

Liège, le

Département de la Police et des Contrôles
RESEAU DE CONTRÔLE DES C.E.T.
EN REGION WALLONNE

C.E.T. de Tenneville

Deuxième campagne de contrôle partie air (2007-2008)

Rapport 2896/2009

Ce rapport contient 31 pages, 1 annexe et 3 plans

M. Monin, V. Lebrun, E. Bietlot, A. Kheffi

**Attachés,
Cellule Déchets & SAR.**

C. Collart

**Responsable,
Cellule Déchets & SAR.**



Contact

Pour toute information complémentaire, prière de prendre contact avec l'ISSEP avec les moyens et adresses mentionnées ci-dessous

ISSEP (Institut Scientifique de Service Public)
Rue du Chéra, 200
B4000 LIEGE
Tél. : + 32 4 229 83 11
Fax : + 32 4 252 46 65

Adresses e-mail :

c.collart@issep.be
v.lebrun@issep.be
a.kheffi@issep.be
m.monin@issep.be
e.bietlot@issep.be

RESEAU DE CONTRÔLE DES C.E.T. EN REGION WALLONNE

C.E.T. de Tenneville

Deuxième campagne de contrôle partie air (2007-2008)

Date	23/12/09
Maître d'ouvrage	Département de la Police et des Contrôles
Référence	2896/2009
Type :	Rapport Définitif
Auteurs	M. Monin, V. Lebrun, E. Bietlot, A. Kheffi, C. Collart

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	5
2	CONTEXTE	6
	2.1 Résultats de la campagne 2004-2005	6
	2.1.1 Emissions surfaciques	6
	2.1.2 Nuisances olfactives	6
	2.2 Etat du site lors des campagnes	7
	2.3 Sensibilité du site vis-à-vis des nuisances olfactives en 2008	8
	2.3.1 Alentours du site	8
	2.3.2 Activités du site	10
3	STRATÉGIE GLOBALE D'ÉCHANTILLONNAGE	12
4	EMISSIONS SURFACIQUES	13
	4.1 Stratégie d'échantillonnage	13
	4.2 Matériel de prise de mesures	14
	4.3 Traitement statistique	14
	4.4 Résultats	15
	4.5 Discussion et interprétation	15
	4.5.1 Situation en 2007	15
	A. Casiers 1 et 2	15
	B. Casiers A et B	15
	4.5.2 Evolution observée lors des 2 campagnes	16
5	NUISANCES OLFACTIVES	17
	5.1 Méthodologie	17
	5.1.1 Traçage d'odeurs sur le terrain	17
	5.1.2 Étude 3D	19
	5.1.3 Prélèvement en chambre de flux	19
	5.1.4 Olfactométrie dynamique	20
	5.2 Résultats de la campagne de mesures	21
	5.2.1 Observations qualitatives	21
	5.2.2 Traçages d'odeur sur le terrain	22
	A. Résultats	22
	B. Mise en perspective temporelle	24
	C. Comparaison par rapport aux statistiques du réseau	24
	5.2.3 Étude 3D	25

5.2.4	Evaluation du débit d'odeur à la source	26
	<i>A. Pertinence de la méthode</i>	26
	<i>B. Odeur des andains de compost</i>	26
	<i>C. Odeur du sécheur de boues</i>	27
5.2.5	Comparaison traçages d'odeur sur le terrain et évaluation du débit d'odeur à la source	28
6	CONCLUSIONS	29
	6.1 Émissions surfaciques	29
	6.2 Nuisances olfactives	29
7	PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS	30
8	REMERCIEMENTS	31

Figures

Figure 1	: Localisation des infrastructures (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009).....	8
Figure 2	: Vue en perspective des environs du site (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009).....	9
Figure 3	: Carte topographique (source : IGN).....	10
Figure 4	: Percentile 98 à 1 uo/m ³ (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009) ..	23
Figure 5	: Panaches correspondant à 1 uo/m ³ calculés respectivement avec le logiciel ADMS (A) et avec Tropos (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)	25
Figure 6	: Panache 3D de la figure précédente projeté sur le relief de l'environnement du site (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009).....	26

