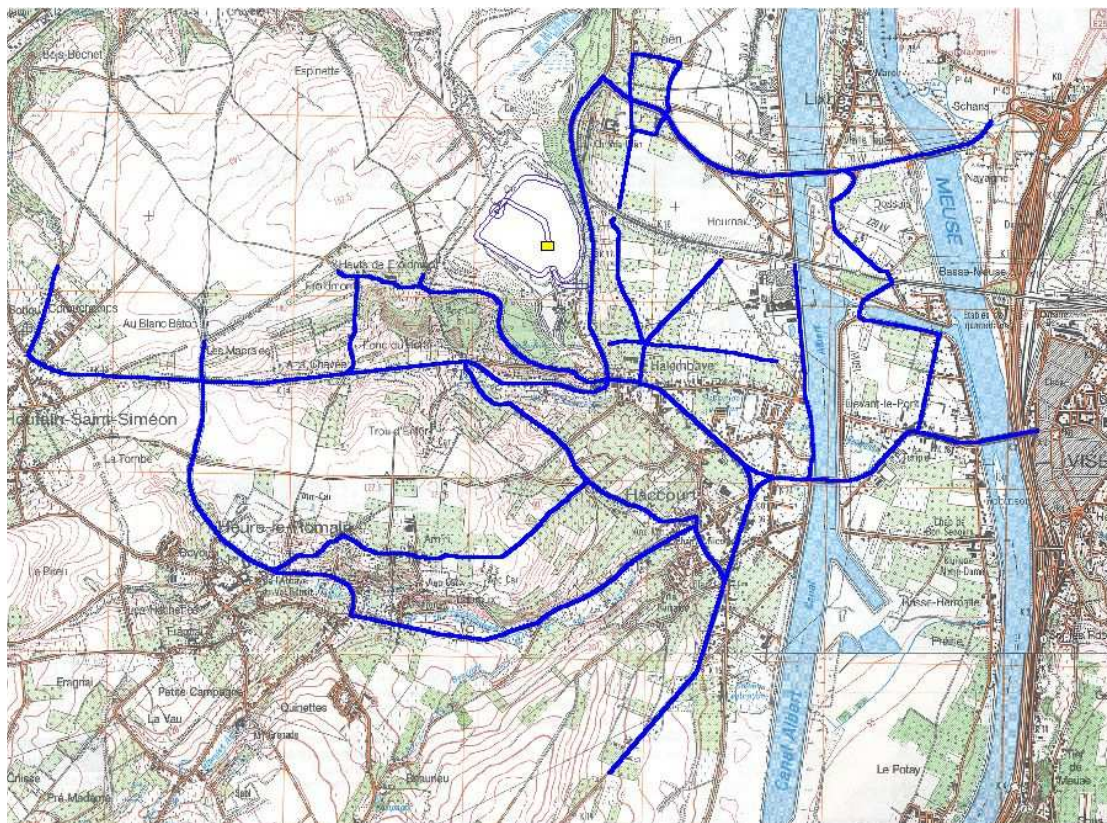


Figure 5 : Grand "tour odeur" parcouru si nécessaire par le surveillant communal.

Chaque fois qu'une odeur est détectée en un point, sa nature et son intensité sont notées sur le plan. Aux endroits non notés, il n'y a pas d'odeur, de sorte qu'un point "odeur" peut être considéré approximativement comme un endroit limite de perception et être assimilé à une observation selon notre méthode.

Pour traiter ces observations, l'exploitant du CET nous a également fourni les données météo pour toute l'année 2001.

Le type de repérage et de méthodologie étant sensiblement différents de ceux adoptés lors de notre campagne de mesure, nous avons cependant traité séparément les données du surveillant communal.

Résultats

Observations du surveillant communal

Ces observations sont particulièrement intéressantes dans la mesure où elles sont systématiques et qu'elles concernent une longue période, avec différents types de conditions météorologiques.

Excepté les mois d'août et de septembre, toutes les périodes de l'année sont représentées.

Un total de 123 observations, correspondant à autant de journées différentes, nous ont été communiquées pour l'année 2001.

Parmi ces 123 observations, seules 12 font état d'une odeur perçue, toutes lors du "petit tour odeur", toutes à l'est du CET et à moins de 750 m de la zone de déversement (rue du Brouck, rue d'Eben, rue de Loën ...).

Remarquons que le surveillant communal ne parcourt que les zones habitées et donc, qu'une odeur peut être présente, par exemple dans la zone nord inhabitée, sans être mentionnée.

Parmi les 12 observations "odeur", quatre font référence à une nuisance due à l'odeur de poulet générée au niveau de l'élevage et une fait référence à une odeur de biogaz (le soir, par ciel couvert, rue d'Eben).

Nous pouvons donc conclure que l'odeur de déchets frais ne peut être perçue comme une nuisance chez les riverains que pour 7 observations sur 123, soit pour un peu moins de 6 % d'entre elles.

Certaines informations météo n'étant pas disponibles pour tous les jours mentionnés, nous avons pu exploiter 5 observations parmi les 12 : le 5/2/01, le 12/3/01, le 29/5/01, le 31/5/01 et le 23/7/01. La première, bien que mentionnant une odeur de poulet, a quand même été considérée comme une observation relative au déversement de déchets (la mention "D" dans le relevé montre que l'odeur de déchet est également perceptible : les deux odeurs sont mélangées).

Les figures 6 à 10 montrent, pour les 5 cas observés, les courbes limites de perception ajustées par le modèle Tropos pour englober au mieux les points-odeur relevés sur le terrain. Chaque fiche-résultat présente en outre les caractéristiques météorologiques et la concentration en méthane, ainsi que quelques considérations qualitatives. Le type d'odeur (déchet, biogaz, interférence avec l'odeur de poulet) est indiqué, ainsi qu'une estimation de l'intensité odorante, sur une échelle de 1 à 3. Sur le schéma est également mentionnée la valeur du débit d'émission d'odeur (en uo/s) qui a permis d'ajuster la courbe limite de perception ainsi que les "points odeur" observés (cercles jaunes).

Lundi 5 Février 2001 (Matin)

Ciel couvert - Pluie
Vent du Sud-Ouest
Odeur de déchets intensité 1
Nuisances poulets

Conditions moyennes :
Origine du vent : 220°
Vitesse du vent : 7.7 m/s
Température : 8.3°C
Pression : 985 hPa
Classe de stabilité : D
Méthane : 9844 ppb

