

Campagne de mesure des odeurs sur le CET et la zone de compostage de Habay

Estimation des nuisances olfactives



***Jacques NICOLAS – Pierre DENNE – Pierre COBUT
Université de Liège
Département des Sciences et de Gestion de l'Environnement
Arlon – Novembre 2005***

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 et de la zone de compostage de Habay. 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 dans une première série de campagnes réalisées sur différents sites ^[1-6;9-10], alors qu'une seconde série a déjà commencé sur les sites de Monceau-sur-Sambre, Cour-au-Bois et Mont-saint-Guibert ^[7-8;11].

En avant-propos, nous tenons à réitérer les précautions d'usage en précisant que cette série d'études est complémentaire à d'autres études menées sur la problématique des odeurs de CET. Elle ne prétend pas du tout les remettre en cause ou les invalider.

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

La méthodologie appliquée dans cette étude sur le site de Habay est spécifiquement adaptée aux centres d'enfouissement technique et aux centres de compostage. Nous nous contenterons ici d'en rappeler les principes essentiels, elle est plus amplement décrite dans les rapports relatifs à la campagne de Mont-saint-Guibert ^[1] et de Froidchapelle ^[5].

Bref rappel de la méthodologie

Généralités

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

La méthode, bien qu'originale par rapport aux approches classiques, n'est pas novatrice et est basée sur la littérature scientifique ^[12,13].

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.

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 1). 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/m³.

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.

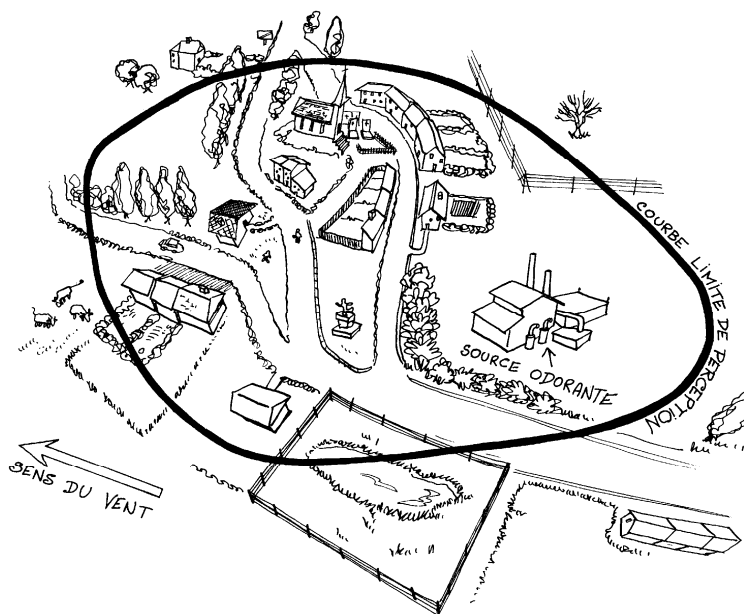


Figure 1 : Exemple de courbe limite de perception olfactive déterminée sur le terrain.

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

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

Pour cela, on utilise le climat moyen de la station du réseau synoptique de l'IRM la plus proche du site de CET. Le climat "moyen" est un ensemble d'occurrences de combinaisons de vitesse de vent, de direction de vent et de classe de stabilité, basé en général sur une trentaine d'années d'observations. Le percentile résultant correspond à une concentration donnée d'odeur. Ainsi par exemple, par définition, le percentile 90 correspondant à 5 uo/m^3 délimite une zone à l'extérieur de laquelle on reste sous le niveau de 5 uo/m^3 pendant plus de 90% du temps (ou, exprimé autrement, où le niveau de 5 uo/m^3 est atteint ou dépassé pendant moins de 10% du temps). En se rappelant que 1 uo/m^3 représente la concentration de l'odeur à la limite de perception, le percentile 98 à 1 uo/m^3 définit donc une zone à l'extérieur de laquelle l'odeur est perçue pendant moins de 2% du temps. C'est ce percentile que nos études considèrent comme une zone de nuisance olfactive typique.

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.

Enfin, 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 dans nos études. 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.

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, qui est basé sur un algorithme de "serpentement" d'un petit panache à l'intérieur du panache global gaussien.

Utilisation spécifique de la méthode pour les CET

Un premier choix méthodologique consiste généralement à ne considérer que l'odeur de déchets frais. Il est justifié par les constatations de terrain : l'odeur principale ressentie à l'immission est pratiquement toujours celle générée par les déchets frais, notamment lorsqu'ils sont déversés et remués par les engins de manutention. D'autres odeurs peuvent être également perceptibles : odeurs de biogaz ou de lixiviats, par exemple. Elles sont facilement identifiables et différenciées de l'odeur de déchets frais. Leur perception spécifique a été notée dans nos relevés de terrains. Néanmoins, l'expérience des campagnes de mesure nous a enseigné que c'est bien l'odeur de déchets qui est la plus présente et la plus gênante (dans l'espace et dans le temps) lorsqu'on s'éloigne un peu des sources spécifiques.

En outre, les autres odeurs étant beaucoup plus occasionnelles et souvent dues à des problèmes d'exploitation (par exemple fuites dans les réseaux de récupération du biogaz), il est pratiquement impossible d'en modéliser les émissions.

La situation est un peu différente dans le cas spécifique de Habay : comme à Tenneville, c'est l'odeur du centre de compostage qui émerge en général par rapport à celle du CET.

Quoiqu'il en soit, même l'odeur de compost 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/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.

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

Hypothèses, contraintes de la méthode

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

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

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

En tout état de cause, l'étape d'extrapolation au percentile 98 relatif à 1 uo/m^3 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. Remarquons également que certains auteurs ou certaines réglementations considèrent comme zones de nuisance des percentiles plus faibles (p90, p95) et parfois relatifs à des concentrations plus élevées (3 ... 5 voire 10 uo/m^3). Ces zones sont donc considérablement plus petites que le p98 à 1 uo/m^3 . Encore une fois, l'essentiel dans nos campagnes est de toujours utiliser les mêmes notions de manière à pouvoir comparer différents sites entre eux ou au cours du temps.

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.

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. La zone exploitée est matérialisée par un point jaune au centre de la figure.

Le CET de Habay est, avec celui de Tenneville, l'un des deux CET de classes 2 et 3 de la province de Luxembourg. Il est exploité par l'intercommunale Idelux et est situé au sud de la commune de Habay. A vol d'oiseau du site exploité, les distances par rapport aux premières maisons des agglomérations voisines sont les suivantes :

- à environ 2 km au nord, les premières maisons d'Habay-la-Neuve (commune d'Habay, près du chemin de fer);
- à environ 2500 m au nord-nord-ouest, celles d'Habay-la-Vieille (commune d'Habay);
- à environ 3800 m au nord-ouest, celles d'Houdemont (commune d'Habay);
- à environ 2 km à l'est-nord-ouest, celles de Nantimont (commune d'Habay) et à près de 3.5 km, celles de Mortinsart (commune d'Etalle);
- à plus de 5 km vers l'ouest, celles de Villers-sur-Semois (commune d'Etalle);
- à 5700 m au sud-ouest, celles de Sainte-Marie-sur-Semois (commune d'Etalle);
- à 3500 m au sud-sud-ouest, celles de l'agglomération d'Etalle;
- à 3500 m au sud-sud-est, celles de Vance (commune d'Etalle);
- à 4500 m à l'est-sud-est, celles de Sampont (commune de Habay);
- à 2600 m à l'est, celles de Hachy (commune de Habay).

Le CET est situé au lieu-dit "Les Cœuvins", dans une zone de services publics et d'équipements communautaires à proximité de l'autoroute E411. Le site est donc relativement isolé des zones d'habitat (voir extrait du plan de secteur en figure 3). Il est intégré dans un zoning "vert" et est entouré de bois et de prairies, traversés par plusieurs ruisseaux (les Cœuvins, la Goutaine, la Tortrue, l'Enclos).

La figure 4 met en évidence, par deux cercles concentriques, les zones situées respectivement dans des rayons de 2 et 4 km à partir du CET. Les secteurs dans lesquels sont situées des habitations y sont également indiqués. Les vents dominants d'origine sud-ouest soufflent dans un secteur peu habité, entre Habay et Hachy. Ceux du nord-est par contre peuvent porter l'odeur jusqu'à Etalle.

Le relief est assez peu marqué. L'altitude oscille entre 350 et 385 mètres dans les environs immédiats.

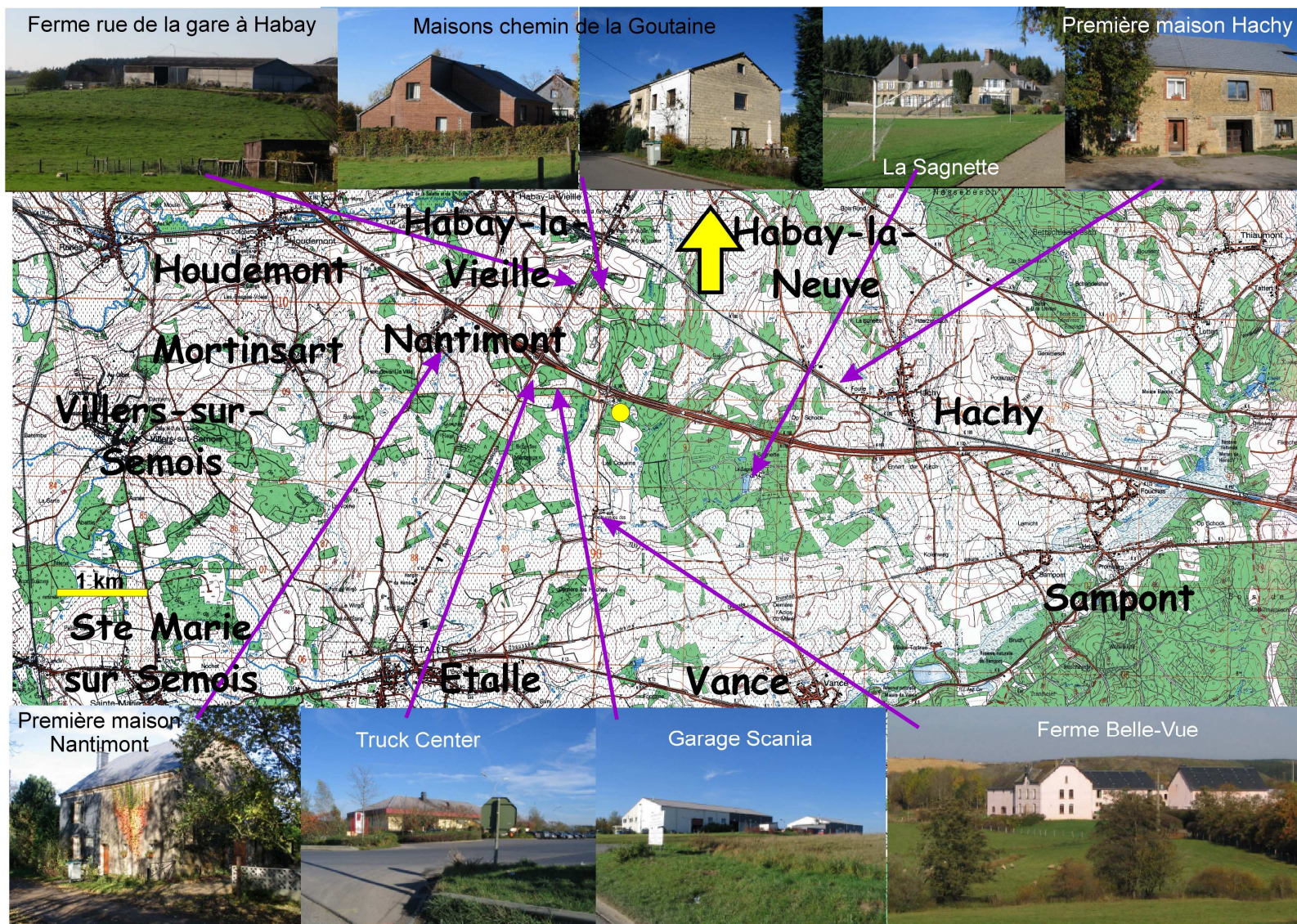


Figure 2 : Vue générale des environs du CET et du centre de compostage de Habay

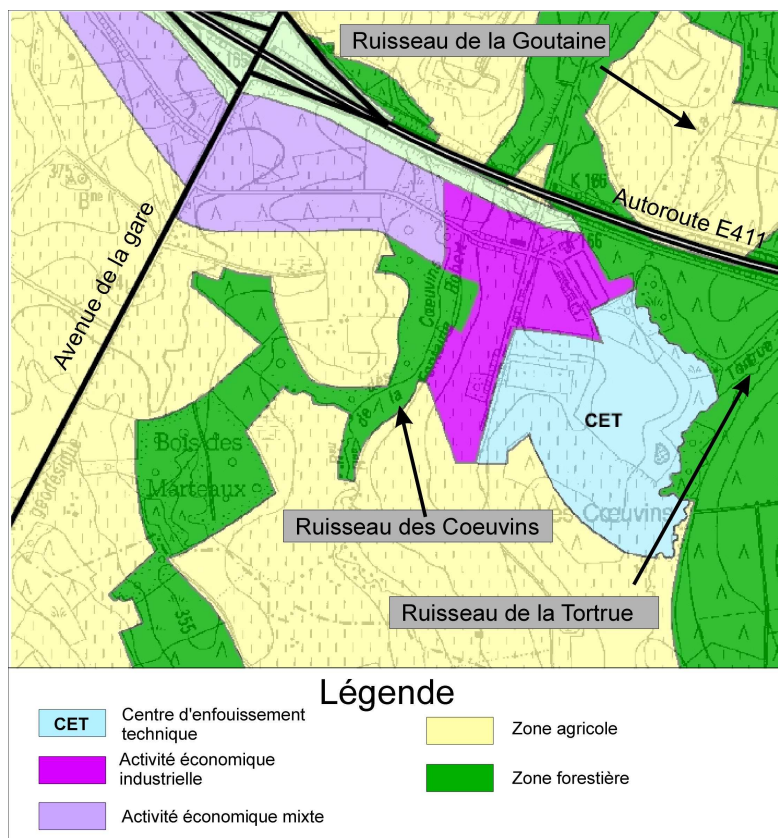


Figure 3 : Plan de secteur et principales caractéristiques des environs immédiats du site.

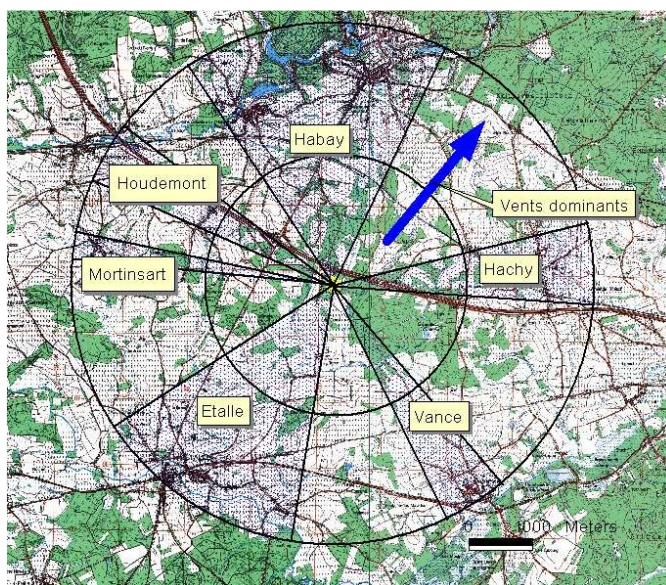


Figure 4 : Zones concentriques dans les rayons de 2 et 4 kilomètres à partir du CET indiquant les secteurs les plus habités.

