

# **Campagne de mesure des odeurs sur le CET et la zone de compostage de Tenneville**

## **Estimation des nuisances olfactives**



***Jacques NICOLAS – Pierre DENNE – Benoît OTTE  
Université de Liège  
Département des Sciences et de Gestion de l'Environnement  
Arlon – Janvier 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 Tenneville. C'est dans cet esprit que l'unité "Surveillance de l'Environnement" du Département en Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (anciennement FUL) a réalisé une étude, en sous-traitance pour l'ISSeP.

Cette étude fait suite à une première série de campagnes réalisées sur différents sites <sup>[1-9]</sup> et qui a permis notamment d'affiner la méthodologie d'évaluation des odeurs. Une seconde série de campagnes de mesure a même déjà eu lieu sur les sites de Monceau-sur-Sambre et de Cour-au-Bois <sup>[7-8]</sup>.

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 exclusivement 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 Tenneville 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<sup>[1]</sup> et de Froidchapelle<sup>[5]</sup>.

## 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<sup>[10,11]</sup>.

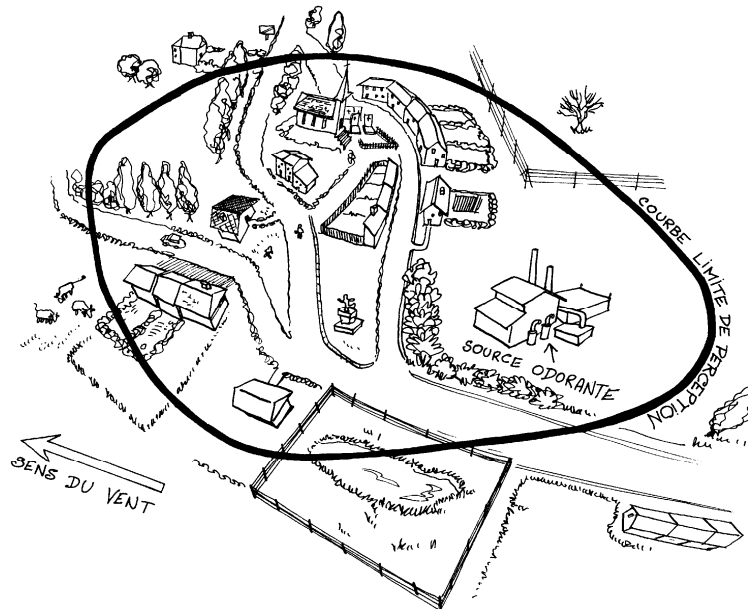
Le modèle employé, bien que très simple, est couramment utilisé dans le cadre d'études relatives aux odeurs. Quant aux résultats obtenus, ils peuvent servir à des objectifs de décisions stratégiques, à des comparaisons entre sites et entre périodes d'exploitation ou encore de premier "screening" avant 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  $1 \text{ uo/m}^3$ .

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



**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  $5 \text{ uo/m}^3$  délimite une zone à l'extérieur de laquelle le niveau de  $5 \text{ uo/m}^3$  est perçu pendant moins de 10% du temps. En se rappelant que  $1 \text{ uo/m}^3$  représente la concentration de l'odeur à la limite de perception, le percentile 98 à  $1 \text{ uo/m}^3$  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' $\text{OU}_E/\text{m}^3$ , telle que définie rigoureusement par olfactométrie et les  $\text{uo/m}^3$  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 sont 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, de lixiviats, de compost, ... 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 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 déchets frais 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  $1 \text{ uo/m}^3$  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.

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, d'un mois environ. 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 rectangle jaune.

Le CET de Tenneville est, avec Habay, 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 à l'extrême nord de la commune de Tenneville. La limite de la commune de Nassogne est à 600 mètres au nord et celle de la commune de La Roche-en-Ardenne est à 150 mètres à l'est des bâtiments du CET et du centre de compostage. La Nationale 4 Arlon-Namur est à 1250 mètres à vol d'oiseau à l'ouest du site.

Le CET est situé au lieu-dit "La Pisserotte", en pleine forêt (bois de Vecmont au nord-est et bois de Journal au sud-ouest), à une altitude moyenne de 460 mètres. Le terrain avoisinant est fort vallonné, puisque la Nationale 4 est 100 mètres plus bas que le CET, alors qu'à 500 mètres vers l'est, on trouve un sommet à près de 530 mètres d'altitude.

Il n'y a aucune route importante à proximité immédiate du site. L'accès au CET se fait par la route Marie-Thérèse qui traverse les forêts et ne dessert aucun village.

La figure 3 montre le relief local, ainsi que les villages les plus proches.

Au nord, derrière le bois de Vecmont, on trouve les agglomérations de

- Gênes : dans la commune de Rendeux, une centaine d'habitants, à 3700 mètres du CET et 380 mètres d'altitude;
- Halleux : dans la commune de La Roche-en-Ardenne, à 3700 mètres du CET et 385 mètres d'altitude;
- Petit-Halleux : dans la commune de La Roche-en-Ardenne, à 5 kilomètres du CET et 350 mètres d'altitude;

Vers l'est se trouvent, dans la commune de La Roche-en-Ardenne et à environ 400 mètres d'altitude :

- Ronchampay, à 4500 mètres du site;
- Ronchamp, à 3500 mètres du CET,
- Vecmont, à 3700 mètres du CET. A proximité de Vecmont, la salaison LS Frais peut également produire des odeurs, ainsi qu'une ferme dans le village,
- Mierchamps, à 5 kilomètres du CET. Une ferme dans le village peut produire des odeurs.

Toujours à l'est et dans la commune de Tenneville se trouve le tout petit hameau de Grainchamps, à 390 mètres d'altitude et 4500 mètres du CET.

Vers le sud-est, on trouve des agglomérations appartenant à la commune de Tenneville et qui abritent un groupe assez important de riverains :

- quelques maisons à Ham'rine, à 400 mètres d'altitude et 3700 mètres du site,
- 83 maisons à Journal, à 420 mètres d'altitude et 4 kilomètres du site,
- 280 maisons à Champlon, Les Aulnaies et la Barrière de Champlon à 450 mètres d'altitude et à 5 kilomètres du CET.

On ne trouve pas d'habitations proches vers le sud-ouest.

Vers l'ouest, on trouve, dans la commune de Nassogne,

- Grune, 317 habitants, à 425 mètres d'altitude et à 5 km du CET
- Bande, 726 habitants, à 330 mètres d'altitude et 4 kilomètres du CET.

En synthèse, il n'y a aucune habitation à moins de 3.5 km du CET, c'est-à-dire que l'odeur de déchets frais issue de la zone de déversement ne devrait potentiellement gêner aucun riverain. Cependant, il est probable que le centre de compostage génère, lui, un débit d'odeur beaucoup plus important et que le panache puisse atteindre des zones très éloignées du site.

Un bref survol de la littérature sur le sujet nous apprend en effet que le retournement des andains constitue, de loin, l'opération qui génère le maximum d'odeur dans un centre de compostage.

Quelques mesures réalisées par notre équipe de recherche sur d'autres centres montrent que le débit d'odeur peut atteindre 1 à 2 millions d'unités odeur par seconde lors du retournement.

Dans le cas des installations de Tenneville, les vents dominants d'origine sud-ouest devraient transporter l'odeur essentiellement sur les localités de Gênes, Halleux, Ronchamp et Vecmont. Ceux d'origine nord-est devraient transporter le panache odorant dans une direction où il n'y a pratiquement aucune habitation.

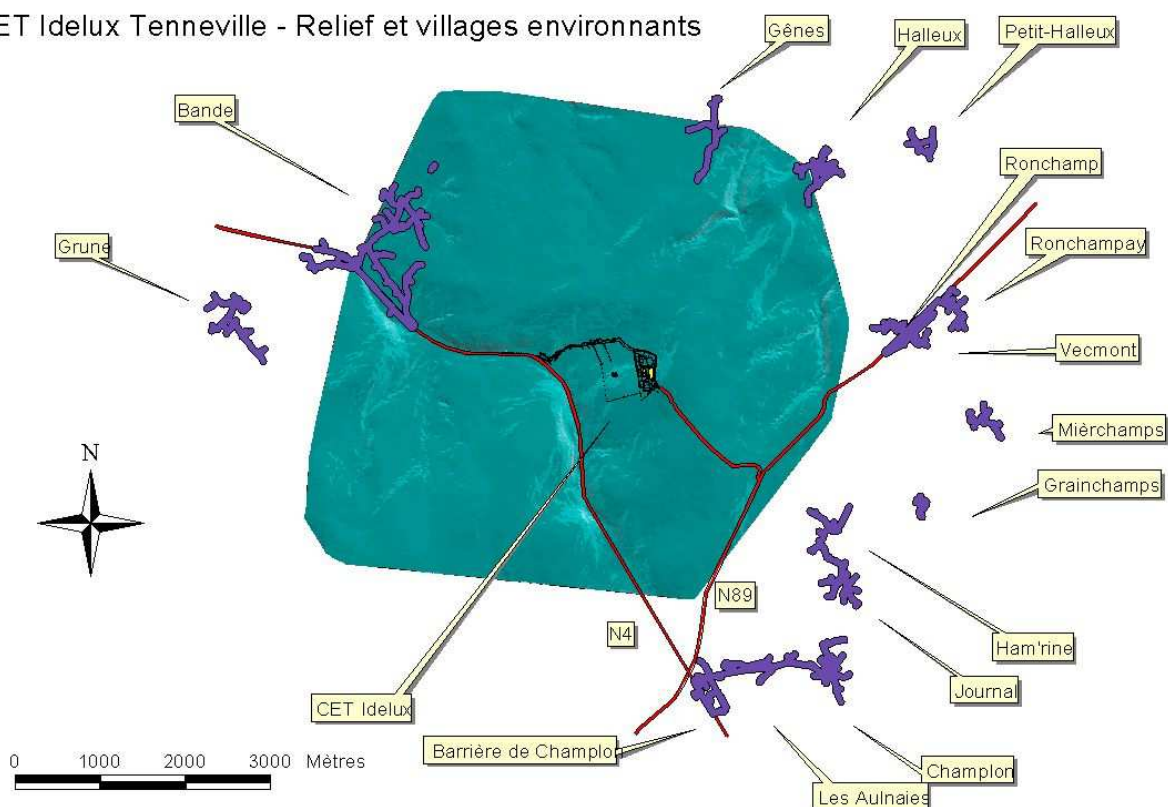
A première vue, le site du CET semble idéalement placé pour éviter toute nuisance olfactive excessive pour les riverains, tous situés à grande distance de la source d'odeur.



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



### CET Idelux Tenneville - Relief et villages environnants



**Figure 3 : Relief et villages aux environs du site du CET et du centre de compostage de Tenneville (une couleur plus foncée correspond à une altitude plus élevée).**

La figure 4 "zoome" sur le site du CET.

Le CET de Tenneville est un CET de classes 2 et 3. Mis en exploitation en 1980, sa superficie est d'environ 4 ha. Sa capacité initiale était de l'ordre du million de m<sup>3</sup> et sa capacité résiduelle au 1er janvier 2000 était évaluée à 265 000 m<sup>3</sup>. Les eaux de percolation subissent un traitement physico-chimique en station d'épuration. Cette station est située à la limite nord du site (en dehors de la figure), à environ 850 mètres de la partie du CET actuellement exploitée. Ce CET reçoit essentiellement des refus de broyage et de criblage des unités de tri-compostage des déchets ménagers, les refus d'affinage du compost, les encombrants ménagers collectés en porte-à-porte et dans les parcs à conteneurs, ainsi que des déchets inertes et industriels banals. Au nord du CET actuel se situe une zone réhabilitée équipée d'un système de collecte et d'élimination par torchère des biogaz (débit 400 à 500 m<sup>3</sup>/h).

Le site accueille également le centre de compostage de déchets ménagers récoltés en porte à porte et de déchets verts des parcs à conteneurs. 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 différents stades de compostage sont : le tri-broyage, le criblage, le compostage et l'affinage. Les déchets ménagers sont tout d'abord broyés, débarrassés de leur fraction métallique et tamisés. Les éléments biodégradables (<50 mm) sont destinés au compostage et le reste est mis en CET. Les déchets verts sont broyés sur une plate-forme spécifique (voir photo, à gauche de la figure).

La matière à composter est alors 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.

Enfin, 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, ...). Ces refus d'affinage vont en CET.

Le centre de compostage de Tenneville produit annuellement de 12 000 à 15 000 tonnes de compost.

Depuis la certification ISO 14001 du CET de Tenneville le 11 septembre 2003, l'exploitant a mis en œuvre une série de dispositifs de suivi des nuisances, comme un enregistrement régulier des plaintes relatives aux odeurs.

Le site est surtout occupé par le grand hall de compostage des déchets ménagers triés (CUA) ou non triés (CUB), repéré par la lettre "A" sur la figure et centré aux coordonnées Lambert  $x=228.5$  km,  $y=93.3$  km. Ce hall, de plus de 150 mètres de longueur, est également celui qui, généralement, produit le plus d'odeur, surtout lors du retournement des andains. Les zones repérées "B" et "C" sont les zones de déversement des déchets (emplacement variable durant la période de mesure). Comme ces déchets consistent surtout en refus de broyage et d'affinage et encombrants ménagers, il n'y a que peu de matière organique et l'odeur générée par les cellules en exploitation devrait être moins forte que celle d'autres CET. Selon les auteurs de l'étude d'incidences de 1997<sup>[12]</sup>, au sein du dépôt, les fractions de matières organiques susceptibles d'être dégradées par voie microbienne sont constituées essentiellement par les déchets cellulosiques (papiers, cartons, ...) qui représentent en moyenne 47 % de la composition des déchets et par des déchets organiques résiduels (végétaux et animaux) qui ne représentent en moyenne que 0.32 % de la composition.

La zone "D" est principalement occupée par les andains de déchets verts, à l'air libre et qui dégagent une odeur peu incommodante de bois et de verdure.

Les bâtiments administratifs, repérés par la lettre "E", sont situés à l'entrée du site. Ils sont longés à l'ouest par le chemin d'accès des camions.

Vers l'est, un chemin latéral longe la limite avec la commune de La Roche-en-Ardenne et va vers la station d'épuration. A partir de ce chemin latéral, plusieurs sentiers forestiers donnent accès au bois de Vecmont.

Les camions, au rythme de 5 à 10 par heure à l'époque et au moment de nos mesures, arrivent par la chaussée Marie-Thérèse, après un parcours d'un peu plus de 2 kilomètres dans le bois de Vecmont en venant de la route de Beusaint (qui relie la barrière de Champlon à La Roche-en-Ardenne). Il n'y a aucune habitation sur ce parcours forestier. Ces camions contiennent tous les types de déchets traités à Tenneville : déchets verts, déchets ménagers, déchets inertes ou industriels banals.