Tableaux

Tableau 1	: Pondération des sources d'odeur basée sur les impressions ressenties par les opérateurs (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)	22
Tableau 2	: Ajustement du débit d'émission d'odeur aux limites de perception mesurées (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)	22
Tableau 3	: Nuisances olfactives : comparaisons aux statistiques du réseau	24

Annexes

Annexe 1 : Deuxième campagne de mesure des odeurs sur le site de traitement des déchets de Tenneville, estimation des nuisances olfactives – Rapports ULg – Janvier 2009 28 pages

Plans

Plan 1 : Emissions surfaciques casiers 1 et 2 – décembre 2004
 Plan 2 : Emissions surfaciques casiers 1 et 2 – mai 2007
 Plan 3 : Emissions surfaciques casiers A et B – juin 2007

1 INTRODUCTION

Le réseau de contrôle des centres d'enfouissement technique (en abrégé C.E.T.) en Région wallonne a été mis en place en 1998 ; la gestion en a été confiée à l'ISSeP. Initialement, six centres d'enfouissement technique ont été repris dans ce réseau : Mont-Saint-Guibert, Hallembaye, Cour-au-Bois, Froidchapelle, Cronfestu et Belderbusch.

Depuis lors, le réseau n'a cessé de s'étoffer avec l'introduction des C.E.T. suivants :

- en 2002, le C.E.T. de « Champ de Beaumont » situé à Monceau-sur-Sambre ;
- en 2004, les C.E.T. de Happe-Chapois et de Tenneville ;
- en 2005 le C.E.T. d'Habay ;
- en 2006, les C.E.T. de Morialmé et de Malvoisin.

Chaque C.E.T. fait l'objet de plusieurs campagnes de contrôle successives dans le temps. La première dresse un état des lieux du site à son entrée dans le réseau, les suivantes montrent l'évolution de la situation environnementale du C.E.T. au cours du temps, notamment en fonction des actions prises et des installations mises en œuvre par l'exploitant.

Le C.E.T. de Tenneville a fait l'objet d'une première campagne de contrôle en 2004-2005. En janvier 2007, une seconde campagne de contrôle a été initiée mais seulement ciblée sur les eaux souterraines, elle a fait l'objet d'un complément en 2008. Ces investigations de 2007 et 2008 ont fait l'objet de rapports publiés.

En 2007, une seconde campagne de mesures des **émissions surfaciques** a été réalisée à la fois sur les anciens et les nouveaux casiers.

Au cours de l'année 2008, c'est le volet des **nuisances olfactives** a été abordé pour la deuxième fois sur le site.

Dans le premier chapitre du rapport, qui décrit le C.E.T. de manière succincte sous divers aspects, seuls les éléments directement en rapport avec les émissions surfaciques et les nuisances olfactives ont été développés. Les autres aspects sont présentés dans le rapport de la première campagne. L'ensemble de l'étude préparatoire résume les informations récoltées par l'ISSeP lors de l'entrée du C.E.T. dans le réseau, qui sont compilées sous la forme d'un dossier technique. Ce dossier, et les rapports de campagne, sont consultables sur le site internet du réseau de contrôle des C.E.T. en Région wallonne :

<http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/index.htm>

2 CONTEXTE

2.1 Résultats de la campagne 2004-2005

2.1.1 Emissions surfaciques

La campagne a été réalisée du 8 au 14 décembre 2004 sur la partie nord (casier 1) réhabilitée définitivement et équipée de puits de dégazage, et sur la partie sud (casier 2) qui était encore en exploitation, avec une couverture provisoire de compost en dehors de la zone de versage, mais sans réseau de puits de dégazage.