Dans un rayon de deux kilomètres, quelques riverains risquent d'être gênés par l'odeur du CET et du centre de compostage. Nous avons relevé :

- au nord, à 1260 mètres, quelques maisons sur le chemin de la Goutaine,
- à l'est, à environ 2000 mètres, une ferme près du chemin de fer à Hachy,
- au sud-est, à 1700 mètres, le domaine de la Sagnette,
- au sud, à 1100 mètres, la ferme Belle-Vue,
- à l'ouest, à environ 2000 mètres, les premières maisons de Nantimont.

Enfin, les bâtiments les plus proches, outre les bureaux d'Idelux sur le site-même, sont ceux du zoning des Cœuvins. Les travailleurs des entreprises de ce zoning (garages, auto-sécurité, ...) ne sont cependant présents que durant les heures de travail et les processus qu'ils gèrent peuvent éventuellement produire leurs propres odeurs. Néanmoins, le zoning accueille également le Motel Truck Center, hôtel-restaurant surtout destiné aux chauffeurs de poids lourds. A 800 mètres à peine du centre de compostage, les employés et les clients du Truck Center sont susceptibles de percevoir fréquemment l'odeur.

La figure 5 "zoome" sur le site du CET et la photo 1 de la figure 6 montre une vue d'ensemble du site, quant aux figures 7 et 8, elles en représentent respectivement une vue panoramique (actuelle) et une vue aérienne (prise en 2002).

Le CET de Habay est un CET de classes 2 et 3, son autorisation date de 1979. Comme à Tenneville, une partie des déchets est compostée sur le site. Trois types de compost y sont produits :

- le compost issu des déchets ménagers traditionnels (sac gris);
- le compost issu des déchets de cuisine (matières organiques) collectés sélectivement;
- le compost issu des déchets verts.

Les flux mensuels de matière sont les suivants :

- 1600 tonnes d'ordures ménagères non triées, destinées à fabriquer du compost urbain "CUB". Celui-ci est exclusivement valorisé en agriculture, surtout en France. Le déchet brut est tout d'abord broyé, puis tamisé à la maille de 50 mm. Le résidu du tamisage va en CET. Après maturation, et perte de 20 à 40% de masse en eau, le compost est de nouveau tamisé à la maille de 8 mm et le refus de tamisage est dirigé vers le CET.
- 800 tonnes d'ordures ménagères triées sélectivement, destinées à faire du compost urbain "CUA" (figure 6, photo 2), également valorisé en agriculture, en Région wallonne. Un léger rebut (5 à 10%) est mis en CET.
- 1200 tonnes de fraction sèche, non fermentiscible, issue de la collecte sélective, dirigée directement vers le CET.
- 1600 tonnes de matières végétales, destinées à faire du compost vert "CV" (photo 3, figure 6), valorisé à 80% dans l'agriculture (Région wallonne et France) et 20% par les particuliers, les forêts, parcs et jardins.
- 4000 tonnes d'encombrants, générées par les collectes porte à porte, les parcs à containers et le secteur privé (PME, grandes surfaces, communes, ...), et directement dirigées vers le CET.

Selon ces chiffres, la majorité des déchets envoyés vers le CET (probablement au moins de l'ordre de 80 à 90%) sont non fermentiscibles et donc peu odorants.

Toutes activités confondues, il y a sur le site de 70 à 100 mouvements de camions par jour.

Le CET est divisé en trois zones : un tumulus réhabilité (photo 4, figure 6), où les seules odeurs éventuellement possibles sont celles des puits de dégazage, le casier n°2, destiné à une exploitation future et en cours d'aménagement durant nos campagnes de mesure en 2005 et le casier n°1, en cours d'exploitation, et qui émet de légères odeurs typiques de déchets frais.

Mais l'originalité des sites de la province de Luxembourg est donc d'accueillir un centre de compostage, responsable de la plus grande partie des odeurs.

La matière à composter est accumulée sous forme d'andains. Durant 2 à 3 mois, grâce au contact avec l'air extérieur, les micro-organismes transforment par oxydation les matières d'origine végétale en humus stable. Le processus d'oxydation est favorisé par le retournement régulier des andains.

Après ces deux à trois mois de compostage, le compost mûr passe dans une installation d'affinage où il subit un tamisage afin d'éliminer tous les déchets non biodégradables restants (plastiques, particules métalliques, ...), ainsi que les particules lourdes (verres, cailloux, ...).

Outre le CET, une importante source d'odeur est donc le grand hall de compostage des déchets ménagers triés (CUA) ou non triés (CUB). Il est centré aux coordonnées Lambert $x=241.5$ km, $y=44.0$ km et mesure plus de 150 mètres de longueur (photo 5, figure 6). L'odeur y est surtout produite lors du retournement des andains.

A ces sources, il faut encore ajouter les émissions

- du dépôt et de la préparation des déchets avant compostage ("usine" sur le plan),
- du hall d'affinage,
- de la dalle de déchets verts, dont l'odeur de bois et de verdure n'est pas aussi désagréable que celle des déchets ménagers.

Enfin, des odeurs diffuses peuvent émaner du hall de tri (photo 6, figure 6), du parc à containers (photo 7, figure 6) et, plus généralement, des camions qui circulent sur le site.

La station d'épuration des lixiviats, quant à elle, ne génère pratiquement pas d'odeur. Elle est composée d'un bassin tampon, d'une lagune, d'un système de décantation/aération et d'une station d'épuration physico-chimique, au sud-ouest du site (photos 8 et 9, figure 6).

Aucun système de diffusion de produit neutralisant d'odeur n'était en fonctionnement lors de nos visites sur le site.

Les camions arrivent par un chemin d'accès à l'ouest, sont pesés au pont-bascule, à l'entrée, puis se dirigent, selon le cas, soit vers le CET, soit vers la dalle de compostage des déchets verts, soit vers l'usine de préparation des déchets pour le compost CUA et CUB, soit encore vers le parc à containers pour récupérer les fractions triées.

Sur la cellule en activité, des engins assurent l'épandage et le broyage des déchets amenés (photo 10, figure 6).

La station météo de l'équipe de suivi était placée sur le tumulus réhabilité.

Enfin, un nouveau casier (n° 2) était en cours de p réparation durant nos mesures (photos 11 et 12, figure 6).

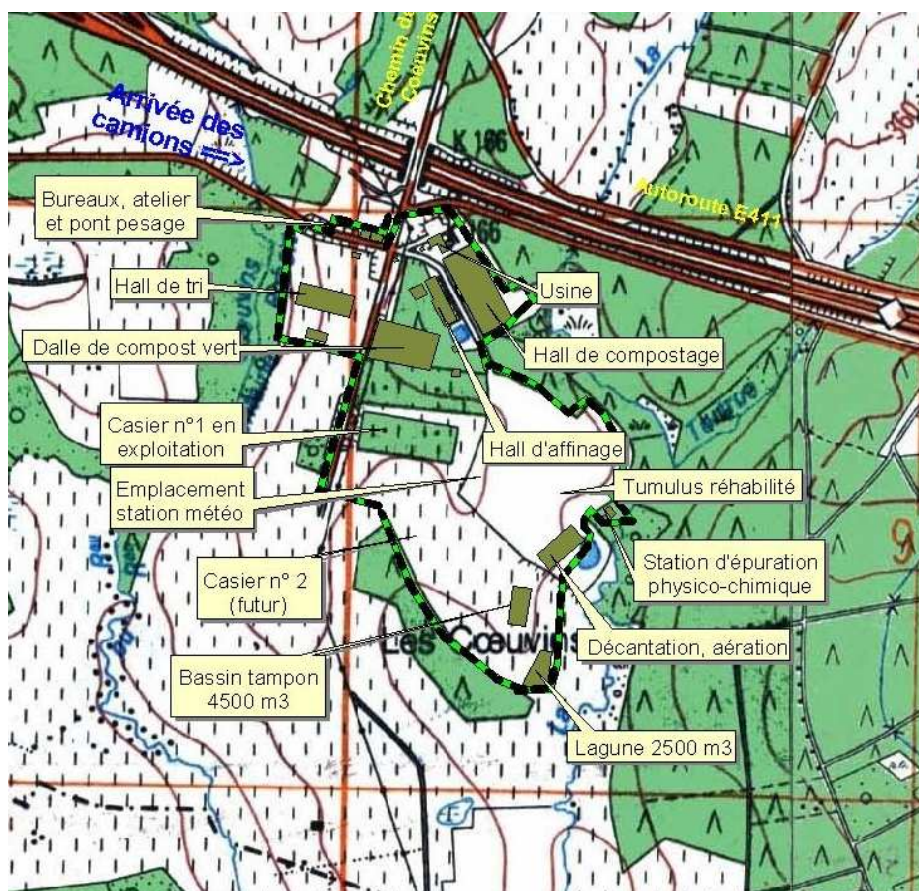


Figure 5 : Vue rapprochée du CET et du Centre de Compostage de Habay



Photo 1 : Vue d'ensemble du site



Photo 2 : Andain CUA



Photo 3 : Compost vert



Photo 4 : Tumulus réhabilité



Photo 5 : Hall de compostage (CUA & CUB)



Photo 6 : Hall de tri



Photo 7 : Parc à containers



Photo 8 : Station d'épuration, partie physico-chimique



Photo 9 : Station d'épuration, partie aération-décantation



Photo 10 : Broyage et étalement des déchets



Photo 11 : Nouveau casier en préparation, partie sud



Photo 12 : Nouveau casier en préparation, partie nord

Figure 6 : Assemblage de photos relatives au site d'Habay



Figure 7 : Vue panoramique du CET et du Centre de Compostage de Habay



Figure 8 : Vue aérienne du site d'Habay

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.

- L'odeur du compost masque généralement toutes les autres. Parfois cependant, elle ne peut pas être clairement distinguée de celle générée par les déchets frais. Les deux panaches odorants sont presque toujours mélangés et c'est ce mélange que nous considérons dans la suite.
- Les zones d'émission de l'odeur de déchets frais sont relativement circonscrites et de surfaces assez restreintes dans l'ensemble. Le recouvrement régulier des déchets réduit également la possibilité d'odeurs fortes émanant directement de la cellule exploitée.
- Comme sur les autres CET, le broyage et l'étalement des déchets sur l'aire de déversement engendrent le dégagement de composés volatils odorants, mais dans le cas de Habay, une grande partie des déchets envoyés vers le CET sont non fermentiscibles, voire inertes, et donc, peu odorants.
- L'odeur de biogaz n'est que très rarement perçue dans l'environnement et ne fait pratiquement jamais l'objet de plaintes.
- Le terrain aux environs du site est particulièrement bien dégagé vers le sud et vers l'ouest. Lorsque le vent envoyait le panache odorant vers ces secteurs, les "promenades" odeur étaient

particulièrement faciles à réaliser et les résultats probablement plus fiables que pour les directions nord et est. Pour ces secteurs, en effet, la forêt crée à la fois un obstacle à la propagation de l'odeur et une difficulté d'accès pour l'observateur.

- Nous n'avons pas réalisé d'enquête systématique chez les riverains, mais les quelques témoignages ponctuels des riverains les plus proches (fermes) indiquent d'une part que la nuisance reste très supportable et d'autre part, qu'il existe une volonté de collaboration entre gestionnaire du CET et riverains pour encore améliorer la situation.
- Néanmoins, malgré tout, l'impression générale dans la région est que les odeurs émanant du site d'Idelux à Habay sont fortes et dérangeantes. Une telle impression générale peut cependant être biaisée par le fait que des milliers de voitures passent tous les jours sur l'autoroute, à quelques dizaines de mètres seulement du hall de compostage (ce que l'on voit très bien sur la photo de la figure 8). Inévitablement, l'odeur est donc perçue par un grand nombre de personnes qui gardent cette impression comme souvenir du CET d'Habay, d'autant plus que l'autoroute se trouve dans le sens des vents dominants par rapport au CET.

Observations quantitatives

Protocole

La campagne de mesure s'est déroulée sur dix-neuf semaines, entre le 25 juillet 2005 et le 25 novembre 2005 (avec une pause pendant le mois d'août), généralement en fin de matinée ou en début d'après-midi, ce qui correspond à des périodes d'activité normale du CET et du centre de compostage.

L'équipe de mesure s'est rendue 12 fois sur le terrain, respectivement le 25/07/05, le 29/07/05, le 01/09/05, le 02/09/05, le 13/09/05, le 14/09/05, le 21/09/05, le 22/09/05, le 23/09/05, le 04/10/05, le 18/10/05 et le 25/11/05.

L'époque était particulièrement propice aux vents des secteurs est et sud-sud-ouest, comme le montre la rose des vents représentée sur la figure 9.

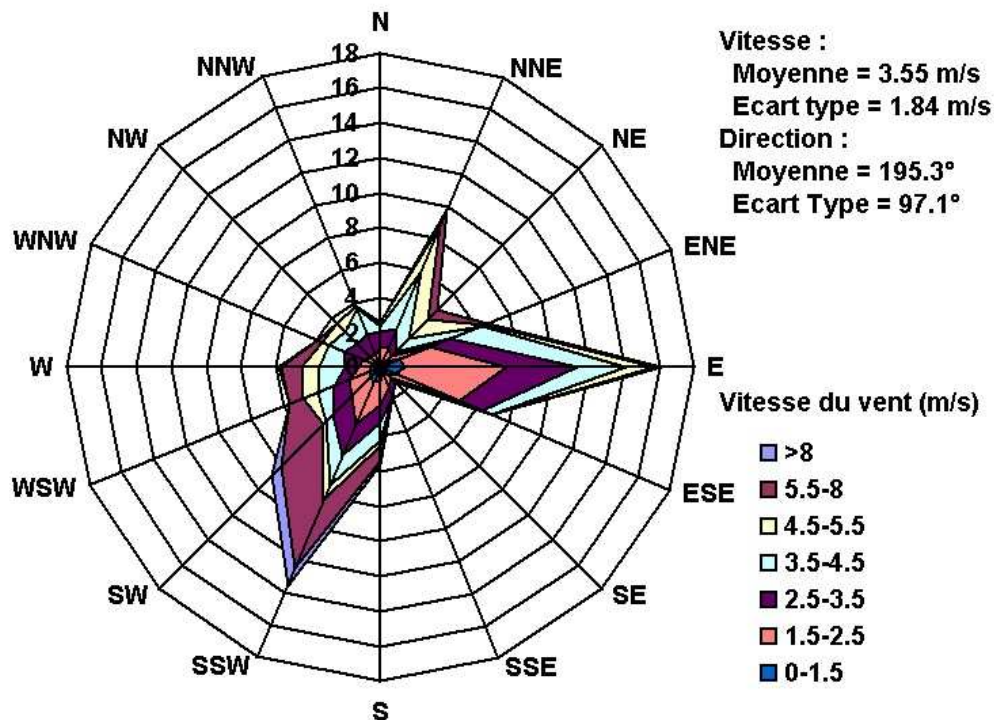


Figure 9 : Rose des vents caractéristique de l'époque de mesure

Quelques vents du secteur nord-nord-est ont également été observés. La classe de vitesse la plus rencontrée dépend de l'origine du vent : en moyenne, il y a eu davantage de vents violents (entre 5.5

et 8 m/s) d'origine sud-sud-ouest, davantage de vents faibles (1.5...2.5 m/s) d'origine est et davantage de vents intermédiaires (3.5...5.5 m/s) d'origine nord-nord-est. La période de mesure s'étalant sur plusieurs mois très contrastés (août assez pluvieux, septembre et début octobre ensoleillés et fin octobre et novembre plus froids), 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, démontée en fin de mesure et les données stockées toutes les 30 secondes étaient vidangées lors du retour à Arlon. 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.