Pour la partie CET, l'exploitant ne met en œuvre aucune mesure particulière de lutte contre les odeurs, comme le recouvrement journalier des déchets ou l'application de produits spécifiques anti-odeurs. C'est surtout au niveau du centre de compostage que l'effort de réduction des nuisances olfactives est porté, notamment par l'atomisation de produits neutralisants.

Sur la cellule en activité, des engins assurent l'épandage et le broyage des déchets amenés.

La station météo de l'équipe de suivi était placée sur une butte, à quelques mètres au nord du hall de compostage.



Figure 4 : Vue rapprochée du CET et du Centre de Compostage de Tenneville



## 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.

- Le principal constat au sujet des odeurs générées par le CET de Tenneville est le mélange de deux types d'odeur : celle du compost et celle des déchets frais du CET. Ces deux odeurs peuvent se distinguer facilement à proximité du site, mais se confondent lorsque l'observateur s'en éloigne, particulièrement dans les bois. Parfois d'autres odeurs ponctuelles sont également perceptibles, comme celle d'un tas de sciure de bois se consumant lentement (le 25 novembre).
- L'odeur maximum est effectivement observable lors du retournement des andains de compost (mesures du 7/12/04 par exemple). Lors de cette opération et même parfois plusieurs heures après (voir mesure du 3/12/04), l'odeur serait perceptible jusque dans les villages éloignés (voir plus loin : analyse des plaintes). Par contre, le transport vers la zone d'affinage du compost arrivé à maturation ne dégage plus aucune odeur (mesure du 14/1/05).
- Le débit d'odeur est encore beaucoup plus variable que sur les autres CET étudiés, car il dépend fortement de l'activité sur le site (manipulation des déchets, retournement des andains), de l'âge des andains et du jour dans la semaine (activité plus intense après un week-end ou après des jours de congé).
- Si l'odeur de biogaz est clairement perceptible juste au-dessus du réseau de dégazage, l'odeur perçue aux alentours du CET a toujours été celle des déchets frais ou du compost : pratiquement aucune odeur de biogaz n'est perçue à l'extérieur du site.
- Le suivi du panache odorant a été particulièrement difficile dans le cas de Tenneville. Le site est en effet entouré de forêts, parfois d'accès très malaisé et qui, en tout état de cause, peuvent modifier la dispersion du panache ou accumuler localement l'odeur. Le relief accidenté du site rend la perception de l'odeur très versatile : elle peut se "perdre" localement pour être retrouvée plus loin, après un vallon ou s'engouffrer dans une petite vallée, même dans une direction qui n'est pas exactement celle du vent. L'influence du relief sera analysée plus loin.

## Observations quantitatives

### Protocole

La campagne de mesure s'est déroulée sur onze semaines, entre le 25 octobre 2004 et le 14 janvier 2005, 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 13 fois sur le terrain, respectivement le 25/10/04, le 29/10/04, le 3/11/04, le 5/11/04, le 9/11/04, le 16/11/04, le 25/11/04, le 30/11/04, le 3/12/04, le 7/12/04, le 9/12/04, le 21/12/04 et le 14/1/05.

L'époque était particulièrement propice aux vents du secteur Sud-Sud-Est, comme le montre la rose des vents représentée sur la figure 4. La moyenne de la direction est de 163°. Nous n'avons jamais rencontré de vent du secteur Nord au cours de nos journées d'observations et très peu de vents d'Ouest. La classe de vitesse la plus rencontrée a été de 2.5 à 3.5 m/s, avec une moyenne de 2.8 m/s.

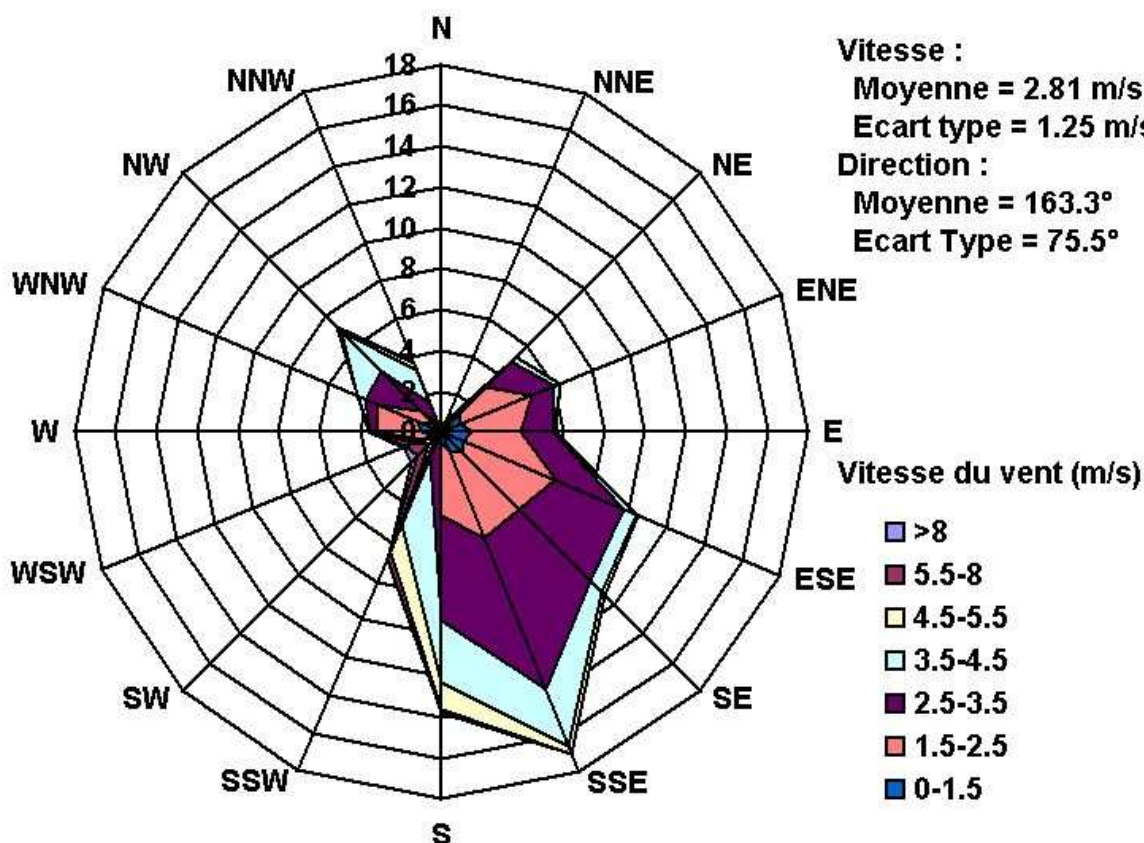


Figure 4 : Rose des vents caractéristique de l'époque de mesure

Ces conditions sont représentatives de l'époque de la mesure (fin de l'automne, début de l'hiver), mais, bien qu'elles aient été mesurées sur un intervalle de temps assez long (plus de deux mois), elles ne représentent pas exactement la situation des vents dominants dans la région (S-O/N-E). L'extrapolation au climat moyen et le calcul des percentiles, qui seront traités plus loin, permettront néanmoins de mieux appréhender cette situation moyenne.

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.

Au fil des visites, différentes zones d'épandage furent utilisées. Nous les avons simulées par des polygones de localisations, de dimensions et de forme variables en fonction des conditions réelles de la parcelle exploitée au moment de la mesure (délimitée à chaque visite par des repérages GPS), leurs surfaces valant approximativement 1650 m<sup>2</sup>.

La source "compost" a été simulée par un rectangle dont les dimensions correspondent au hall où sont traités les CUA et CUB, soit 150x55 mètres (8250 m<sup>2</sup>).

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, 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/m<sup>2</sup>.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.

En l'occurrence, nous avons partagé le débit d'odeur en deux parties plus ou moins égales entre la zone du CET et la zone de compostage. Ce partage n'influence pratiquement ni la forme, ni la taille de la zone de perception, la distance entre les deux zones étant négligeable par rapport aux distances de perception.

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

## **Résultats**

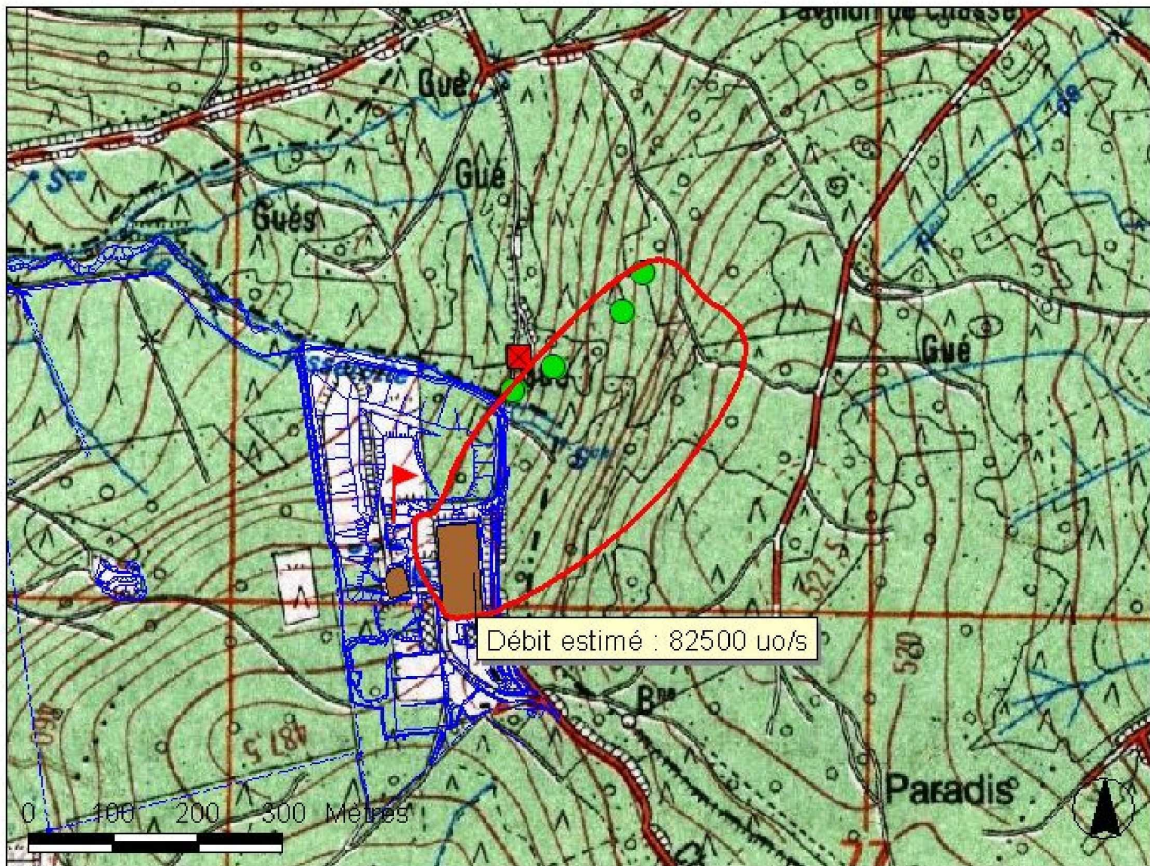
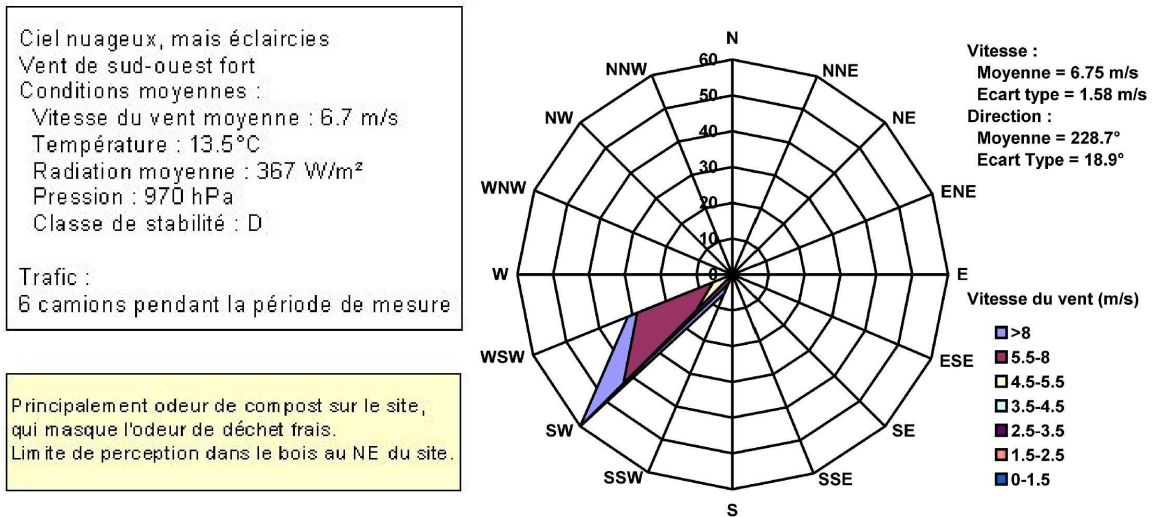
Les figures 5 à 17 montrent les courbes limites ajustées par le modèle (en rouge). Sur les mêmes figures sont indiqués les endroits où l'odeur a été détectée. En général la signification des symboles est la suivante : croix dans un carré rouge signifie "pas d'odeur", cercle en vert clair signifie "bouffées", cercle en vert moyen signifie "odeur de déchets" et cercle en vert foncé signifie "odeur de compost". Parfois, les différents types d'odeur étaient plus difficile à distinguer, c'est la raison de l'apparition de certains symboles hybrides (cercle barré ou cercle pointé). Enfin, il est arrivé sporadiquement de percevoir d'autres types d'odeurs, comme celle du biogaz ou de fumée émanant d'un tas de sciure qui s'échauffait. La couleur choisie dans ce cas est le gris. Ces différents symboles et couleurs importent peu dans notre démarche : nous avons toujours tenté d'ajuster au mieux le nuage qui englobait la plupart des points "odeur", quelle que soit la source identifiée.

La rose des vents est présentée pour chaque cas.

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 le schéma.