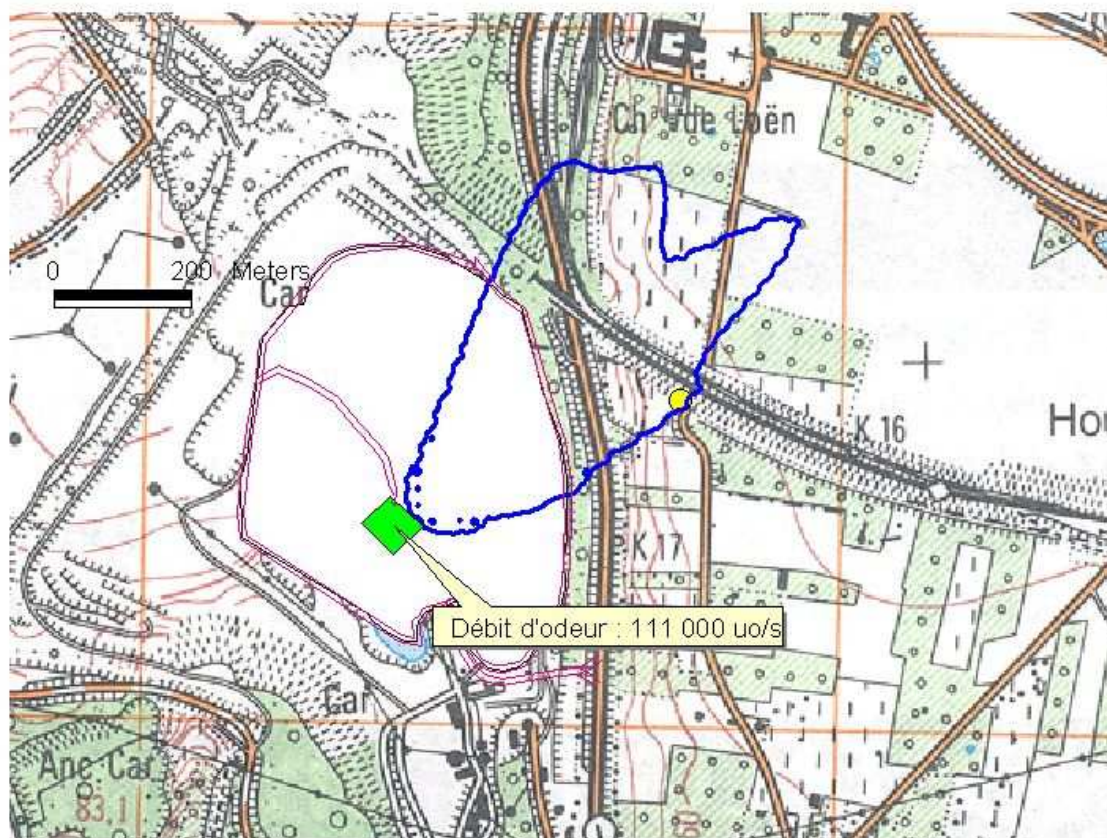


Figure 6 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 5 février 2001

Lundi 12 Mars 2001 (10H30 - 13 H)

Ciel couvert
Vent d'Ouest
Odeur de déchets intensité 2

Conditions moyennes :
Origine du vent : 271°
Vitesse du vent : 3.6 m/s
Température : 8.4°C
Pression : 994 hPa
Classe de stabilité : C
Méthane : 12120 ppb

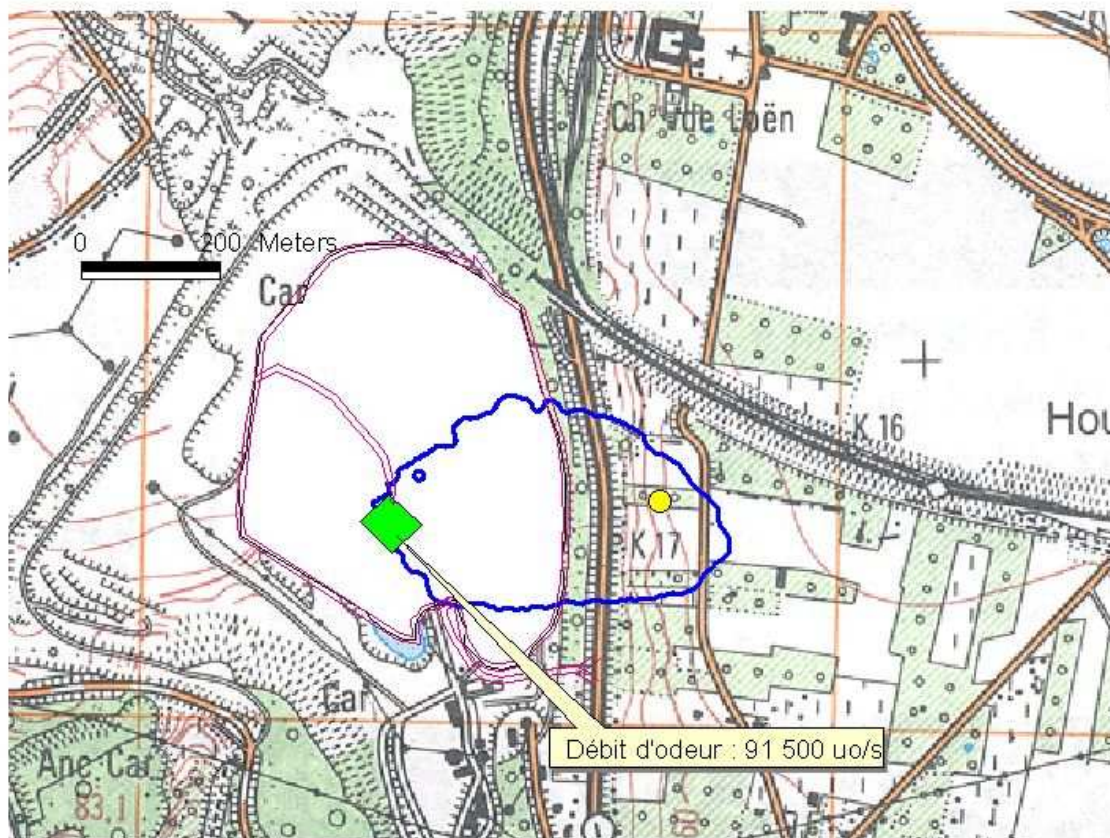


Figure 7 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 12 mars 2001

Mardi 29 Mai 2001 (7H30 - 13 H)

Ciel couvert
Vent d'Ouest
Odeur de déchets intensité 1
Nuisance H₂S

Conditions moyennes :
Origine du vent : 260°
Vitesse du vent : 4.8 m/s
Température : 18.0°C
Pression : 1009 hPa
Classe de stabilité : C
Méthane : 3356 ppb

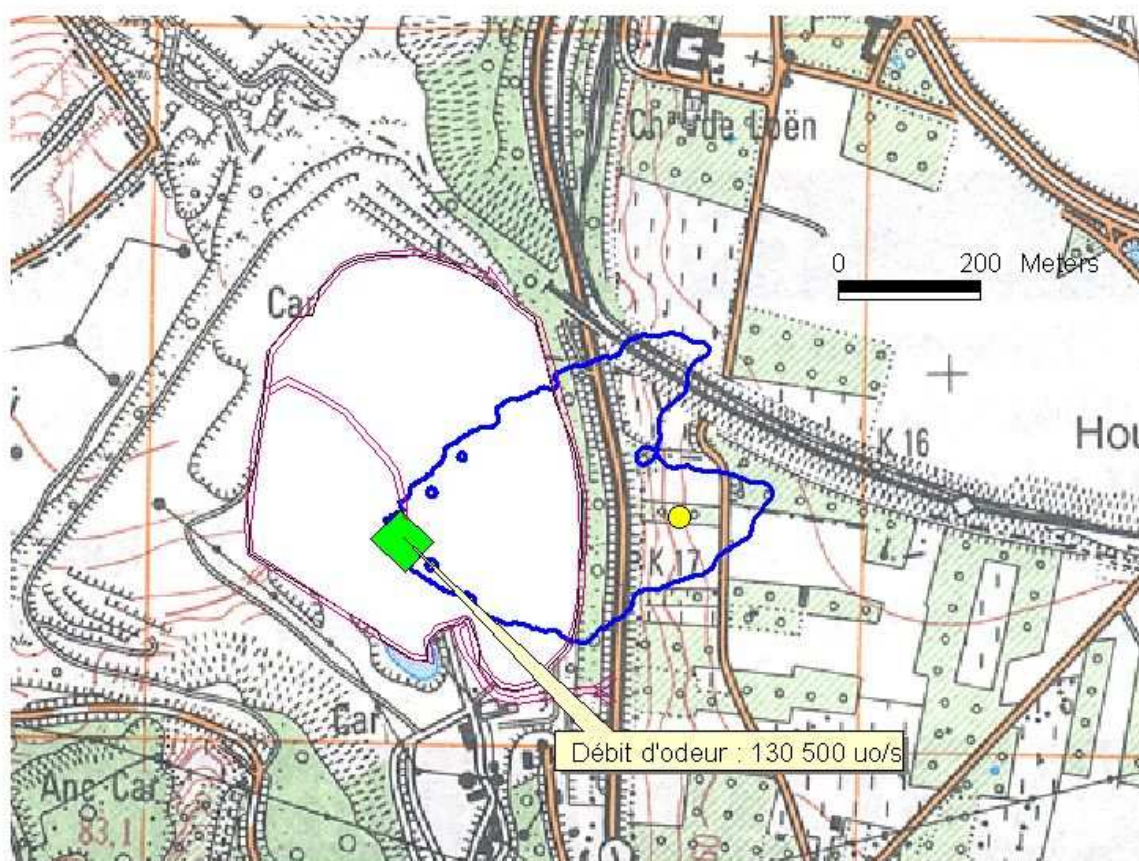


Figure 8 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 29 mai 2001

Jeudi 31 Mai 2001 (12H - 14 H)