Etant donné les distances importantes entre les différentes sources d'odeur, il n'était pas possible de globaliser les émissions en une seule localisation. Chacune d'entre elles a donc été considérée dans le logiciel, avec ses propres surface et localisation. L'ajustement itératif du débit d'odeur a donc été réalisé en pondérant, à chaque passe, le débit global par des pourcentages d'émission estimés empiriquement. Le tableau 1 résume les hypothèses considérées dans la présente étude. Par rapport à ces valeurs caractéristiques, les pourcentages de la dernière colonne ont été ajustés finement pour chaque cas particulier, sur base de l'activité sur le site.

Source	Surface (m ²)	Pourcentage par rapport au débit total (%)
Hall de compostage	9000	85
Hall d'affinage	2100	8
Dalle de compostage des déchets verts	7410	1
Hall de tri	3720	1
Cellule exploitée du CET	200-4500	5

Tableau 1 : Pondération de l'importance de chaque source d'odeur par rapport au total

La surface de la zone exploitée sur le CET a été estimée à chaque mesure sur base de relevés au GPS. Elle varie très fort d'une fois à l'autre, mais les repérages ne sont pas toujours réalisés rigoureusement, car les véhicules en activité empêchent souvent l'accès aux limites exactes. Une surface moyenne de 2000 m² peut cependant être considérée.

En l'occurrence, nous avons donné beaucoup plus d'importance à l'odeur émanant du hall de compostage qu'à celle générée sur la cellule en exploitation. C'est effectivement l'impression ressentie par tous les observateurs : c'est de loin le centre de compostage de déchets ménagers qui génère le plus de mauvaises odeurs sur le site.

En réalité, le résultat final reste peu sensible à la manière dont les sources sont pondérées. Le débit d'odeur déterminé par ajustement avec les mesures à l'immission peut en effet être vu comme un débit diffus global, qui tient compte à la fois de la zone de déversement, des camions arrivant sur le site, des andains de compost au repos et de leur manipulation, du broyage des déchets, En d'autres termes, la valeur de flux surfacique (en uo/m²s) n'a aucune signification dans le cas présent : le débit global (en uo/s) est plus représentatif du débit réel d'odeur de déchets du CET et du centre de compostage. Quant à la dimension globale du panache, elle varie peu en fonction de la pondération des sources, seule sa forme exacte est affectée.

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

Le tableau 2 fournit, à titre indicatif, les statistiques d'arrivée des camions sur le site pendant les périodes de mesure, selon leur destination particulière. La grande quantité de camions dirigés vers le CET n'est cependant pas indicatrice d'une plus grande odeur dans le cas d'Habay, car un tonnage important des déchets déversés sur la cellule ne sont pas fermentiscibles.

Date	vers CET	vers CV	vers CUA & CUB	Hall de tri	Total
25/07/2005	4	3	2	5	14
29/07/2005	10	1	1	2	14
1/09/2005	4	1	3	1	9
2/09/2005	6	3	1	4	14
14/09/2005	8		2	4	14
21/09/2005	8	2	1	5	16
22/09/2005	6	1		4	11
23/09/2005	8	3		1	12
4/10/2005	9	2	6	5	22
18/10/2005	9	4	6	7	26
25/11/05	6	1		7	14

Tableau 2 : Statistiques des camions arrivés sur le site d'Habay, selon leur destination particulière, pour les différentes périodes de mesure.

Résultats

Les figures 11 à 22 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 : trafic de camions et conditions météorologiques.

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

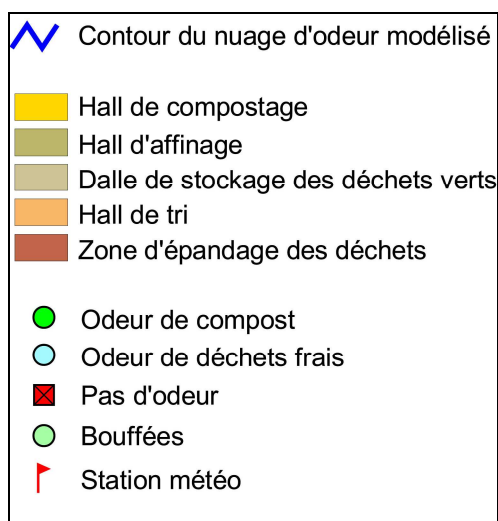


Figure 10 : Légende des figures 11 à 22

Lundi 25 juillet 2005 (14h00 - 15h00)

Ciel couvert (7/8)
 Vent du Sud-Ouest
 Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 6.84 m/s
 Direction moyenne : 209°
 Température : 22.54°C
 Radiation moyenne : 631.5 W/m²
 Pression : 976.4 hPa
 Classe de stabilité : D

L'odeur de compost était perçue de façon continue sur une distance de 700 m dans a direction du vent et des bouffées étaient encore perceptible à 1000 m. 14 camions pendant la période de mesure.

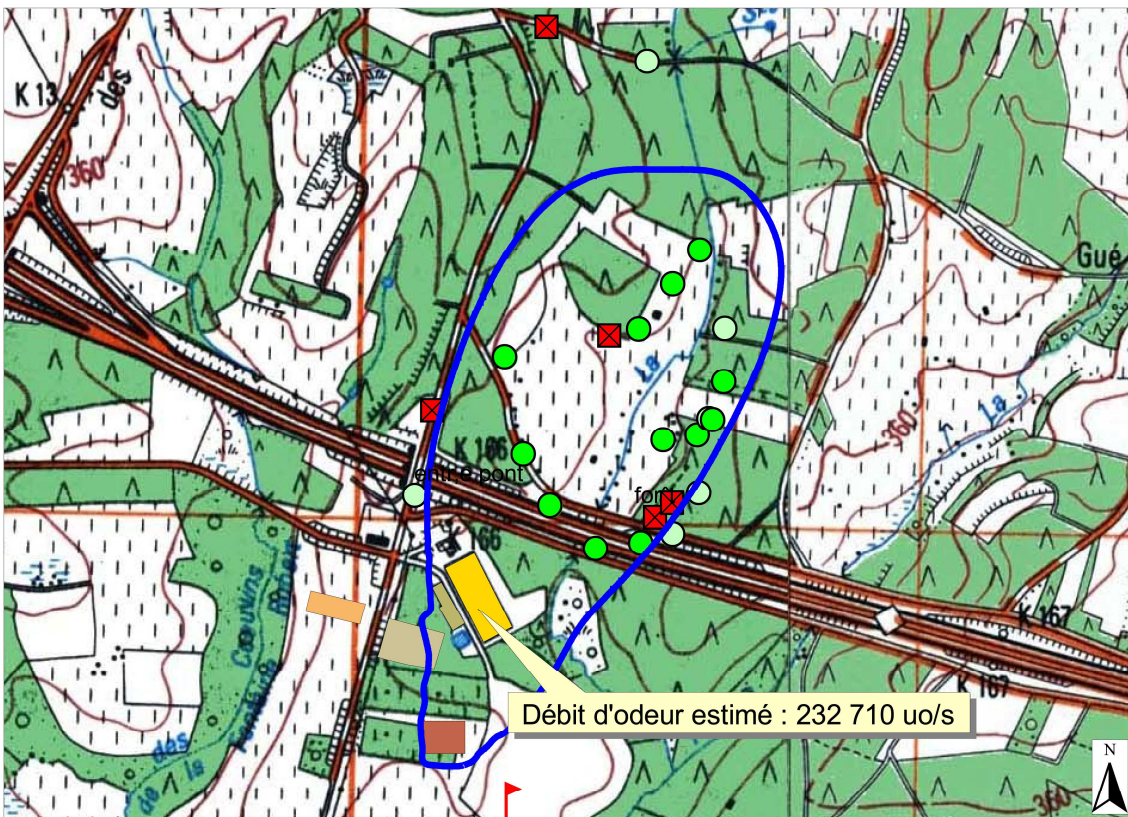
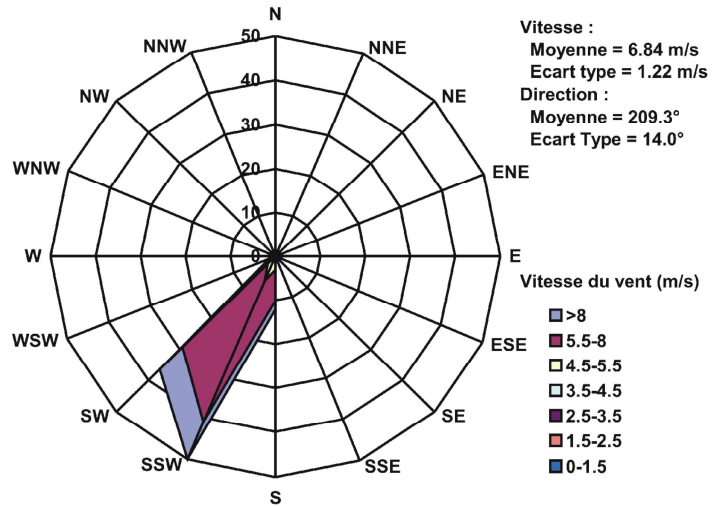


Figure 11 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 25 juillet 2005

Vendredi 29 juillet 2005 (15h00 - 16h00)

Ciel dégagé, soleil
 Vent du Sud-Ouest
 Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 2.17 m/s
 Direction moyenne : 223.5°
 Température : 29°C
 Radiation moyenne : 840 W/m²
 Pression : 982 hPa
 Classe de stabilité : A

Vent faible de direction variable.
 "Stagnation" de l'odeur autour du CET.
 14 camions pendant la période de mesure.

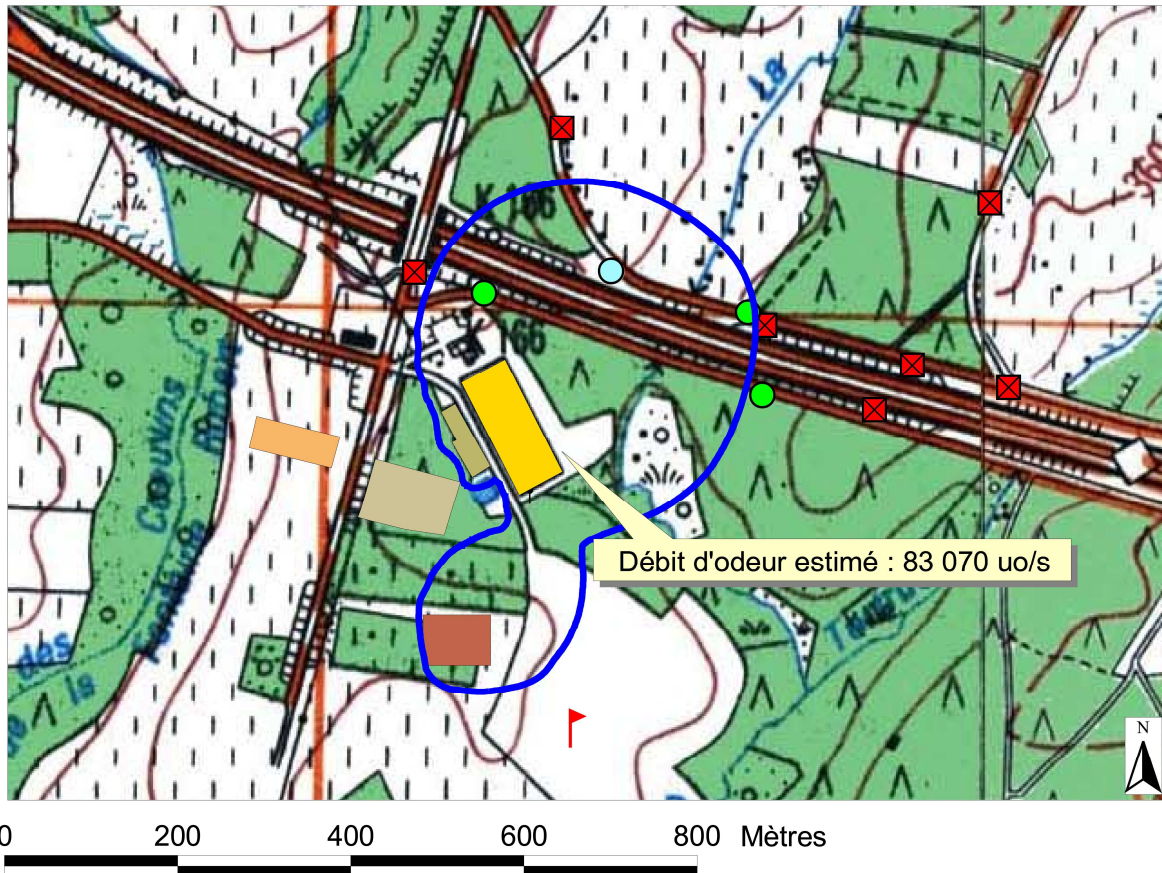
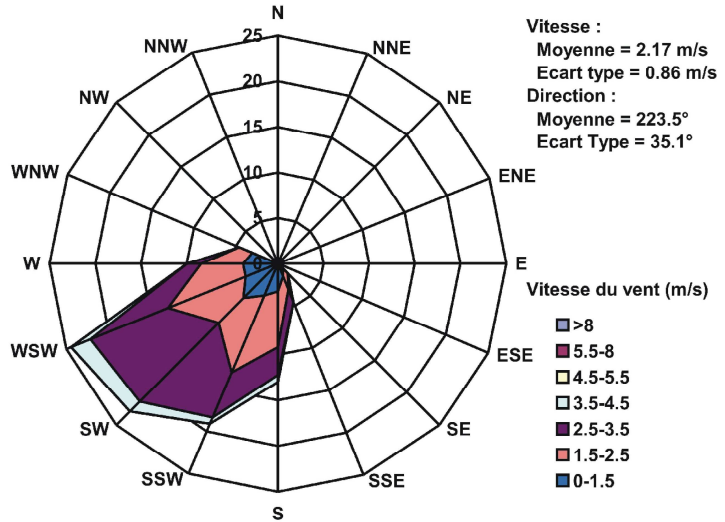


Figure 12 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 29 juillet 2005

Jeudi 1 septembre 2005 (11h00 - 12h00)

Ciel couvert, vent d'Ouest

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 4.43 m/s
 Direction moyenne : 272.5°
 Température : 20°C
 Radiation moyenne : 266 W/m²
 Pression : 982 hPa
 Classe de stabilité : C

Dispersion de l'odeur à proximité du CET.
 Pas de retournement des andains.
 11 camions pendant la période de mesure.