## Lundi 25 octobre 2004 (10h00-12h00)



**Figure 6 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 25 octobre 2004**

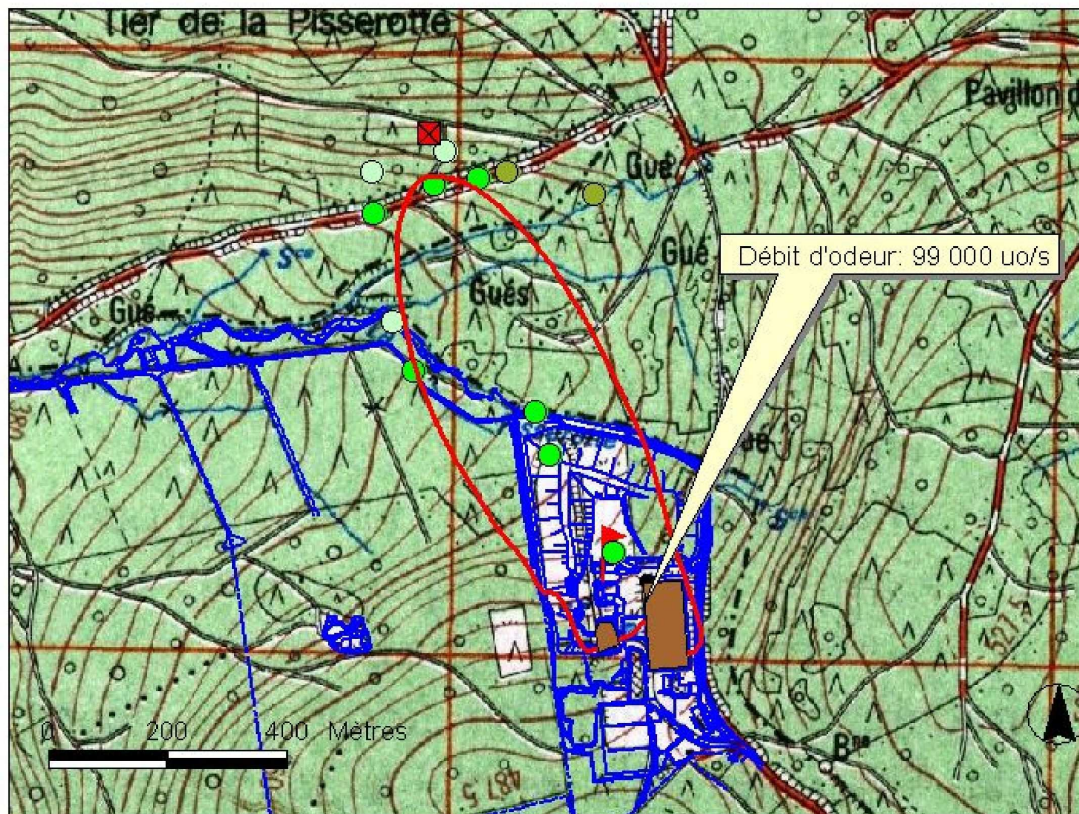
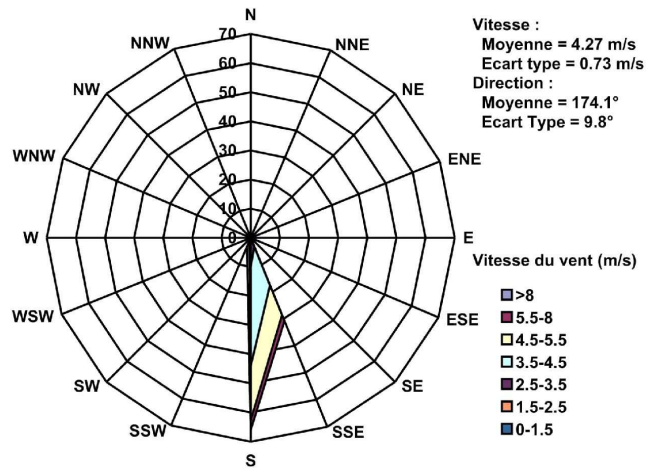


## Vendredi 29 octobre 2004 (11h20-12h05)

Ciel pratiquement dégagé  
 Vent de S-SSE modéré  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 4.3 m/s  
 Température : 12.9°C  
 Radiation moyenne : 300 W/m²  
 Pression : 965 hPa  
 Classe de stabilité : C

Trafic :  
 6 camions pendant la période de mesure

Fortes odeurs de compost et de déchets frais.  
 Limite de perception à la moitié du Tier de Pisserotte, situé au N du site.



**Figure 7 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 29 octobre 2004**

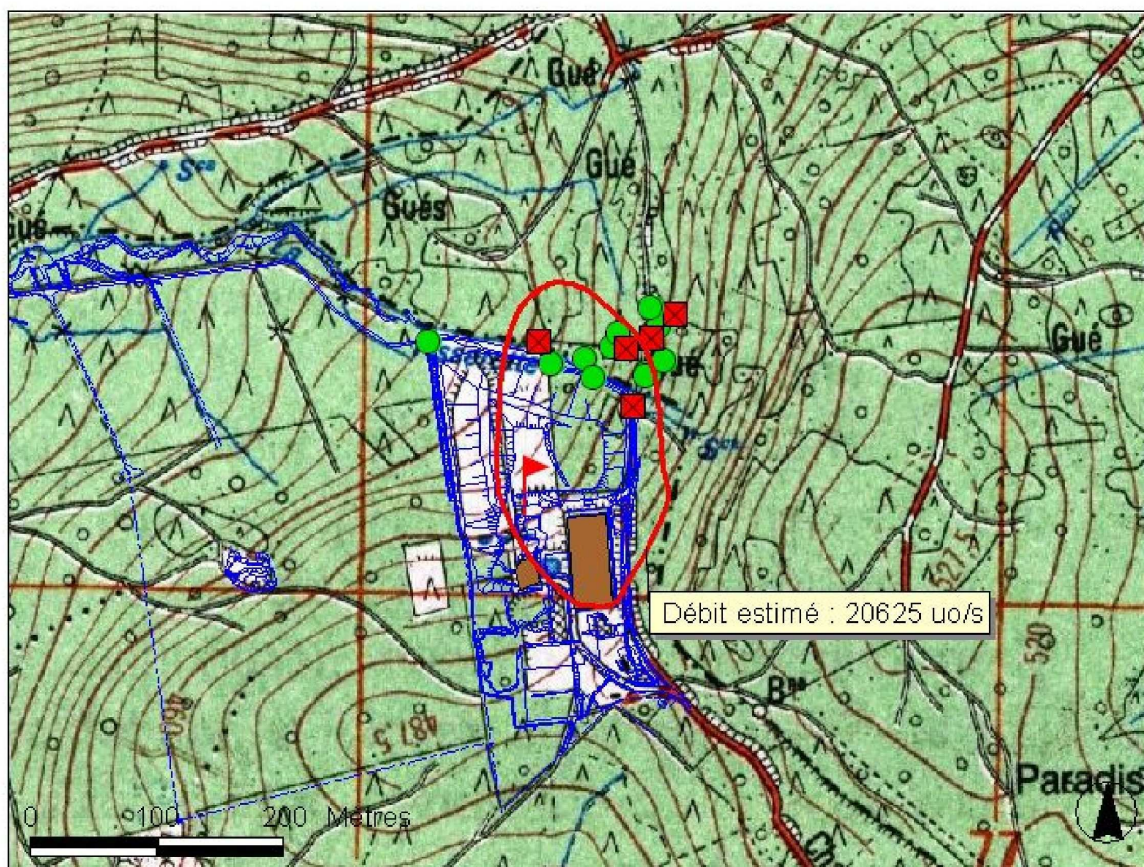
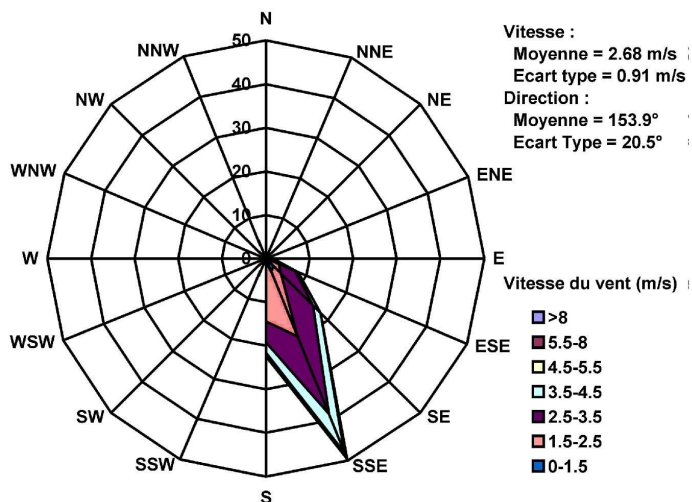


## Mercredi 3 novembre 2004 (10h00-11h15)

Ciel nuageux, brouillard  
 Vent de sud/sud-est  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 2.7 m/s  
 Température : 9°C  
 Radiation moyenne : 154 W/m<sup>2</sup>  
 Pression : 975 hPa  
 Classe de stabilité : D

Trafic :  
 3 camions pendant la période de mesure

Beaucoup de brouillard. Etalement des déchets et des andains de compost dans le hangar de maturation. Limite du nuage au NO du site.



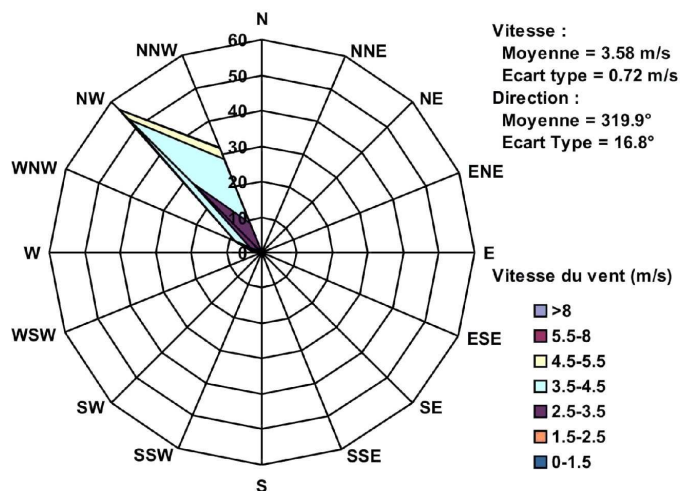
**Figure 8 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 3 novembre 2004**



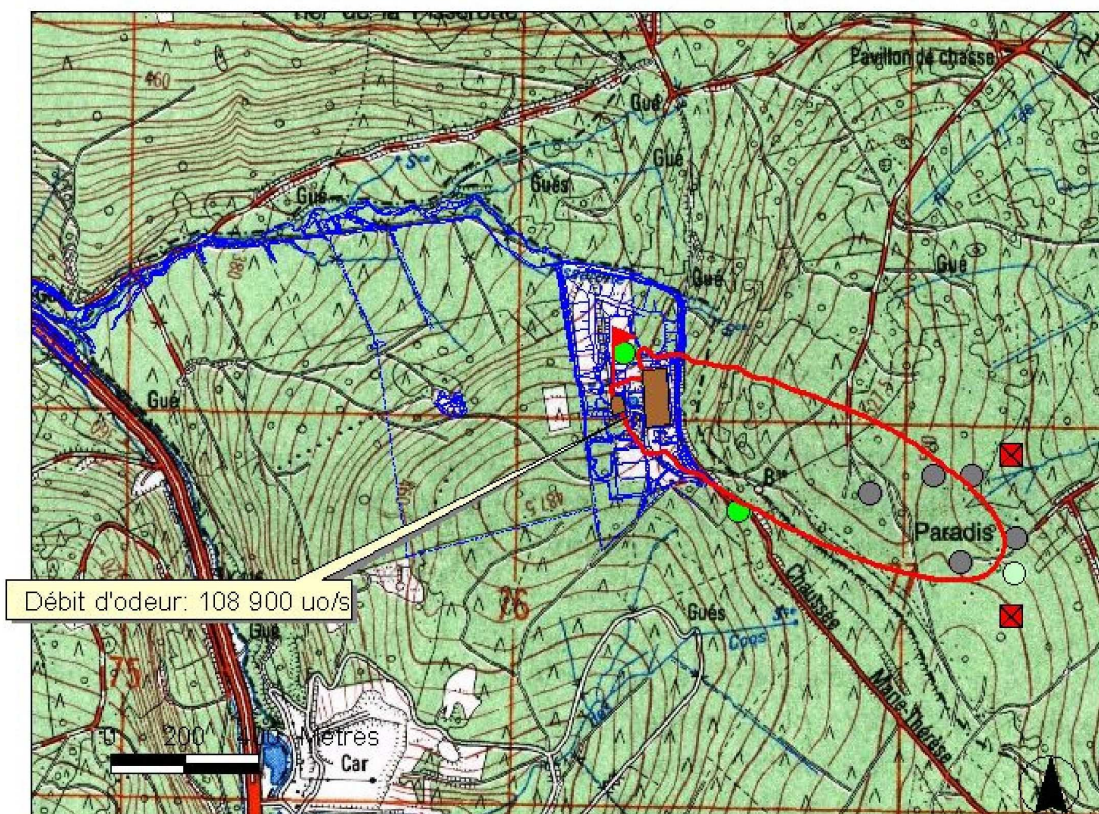
## Vendredi 5 novembre 2004 (10h30-11h15)

Ciel couvert, nuages bas,  
se déchirant par moments  
Vent du NW faible  
Conditions moyennes :  
Vitesse du vent moyenne : 3.6 m/s  
Température : 7.0°C  
Radiation moyenne : 135 W/m<sup>2</sup>  
Pression : 981 hPa  
Classe de stabilité : D

Trafic :  
3 camions (encombrants et pelouses)  
pendant la période de mesure



Principalement odeur de compost sur le site,  
qui masque l'odeur de déchet frais.  
Celle-ci est par contre nettement perceptible  
à proximité directe du site  
Limite de perception dans le bois au SE du site.