Les mesures ont montré une bonne efficacité de la couverture définitive placée sur le secteur réhabilité, malgré quelques zones de dégazage repérées sur le sommet, à la base des flancs est et nord et le long de l'arête sud-est du tumulus. Sur le flanc est, la zone de dégazage correspondait à un collecteur enterré à cet endroit : le biogaz l'empruntait comme chemin privilégié. Au sommet du tumulus, deux zones de dégazage de faible extension apparaissaient entre les puits de gaz. Le biogaz utilisait les drains de suintement du percolat pour sortir du tumulus par la base de l'arête nord-ouest. Par contre, une zone de dégazage importante a été mise en évidence sur toute l'arête sud-est.

Sur la zone en exploitation, les valeurs étaient bien plus élevées par rapport à la partie réhabilitée et les maxima ont été atteints sur et autour des zones de versage. La présence du compost tendrait à réduire le flux direct de biogaz vers l'atmosphère : les mesures indiquaient 200 ppm de méthane là où 14 000 ppm étaient mesurés en l'absence de couverture. Aucun dispositif de pompage du biogaz n'était présent sur ce secteur au moment de son exploitation.

2.1.2 Nuisances olfactives

L'étude des nuisances olfactives a été réalisée du 25 octobre 2004 au 14 janvier 2005 par l'équipe du Professeur J. **Nicolas** de l'ULg. Elle a permis de dresser un état de la situation et de mettre en évidence plusieurs éléments :

- L'odeur perçue sur le terrain était le mélange de deux types d'odeur : celle du compost et celle des déchets frais du C.E.T. En effet, il était impossible de caractériser séparément le C.E.T. et les installations de compostage pour les nuisances olfactives.
- L'étude a permis d'estimer un débit moyen d'émission de l'odeur de déchets et de compost sur le site : 292 133 uo/s. Cette valeur était nettement plus élevée que la moyenne des autres C.E.T., de l'ordre de 60 000 uo/s, mais il faut préciser que l'ampleur de ce débit d'odeur était principalement imputable au retournement des andains de compost.
- L'odeur maximale était observable lors du retournement des andains de compost, ainsi que plusieurs heures après. Le débit d'odeur moyen des déchets et du compost au repos était 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 le débit moyen d'émission de **l'odeur de déchet et de compost**, la zone de nuisances olfactives s'étendait jusqu'à une distance maximum de 3300 mètres du C.E.T., contre 1500 mètres en moyenne pour les autres C.E.T.
- L'odeur se propageait parfois très loin, jusqu'à une distance de 4 kilomètres du site et son parcours était influencé par le relief particulier des environs.

L'étude de l'ULg a bien mis en évidence l'importance du retournement des andains dans l'ampleur des nuisances olfactives.

2.2 Etat du site lors des campagnes

Au moment de la réalisation de la **première campagne** de mesures, le site comprenait les installations suivantes :

- Zone C.E.T. :
 - Ancienne décharge : casier 1 (réhabilité définitivement, réseau de dégazage actif) et casier 2 (en exploitation),
 - Nouveau C.E.T. : casiers A et B en cours d'aménagement.
- Installation de valorisation/destruction du biogaz : moteur et torchère,
- Hall de compostage de déchets ménagers triés ou non avec aération par retournement,
- Plateforme de compostage de déchets verts avec aération par retournement,
- Station d'épuration des percolats.

Lors de la réalisation des campagnes de mesures d'émissions surfaciques de **2007**, le site avait évolué de la manière suivante :

- Zone C.E.T. :
 - Ancienne décharge : exploitation casier 2 terminée (réhabilité définitivement, réseau de dégazage actif),
 - Nouveau C.E.T. : exploitation casier A provisoirement arrêtée (réhabilitation provisoire, réseau de dégazage inactif) et casier B en cours d'exploitation.
- Mise en service de la plate-forme Recylux pour le tri des déchets inertes de la construction,
- Mise en service d'une unité de séchage de boues de stations d'épuration,
- Hall de compostage de déchets ménagers : modification de la technique d'aération, l'aération par retournement est remplacée par une dalle aéraulique (insufflation d'air par le bas de manière contrôlée).

Au moment de la réalisation de la campagne odeur en **2008**, l'unité de biométhanisation était en cours de construction.

La figure 1 présente la situation des installations sur le site de Tenneville en 2008.