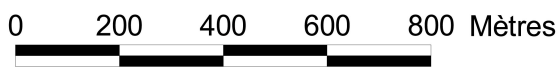
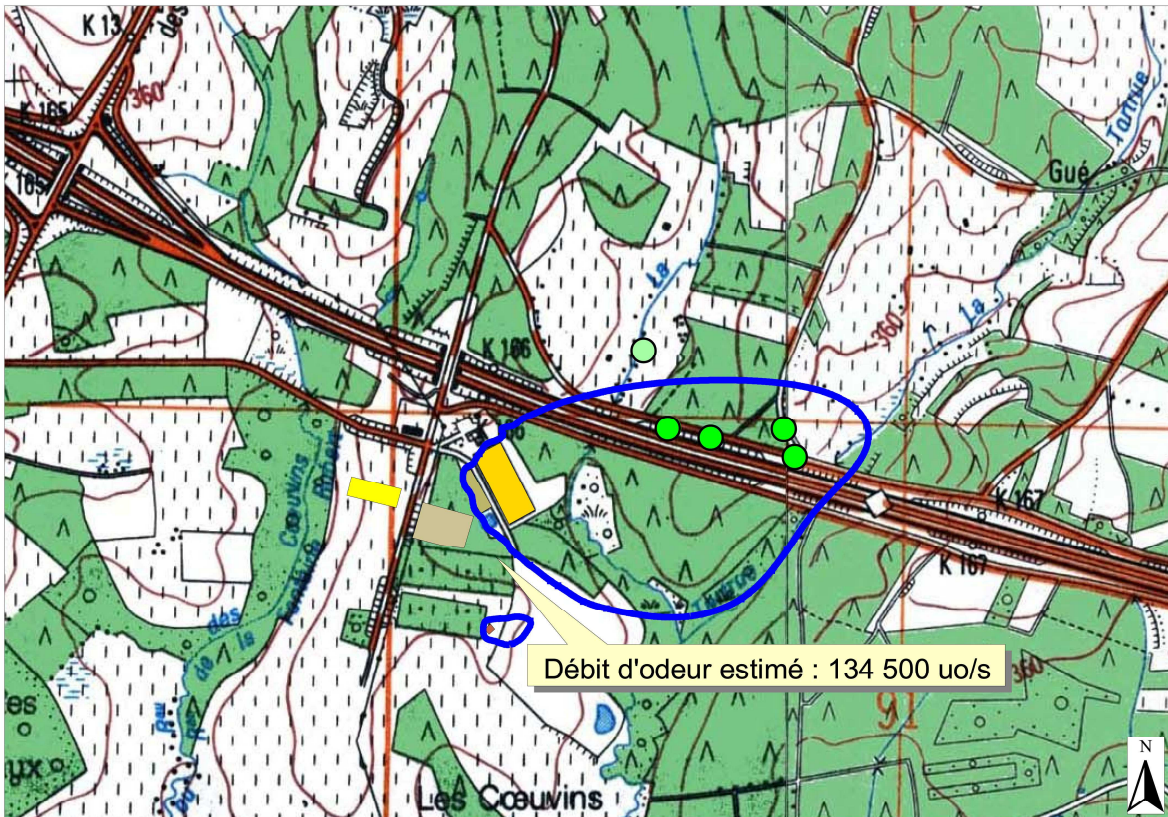
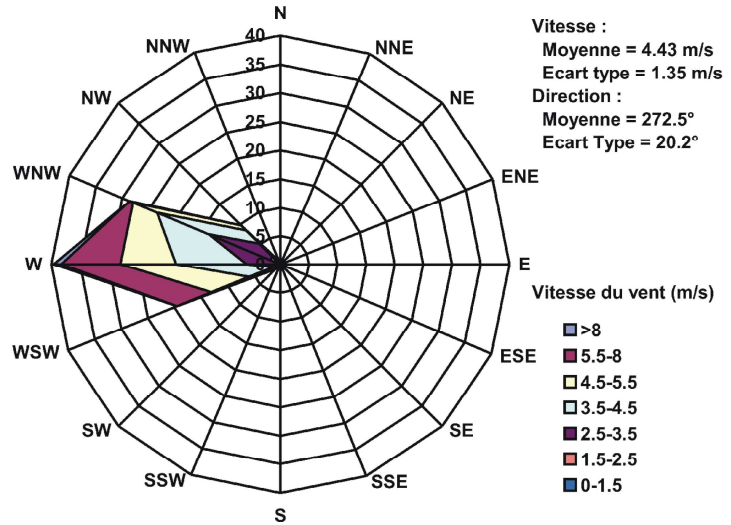


Figure 13 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 1^{er} septembre 2005

Vendredi 2 septembre 2005 (10h00 - 11h00)

Ciel dégagé, vent de NNO

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 3.08 m/s
 Direction moyenne : 354.4°
 Température : 28°C
 Radiation moyenne : 720 W/m²
 Pression : 1015 hPa
 Classe de stabilité : B

Odeur de déchets plus prononcée.
 14 camions pendant la période de mesure.

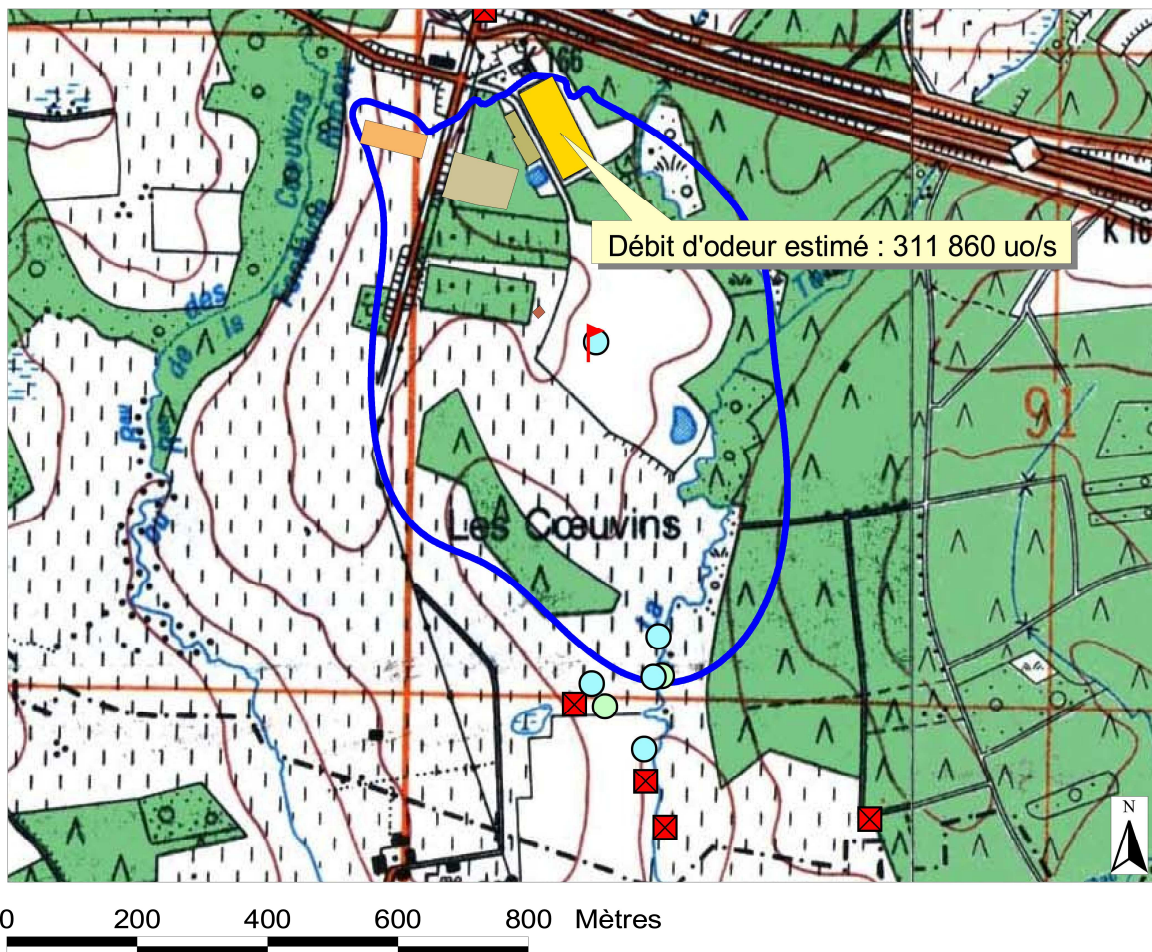
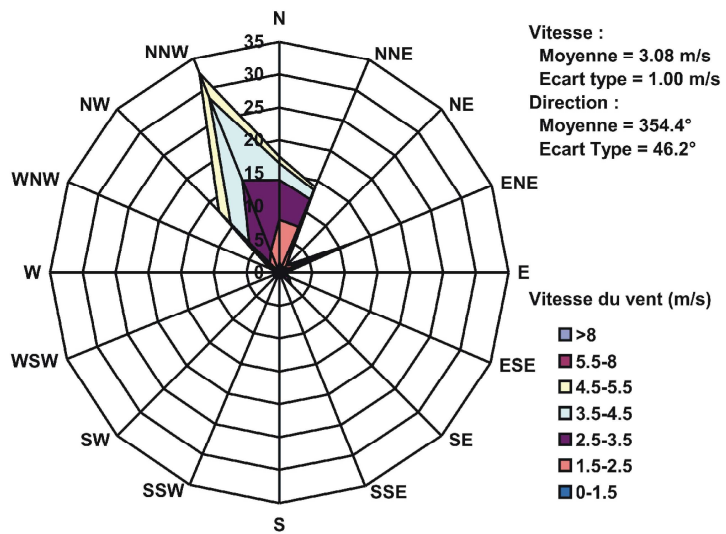


Figure 14 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 2 septembre 2005

Mardi 13 septembre 2005 (14h30 - 15h45)

Ciel dégagé, vent de direction variable

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 1.5 m/s
 Direction moyenne : 159°
 Température : 24°C
 Radiation moyenne : 660 W/m²
 Pression : 1017 hPa
 Classe de stabilité : B

L'odeur s'éloigne très peu du site.
 Pas de direction principale de vent.

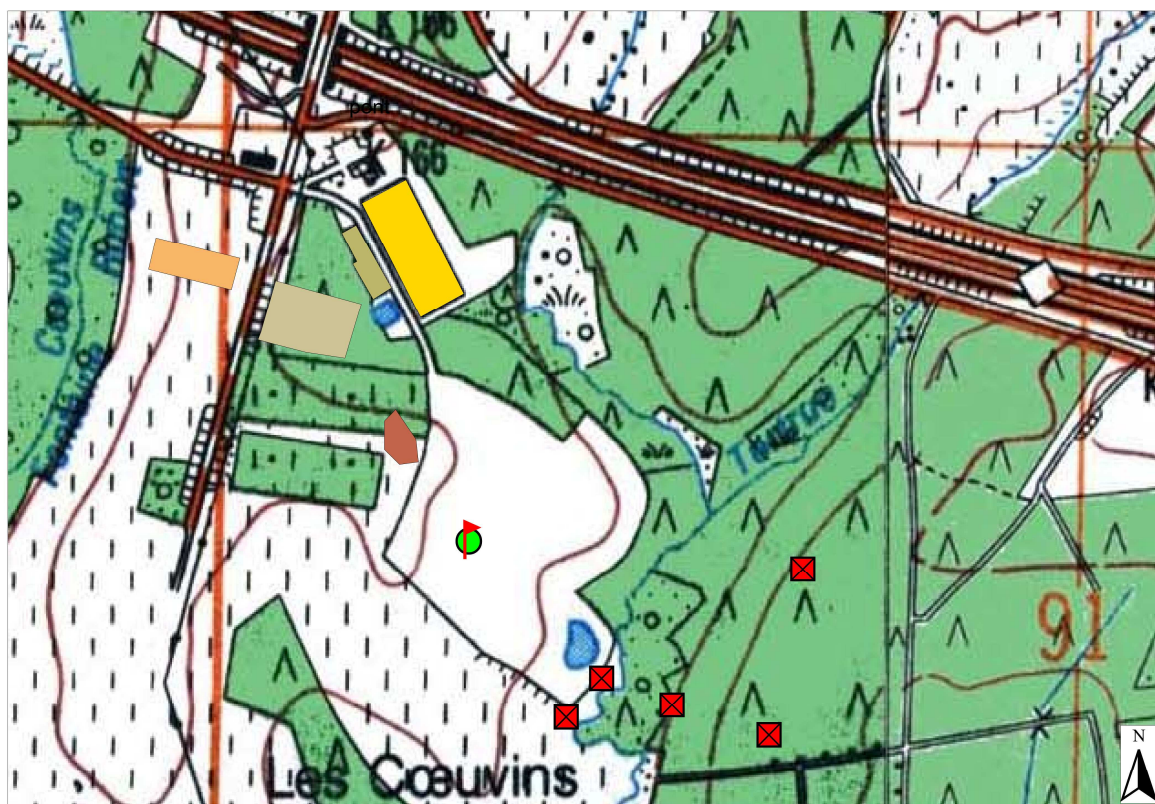
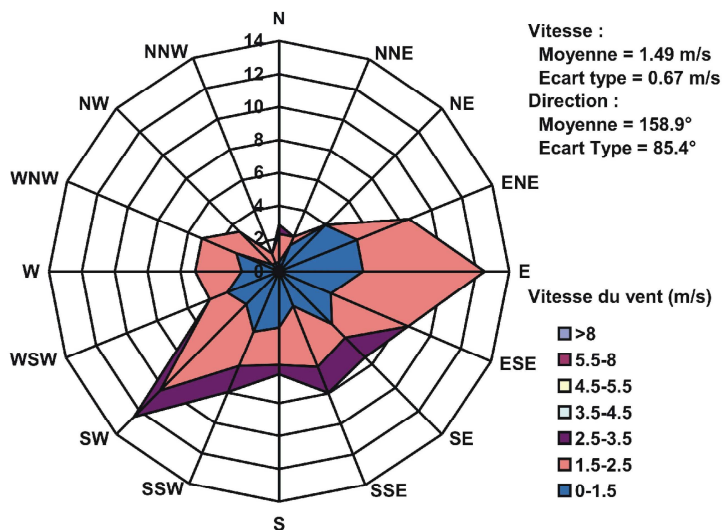


Figure 15 : Observations du 13 septembre 2005.

Mercredi 14 septembre 2005 (13h30 - 14h45)

Ciel dégagé, vent d'Ouest

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 4.68 m/s
 Direction moyenne : 260.7°
 Température : 21°C
 Radiation moyenne : 496 W/m²
 Pression : 1015 hPa
 Classe de stabilité : C

Odeurs de compost de de déchets frais mélangés.
 16 camions pendant la période de mesure.