**Figure 9 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 5 novembre 2004**

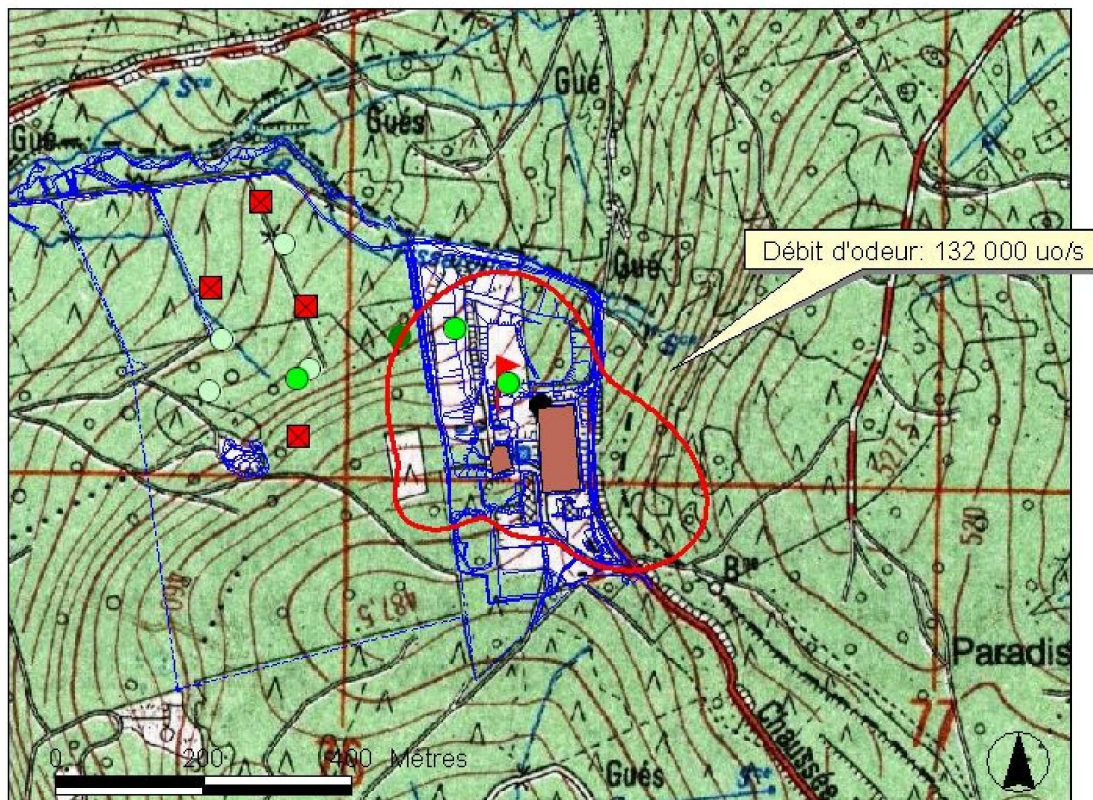
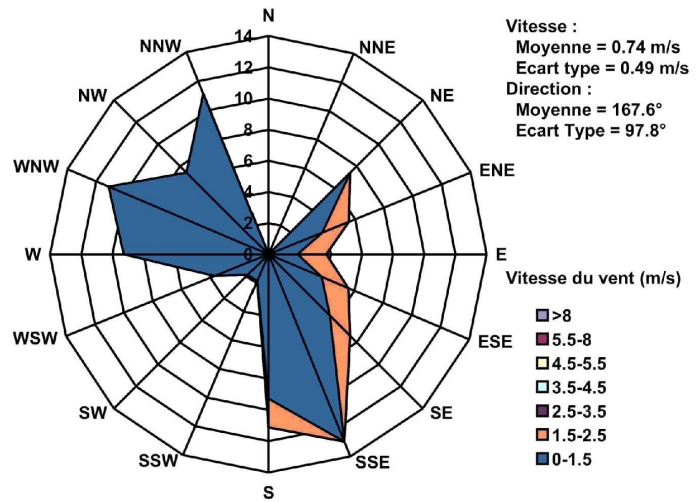


## Mardi 9 novembre 2004 (11h30-12h00)

Ciel dégagé,  
 Vent de SE faible, direction variable  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 0.7 m/s  
 Température : 9.1 °C  
 Radiation moyenne : 394 W/m<sup>2</sup>  
 Pression : 973 hPa  
 Classe de stabilité : A

Trafic :  
 5 camions pendant la période de mesure

Sur le site, odeur de déchets frais puis odeur de compost dans le bois au WNW assez faible (bouffées) où se situe la limite de perception.



**Figure 10 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 9 novembre 2004.**

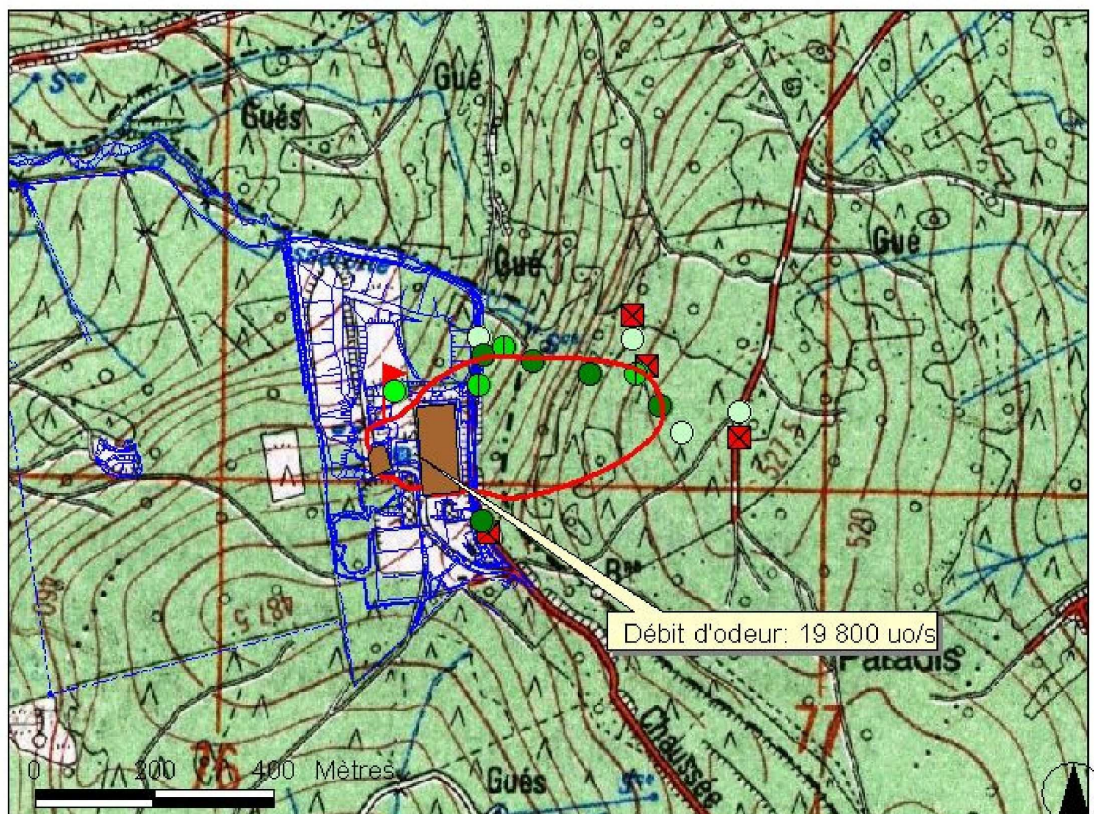
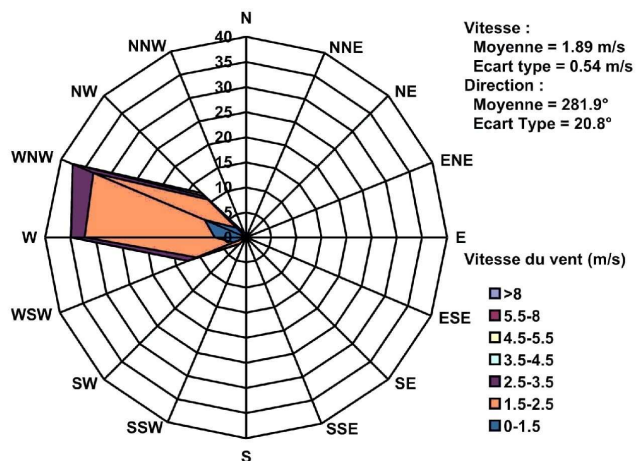


## Mardi 16 novembre 2004 (11h10-11h45)

Brouillard (visibilité 150 m), bruine  
 Vent d'W-WNW faible  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 1.9 m/s  
 Température : 6.5°C  
 Radiation moyenne : 37 W/m<sup>2</sup>  
 Pression : 981 hPa  
 Classe de stabilité : A

Trafic :  
 4 camions pendant la période de mesure

Principalement odeur de compost sur le site,  
 qui masque l'odeur de déchet frais.  
 Limite de perception au sommet du bois à l'E  
 du site.



**Figure 11 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 16 novembre 2004**

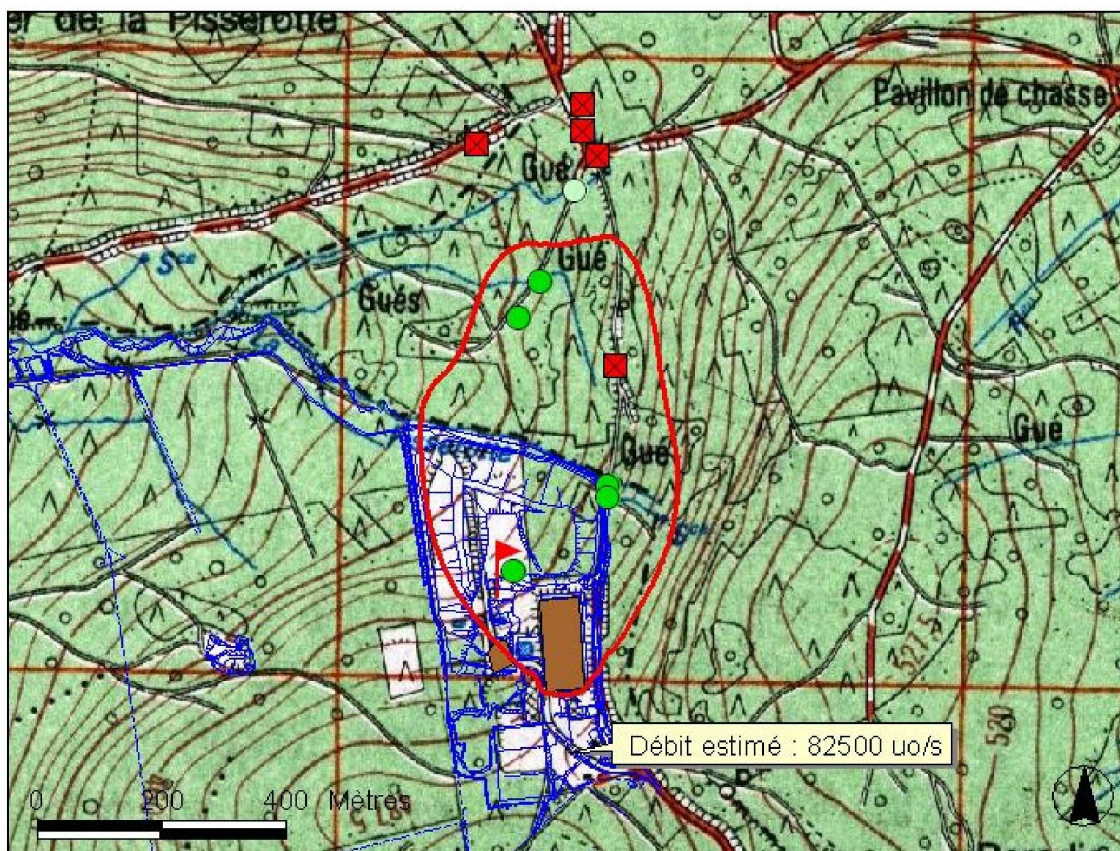
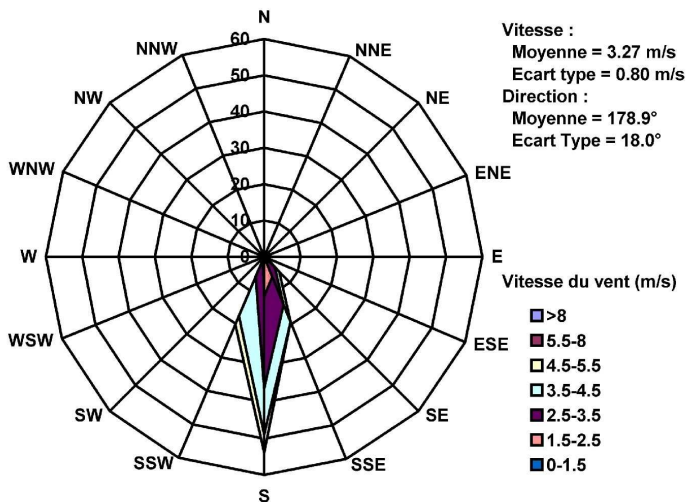


## Jeudi 25 novembre 2004 (13h30-14h30)

Ciel dégagé, pas de nuages, soleil  
 Vent du sud  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 3.3 m/s  
 Température : 3°C  
 Radiation moyenne : 221 W/m<sup>2</sup>  
 Pression : 978 hPa  
 Classe de stabilité : C

Trafic :  
 5 camions pendant la période de mesure

Peu d'activité sur le site. Pas de retournement des andains dans le hall de compostage.  
 Etalement des déchets frais.