Ciel bleu, quelques nuages
Vent du Sud-Ouest
Odeur de déchets intensité 2

Conditions moyennes :
Origine du vent : 250°
Vitesse du vent : 5.2 m/s
Température : 16.1°C
Pression : 1004 hPa
Classe de stabilité : C
Méthane : 3891 ppb

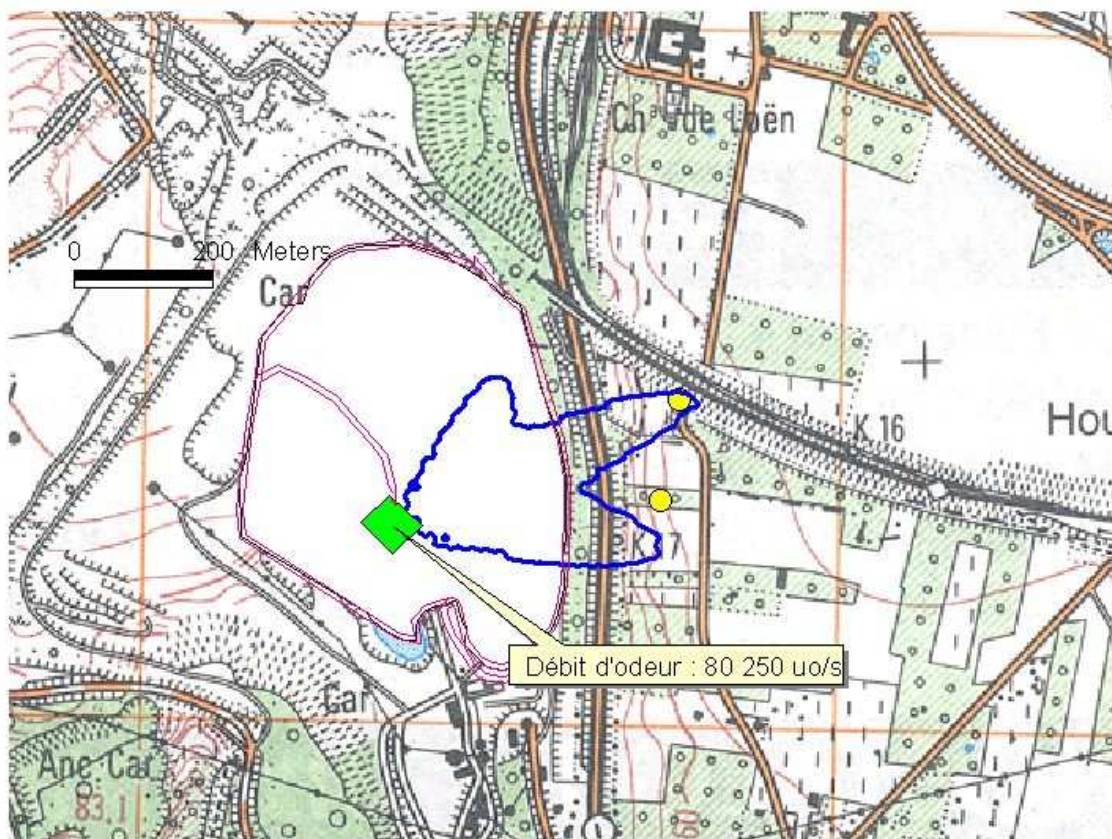


Figure 9 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 31 mai 2001

Mardi 23 Juillet 2001 (Toute la journée)

Odeur de déchets intensité 3

Conditions moyennes :
Origine du vent : 331°
Vitesse du vent : 1.9 m/s
Température : 20.0°C
Pression : 1007 hPa
Classe de stabilité : C
Méthane : 2992 ppb

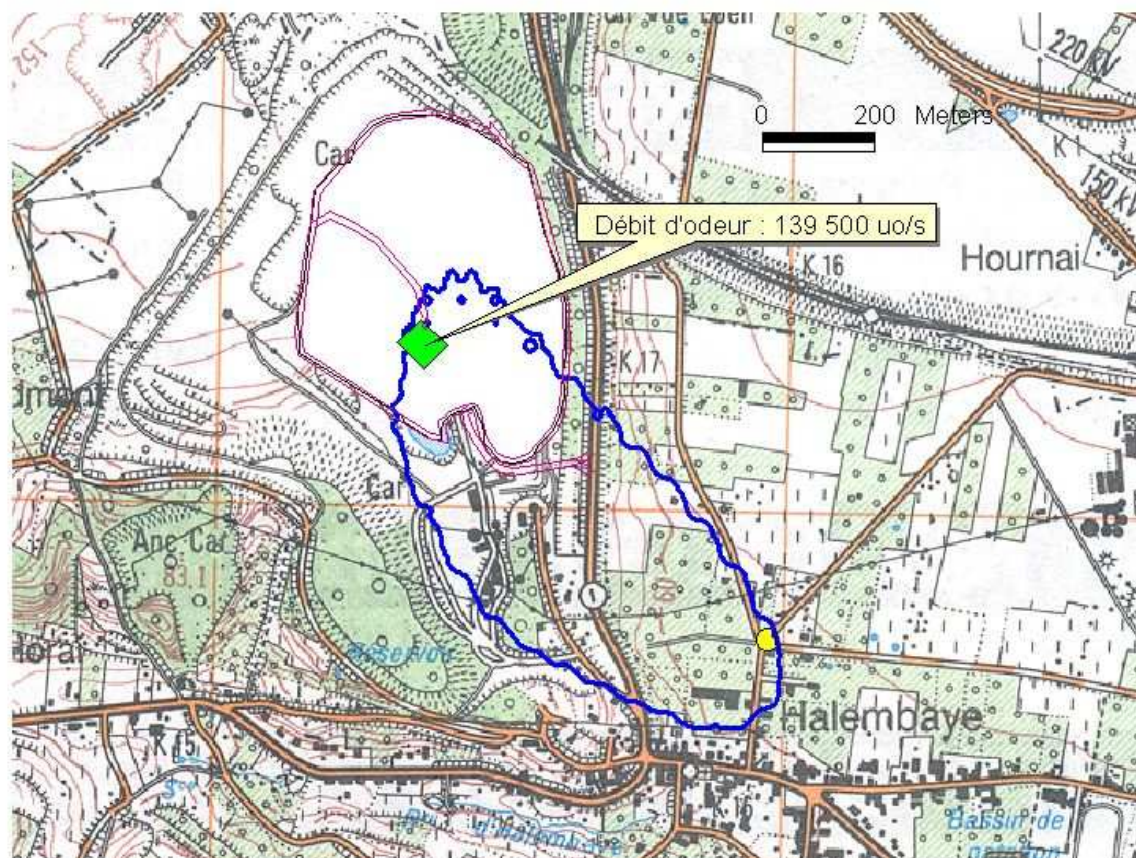


Figure 10 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 23 juillet 2001

Le tableau 1 synthétise les résultats pour les 5 périodes de mesure.

Date	Direction du vent	Vitesse du vent (m/s)	Classe de stabilité	Concentration méthane (ppb)	Débit d'émission (uo/s)
5/2/01	220°	7.7	D	9844	111 000
12/3/01	271°	3.6	C	12120	91 500
29/5/01	260°	4.8	C	3356	130 500
31/5/01	250°	5.2	C	3891	80 250
23/7/01	331°	1.9	C	2992	139 500

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

La moyenne du débit d'émission, soit 110 550 uo/s pourrait être considérée comme une valeur typique du débit d'odeur de déchets pour ces 5 journées. Cette valeur n'est cependant qu'indicative, étant donné qu'elle n'est pas basée sur la méthodologie décrite ci-dessus et que certaines informations sont manquantes. L'ordre de grandeur de ce débit est 2 à 3 fois supérieur à celui estimé par la méthode standard, pour d'autres périodes de mesure (voir rapport de Mont-Saint-Guibert, voir plus loin dans le présent rapport).