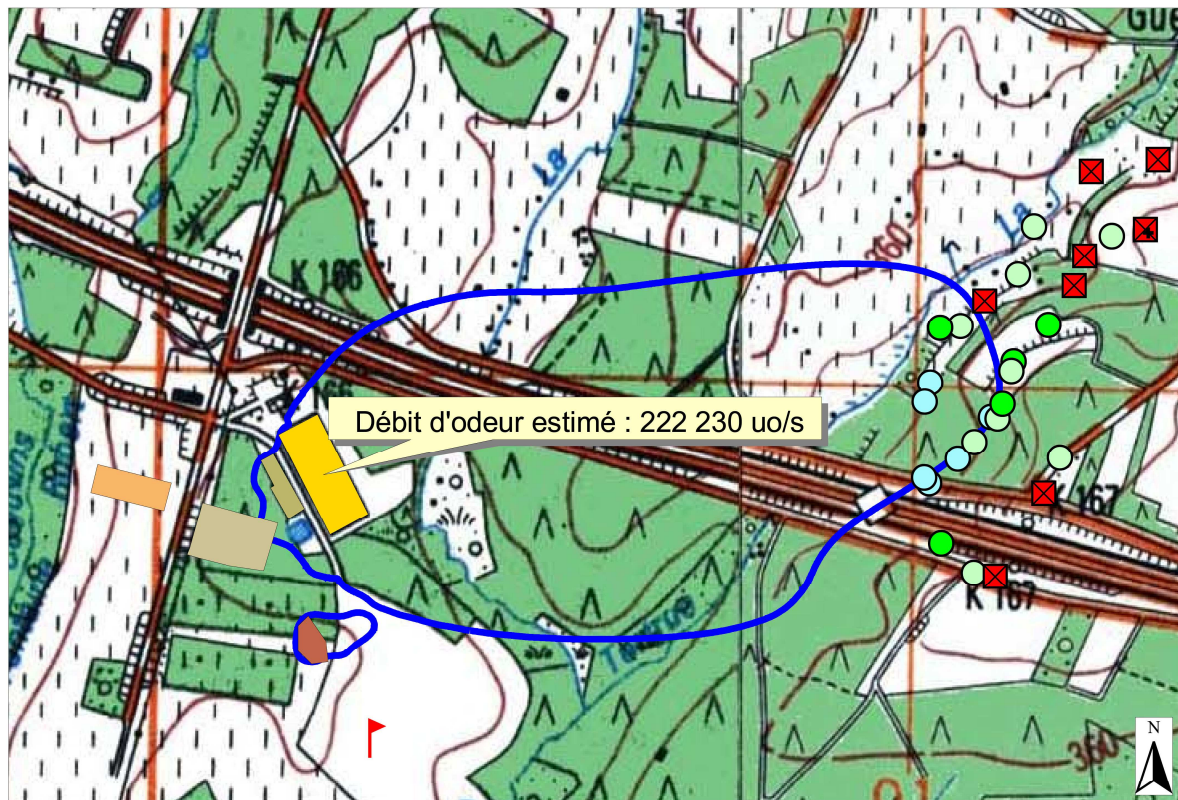
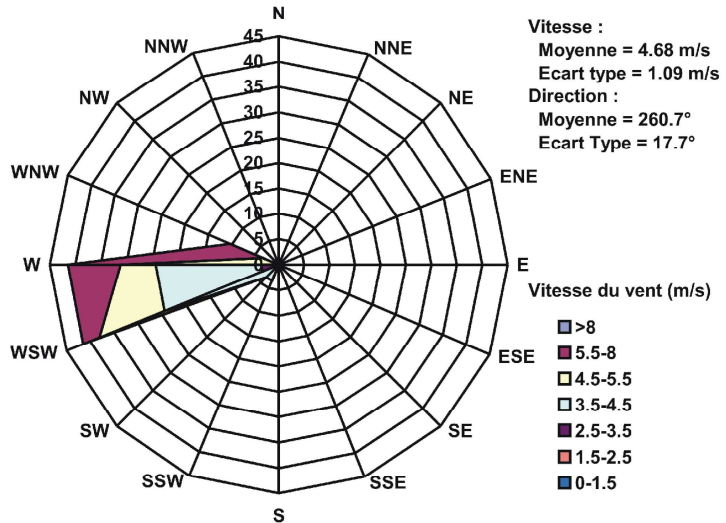


Figure 16 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 14 septembre 2005.

Mercredi 21 septembre 2005 (13h30 - 14h45)

Ciel dégagé, vent d'Est

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 1.9 m/s
 Direction moyenne : 93°
 Température : 21°C
 Radiation moyenne : 680 W/m²
 Pression : 1023 hPa
 Classe de stabilité : B

Odeurs de compost. 12 camions pendant la période de mesure.

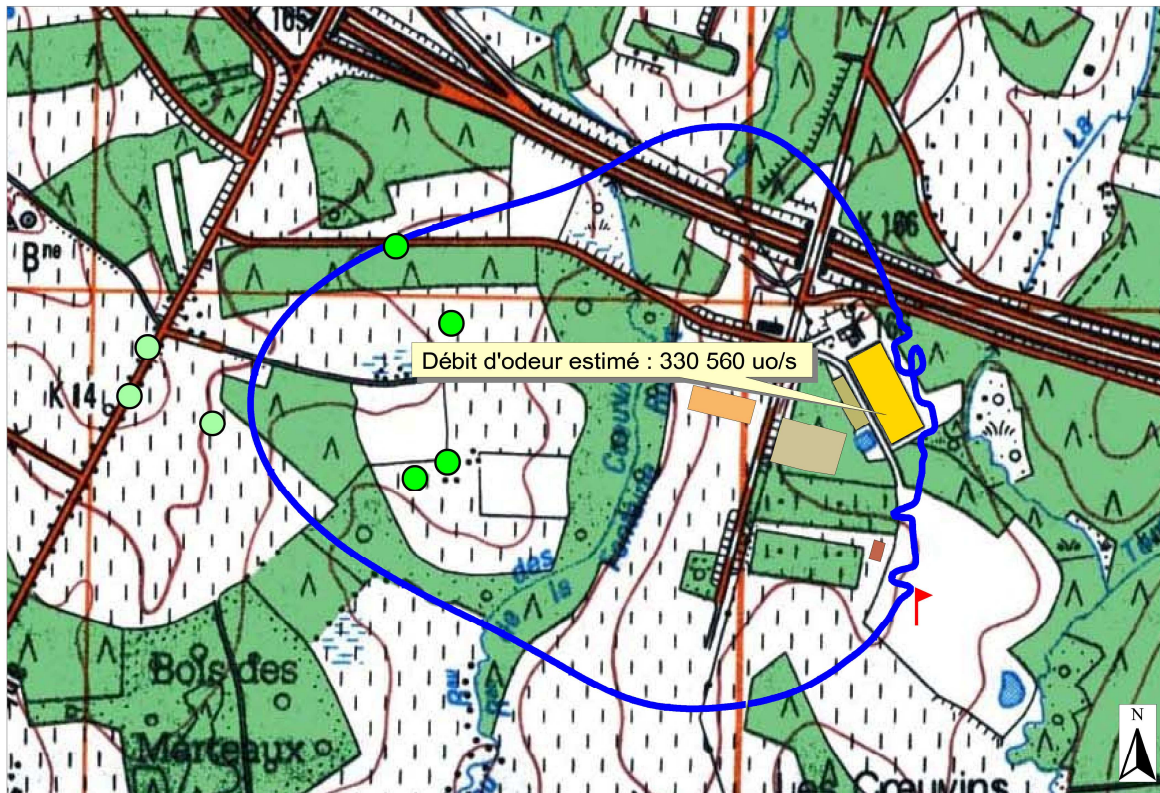
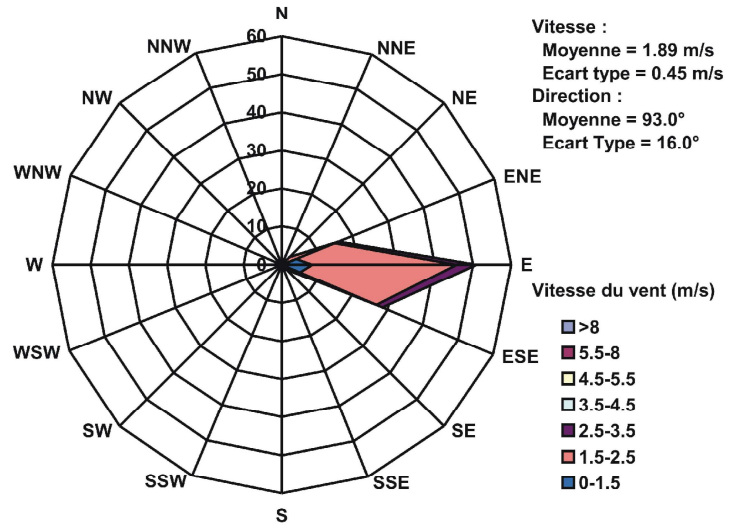


Figure 17 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 21 septembre 2005.

Jeudi 22 septembre 2005 (10h15 - 11h15)

Ciel dégagé, vent d'ENE

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 4 m/s
 Direction moyenne : 84°
 Température : 16°C
 Radiation moyenne : 680 W/m²
 Pression : 1020 hPa
 Classe de stabilité : C

Pas de retournement des andains pendant la mesure. 11 camions pendant la période de mesure.

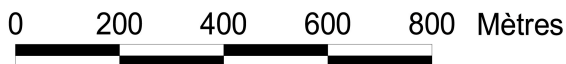
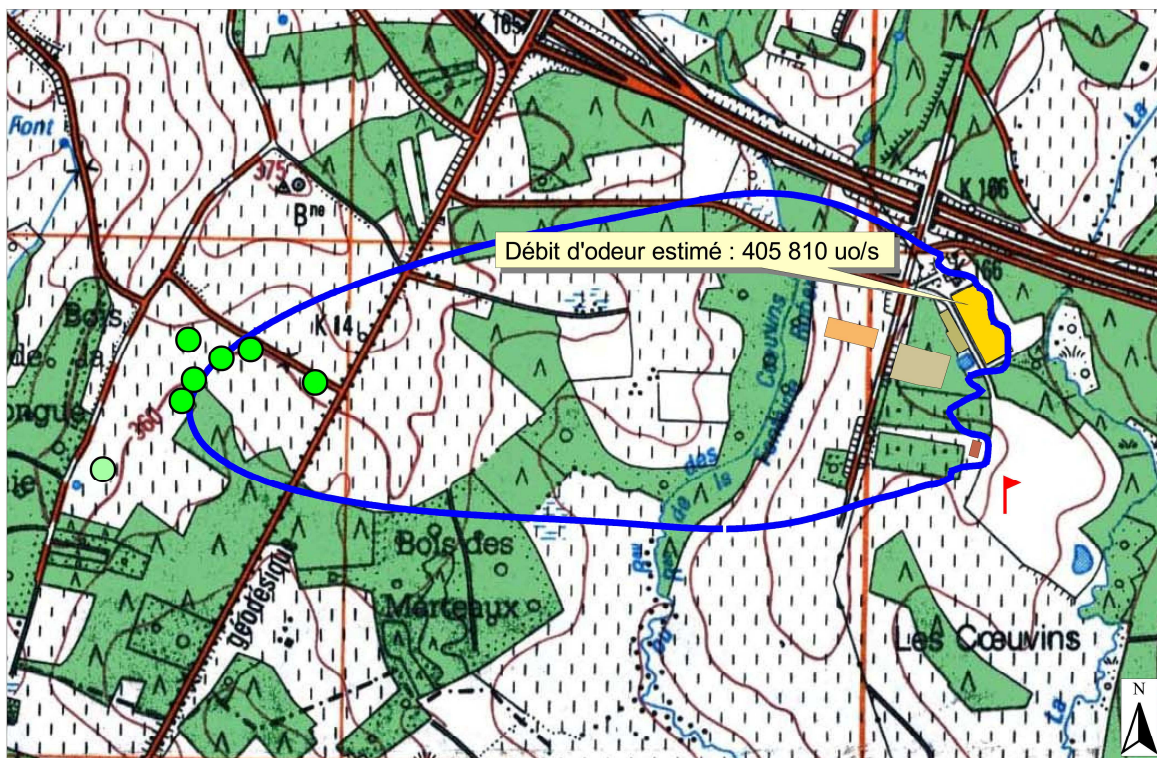
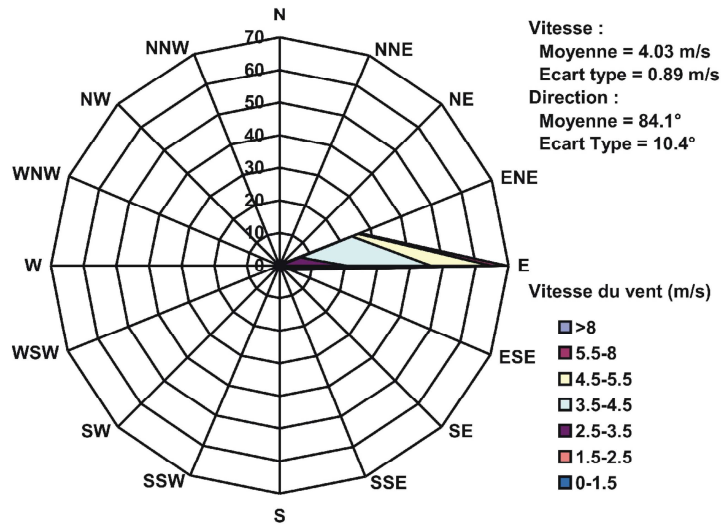


Figure 18 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 22 septembre 2005

Vendredi 23 septembre 2005 (14h15 - 15h00)

Ciel dégagé, vent de SO
 Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 3.7 m/s
 Direction moyenne : 196°
 Température : 24°C
 Radiation moyenne : 690 W/m²
 Pression : 1017 hPa
 Classe de stabilité : C

Peu de dispersion de l'odeur
 autour du CET. 12 camions
 pendant la période de mesure.

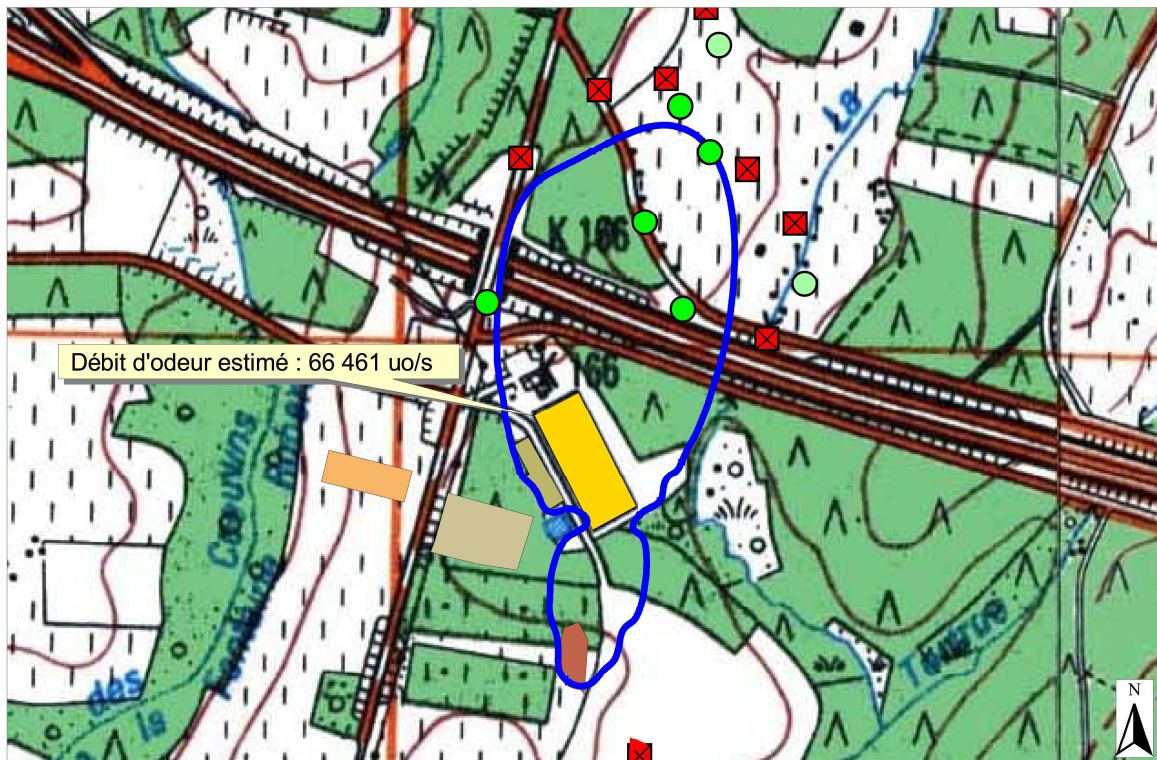
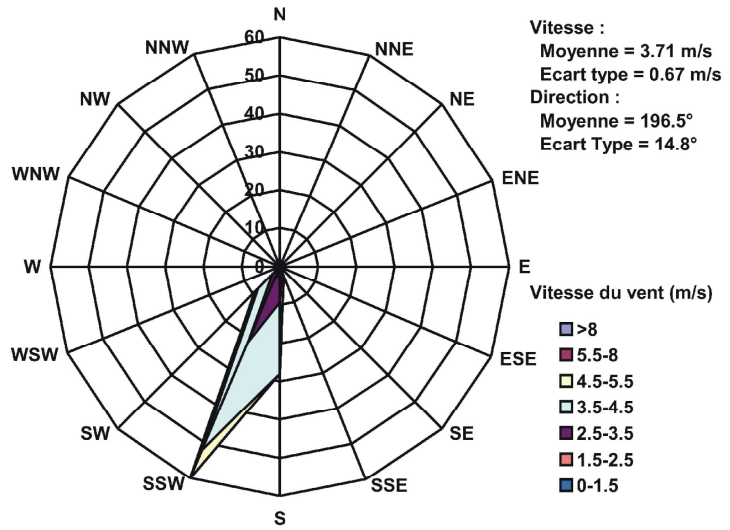


Figure 19 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 23 septembre 2005.