**Figure 12 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 25 novembre 2004**

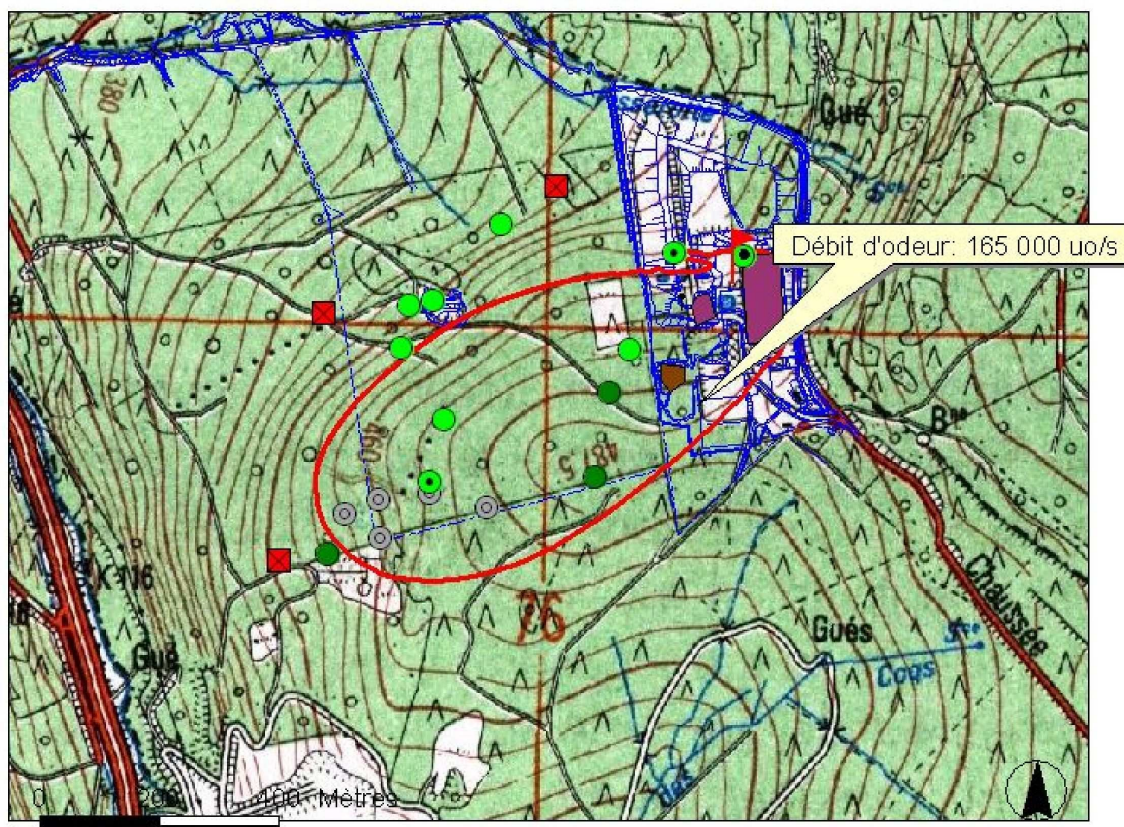
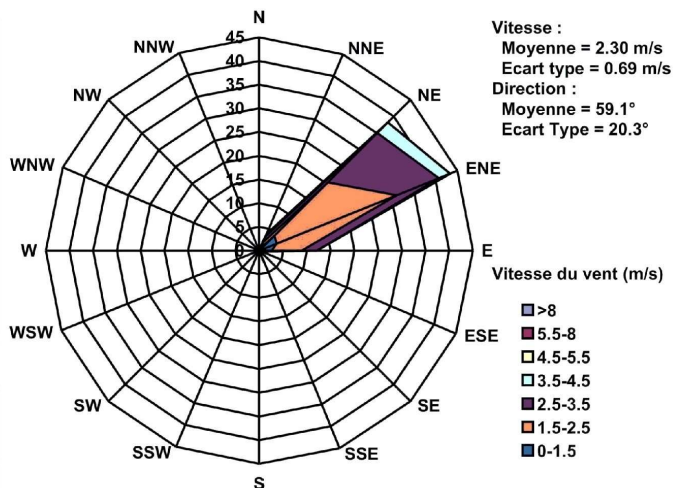


## Mardi 30 novembre 2004 (9h45-10h45)

Ciel dégagé, givre  
 Vent de NE-ENE modéré  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 2.3 m/s  
 Température : 6.0°C  
 Radiation moyenne : 244 W/m²  
 Pression : 972 hPa  
 Classe de stabilité : C

Trafic :  
 6 camions pendant la période de mesure

Odeurs de déchets frais, compost et fumée  
 provenant de la combustion d'un tas de copeaux



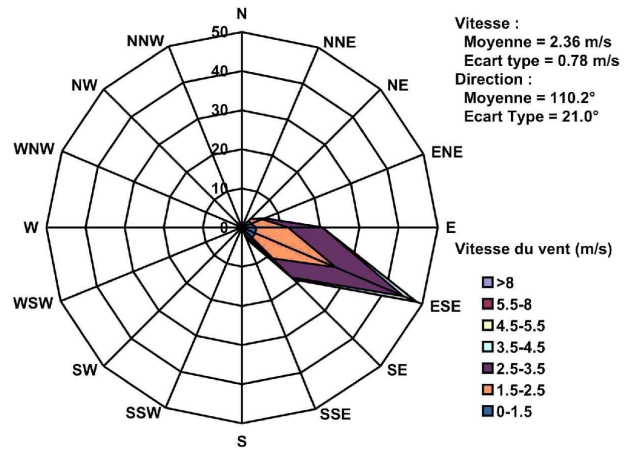
**Figure 13 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 30 novembre 2004**



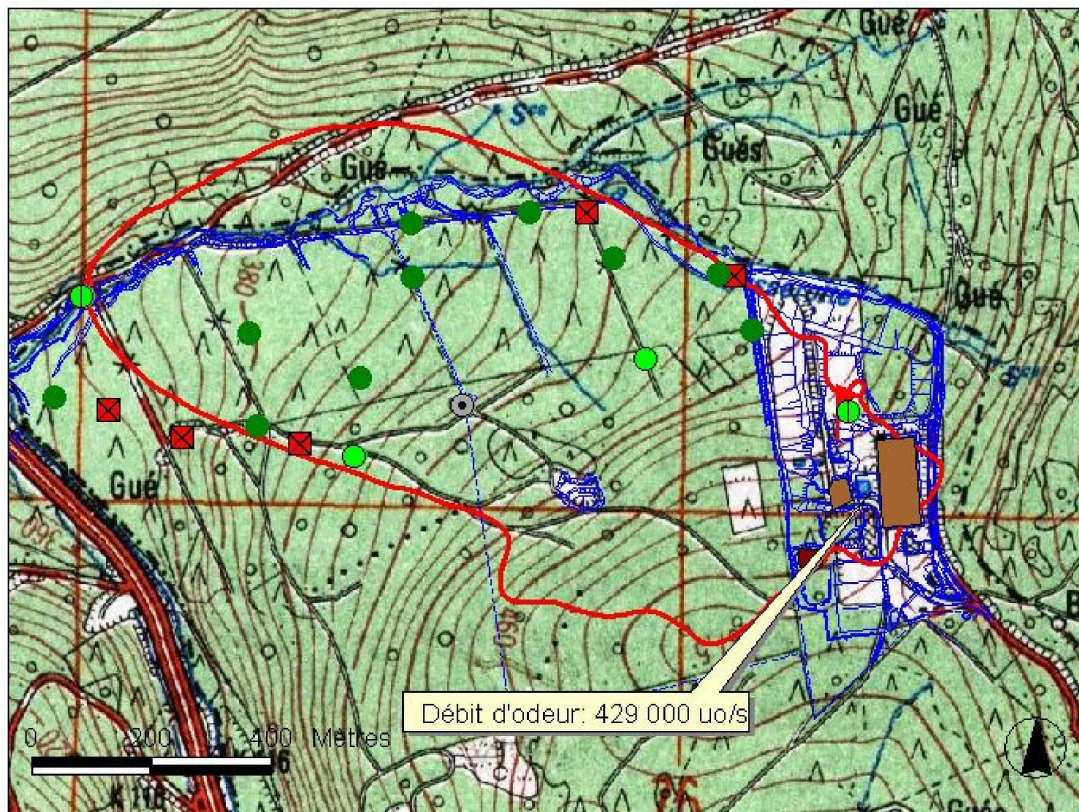
## Vendredi 3 décembre 2004 (10h45-12h00)

Ciel dégagé, sans nuages  
 Vent de l'ESE faible  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 2.4 m/s  
 Température : 7.0°C  
 Radiation moyenne : 292 W/m²  
 Pression : 976hPa  
 Classe de stabilité : C

Trafic :  
 9 camions pendant la période de mesure



L'odeur de compost est la principale odeur perçue.  
 Un andain a été retourné 1 h. avant la mesure  
 Limite de perception dans le bois aux abords  
 de la N4 à l'ouest du site.



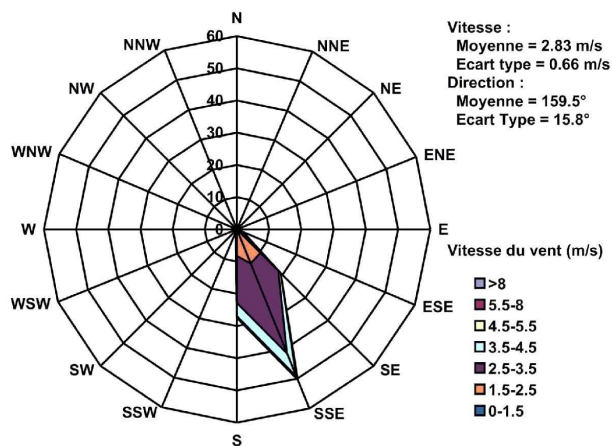
**Figure 14 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 3 décembre 2004**



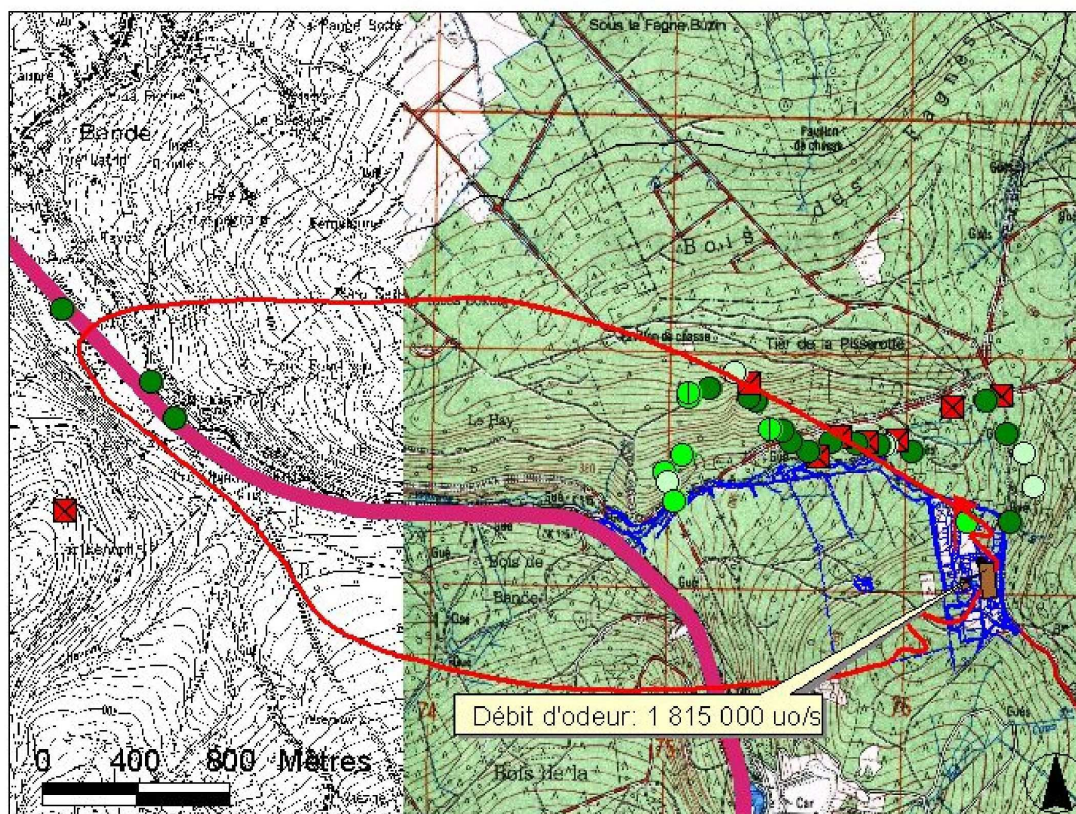
## Mardi 7 décembre 2004 (10h00-11h30)

Ciel dégagé  
 Vent du SSE faible  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 2.83 m/s  
 Température : 6.0°C  
 Radiation moyenne : 219 W/m<sup>2</sup>  
 Pression : 981 hPa  
 Classe de stabilité : C

Trafic :  
 10 camions pendant la période de mesure



Le retournement de tous les andains était en cours lors de la visite. Au début l'odeur n'était pas plus intense que lors des autres visites mais à environ 1 km du site et après une heure de mesure, elle est devenue très forte dans la direction WNW. Ensuite l'odeur de compost a été "retrouvée" de l'autre côté de la N4



**Figure 15 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 07 décembre 2004**



## Jeudi 9 décembre 2004 (14h30-15h30)

Ciel dégagé, soleil  
 Vent de Sud-Est  
 Conditions moyennes :  
 Vitesse du vent moyenne : 2.9 m/s  
 Température : 9,5°C  
 Radiation moyenne : 220 W/m<sup>2</sup>  
 Pression : 977 hPa  
 Classe de stabilité : C

Trafic :  
 5 camions pendant la période de mesure

Limite du nuage au NO du site.  
 Odeur âcre de fumée encore perçue pendant la mesure. Pas de retournement des andains.