Le débit de 110 550 uo/s ne peut, en tout état de cause, être considéré comme un débit d'odeur moyen pour l'année 2001, mais bien comme un débit maximum qui peut être atteint typiquement pour quelques journées par an où l'odeur est perçue en dehors du site.

Remarquons également que la concentration en méthane ne semble pas corrélée au débit d'émission, ce qui est assez logique, puisque c'est l'odeur de déchet qui est détectée, alors que le méthane est davantage caractéristique du biogaz.

Observations de la FUL

Le débit d'odeur moyen, quant à lui, doit être estimé à partir d'observations non particulières, choisies aléatoirement au cours de l'année. A défaut de périodes quelconques, nous considérerons les quelques observations réalisées par la FUL durant les mois de février et mars 2002.

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 de déchet a été détectée (cercles rouges) et les endroits "sans odeur" (carrés verts avec un croix). L'opérateur indiquait également les endroits où il détectait une odeur de biogaz (cercles mauves) ou une odeur de poulet (étoile noire). Une courbe enveloppe des points-odeur relatifs aux déchets était estimée sur base des observations (en jaune).

Comme on le constate, les courbes ajustées ne correspondent pas toujours aux courbes estimées (voir notamment le 14 février). Cela est dû, comme signalé plus haut, au manque d'information météorologique, notamment sur les "coups de vent" de part et d'autre de la direction principale, mais également aux imprécisions du repérage des points sur le plan. Un site de CET évolue en effet en permanence et les cartes IGN ne renseignent pas les évolutions récentes de la topographie locale, ni les chemins créés par l'exploitant. Or, étant donné que les observations sont surtout concentrées à l'intérieur du site, il était difficile de les localiser avec précision : ceci engendre certainement quelques distorsions par rapport à la réalité. Lors de la dernière visite (le 24 avril), un GPS a été utilisé pour "recaler" certains points de mesure et pour dessiner de manière plus exacte le chemin périphérique. Ce type d'appareil devrait idéalement être utilisé pour de prochaines campagnes, dès le début des mesures.

L'ajustement par le modèle a donc été réalisé de manière à trouver une courbe limite plus ou moins de la même taille que celle estimée par l'opérateur, sachant que certains points-odeur ne sont pas inclus dans la zone ajustée. Les valeurs du débit d'odeur ajusté par Tropos sont également indiquées sur le schéma.

Vendredi 8 février 2002 (11 h - 14 h)

Ciel tout à fait couvert.

Vent d'Ouest - Sud/Ouest modéré à fort.

Conditions moyennes :

Origine du vent 201°

Vitesse du vent : 3.6 m/s

Température : 9.4 °C

Pression : 1010 hPa

Classe de stabilité : D

Méthane : 8699 ppb

Odeur perçue uniquement à l'intérieur du site, surtout à proximité du compartiment exploité.

Trafic de camions peu important :

6 camions de 11 h à 12 h,
puis plus rien.

En moyenne : 3 camions/heure

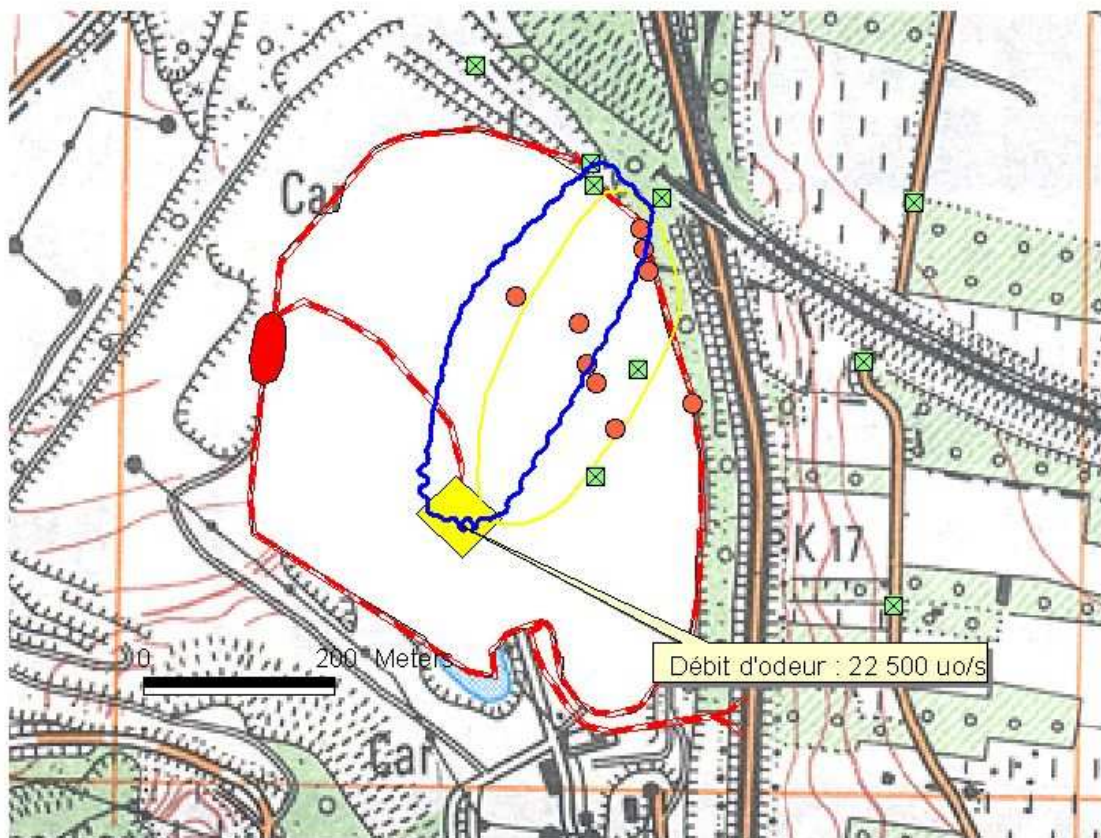


Figure 11 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 8 février 2002

Mardi 12 février 2002 (10h30 - 13 h)

Ciel couvert - quelques éclaircies
Vent d'Ouest très fort, avec rafales.

Conditions moyennes :
Origine du vent 228°
Vitesse du vent : 7.0 m/s
Température : 12.0 °C
Pression : 1002 hPa
Classe de stabilité : D
Méthane : 5414 ppb

Peu d'odeur en dehors du site.
Quelques bouffées d'odeur
de déchets perçues à l'extérieur,
sur la route d'Eben et près du
pont du chemin de fer.

Trafic de camions peu important :
4 camions de 10h30 à 11h50,
puis plus rien.
En moyenne : 3 camions/heure



Figure 12 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 12 février 2002

Jeudi 14 février 2002 (11 h - 12h40)

Ciel moyennement couvert
beaucoup d'éclaircies, puis soleil.
Vent du Nord-Est, modéré, avec rafales.

Conditions moyennes :
Origine du vent 29°
Vitesse du vent : 7.1 m/s
Température : 2.9 °C
Pression : 1013 hPa
Classe de stabilité : D
Méthane : 2687 ppb

Trafic de camions peu important :
En moyenne : 4 camions/heure

Très peu d'odeur, même
à l'intérieur du site.
Vent très froid,
inhibant l'odorat.
Bouffées d'odeur
de déchets entre
la STEP et les postes
de dégazage, ainsi
que sur la piste
de la carrière.