Mardi 4 octobre 2005 (10h00 - 12h00)

Ciel couvert, vent de NNE

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 4.55 m/s
 Direction moyenne : 30.3°
 Température : 13°C
 Radiation moyenne : 137 W/m²
 Pression : 985 hPa
 Classe de stabilité : D

Odeur de compost prononcée.
 Manipulation des andains par un bulldozer lors de la mesure.
 14 camions pendant la période de mesure.

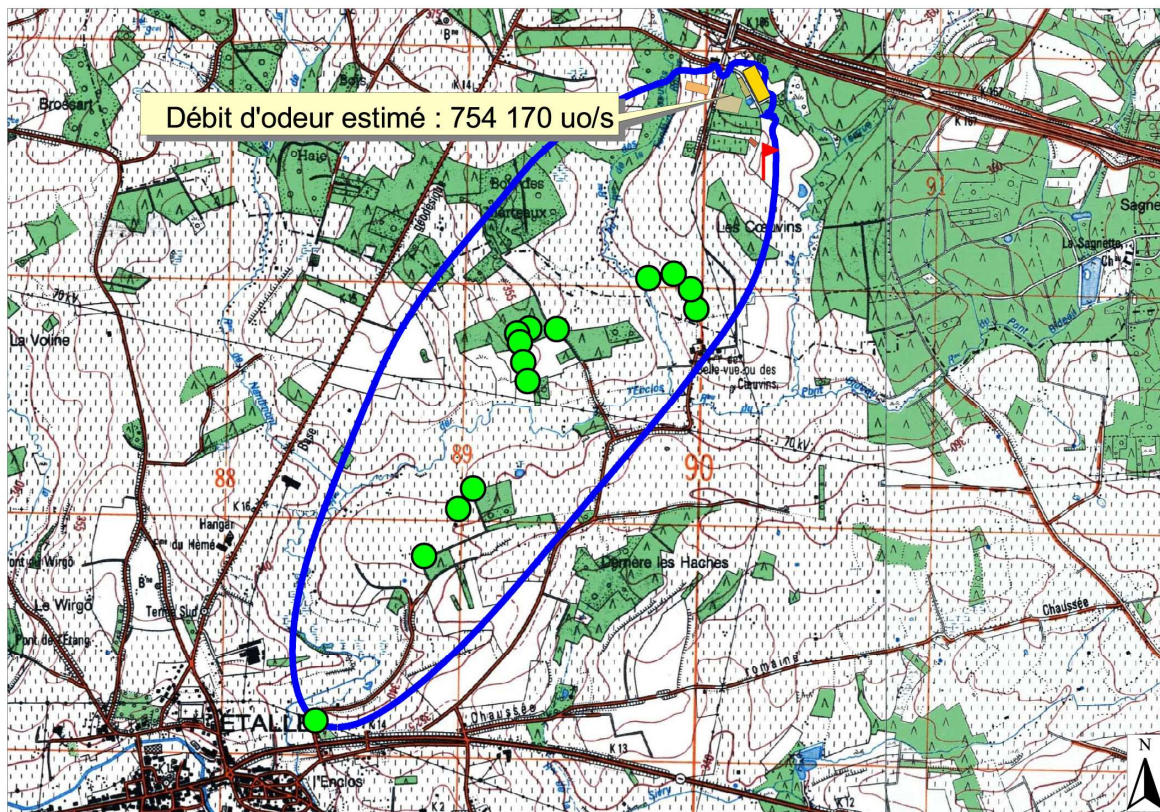
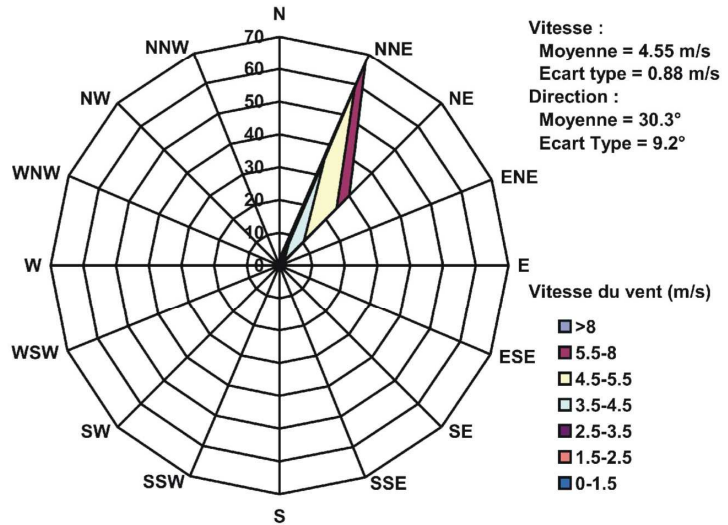


Figure 20 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 4 octobre 2005

Mardi 18 octobre 2005 (10h00 - 12h00)

Ciel couvert, vent d'Est

Conditions moyennes:
 Vitesse du vent moyenne : 2.8 m/s
 Direction moyenne : 99°
 Température : 14.5°C
 Radiation moyenne : 620 W/m²
 Pression : 1019 hPa
 Classe de stabilité : B

Manipulation des andains avec un bulldozer. 27 camions pendant la période de mesure.

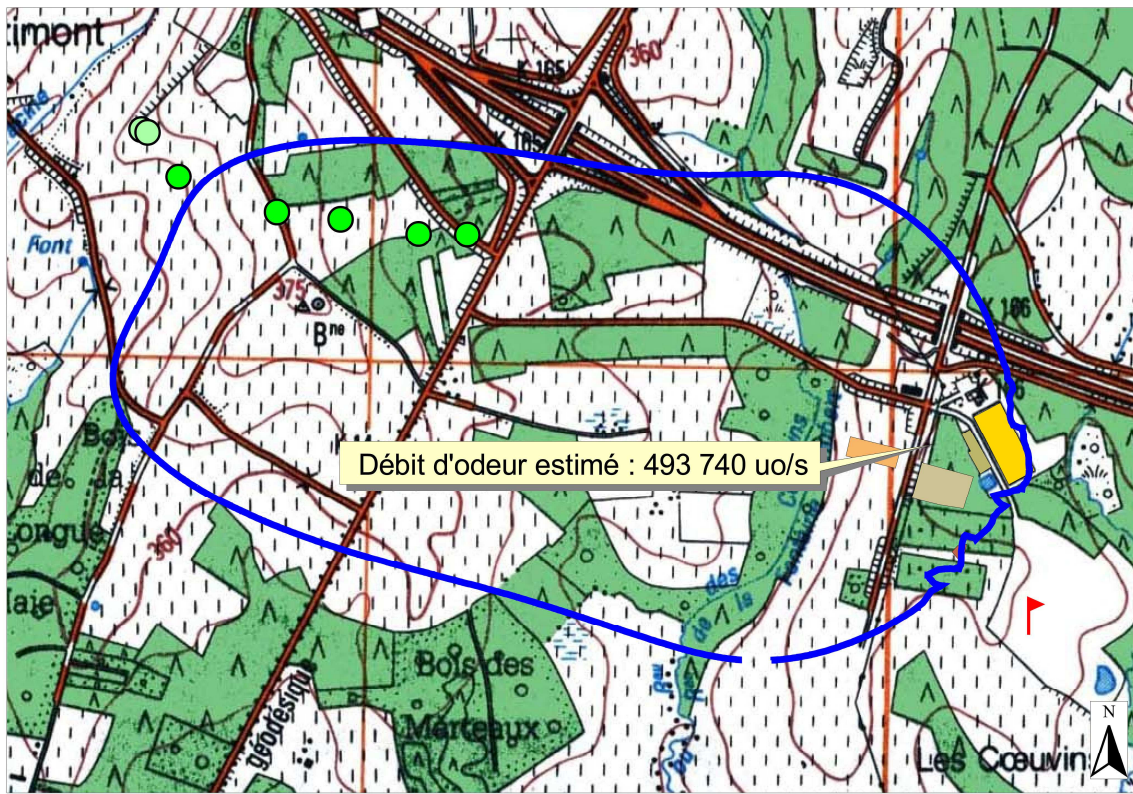
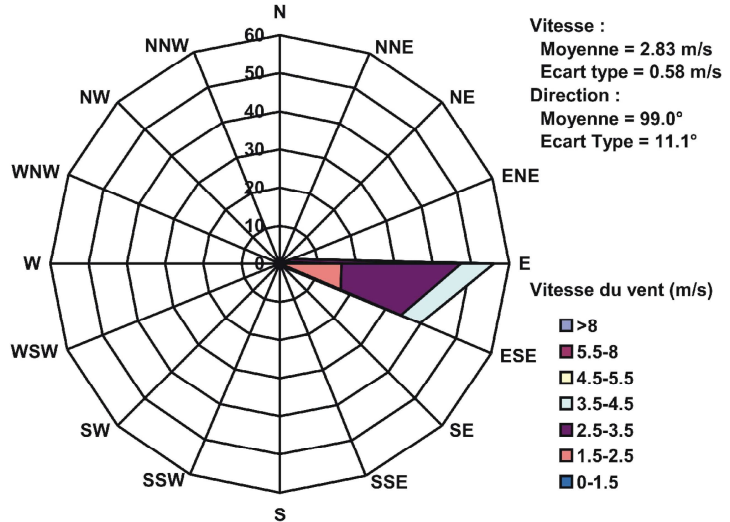


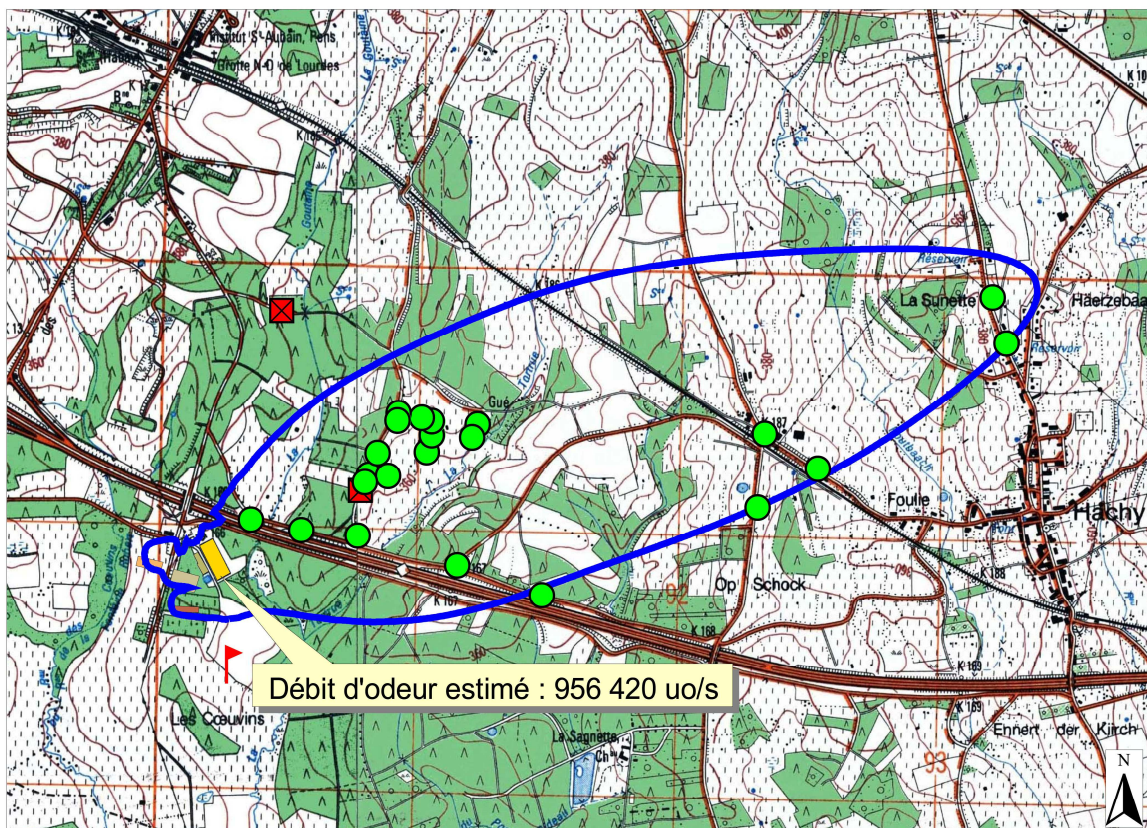
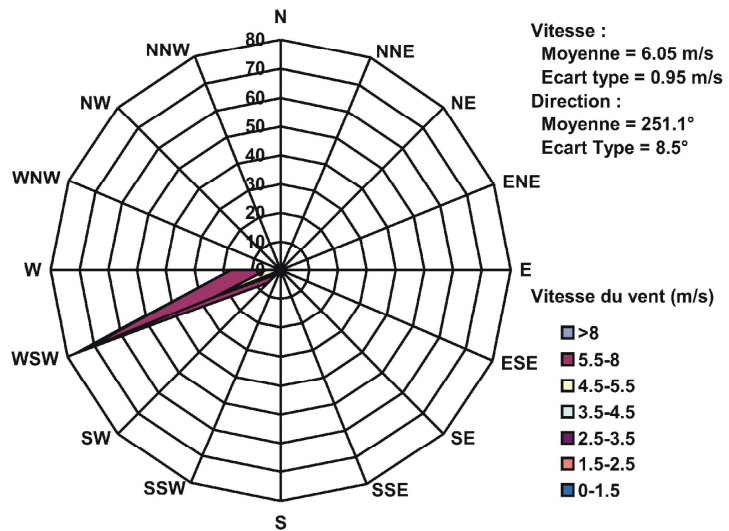
Figure 21: Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 18 octobre 2005

Vendredi 25 novembre 2005 (9h00-11h00)

Ciel couvert, vent d'Ouest/Sud Sud Ouest
Neige, gel

Conditions moyennes:
Vitesse du vent moyenne : 6 m/s
Direction moyenne : 251°
Température : -1°C
Radiation moyenne : 38 W/m²
Pression : 967 hPa
Classe de stabilité : D

9h00 : retourneuse en marche sur le dalle de compostage de déchets verts.
Dégagement de panaches de fumées.
11h00 : retourneuse en marche dans le hall de compostage.
A proximité du site, odeur de compost "vert" plus prononcée. Plus loin, odeur du compost du hall de compostage.



0 500 1000 1500 Mètres

Figure 22 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 25 novembre 2005

Le tableau 1 synthétise les résultats obtenus.

Date	Direction du vent	Vitesse du vent (m/s)	Classe de stabilité	Distance max (m)	Flux de camions (camions/h)	Débit d'émission (uo/s)
25/07/05	209°	6.8	D	850	14	232 710
29/07/05	224°	2.2	A	340	14	83 070
01/09/05	273°	4.4	C	680	11	134 500
02/09/05	354°	3.1	B	900	14	311 860
13/09/05	159°	1.5	B	-	-	-
14/09/05	261°	4.7	C	875	13	222 230
21/09/05	93°	1.9	B	950	10	330 560
22/09/05	84°	4.0	C	1475	11	405 810
23/09/05	196°	3.7	C	400	16	66 461
04/10/05	30°	4.6	D	3300	7	754 170
18/10/05	99°	2.8	B	1650	14	493 740
25/11/05	251°	6.1	D	3250	14	956 420

Tableau 3 : Synthèse des résultats d'ajustement du débit d'émission d'odeur aux limites de perception mesurées.