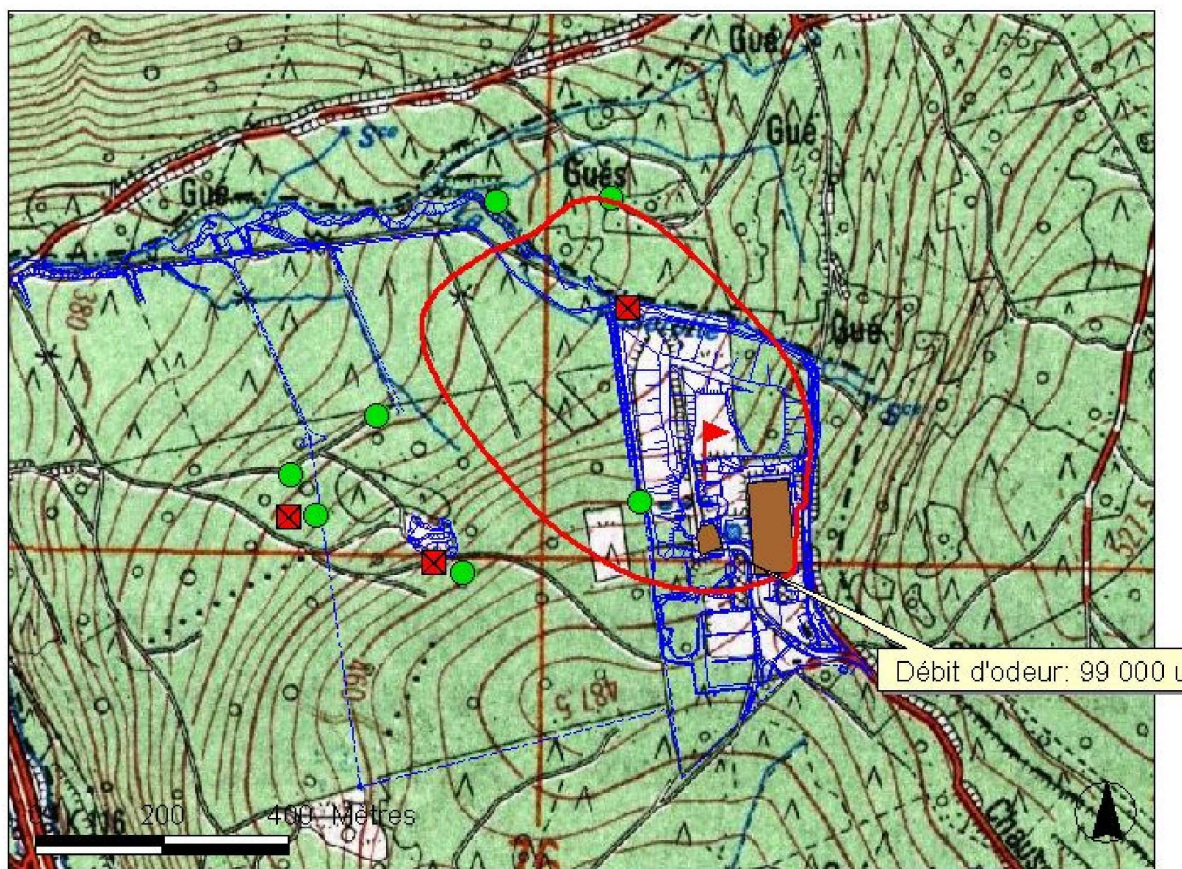
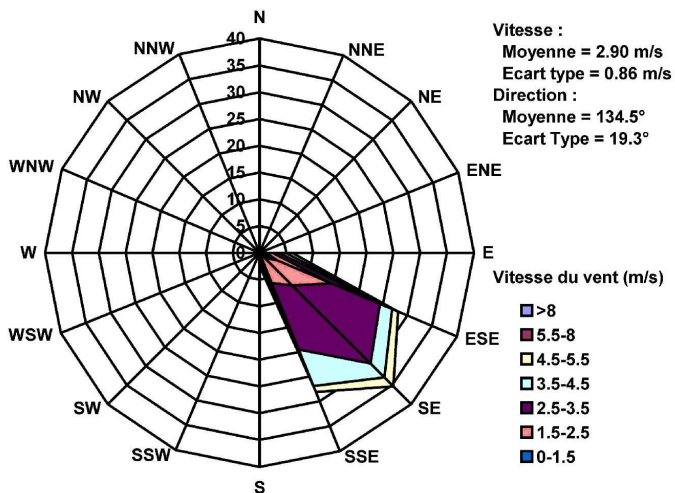


Figure 16: Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 09 décembre 2004



Mardi 21 décembre 2004 (12h30-13h15)

Ciel dégagé, ensoleillé,  
givre, sol gelé  
Vent du WNW faible  
Conditions moyennes :  
Vitesse du vent moyenne : 3.6 m/s  
Température : -2.6°C

Trafic :  
5 camions pendant la période  
de mesure (compost, déchets  
ménagers, conteneur privé  
(déchets ménagers),  
collecte sélective.

Principalement odeur de compost sur le site,  
qui masque l'odeur de déchet frais.  
Limite de perception dans le bois à l'E du site.

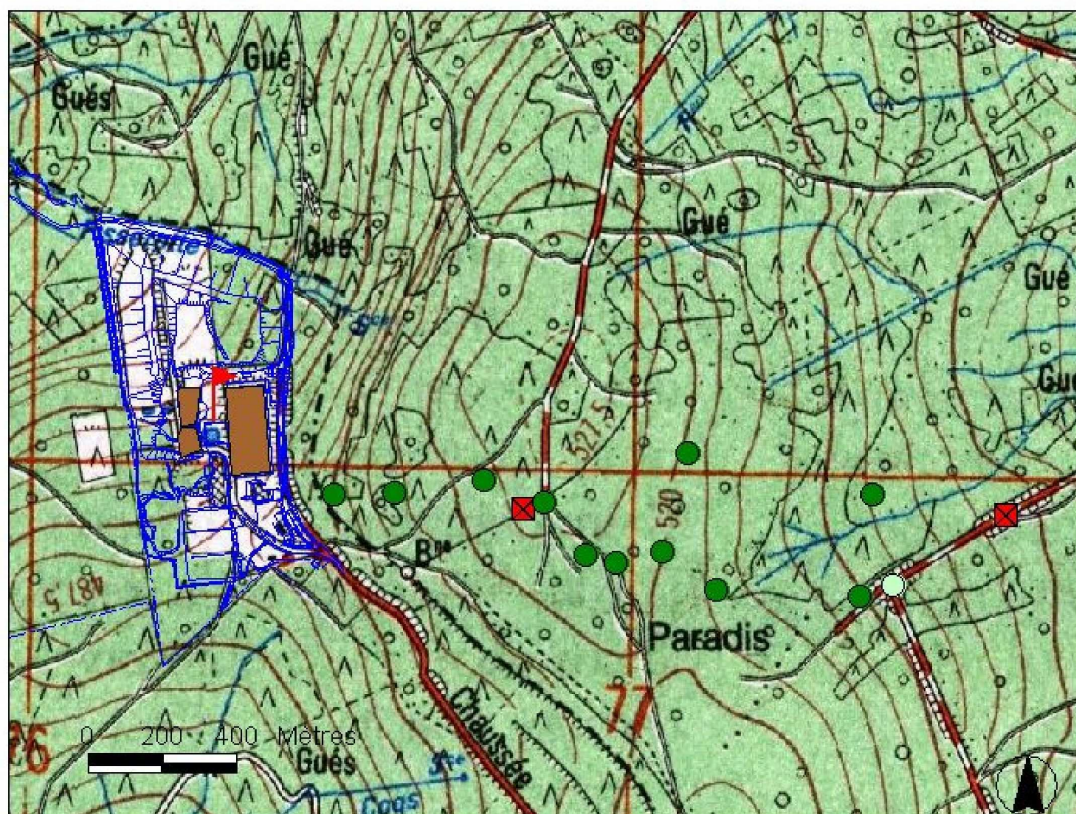


Figure 17 : Points "odeurs" observés le 21 décembre 2004



## Vendredi 14 janvier 2005 (14h30 -15h15)

Ciel dégagé, ensoleillé,  
givre, sol gelé  
Vent du SSW faible  
Conditions moyennes :  
Vitesse du vent moyenne : 1.1 m/s  
Température : 6.7°C  
Radiation moyenne : 264 W/m<sup>2</sup>  
Pression : 978 hPa  
Classe de stabilité: B

Trafic :  
7 camions pendant la période  
de mesure

Odeur de compost au NNE du hangar à compost,  
puis forte odeur de déchet frais vers l'ouest.  
Affinage du compost pendant la mesure.  
Limite de perception dans le bois au NE du site.

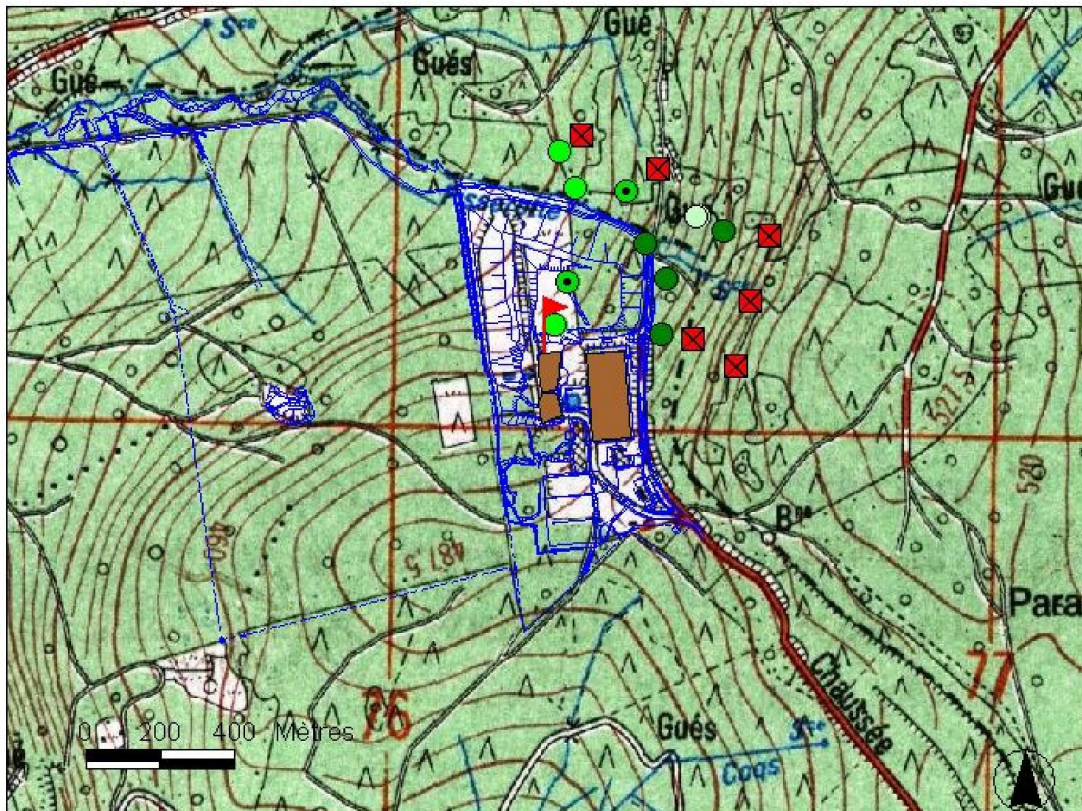


Figure 18 : Points "odeurs" observés le 14 janvier 2005

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)
25/10/04	229°	6.8	D	430	3	82 500
29/10/04	174°	4.3	C	810	8	99 000
03/11/04	154°	2.7	D	200	3	20 625
05/11/04	320°	3.6	D	920	4	108 900
09/11/04	168°	0.7	A	250	10	
16/11/04	282°	1.9	A	350	8	19 800
25/11/04	179°	3.3	C	660	5	82 500
30/11/04	59°	2.3	C	790	6	165 000
03/12/04	110°	2.4	C	1350	7	429 000
07/12/04	160°	2.8	C	3700	7	1 815 000
09/12/04	134°	2.9	C	600	5	99 000
21/12/04	panne	3.6	B	1650	7	-
14/01/05	panne	1.1	B	700	9	-

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

Ce tableau doit être interprété avec précaution.

Tout d'abord, remarquons que les deux dernières journées de mesure ne sont pas exploitables. Dans les deux cas, la station météorologique est tombée en panne en cours de mesure et l'enregistrement des données n'a pas pu être récupéré. Comme le relevé des odeurs avait néanmoins été réalisé, nous avons jugé utile de fournir les schémas correspondants, mais sans les courbes d'ajustement.

Ensuite, la journée du 9 novembre 2004 a été caractérisée par un vent très faible, sans direction marquée. La méthode d'estimation des débits d'odeurs par rétro-calcul n'étant valable que pour des vitesses de vent supérieures à 1 m/s, nous avons préféré éliminer aussi cette donnée.

Restent donc 10 observations exploitables. Parmi celles-ci, 8 sont typiques d'odeurs provenant soit du CET, soit des andains de compost au repos : c'est l'odeur "courante" du site. Le 3/12/04, par contre, l'odeur était plus intense, car un andain venait d'être retourné une heure avant notre passage. Et le 7/12/04, l'odeur était particulièrement forte, car la mesure a été réalisée pendant le retournement d'un andain. La valeur de débit d'odeur très élevée (1.8 Muo/s) estimée pour cette journée est d'ailleurs assez cohérente avec celle évaluée pour le site d'Habay lors d'un exercice d'étudiants en 2001 (1.5 Muo/s).

**Dans un premier temps**, nous pourrions considérer que les situations observées au cours de ces dix journées se sont présentées au gré du hasard et que chacune d'entre elles peut être considérée comme représentant 1/10 des situations possibles. Cela reviendrait à considérer qu'au cours d'une période donnée, il y a environ 10% de probabilité pour que notre heure de mesure coïncide avec le retournement d'un andain, 10% de probabilité pour qu'elle suive directement le retournement d'un andain, etc.

Dans ce cas, il serait logique de considérer que la valeur moyenne des débits d'odeur au cours de ces 10 journées, soit 292 133 uo/s, est "typique" du site de Tenneville.

Bien entendu, la gamme de valeurs est alors très étendue, de 19 800 à 1 815 000, et l'écart-type vaut presque le double de la valeur moyenne (547 516 uo/s). Dans de telles conditions, il est évident que la moyenne arithmétique ne peut être automatiquement considérée comme représentative de la situation typique.

A défaut d'autre solution dans l'immédiat, considérons néanmoins que 292 133 uo/s est le débit caractéristique du site de Tenneville. Cette valeur est particulièrement élevée par rapport aux autres CET (en général, plutôt de l'ordre de 50 000 ou 60 000 uo/s), mais il est indéniable que l'odeur d'un centre de compostage est bien plus importante que celle d'un CET classique.