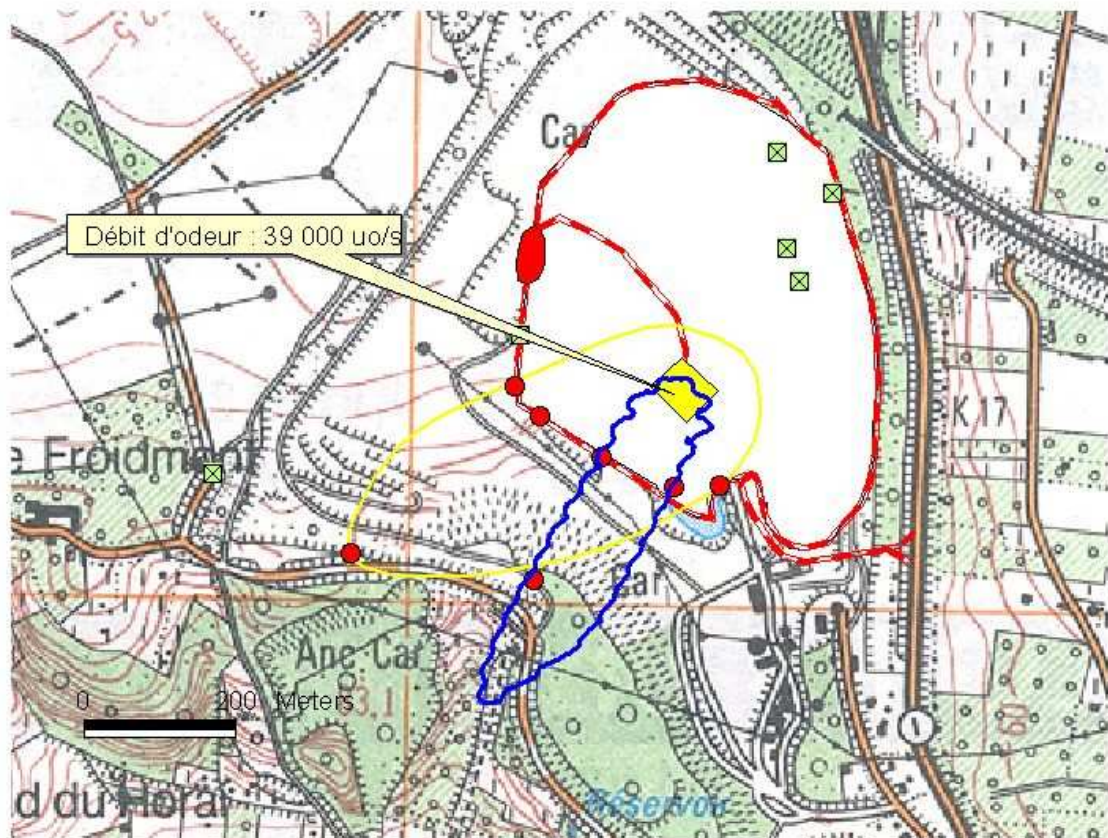


Figure 13 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 14 février 2002

Mardi 5 mars 2002 (11 h - 13h15)

Ciel dégagé
Temps ensoleillé
Vent du Nord - Nord/Est quasi nul.

Conditions moyennes :
Origine du vent 23.3°
Vitesse du vent : 1.6 m/s
Température : 9.8 °C
Pression : 1002 hPa
Classe de stabilité : B
Méthane : 3161 ppb

Trafic de camions moyen :
8 camions de 11 h à 12 h.
En moyenne : 8 camions/heure

Quelques bouffées
d'odeur de déchets
bien nettes perçues
entre la STEP et les
cabines de dégazage,
ainsi que sur la piste
de la carrière.
Odeur de poulet près
de la station météo.

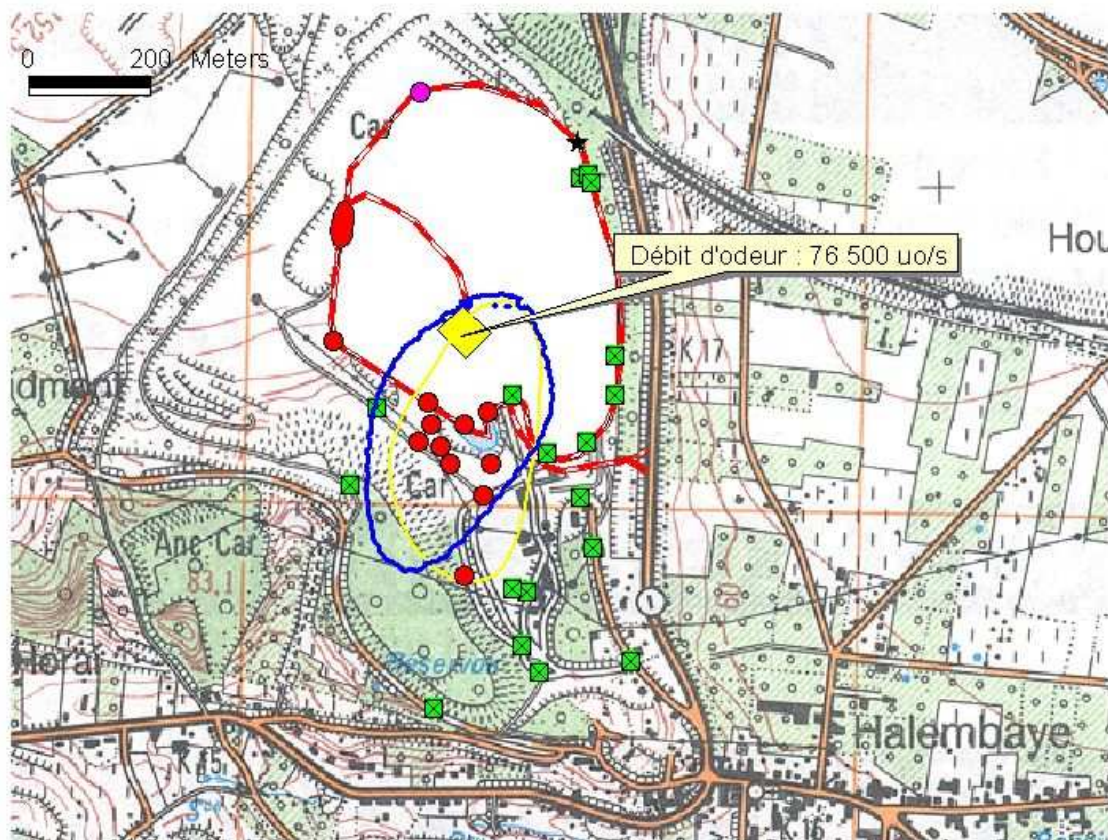


Figure 14 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 5 mars 2002

Vendredi 8 mars (10h30 - 12h50)

Ciel clair, soleil.
Brise modérée du Sud - Sud/Est
Vent plus soutenu sur les crêtes.

Conditions moyennes :
Origine du vent 216°
Vitesse du vent : 3.5 m/s
Température : 10.2 °C
Pression : 1016 hPa
Classe de stabilité : B..C
Méthane : 7147 ppb

Odeur de déchet près
de la station météo et
un peu sur la rue d'Eben.
Odeur de biogaz sur le
site.

Trafic de camions moyen :
7 camions de 10h36 à 11h57.
En moyenne : 5 camions/heure