Dans ce tableau, remarquons que la mesure du 13/09/05 n'est pas exploitable, car la vitesse du vent était trop faible pour engendrer une direction bien marquée. On atteint-là la limite d'applicabilité de la méthode et le panache obtenu n'est pas significatif. Nous avons donc préféré ne pas le dessiner, ni déduire de débit d'odeur. Lors de cette journée, l'odeur n'a pas été perçue à plus de 200 m du hall de compostage.

Restent donc 11 observations exploitables. Pour la dernière (celle du 25/11), nous avons attendu que la machine à retourner les andains soit opérationnelle et disponible pour réaliser une mesure représentative du retournement d'andains. Quant à celles du 4/10 et du 18/10, des bulldozers manipulaient les andains pendant la mesure. Nous pouvons donc estimer que les 3 dernières mesures sont représentatives de l'odeur générée pendant le retournement et la manipulation, alors que les 8 autres sont plutôt représentatives du compost au repos, des déchets frais, parfois remués sur le CET, et de l'arrivée des camions.

La moyenne des débits des 8 premières mesures est de 223 400 uo/s, soit une valeur assez importante et en tout état de cause, bien supérieure à celle trouvée à Tenneville dans les mêmes conditions (84 666 uo/s hors retournement d'andains). Il est vrai que le site de Tenneville présente une topographie fort différente de celle de Habay, en l'occurrence, un relief beaucoup plus marqué et des obstacles créés par les forêts avoisinantes, mais ce ne peut constituer la seule explication à cette différence de débit. Il est possible également que l'activité sur le site d'Habay soit plus importante qu'à Tenneville, mais ce sont probablement les conditions climatiques particulières pendant l'époque de mesure qui pourraient être l'explication la plus plausible du débit important à Habay. Les mois de septembre et octobre 2005 furent en effet particulièrement chauds, puisque l'automne 2005 est considéré par l'IRM comme un des plus chauds depuis 100 ans. A plusieurs reprises, nos opérateurs ont même ressenti une impression de "lourdeur" pouvant correspondre à une inversion thermique (inversion du gradient vertical de température, qui défavorise la dispersion du panache odorant). Cependant, comme aucune mesure objective du gradient de température n'était effectuée sur le site, nous avons préféré ne pas introduire cette donnée dans TROPOS. Des demandes d'informations sont en cours sur ce sujet, mais au jour où ce rapport est rédigé, elles n'ont pas encore abouti. Si de telles inversions se confirmaient, il est possible que les débits évalués puissent être revus à la baisse.

La moyenne des débits de l'entièreté des 11 mesures réalisées à Habay est 326 866 uo/s, soit une valeur plus proche de celle trouvée à Tenneville dans les mêmes conditions (292 133 uo/s), c'est-à-dire lorsque toutes les mesures sont considérées, y compris lors des retournements d'andains. Lorsque cette valeur moyenne est calculée, le fort débit des andains de compost au repos à Habay est compensé par une contribution relativement modérée de l'odeur générée lors du retournement (956 420 uo/s le 25/11/05, contre 1 815 000 uo/s le 7/12/04 à Tenneville).

Nous avons donc considéré ce débit de 326 866 uo/s comme typique de la période de mesure, en jugeant que les situations observées au cours de ces onze journées se sont présentées au gré du hasard et que chacune d'entre elles peut être considérée comme représentant 1/11 des situations possibles. Le fait que ce débit soit proche du débit moyen estimé à Tenneville en 2004 conforte cette approche. Des campagnes ultérieures sur ces deux sites, qui sont les seuls où le CET accueille un centre de compostage, pourraient confirmer cet ordre de grandeur de 300 000 uo/s, 5 fois plus important en moyenne que le débit d'odeur d'un CET ordinaire.

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 Saint-Hubert, situé à 40 km à vol d'oiseau au nord d'Habay. 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 23). Nous fournissons en outre, en figure 24, 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).

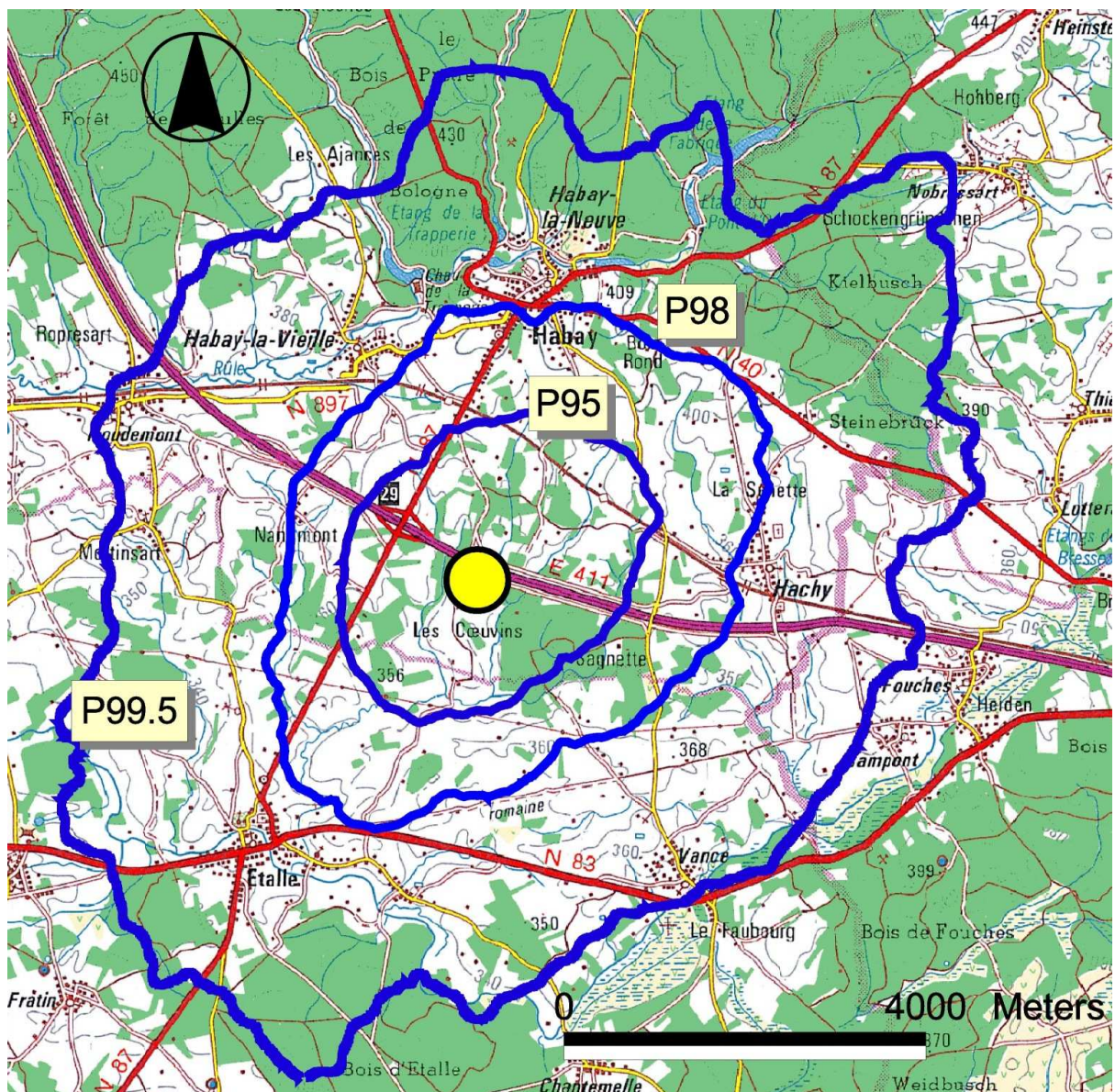


Figure 23 : Percentiles 95, 98 et 99.5 correspondant à 1 uo/m^3 et au climat annuel moyen

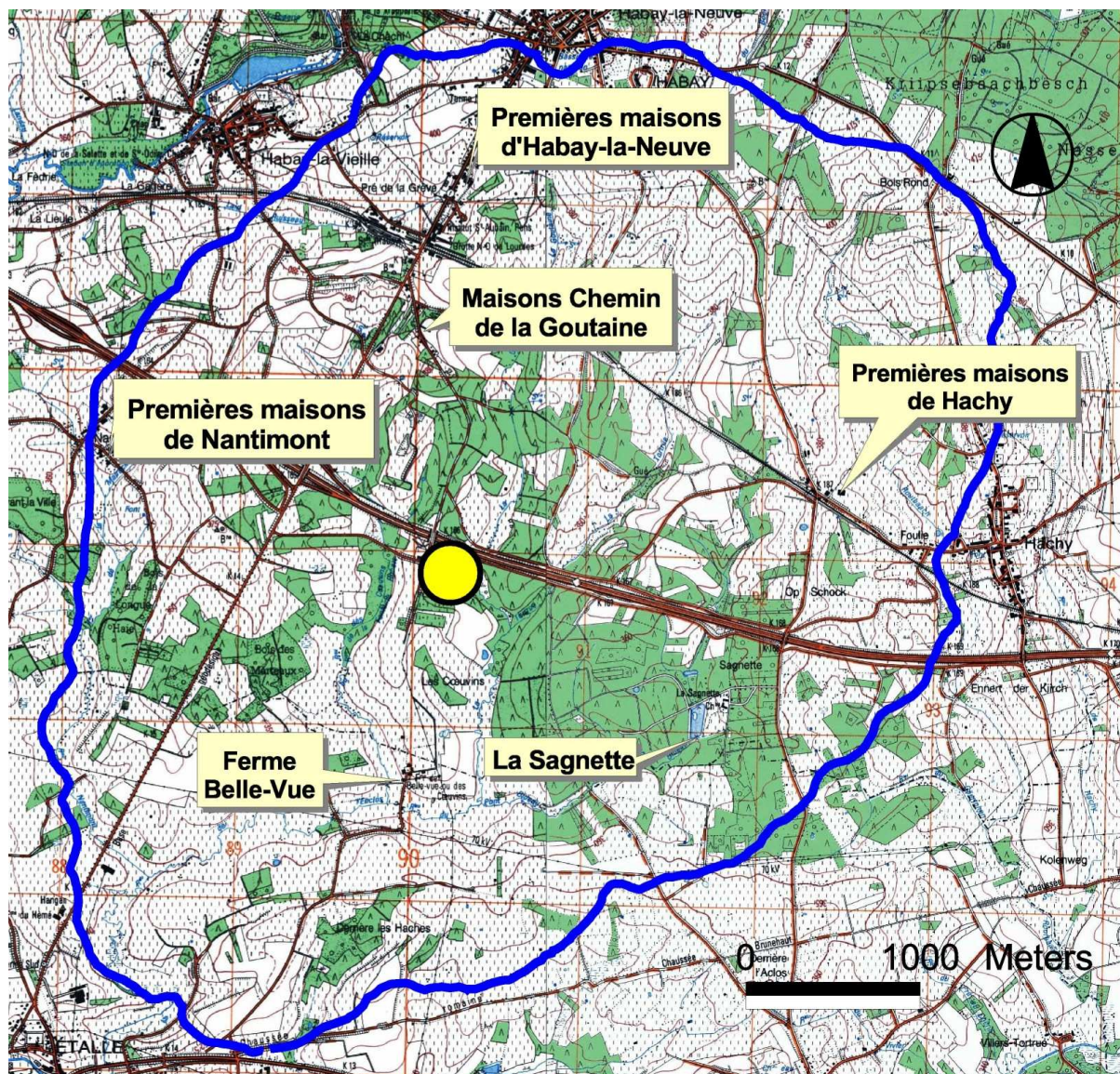


Figure 24 : Percentile 98 correspondant à 1 uo/m^3 et au climat annuel moyen

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 6250 m et le petit axe 4600 m. Globalement, donc, le percentile s'étend jusqu'à une distance maximum d'environ 3400 m à partir de la source, soit une distance beaucoup plus importante que celle estimée pour les CET qui ne disposent pas de centre de compostage.

Heureusement, le nombre de riverains dans cette zone est relativement faible. Citons la ferme Belle-Vue et le domaine de la Sagnette vers le sud, les maisons du chemin de la Goutaine, ainsi que les premières maisons de Nantimont, Habay et Hachy vers le nord. Le percentile 98 vient "lécher" la route d'Arion au niveau d'Etalle, sans cependant inclure de maisons de l'agglomération.

Par contre, si nous examinons le percentile 99.5, nous constatons que l'odeur peut tout à fait exceptionnellement se propager jusqu'à 5500 mètres, et même au-delà, pour atteindre (pendant moins de 0.5 % du temps) les villages d'Habay-la-Neuve, Habay-la-Vieille, Houdemont, Mortinsart, Etalle, Vance, Hachy et même Nobressart, à 6800 mètres vers le nord-est.

Les distances de nuisance ainsi estimées correspondent assez bien aux impressions générales ressenties pendant la campagne de mesure et par les riverains des différents villages. Dans ce cas particulier du site d'Habay, nous pouvons en effet compter sur les témoignages de collègues de notre institution ou de connaissances qui habitent dans la région. Ceux-ci convergent vers cette impression

générale : forte odeur ressentie sur l'autoroute E411, mais nuisances assez rares dans les villages, sauf peut-être parfois à l'entrée d'Habay.

Impact social et plaintes

En 2000, les responsables d'Idelux ont mis sur pied un "comité nez", créé de manière anticipative, avant d'avoir enregistré des plaintes relatives aux odeurs. Ce comité, constitué d'une douzaine de personnes provenant des divers villages autour du CET, était contacté régulièrement par téléphone.

Sur 53 détections d'odeur, 51 sont confirmées par la direction du vent par rapport au CET, mais 22 seulement par un retournement d'andains. Les autres plaintes peuvent donc concerner l'odeur de déchets du CET, des odeurs "résiduelles" des andains au repos ou d'autres odeurs non imputables au site.

Néanmoins, il s'est avéré que c'était souvent l'appel téléphonique lui-même qui provoquait la plainte, en rappelant à la personne interrogée qu'effectivement, elle avait perçu quelque chose. Sans appel téléphonique, le nombre de plaintes spontanées restait très faible.

Dès lors, les responsables de l'intercommunale ont décidé de ne plus appeler aussi fréquemment, un seul appel systématique par mois ayant été jugé suffisant. Néanmoins, dans ces conditions, il a été très difficile de trouver tous les gens à leur domicile le jour de l'appel et ceux qui répondaient ne se rappelaient plus réellement des événements du mois.

La consultation systématique du comité nez a donc été arrêtée et Idelux a uniquement enregistré les plaintes. En 2005, quelques plaintes seulement ont été consignées, essentiellement provenant de personnes d'Habay, souvent les mêmes, probablement un peu plus sensibles que d'autres.

Les gestionnaires se sont aperçus que les riverains se plaignaient moins quand ils comprenaient mieux la cause de l'odeur et qu'ils se rendaient compte que tout était mis en œuvre pour tenter de résoudre le problème.

Actuellement, plus aucun neutralisant d'odeur n'est employé et le nombre de plaintes n'a pas augmenté pour autant.

Comme signalé plus haut, ce n'est cependant pas les résultats des comités et les statistiques de plaintes qui font tache d'huile dans la population avoisinante, mais bien l'impression fugitive que les conducteurs de véhicules conservent lors de leur passage sur l'autoroute à proximité immédiate du centre de compostage.

Idelux ne compte pas réactiver un comité nez dans l'immédiat, car une complète modification du centre de compostage est en projet pour les mois à venir : andains en boxes, soufflage par le bas, débit contrôlé par mesure de l'oxygène et de la température. Ces modifications devraient logiquement entraîner une odeur plus continue, mais nettement atténuée par rapport à l'odeur actuellement générée lors du retournement des andains.