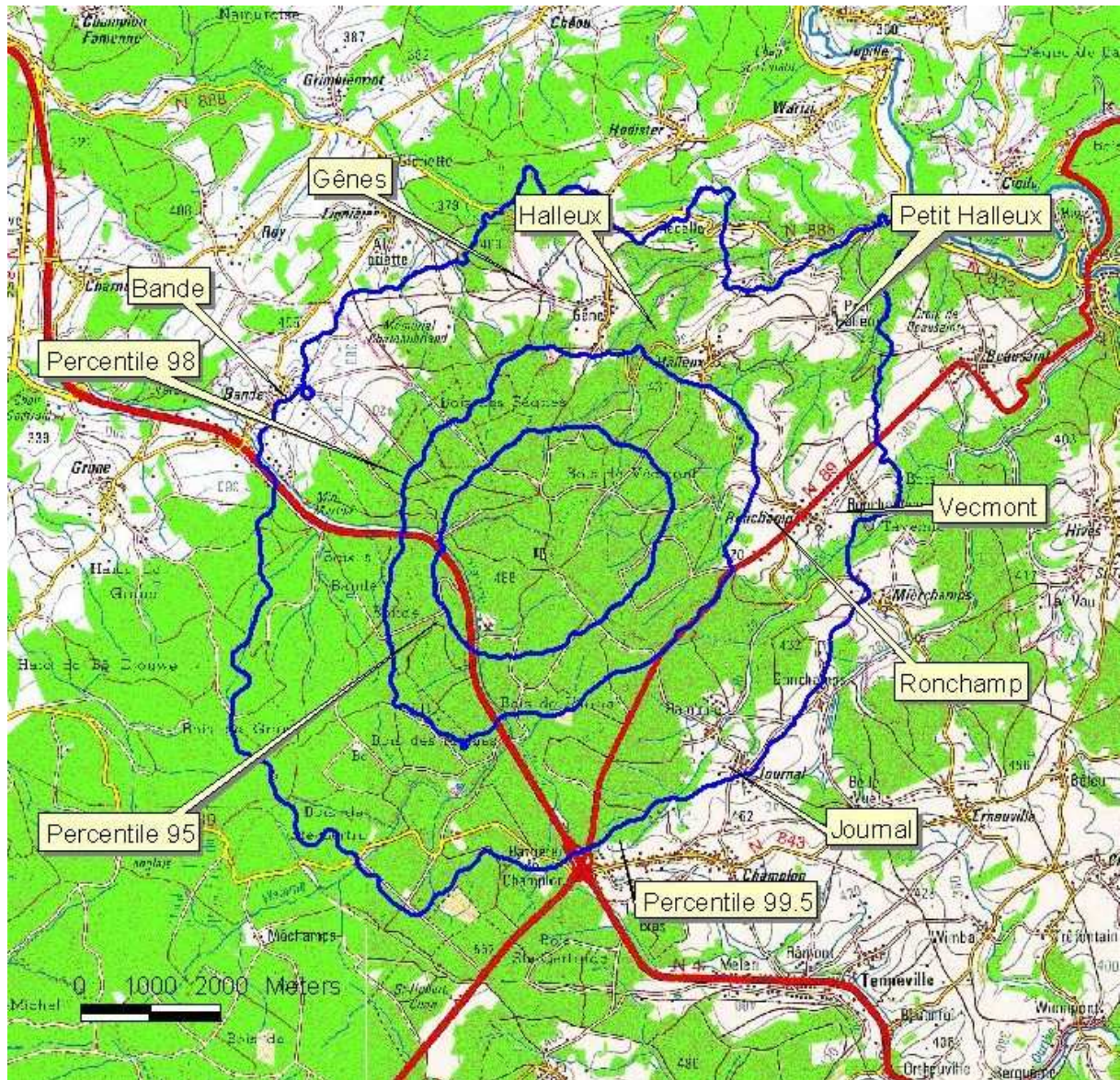
Sur base de ce débit moyen d'émission déterminé, nous pouvons extrapoler les courbes de perception olfactive au climat moyen du site. L'extrapolation a été réalisée en introduisant dans le modèle le climat moyen de Saint-Hubert, situé à 15 km à vol d'oiseau au sud-ouest de Tenneville.



Ceci permet de dessiner les percentiles 95, 98 et 99.5 relatifs à la limite de perception ( $1 \text{ uo/m}^3$ ) de l'odeur de déchets du CET (figure 19).

Nous fournissons en outre, en figure 20, 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 19 : Percentiles 95, 98 et 99.5 correspondant à  $1 \text{ uo/m}^3$  et au climat annuel moyen**





**Figure 20 : Percentile 98 correspondant à  $1 \text{ uo/m}^3$  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 6000 m et le petit axe 4400 m. Globalement, donc, le percentile s'étend jusqu'à une distance maximum d'environ 3300 m à partir de la source, soit une distance beaucoup plus importante que la plupart des autres CET, qui ne disposaient pas de centre de compostage.

Heureusement, il n'y a aucun riverain dans cette zone essentiellement boisée. Tout au plus pouvons-nous citer, à la limite de la zone, une maison à louer (actuellement vide) sur la route de Beausaint et les premières maisons à l'entrée de Gênes. Si nous considérons donc le percentile 98 comme la limite de la zone de nuisance, nous pourrions, dans cette première approche, considérer qu'il n'y a pratiquement aucune nuisance olfactive à prendre en compte.

Par contre, si nous examinons le percentile 99.5, nous constatons que l'odeur peut tout à fait exceptionnellement atteindre (pendant moins de 0.5 % du temps) les villages de Bande, Gênes, Halleux, Petit Halleux, Vecmont, Ronchamp et Journal.

Les distances de nuisance ainsi estimées correspondent assez bien aux impressions générales ressenties pendant la campagne de mesure.

**Une seconde approche** serait de considérer que l'ensemble des 8 observations réalisées en dehors des périodes de retournement des andains représente la situation "normale" et que les retournements ne sont qu'exceptionnels.

Pour ces 8 périodes, les débits d'odeurs évoluent de 19 800 à 165 000  $\text{uo/s}$ , avec une valeur moyenne de 84 666  $\text{uo/s}$  et un écart-type de 47 464  $\text{uo/s}$ . Un tel débit d'odeur est beaucoup plus

proche des valeurs trouvées jusqu'à présent, même s'il figure dans la moitié supérieure des valeurs déjà évaluées pour les autres CET. Mais, il faut encore le rappeler, un tel résultat n'est pas étonnant : des andains de compost, même au repos, dégagent souvent davantage d'odeur que des déchets déposés et manipulés sur un CET.

Frechen<sup>[13]</sup> cite des flux d'odeur de 6 à 12  $\text{uo}/\text{m}^2\text{s}$  pour des andains de compost, selon leur âge, leur origine et leur manipulation. Par ailleurs, Bidlingmaier<sup>[14]</sup> a analysé les émissions odorantes des différentes étapes du compostage, depuis le dépôt des déchets fermentescibles jusqu'au raffinage final du compost. Pour lui, l'aire de décomposition est, de loin, la source d'odeur la plus importante. Pour calculer l'émission globale des andains à partir du flux surfacique d'émission, l'auteur estime qu'il n'est pas judicieux de considérer simplement l'aire extérieure d'un andain évaluée géométriquement, mais plutôt d'estimer que la surface d'émission vaut 0.8 fois le volume. Pour un andain au repos, non aéré, il mesure des flux d'émission de 1 à 4  $\text{uo}/\text{m}^2\text{s}$ , selon l'âge et l'état du compost. Il cite cependant certains auteurs qui ont mesuré des valeurs plus faibles (0.3...0.6  $\text{uo}/\text{m}^2\text{s}$ ) ou des valeurs plus élevées (22  $\text{uo}/\text{m}^2\text{s}$ ).

Dans le cas de Tenneville, considérons 9 andains de 150 mètres de long, avec environ un volume de 1000  $\text{m}^3$  par andain, soit un volume total de 9000  $\text{m}^3$ . En multipliant par 0.8, nous obtenons une surface d'émission de 7200  $\text{m}^2$ . En considérant la valeur maximum du flux d'odeur surfacique que Frechen mentionne (12  $\text{uo}/\text{m}^2\text{s}$ ), les 9 andains de compost émettraient 86 400  $\text{uo}/\text{s}$ , ce qui confirme l'ordre de grandeur du débit estimé par notre méthode.

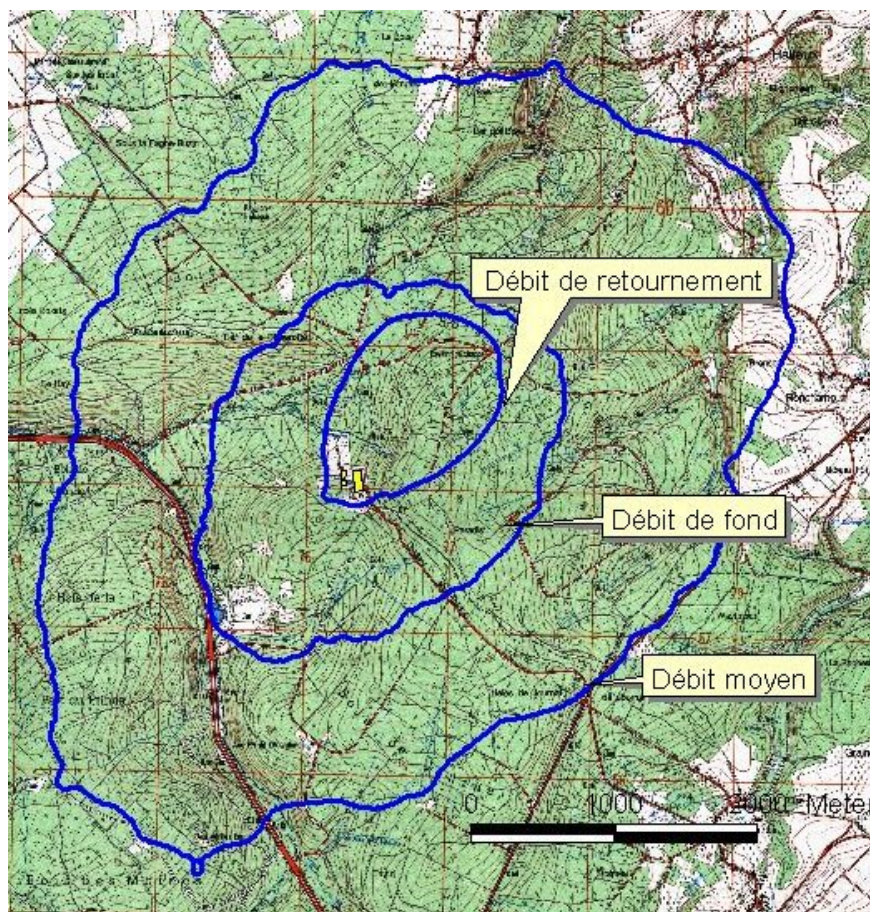
Cependant, à Tenneville, l'aération des andains se fait par retournement et le débit d'odeur est à ce moment plus que décuplé. Il n'est donc pas logique de ne considérer dans notre analyse que le débit d'odeur des andains au repos. Renseignement pris auprès des exploitants, il semblerait que l'on puisse considérer en moyenne une période de deux heures par jour de retournement, pendant les jours de travail. Un déplacement d'andains dans le hall exige davantage de temps (de 1 jour  $\frac{1}{2}$  à 2 jours en continu), mais, par ailleurs, il s'écoule parfois plusieurs jours sans retournement, celui-ci ne dépendant que de la température du compost. Or, ces périodes de 2 heures par jour représentent sur la semaine 6% du temps. Donc, nous ne pouvons pas non plus considérer, à l'inverse, que l'odeur du retournement est l'odeur typique du site, comme si elle était générée en continu. La philosophie de la limitation spatio-temporelle définie par le percentile 98 est qu'une gêne olfactive n'est considérée que si l'odeur est perceptible par le riverain pendant plus de 2% du temps. Donc, si la source elle-même n'émettait que pendant moins de 2% du temps, il n'y aurait jamais de nuisance au sens du percentile 98.

Dans notre cas, comme la source n'émet que pendant 6% du temps, la zone de nuisance sera définie par le percentile 66. En effet, ce percentile définit une zone en dehors de laquelle l'odeur est perçue pendant moins de 33% du temps. Comme la source elle-même n'émet que pendant 6% du temps, le percentile 66 définira une zone en dehors de laquelle l'odeur n'est perceptible que pendant  $33\% \times 6\% = 2\%$  du temps, ce qui correspond bien au percentile 98.

La figure 21 montre les zones de nuisance définies par le dépassement du seuil de perception pendant plus de 2% du temps, respectivement pour le débit "moyen" de 292 133  $\text{uo}/\text{s}$ , le débit "de fond" de 84 666  $\text{uo}/\text{s}$  et le débit extrême correspondant au retournement de 1 815 000  $\text{uo}/\text{s}$ , sachant que celui-ci n'est émis que pendant 6% du temps.

Il est observé que, si on les considère chacune indépendamment, ces deux dernières situations génèrent des zones d'odeur relativement peu étendues par rapport à la situation moyenne (1500 mètres de distance maximale pour le débit moyen et environ 1200 mètres pour le débit de retournement).





**Figure 21 : Percentiles 98 correspondant à 3 hypothèses différentes de débits d'odeur et au climat annuel moyen**

## Impact social et plaintes

Les responsables d'Idelux nous ont aimablement donné accès à une certain nombre d'informations résultant d'études annexes, réalisées à leur initiative par des étudiants, stagiaires, ...  
Ce qui suit est une tentative de synthèse des résultats de ces études.

Malgré l'éloignement des localités par rapport à l'exploitation, les gestionnaires enregistrent quelques dizaines de plaintes par an, surtout durant les mois de juillet et août et entre 18 et 24 heures. Le total des plaintes ne concerne environ que 30 jours par an, sachant que plusieurs plaintes peuvent arriver au cours d'une même journée.

C'est surtout le village de Vecmont qui semble le plus touché, suivi par Gênes et Halleux. Par contre, aucune plainte n'est répertoriée ni à Mierchamps, ni à Grainchamps, ni à Bande, ni à Champlon situés en dehors de la direction des vents dominants.

En mettant en relation le moment où la plainte est enregistrée et l'activité sur le site, il est indéniable que le retournement des andains CUA et CUB constitue l'opération qui génère le plus d'odeur. Par contre, le déchet "vert" ne provoque pratiquement aucune nuisance olfactive. Le maximum de plaintes est enregistré en situation de pression atmosphérique élevée et vent faible.

Globalement, le désodorisant semble assez peu efficace, mais il peut néanmoins s'avérer utile lors des retournements et les arômes fruités des produits neutralisants peuvent être perçus jusqu'à une distance de 4 km du site.



En appliquant la méthode décrite dans le présent rapport et sur base des distances de perception fournies par les riverains ou par les stagiaires (qui ne sont pas nécessairement des distances-limites), les débits d'odeurs estimés iraient de 90 000 uo/s à 2 000 000 uo/s.

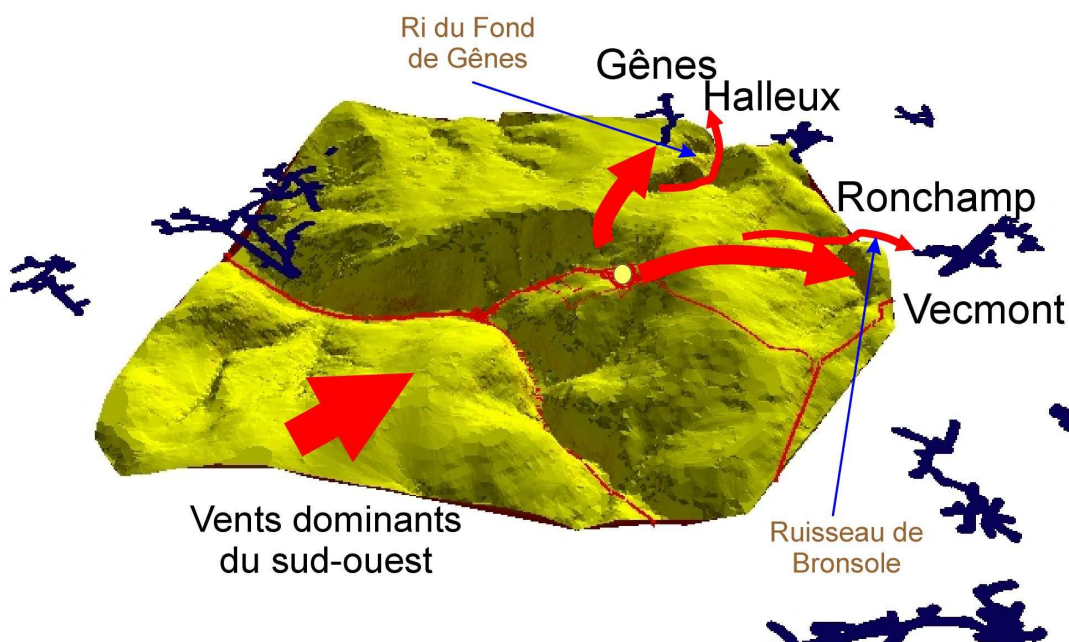
Les vents d'ouest et du sud-ouest sembleraient les plus dommageables, car ils touchent une zone fortement peuplée. Par contre, les vents d'est sont les moins dommageables.