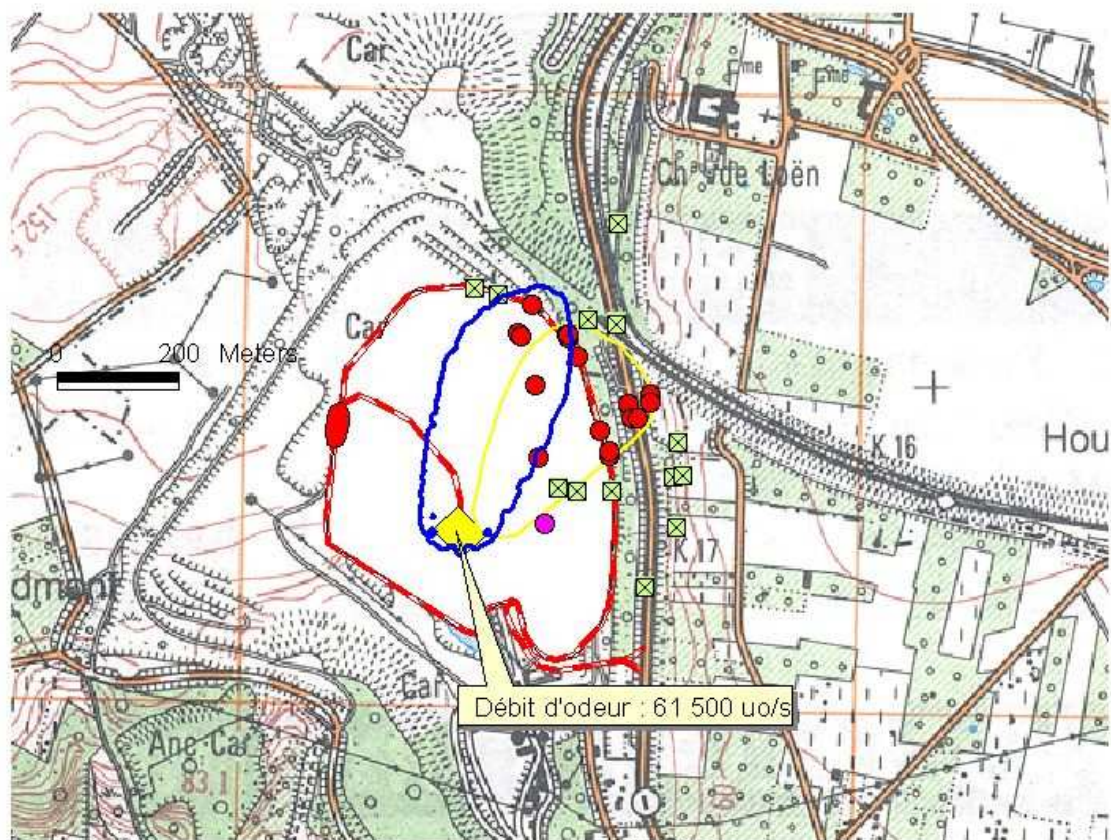


Figure 15 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 8 mars 2002

Jeudi 28 mars (10h50 - 12h05)

Ciel bleu, tout à fait dégagé
Très légère brise d'Est - Nord/Est
Petites rafales de courte durée.

Conditions moyennes :
Origine du vent 21°
Vitesse du vent : 2.3 m/s
Température : 9.8 °C
Pression : 1018 hPa
Classe de stabilité : B
Méthane : 2543 ppb

Odeur de déchets,
pratiquement limitée au
chemin périphérique du CET.
Légères bouffées en
montant le sentier au sud.

Trafic de camions assez soutenu :
11 camions de 10h50 à 11h50.
En moyenne : 11 camions/heure

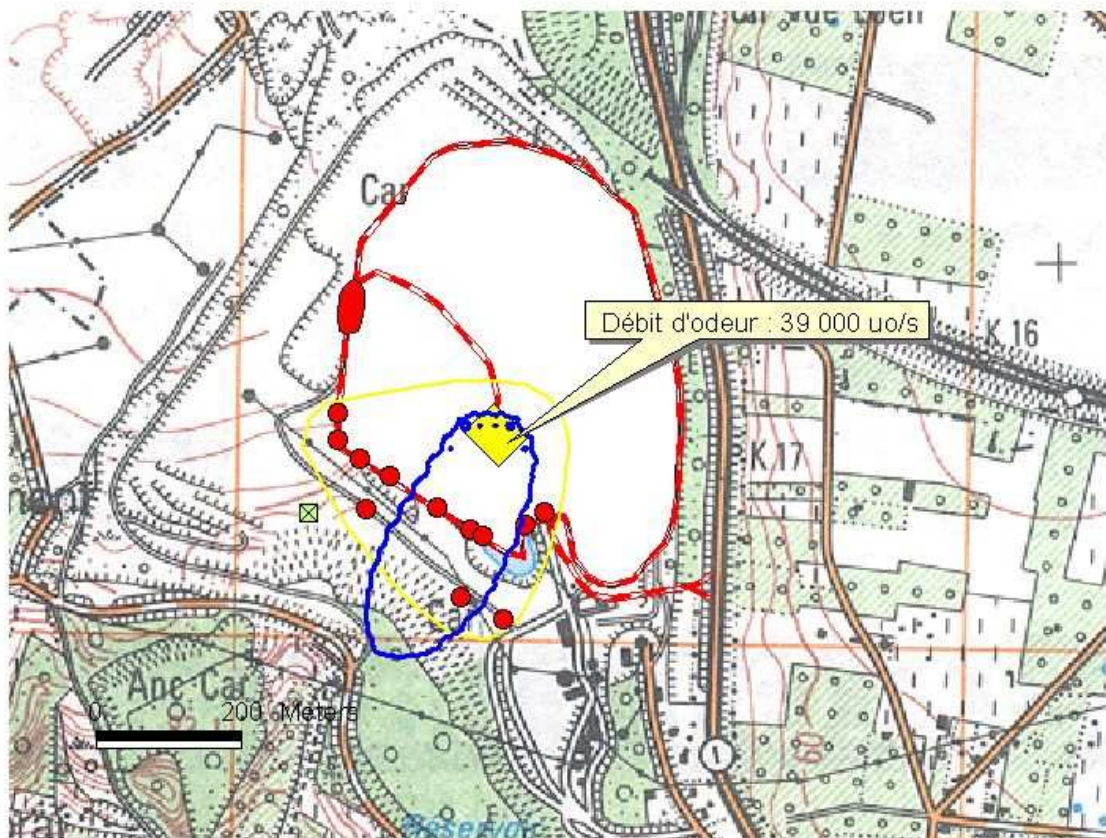


Figure 16 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 28 mars 2002

Mercredi 24 avril (11h10 - 12h10)

Ciel couvert 7/8
Vent modéré du Sud/Ouest.

Conditions moyennes :
Origine du vent : 219°
Vitesse du vent : 2.1 m/s
Température : 14.7 °C
Pression : 1017 hPa
Classe de stabilité : B
Méthane : 8500 ppb

Odeurs de déchets
limitées essentiellement
au chemin périphérique
du CET, près de la station
météo.

Trafic de camions assez important :
En moyenne : 14 camions/heure

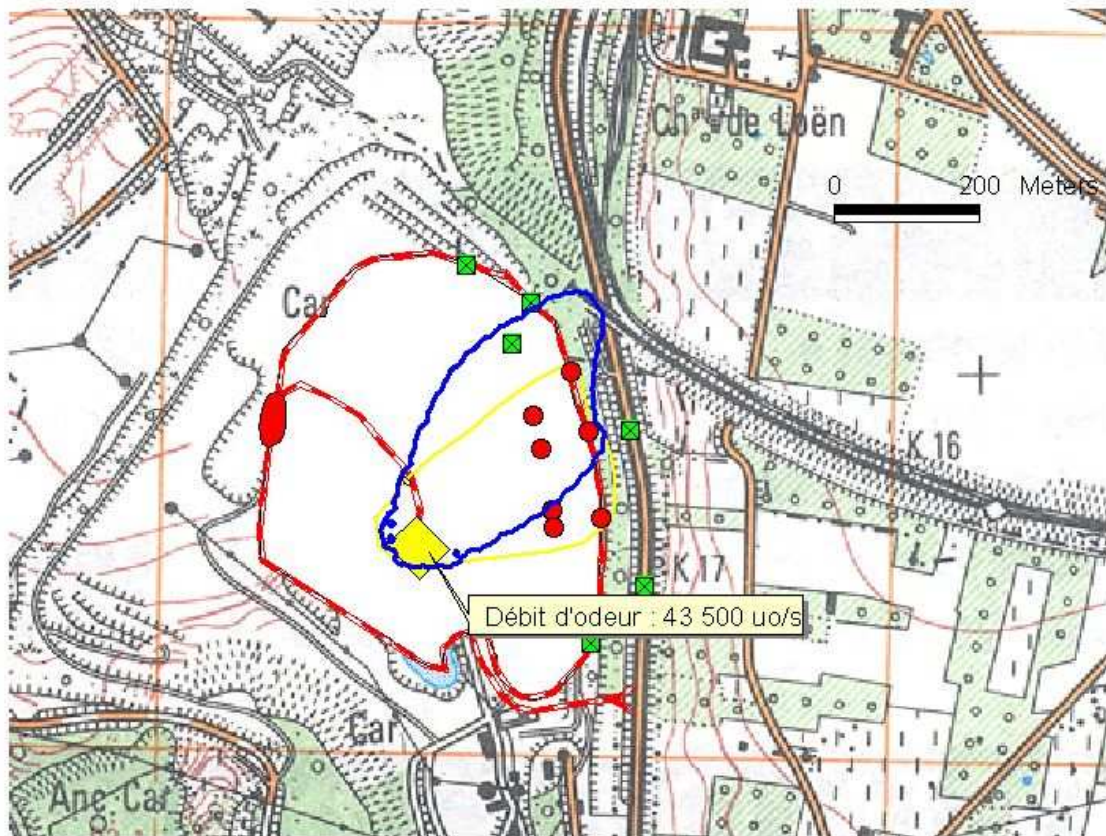


Figure 17 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 24 avril 2002

Le tableau 2 synthétise les résultats obtenus.