A l'initiative de la commune d'Etalle tout d'abord et relayée ensuite par la commune d'Habay et par Idelux, un "Comité d'accompagnement d'Habay" est également actif. A l'origine, il avait principalement été créé pour suivre la problématique de l'eau autour du CET, mais d'autres pollutions potentielles sont également évoquées lors des réunions, et notamment le problème des nuisances olfactives.

Autres analyses

Le site d'Habay étant situé à une vingtaine de kilomètres seulement des laboratoires de l'unité "Surveillance de l'Environnement" de l'ULg à Arlon, il a déjà fait l'objet de nombreuses analyses, que ce soit dans le cadre des recherches de l'équipe "odeurs" ou dans celui de travaux pratiques des étudiants.

Ces analyses ne sont pas récentes, mais permettent de situer l'odeur du compost par rapport à d'autres.

En particulier, des analyses olfactométriques ont été effectuées par le Certech sur base d'échantillons que nous avons prélevés entre juillet 2001 et mai 2003. Il s'agit d'olfactométrie dynamique selon la norme EN13725 réalisée sur des échantillons prélevés en sacs Tedlar® dans le hall de compostage ou à proximité.

Le tableau 4 reprend les valeurs de concentration trouvées ainsi que les endroits de prélèvement et les conditions du process durant le prélèvement.

Date	Endroit de prélèvement et conditions du process	Concentration de l'odeur (uo/m ³)
11 juillet 2001	Entrée du hall, en retrait d'un andain en cours d'évacuation	1408
11 juillet 2001	Dans le hall à côté, à côté andain en cours de transfert	1769
24 octobre 2001	Dehors à proximité du hall	237
24 octobre 2001	Dans le hall, à côté d'un andain fumant	1357
20 janvier 2002	Dehors (pas d'odeur perçue par opérateur)	100
29 janvier 2002	Dans le hall, près d'un andain de compost vert fumant	700
7 mai 2002	Dehors	69
7 mai 2002	Dans le hall, entre 2 andains CUB	1475
4 juin 2002	Dehors en face d'un andain CUA	959
4 juin 2002	Entre 2 andains CUB	821
10 décembre 2002	Au milieu du hall	862
13 mai 2003	Au milieu du hall	902

Tableau 4 : Concentrations de l'odeur dans le hall de compostage ou à proximité de celui-ci, déterminées par olfactométrie dynamique

Plus récemment, l'équipe de recherche d'Arlon a acquis son propre olfactomètre. Quelques mesures exploratoires ont été effectuées pour tester l'appareil. La procédure n'étant pas encore bien établie à l'époque, ces mesures ne sont fournies qu'à titre indicatif. Pour des échantillons prélevés en septembre 2005 à l'extrémité du hall (à quelques mètres de la sortie sud-est), les concentrations étaient de 196 et de 288 uo/m³.

En résumé, la concentration d'odeur dans le hall de compostage varie de 800 environ jusqu'à plus de 1750 uo/m³, selon l'activité dans le hall, lorsque l'échantillon est prélevé dans l'entrepôt lui-même. Elle est sensiblement plus faible (de 70 à 950 uo/m³) lorsque le prélèvement a lieu à l'extrémité du hall ou dehors. Précisons néanmoins qu'aucune de ces mesures ne concerne l'odeur émise durant une manœuvre de retournement d'andain.

Lors d'un exercice avec les étudiants en mars 2001, les andains étant en cours de retournement, l'équipe s'était déplacée jusqu'à une distance de 4200 mètres de la source, vers l'ouest, sur la route Etalle-Mortinsart. A notre demande, les gestionnaires avaient attendu le moment de l'exercice pour retourner des andains probablement déjà en début de phase d'anoxie, ce qui justifie une telle distance de propagation de l'odeur. Un tel exercice a eu lieu également en 2002, 2003 et 2004, mais la distance mesurée n'a plus jamais dépassé le kilomètre. Cet exercice mérite cependant d'être mentionné, car le nombre d'étudiants impliqués permet de comparer "statistiquement" les diverses sensations. Les distances maximales de perception varient bien sûr d'un étudiant à l'autre, mais sans jamais sortir d'un intervalle d'une cinquantaine de mètre autour de la valeur moyenne estimée, ce qui démontre que la valeur de 10% environ pour l'erreur d'estimation de cette distance est effectivement vraisemblable.

Remarquons également que le retournement des andains est réalisé à Habay par un engin de grande taille. Ce retournement est plus facile et plus rapide que précédemment, lorsqu'il était réalisé par des plus petites machines. Cela permet également un retournement moins fréquent, car plus efficace. Cependant, chacun de ces retournements provoque un important panache chaud (parfois matérialisé par de la vapeur d'eau), qui s'élève d'abord verticalement avant de progresser horizontalement selon la direction du vent. Cette configuration de rejet, bien que favorisant probablement une meilleure dispersion, entraîne néanmoins le panache vers des riverains situés parfois très loin du centre de compostage.

Plusieurs analyses physico-chimiques par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse (GC-MS) sur base d'échantillons prélevés en cartouche ont permis également de caractériser de manière globale les émissions dans le hall de compostage.

Les terpènes, dont le limonène, ainsi que les esters sont les plus abondants. Une représentation graphique par familles est présentée en figure 25 pour un échantillon prélevé en dehors du hall (très légère odeur perçue par l'opérateur, concentration d'odeur = 237 uo/m^3) et en figure 26 (a,b,c et d) pour différents échantillons prélevés dans le hall.

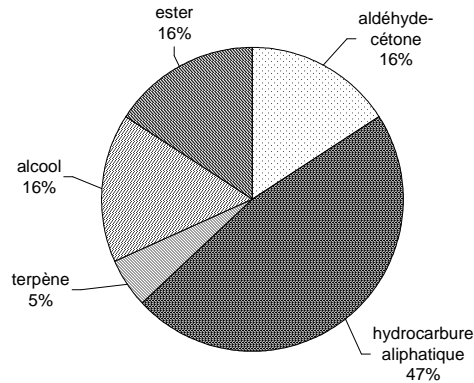


Figure 25 : Répartition des familles chimiques détectées dans un échantillon prélevé en dehors du hall, à 200 m au vent des andains.

Pour cette dernière figure, pour aucune des 4 situations il n'y avait de manipulation particulière des andains.

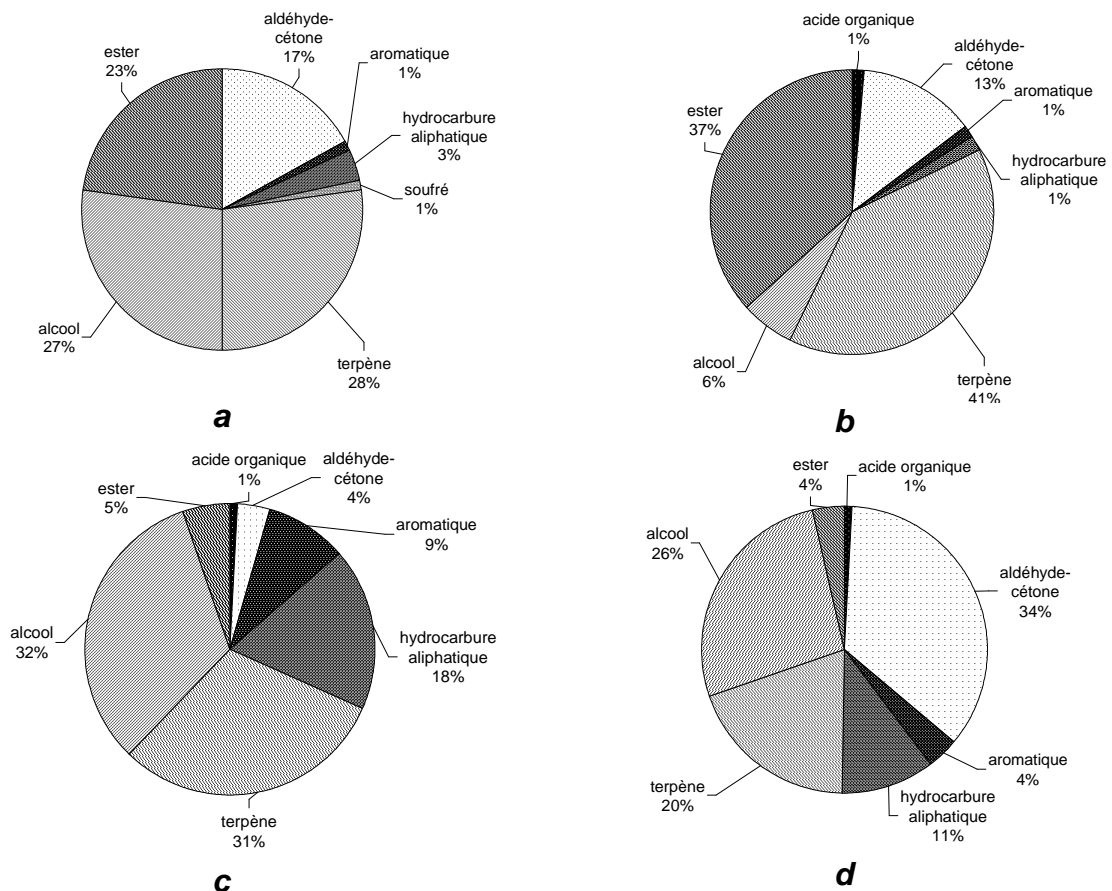


Figure 26 : Répartition des familles chimiques détectées dans des échantillons prélevés dans le hall; a) le 07 mai 2002 (1470 uo_E/m^3); b) le 13 mai 2003 (900 uo_E/m^3); c) le 24 avril 2003 et d) le 30 novembre 2004.

On constate que l'échantillon prélevé à l'écart du hall de compostage est constitué d'une majorité d'hydrocarbures (presque la moitié) en regard des autres familles chimiques plus odorantes. De fait, la concentration d'odeur mesurée par olfactométrie dynamique est faible (237 uo/m^3) par rapport à celle des échantillons prélevés dans le hall. La composition de ceux ci témoigne davantage de substances odorantes, mais elle varie néanmoins de manière importante d'un échantillon à l'autre, ce qui montre la diversité de composition de l'odeur en fonction du lieu et du moment de la mesure.

Une étude plus spécifique a consisté à placer sur l'andain de compost une chambre d'émission, de manière à capter uniquement le flux provenant du processus de compostage en cours^[14]. Cette étude a notamment permis de mettre en évidence certains composés plus spécifiques de phases ou d'événements particuliers au cours du compostage : des alcools après la période initiale, des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques détectés en abondance au départ (ils sont davantage spécifiques des déchets), mais ayant tendance à décroître par la suite, des composés azotés et des acides carboxyliques lors d'une phase de "stress" (absence d'aération) et des composés abiogènes (non produits par des processus biologiques), comme des cétones et furannes, en phase de maturation. Cette étude a également permis d'estimer grossièrement un ordre de grandeur du flux d'émission volumique des andains de compost au repos : soit $0.004 \text{ m}^3/\text{s}$ par m^2 de compost. En estimant une surface totale d'andains de 7500 m^2 , le débit volumique total serait de l'ordre de grandeur de $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ^[15]. La concentration d'odeur mesurée directement au-dessus d'un andain de compost pouvant atteindre 5000 à $10\,000 \text{ uo/m}^3$ ^[16], un débit d'odeur ainsi grossièrement estimé pourrait atteindre $30 \times 5000 = 150\,000 \text{ uo/s}$ ou $30 \times 10\,000 = 300\,000 \text{ uo/s}$, ce qui est compatible avec nos estimations.

Enfin, au cours de la même recherche, nous avons placé en parallèle un nez électronique conçu et réalisé dans nos laboratoires. Il s'est avéré qu'un tel instrument était parfaitement capable de "suivre" l'odeur émise par l'andain de compost et de fournir au gestionnaire des informations sur l'état du process (stress, maturation, ...).

Synthèse et conclusions

A Habay, comme à Tenneville, qui est un site tout à fait identique, l'odeur est due prioritairement à deux sources : les andains de compost de déchets ménagers et les déchets sur la zone de déversement du CET. Encore plus qu'à Tenneville, l'odeur du compost émerge largement par rapport à celle des déchets sur la zone de déversement, l'odeur maximum étant observable lors du retournement des andains.

Le panache odorant se propage parfois jusqu'à une distance de 3.5 km du site, dans un parcours assez linéaire, puisque le relief des environs est peu marqué.

Quelques plaintes sont enregistrées par des riverains des villages situés dans la direction des vents dominants, essentiellement Habay, mais des comités de suivi ont été mis en place, ce qui favorise le dialogue entre Idelux et les riverains. Par ailleurs, le système de compostage va prochainement être tout à fait modifié, ce qui devrait significativement réduire les nuisances odorantes.

Quantitativement, l'étude aura permis d'estimer un débit moyen d'émission de l'odeur de déchets et de compost sur le site de $326\,866 \text{ uo/s}$, soit un peu plus de 1 milliard d'uo/h et du même ordre de grandeur qu'à Tenneville. Cette valeur est nettement plus élevée que celles trouvées précédemment pour les autres CET wallons, plutôt de l'ordre de $60\,000 \text{ uo/s}$, mais il faut préciser que l'ampleur de ce débit d'odeur est principalement imputable à la manipulation des andains de compost.

Cette valeur moyenne du débit permet d'estimer une zone de nuisance olfactive qui s'étendrait jusqu'à une distance maximum de 3400 m du CET vers le nord-est et 3000 m vers le sud-ouest. Assez peu d'habitations sont situées dans cette zone. En conséquence, l'odeur ne devrait être perçue dans les agglomérations voisines que durant un assez faible pourcentage du temps.

Des analyses physico-chimiques concernant l'air dans le hall de compostage ou dans son environnement immédiat confirment la présence de limonène, mais la composition chimique de l'effluent est très variable. Elle dépend notamment de l'activité sur le site et de l'évolution des andains de compost au cours des processus de transformation biologique de la matière.

Des analyses olfactométriques de l'air ambiant révèlent une concentration d'odeur moyenne de l'ordre de 1250 uo/m^3 à l'intérieur du hall (hors périodes de retournement) et de l'ordre de 250 uo/m^3 à l'extérieur. La concentration juste au-dessus d'un andain peut cependant être estimée à 5000 uo/m^3 .

La modification de la stratégie de compostage, par aération par le bas, est prévue dans les jours qui suivent le dépôt du présent rapport. Il est donc inutile, à ce stade, de fournir des conseils relatifs aux périodes optimales de retournement des andains.

De manière plus générale, nous pouvons néanmoins encourager le gestionnaire à conserver un contact avec les riverains et à continuer à leur fournir une information régulière sur les processus mis en œuvre et sur la qualité des milieux.

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] 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
- [13] VAN LANGENHOVE, H., VAN BROECK, G. (2001) *Applicability of sniffing team observations : experience of field measurements.* - Water Science and Technology, 44, pp. 65-70.
- [14] ROMAIN, A.C., GODEFROID, D., NICOLAS, J. (2005) *Monitoring the exhaust air of a compost pile with an e-nose and comparison with GC-MS data.* - Sensors and Actuators B, **106**, 317-324
- [15] NICOLAS, J., ROMAIN, A.C., LEDENT, C. (2005) *The Electronic Nose as a Warning Device of the Odour Emergence in a Compost Hall.* - accepté pour publication dans Sensors and Actuators B
- [16] DEFOER, N., VAN LANGENHOVE, H. (2003) *How to control odour nuisance from windrow and in-vessel composting ?* ECN Odour workshop, Aschaffenburg, Germany, 20-22 March 2003.