## Influence du relief

Le relief des environs du CET de Tenneville est particulièrement perturbé. La figure 22, montre une vue en 3 dimensions obtenue après digitalisation des courbes de niveau. On peut mettre en évidence certains couloirs qui pourraient agir comme passages préférentiels pour le panache odorant.

Par vents du sud-ouest, il est possible que le panache passe au-dessus de la butte au nord-est du CET, que l'odeur disparaisse juste après, pour réapparaître plus loin, vers Gênes, Halleux, Ronchamp ou Vecmont. Les "vallées" du Ri du Fond de Gênes ou du Ruisseau de Bronsole peuvent agir comme couloirs d'aspiration pour le panache odorant.

Ceci peut justifier le fait que certaines observations de terrain ne semblent pas cohérentes avec la direction du vent enregistrée au niveau du CET, comme le mentionnent les rapports d'études des étudiants stagiaires d'Idelux.



**Figure 22 : Vue en 3 dimensions des environs du CET montrant la possibilité d'effets "couloirs"**

Nous avons tenté, par simulation avec un modèle numérique 3D dans lequel nous avons introduit la topographie du site et des environs, de vérifier effectivement que le panache odorant pouvait s'engouffrer dans de tels couloirs. Nous avons utilisé pour ce faire le logiciel IBSUrban et un vent de 3 m/s du Sud-Sud-Ouest en classe de stabilité neutre. La figure 23 montre la forme d'un panache (la valeur de la concentration est quelconque dans ce cas) à l'altitude de 479 mètres.

Comme nous l'avons déjà constaté lors d'études précédentes<sup>[7,31]</sup>, ce modèle est assez peu adapté à la visualisation des panaches odorants. Notamment, le fait qu'il ne fournit que des coupes horizontales à altitudes constantes est peu opportun. Néanmoins, on peut effectivement remarquer, au nord, que la forme du panache est modifiée localement vers le village de Gênes. Ceci peut être dû à l'encaissement de la vallée du Ri du Fond de Gênes.



La technique d'analyse utilisée ne permet cependant pas d'identifier deux molécules souvent responsables des odeurs, à savoir l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) et le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S).

Les résultats de l'analyse réalisée au laboratoire d'Arlon sont semi-quantitatifs : les divers composés n'ont pas été dosés, mais simplement identifiés et leur abondance relative a été calculée.

Des problèmes de pompe de prélèvement se sont manifestés durant l'échantillonnage, ce qui justifie le faible nombre de composés identifiés, surtout pour le CET.

Le tableau 2 reprend les composés retrouvés au niveau des déchets du CET, dans chacune des deux cartouches.

<b>Tenax</b>		<b>Tenax+Spherocarb</b>	
<b>Composé</b>	<b>Abondance relative (%)</b>	<b>Composé</b>	<b>Abondance relative (%)</b>
D-Limonene	23.16	D-Limonene	0.12
Decane	5.18	Acetic acid	0.10
2-Butanone	5.15	Butanoic acid	0.04
.alpha.-Pinene	4.17	Undecane	0.02
Toluene	4.06	Nonane	0.02
Undecane	3.96	Propanoic acid	0.01
Benzene, 1,2-dimethyl-	3.61	1-Butanol, 2-methyl-	0.01
Acetic acid, butyl ester	2.72		
Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	2.17		
Alcane	1.88		
Undecane	1.48		
Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	1.46		
Nonane, 2,6-dimethyl-	1.41		
p-Xylene	1.07		
Ethylbenzene	1.00		

**Tableau 2 : Composés identifiés dans chacune des deux cartouches pour le CET.**

Comme sur les autres CET, on y retrouve encore une fois le limonène comme composé le plus abondant, identifié ici explicitement sous la forme de son isomère D. On observe également des BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène) que l'on retrouve souvent autour des CET. On ne note aucun composé chloré.

La comparaison des tableaux de l'actuelle campagne avec ceux de Monceau-sur-Sambre, de Cour-au-Bois et de Happe-Chapois permet de mettre en évidence certains composés communs,

- Le limonène, le décane et le 2-butanone reviennent chaque fois. Les proportions ne sont pas toujours identiques, mais le limonène est toujours plus abondant (de 4 à 8 fois) que les deux autres composés.
- Outre ces trois composés, les composés communs à Monceau-sur-Sambre, Cour-au-Bois et Tenneville sont les BTEX (toluène, ethylbenzène et p-xylène), l'acide acétique et le undécane.
- L'alpha pinène est également retrouvé sur trois des quatre sites (Monceau-sur-Sambre, Happe-Chapois et Tenneville), de même que le benzène, 1-ethyl-3-methyl (Cour-au-Bois, Happe-Chapois et Tenneville)

Le tableau 3 reprend les composés retrouvés dans les deux cartouches de prélèvement au niveau des andains de compost. Parmi les 66 composés identifiés sur la cartouche "Tenax", nous n'avons repris que les 40 plus abondants.



Tenax		Tenax+Spherocarb	
Composé	Abondance relative (%)	Composé	Abondance relative (%)
Limonene	23.98	Limonene	1.84
Hexanoic acid, ethyl ester	4.65	Acetic acid	0.42
Hexanoic acid, propyl ester	4.25	Hexanoic acid, ethyl ester	0.36
2-Butanone	3.60	Hexanoic acid, propyl ester	0.35
1-Butanol, 3-methyl-	2.87	Heptanoic acid, ethyl ester	0.16
Heptanoic acid, ethyl ester	2.18	Heptanoic acid, propyl ester	0.11
Butanoic acid, propyl ester	1.45	Pentanoic acid	0.10
Ethyl Acetate	1.37	.alpha.-Pinene	0.10
Butanal, 3-methyl-	1.36	Hexanoic acid, butyl ester	0.06
.alpha.-Pinene	1.28	Propanoic acid	0.06
1-Hexanol	1.21	Octanoic acid, ethyl ester	0.05
Pentanoic acid, propyl ester	1.21	Hexanoic acid, 1-methylethyl ester	0.05
Hexanoic acid, methyl ester	1.11	.beta.-Pinene	0.04
3-Carene	1.05	Heptanoic acid, butyl ester	0.03
Octanoic acid, ethyl ester	1.04	Hexanoic acid, hexyl ester	0.02
Butanoic acid, ethyl ester	1.01	Hexanoic acid, 2-methylpropyl este	0.02
Furan, 2-pentyl-	1.01	3-Carene	0.02
2-Pentanone	0.99	Butanal, 2-methyl-	0.02
Hexanoic acid, butyl ester	0.92	Butanal, 2-methyl-	0.02
.beta.-Pinene	0.90		
Pentanoic acid, ethyl ester	0.76		
n-Propyl acetate	0.74		
2-Heptanone	0.70		
Butanal, 2-methyl-	0.67		
.+/-.-4-Acetyl-1-methylcyclohexene	0.61		
2-Butanone, 3-hydroxy-	0.60		
Hexanoic acid, 2-methylpropyl este	0.54		
Nonanal	0.51		
Eucalyptol	0.5		
Benzaldehyde	0.49		
Thujone	0.47		
1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-	0.47		
1-Butanol, 3-methyl-, acetate	0.47		
Isopropyl Myristate	0.46		
Bicyclo[3.1.0]hexan-3-one, 4-methy	0.45		
Propyl octanoate	0.41		
2-Hexanone	0.38		
Heptanoic acid, butyl ester	0.37		
Hexanoic acid, hexyl ester	0.33		
Butanoic acid, 3-methylbutyl ester	0.32		

**Tableau 3 : Composés identifiés dans chacune des deux cartouches pour le compost.**

Le limonène, caractéristique de la décomposition des végétaux, est également présent dans les émissions du compost, de même que les cétones (comme le 2-butanone) et les pinènes (alpha ou bêta-pinène), déjà présents dans l'odeur de CET. La grande différence par rapport aux ambiances de CET est la présence d'esters (surtout des esters de l'acide hexanoïque et de l'acide heptanoïque). Les acides gras volatils et les esters sont, avec les aldéhydes, souvent reconnus dans la littérature comme les odorants majeurs des installations de compostage.

Rappelons enfin des analyses d'air qui ont été réalisées dans l'environnement du CET (dans une érablière proche), dans le cadre du complément d'évaluation des incidences sur l'environnement en 2002 par le CERTECH, à la demande du bureau d'études ARIES<sup>[15]</sup>. On y retrouve essentiellement, en concentration assez faible, 8 composés repris dans le tableau 4.

Composé	Concentration moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Hexane, 2-méthyl	2.82
Pentane, 2,4 – diméthyl	2.99
Pentane, 2,3 – diméthyl	2.83
Hexane, 3 - méthyl	2.99
Cyclohexane, méthyl	16.51
Dodécane	2.87
Styrène	6.06
Phénol	2.92

**Tableau 4 : Principaux composés analysés en 2002 par le bureau d'études ARIES dans l'environnement du CET.**

Notamment, il est curieux de constater que le limonène n'a pas été détecté.

## Conclusions

L'étude sur Tenneville a apporté un certain nombre de résultats qualitatifs et quantitatifs.

Qualitativement, le principal constat est le mélange de deux types d'odeur : celle du compost et celle des déchets frais du CET. L'odeur maximum est observable lors du retournement des andains de compost.

L'odeur se propage parfois très loin, jusqu'à une distance de 4 km du site et son parcours peut être influencé par le relief particulier des environs.

Quelques dizaines de plaintes sont enregistrées par des riverains des villages situés dans la direction des vents dominants.

Quantitativement, l'étude aura permis d'estimer un débit moyen d'émission de l'odeur de déchets et de compost sur le site de 292 133 uo/s, soit un peu plus de 1 milliard d'uo/h. Cette valeur est nettement plus élevée que celles trouvées précédemment pour les autres CET wallons, plutôt de l'ordre de 60 000 uo/s, mais il faut préciser que l'ampleur de ce débit d'odeur est principalement imputable au retournement des andains de compost.

Le débit d'odeur moyen des déchets et du compost au repos serait de l'ordre de 84 000 uo/s, mais une mesure réalisée durant une période de retournement a fourni un débit de 1 800 000 uo/s.

En considérant la valeur moyenne du débit, la zone de nuisance olfactive s'étendrait jusqu'à une distance maximum de 3300 m du CET (contre environ 1500 mètres pour la plupart des autres CET, en moyenne). Cependant, étant donné la très grande variabilité des débits odorants entre les moments de retournement des andains et les moments où le compost est au repos, l'intervalle de confiance sur la distance est important. En ne reprenant dans le tableau 2 que les erreurs de mesure sur le site, l'intervalle de confiance serait de l'ordre de 625 m de part et d'autre de cette distance. En dépit de l'étendue de la zone de nuisance, comme le site est surtout entouré de forêts, le nombre de maisons riveraines potentiellement atteintes est pratiquement nul.

Si on ne considérait que l'odeur "de fond" engendrée par les déchets du CET et par les andains de compost au repos, la zone de nuisance s'étendrait jusqu'à environ 1500 mètres du site, en n'incluant aucun riverain. Cette situation pourrait servir d'hypothèse de travail pour estimer la nuisance olfactive dans le cas d'une modification du processus de compostage qui éviterait le retournement des andains.

Par contre, si on ne considère que le débit d'odeur occasionné par le retournement des andains, comme celui-ci n'a lieu que pendant environ 6% du temps, la zone où l'odeur est perçue, en moyenne,



pendant plus de 2% du temps reste très limitée. La distance de nuisance serait dans ce cas d'environ 1200 mètres. Pourtant, il reste vrai que pendant 6% du temps, le débit d'odeur de Tenneville peut atteindre près de 2 millions d'unités odeur par seconde, en créant un panache qui peut se déplacer ponctuellement jusqu'aux villages situés à 4 km de là. C'est la raison des plaintes enregistrées dans les villages de Gênes, Halleux, Ronchamp, Vecmont, ...

Les analyses physico-chimiques confirment la présence de limonène, à la fois dans les émissions de déchets frais et dans celles du compost. Par rapport au CET, le centre compostage émet davantage d'esters.

Dans le futur, il est probable que les gestionnaires d'IDELUX adoptent une technique d'aération forcée des andains par le bas, avec traitement des effluents gazeux, ce qui limiterait de manière considérable le débit d'odeur par rapport à la technique du retournement.

En attendant, il serait conseillé de choisir certaines conditions favorables pour retourner les andains. Par exemple, par vent d'est, le panache odorant se déplacerait vers des zones peu habitées. Enfin, il est également important pour les gestionnaires de conserver et d'intensifier la récolte des plaintes et des informations via le "téléphone vert". La collaboration des riverains pourrait même être renforcée en organisant des enquêtes systématiques pendant une période donnée, un an par exemple, durant laquelle un certain nombre de riverains répondrait chaque jour à un questionnaire relatif aux odeurs.

## 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] 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
- [11] VAN LANGENHOVE, H., VAN BROECK, G. (2001) *Applicability of sniffing team observations : experience of field measurements.* - Water Science and Technology, 44, pp. 65-70.
- [12] Tractebel Development (1997) *Etude d'incidences du site de Tenneville "La Pisserote"*
- [13] Frechen, F.B. (1995) *A New Model for Estimation of Odour Emissions from Landfill and Composting facilities – Proceedings Sardinia 1995 pp 815-828*
- [14] Bidlingmaier, W. (1997) *Odour emissions from compost plants. Dimensioning values for enclosed and open plants.* Rhombos-Verlag, Berlin.
- [15] Aries Engineering & Environment (2002) *Complément d'évaluation des incidences sur l'environnement relatif à la problématique des érablières d'éboulis situées à proximité du projet d'extension du CET de Tenneville.*