Date	Direction du vent	Vitesse du vent (m/s)	Classe de stabilité	Concentration méthane (ppb)	Flux de camions (camions/h)	Débit d'émission (uo/s)
8/2/02	201°	3.6	D	8699	3	22 500
12/2/02	228°	7.0	D	5414	3	42 000
14/2/02	29°	7.1	D	2687	4	39 000
5/3/02	23°	1.6	B	3161	8	76 500
8/3/02	216°	3.5	C	7147	5	61 500
28/3/02	21°	2.3	B	2543	11	39 000
24/4/02	219°	2.1	B	8500	14	43 500

Tableau 2 : Synthèse des résultats d'ajustement du débit d'émission d'odeur aux limites de perception mesurées par le surveillant communal.

La moyenne du débit d'émission, soit 46 286 uo/s peut, cette fois, être considérée comme une valeur typique du débit d'odeur de déchets pour la période de l'étude.

Remarquons que, durant la période de mesure, les odeurs sont quasi exclusivement restées localisées à l'intérieur du site du CET, la distance de perception par rapport au centre de la zone de déversement évoluant approximativement entre 310 et 480 m.

Remarquons à nouveau que, assez logiquement, la concentration en méthane, caractéristique du biogaz, n'est pas corrélée au débit d'émission, mesurant davantage l'odeur de déchets.

Par contre, le manque de corrélation entre le débit d'odeur et le flux de camions peut paraître moins logique, puisque le flux de camions conditionne le volume de déchets qui, lui, devrait être proportionnel au débit d'odeur.

Cette constatation *a posteriori* pouvait déjà être faite au moment de la mesure : un seul camion peut générer une bouffée d'odeur à grande distance. Le nombre de camions agit davantage sur l'intensité et surtout sur la continuité de l'odeur perçue que sur la distance de perception.

Sur base du débit moyen d'émission déterminé (46 286 uo/s), nous pouvons extrapoler les courbes de perception olfactive au climat moyen du site. Il est à noter, surtout pour la présente étude, que chacune de ces courbes est probablement une surestimation de la réalité, puisque la méthode est basée sur l'hypothèse d'une émission continue d'odeur et non sur la génération de bouffées fugaces.

L'extrapolation a été réalisée en introduisant dans le modèle le climat moyen de Bierset (situé à 19 km d'Hallembaye), ce qui permet de dessiner les percentiles 95, 98 et 99.5 relatifs à la limite de perception (1 uo/m³) de l'odeur de déchet du CET (figure 18).

Nous fournissons, 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).

Si nous considérons que la nuisance olfactive est limitée à l'intérieur de cette zone, nous constatons que les riverains potentiellement gênés par l'odeur de déchets sont ceux

- des quelques maisons de la rue d'Eben, les plus proches de l'entrée du CET,
- des quelques maisons en bout de la rue de Campine, juste avant le parc à containers,
- de la rue du château (essentiellement une exploitation agricole),
- de l'entrée du village de Loën (rue du Brouck, rue du Hournay, ...),

soit relativement peu de personnes au total.

Par contre (voir percentile 99.5), nous constatons que l'odeur peut tout à fait exceptionnellement atteindre (pendant moins de 0.5 % du temps), au sud, les villages d'Hallembaye et de Heure-le-Romain, ainsi que l'entrée du village d'Haccourt et au nord-est, non seulement le village de Loën, mais aussi celui de Lixhe, en traversant le canal Albert.

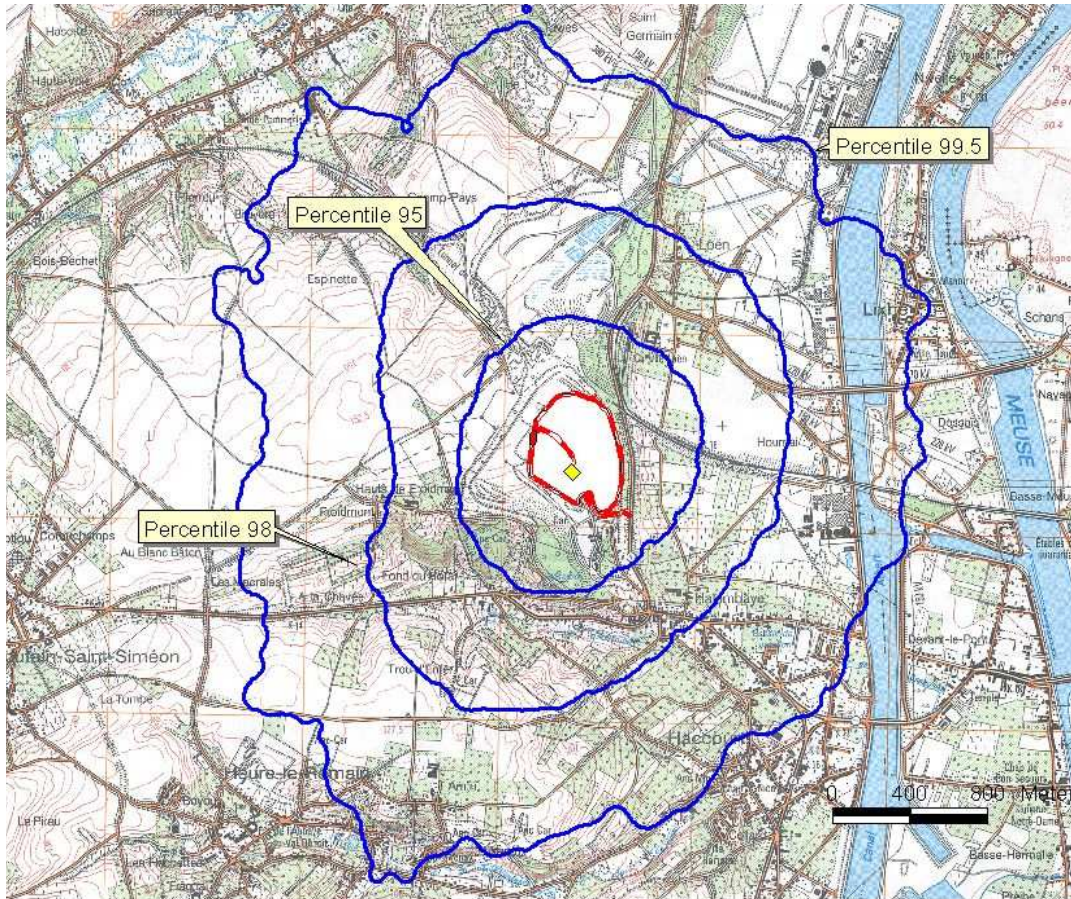


Figure 18 : Percentiles 95, 98 et 99.5 correspondant à 1 uo/m^3 et au climat annuel moyen

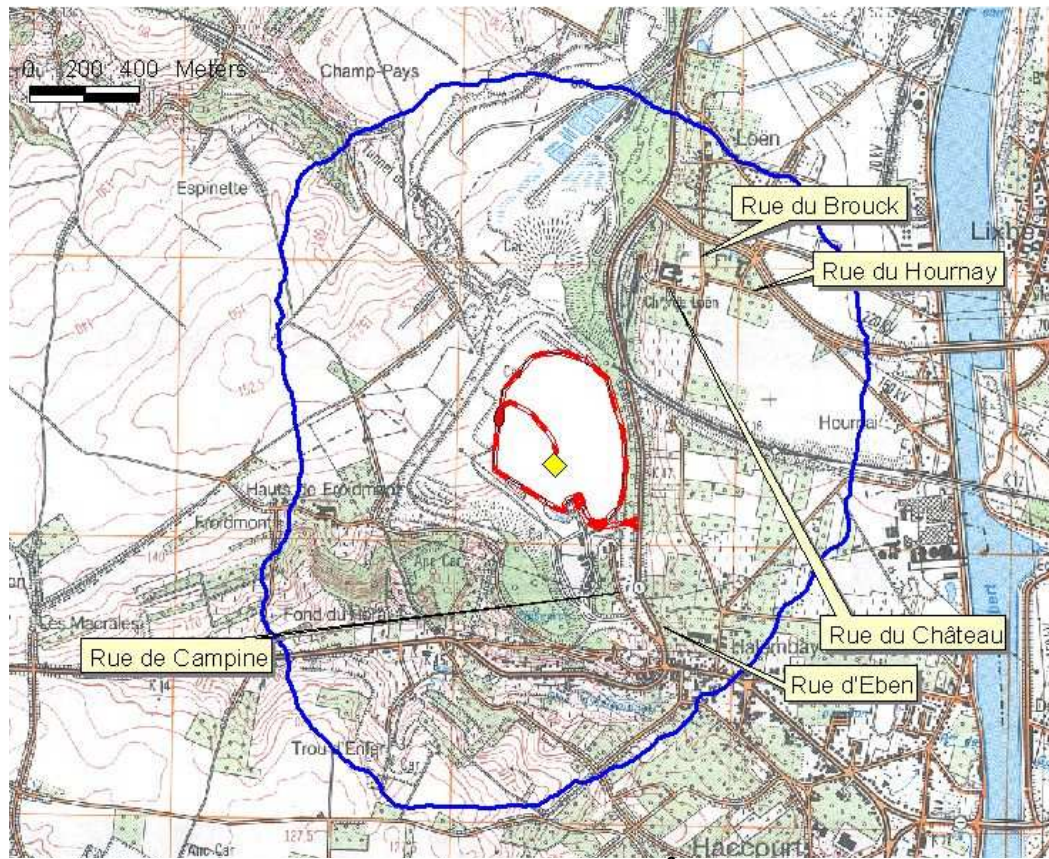


Figure 19 : Percentile 98 correspondant à 1 uo/m^3 et au climat annuel moyen

Commentaires sur la méthodologie

La valeur typique du débit d'odeur estimée par le modèle sur base des mesures de la FUL, soit 46 286 uo/s, est un peu supérieure à celle trouvée pour Mont-Saint-Guibert (30 156 uo/s).

Pourtant,

- les opérateurs n'ont pas ressenti, globalement, que l'odeur était plus forte à Hallembaye qu'à Mont-Saint-Guibert, au contraire;
- le flux de camions, en moyenne, durant la période de mesure, était plus élevé à Mont-Saint-Guibert qu'à Hallembaye;
- et surtout : les distances maximum de perception olfactive par rapport à la source sont moins élevées à Hallembaye qu'à Mont-Saint-Guibert (à Hallembaye, de 310 à 480 m, ou 390 m en moyenne et à Mont-Saint-Guibert, de 405 à 812 m, soit 552 m en moyenne).

Le fait qu'une distance de perception 30% plus faible soit engendrée par un débit d'odeur deux fois plus important ne peut être expliqué que par des différences de conditions météorologiques. La vitesse du vent et la stabilité de l'atmosphère influencent en effet énormément la dispersion du panache. A égalité de débit, la distance maximum de perception peut être doublée lorsque l'on passe d'une classe de stabilité B à une classe D ou d'une vitesse de vent 3 m/s à une vitesse de 1 m/s.

Or, à Hallembaye, l'époque de mesure était, en moyenne, plus favorable soit à des vents violents (voir les 12 et 14 février par exemple), soit à des conditions atmosphériques moins stables (voir par exemple les 5 et 28 mars, jours bien ensoleillés et donc moins stables). C'est ce qui justifie que des odeurs perçues à faible distance de la source puissent être générées par un débit important.

Cependant, compte tenu des incertitudes sur la localisation des points sur le terrain, sur l'évaluation des conditions météorologiques typiques de la période et sur la modélisation de la dispersion, nous pouvons considérer les deux débits, celui de Mont-Saint-Guibert et celui d'Hallembaye, comme étant du même ordre de grandeur.

Pour interpréter valablement les résultats et notamment pour être en mesure de comparer les débits d'odeur d'un site à l'autre, il est essentiel de distinguer ce qui est imputable à la différence de climat de ce qui est imputable à la mise en œuvre du modèle. Les différences de conditions météorologiques d'un site à un autre font effectivement partie du problème et doivent conditionner les distances de perception, mais le modèle n'est-il pas trop sensible aux petites différences de stabilité atmosphérique, voire à la manière dont l'information météorologique est enregistrée (information ponctuelle toutes les minutes ou moyennes sur 10 minutes par exemple)?

Pour des campagnes ultérieures, il serait bon d'homogénéiser les manières d'apprécier l'odeur sur le terrain. Pour rendre tout à fait comparables les résultats, l'idéal serait même que les conditions météorologiques soient semblables d'une campagne à l'autre, et en tout état de cause, que les fréquences d'acquisition des données météo soient identiques.

Les résultats de cette campagne montrent en tout cas que le traçage des odeurs en conditions extrêmes, peu favorables à la détection des odeurs (climat venteux ou instable), ne constitue pas nécessairement un handicap à la méthode. L'équilibre est rétabli lorsqu'on extrapole au climat moyen du site qui, lui, tient compte de toutes les autres situations atmosphériques.

Conclusions

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

Qualitativement, elle permet de relativiser l'importance de l'odeur de déchet par rapport à d'autres odeurs générées aux alentours du site, comme l'odeur d'élevage.

Elle permet aussi de limiter la zone de nuisance olfactive aux abords immédiats du CET, voire à l'intérieur même du site : durant la période de mesure, nous n'avons pratiquement jamais relevé d'odeur en dehors du site et, même dans des situations peu favorables à la dispersion des odeurs, la gêne olfactive ne dépasserait pas la distance de 500 m autour de la clôture du CET.

Quantitativement, l'étude aura permis d'estimer un débit d'émission de l'odeur de déchets sur le site : aux environs de 46 000 uo/s ou un peu plus de 165 000 000 uo/h. En admettant comme vraisemblable la dimension de la surface d'émission (un rectangle de 30 m x 50 m), ce débit représenterait un flux surfacique de 30 uo/s.m². Comme nous l'avons signalé plus haut, le débit d'odeur estimé doit cependant être considéré comme un débit global, englobant à la fois l'odeur de la cellule en exploitation et celle des camions en attente.

Cette valeur est un peu plus élevée que les flux déterminés par ailleurs (littérature, autres études), plutôt de l'ordre de 10 uo/m². Elle mériterait d'être confirmée par l'une ou l'autre mesure ultérieure.

Les estimations de débit d'odeur obtenues par cette méthode sont néanmoins vraisemblables et certainement aussi fiables que celles obtenues par d'autres méthodes, comme l'olfactométrie à la source ou les analyses physico-chimiques.

Il serait intéressant de comparer les résultats obtenus, et notamment la zone limitée par le percentile 98, à l'examen des plaintes de riverains, pour éventuellement confirmer les localisations de riverains potentiellement atteints.

L'analyse des observations réalisées par le surveillant communal en 2001 a permis de fixer une valeur plafond d'environ 110 000 uo/s au débit de l'odeur générée par les déchets. Il s'agit d'un ordre de grandeur particulièrement utile à connaître pour évaluer les pics possibles d'odeurs. En simulant la dispersion de ce débit d'odeur maximum dans des conditions de forte stabilité atmosphérique, nous pourrions avoir une idée des situations extrêmes de nuisance olfactive.

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

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

[4] NICOLAS, J., WIERTZ, V., MONTICELLI, D. (2000) *Contrôle/Commande de la réduction d'odeur générée par un Centre d'Enfouissement Technique* - Rapport de convention FIRST - FUL-Sotradec