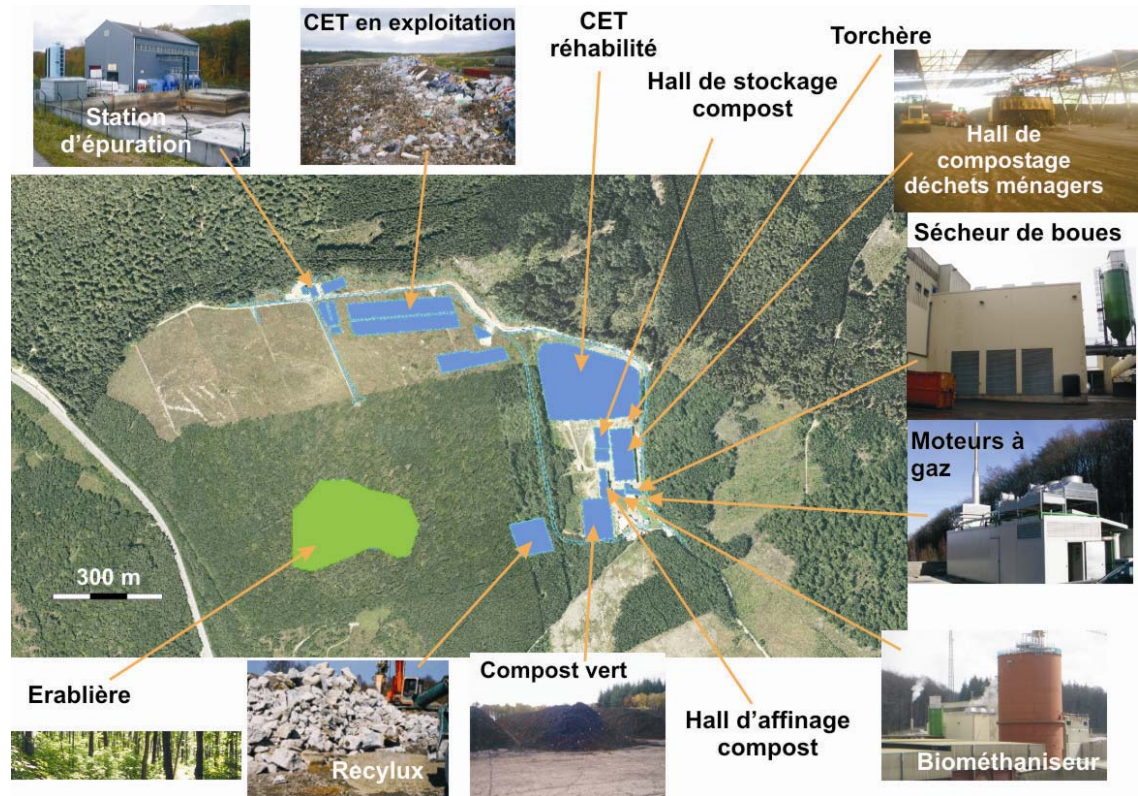


Figure 1 : Localisation des infrastructures (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)

2.3 Sensibilité du site vis-à-vis des nuisances olfactives en 2008

Cette description du site concerne la période de la campagne de 2008 et est reprise de l'étude de l'ULg présente en intégralité en annexe 1.

2.3.1 Alentours du site

Le C.E.T. 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 m. Le terrain avoisinant est fort vallonné, puisque la route Nationale 4 est 100 m plus bas que le C.E.T., alors qu'à 500 m vers l'est, on trouve un sommet à près de 530 m d'altitude. Il n'y a aucune route importante à proximité immédiate du site. L'accès au C.E.T. se fait par la route Marie-Thérèse qui traverse les forêts et ne dessert aucun village.

La figure 2 met bien en évidence le relief de l'environnement, qui risque de perturber la propagation et la dispersion des panaches odorants. On peut par exemple noter l'existence de certains couloirs qui pourraient agir comme passages préférentiels pour le panache odorant, comme la trouée de la Nationale 4 et les "vallées" du Ri du Fond de Gênes ou du Ruisseau de Bronsole.

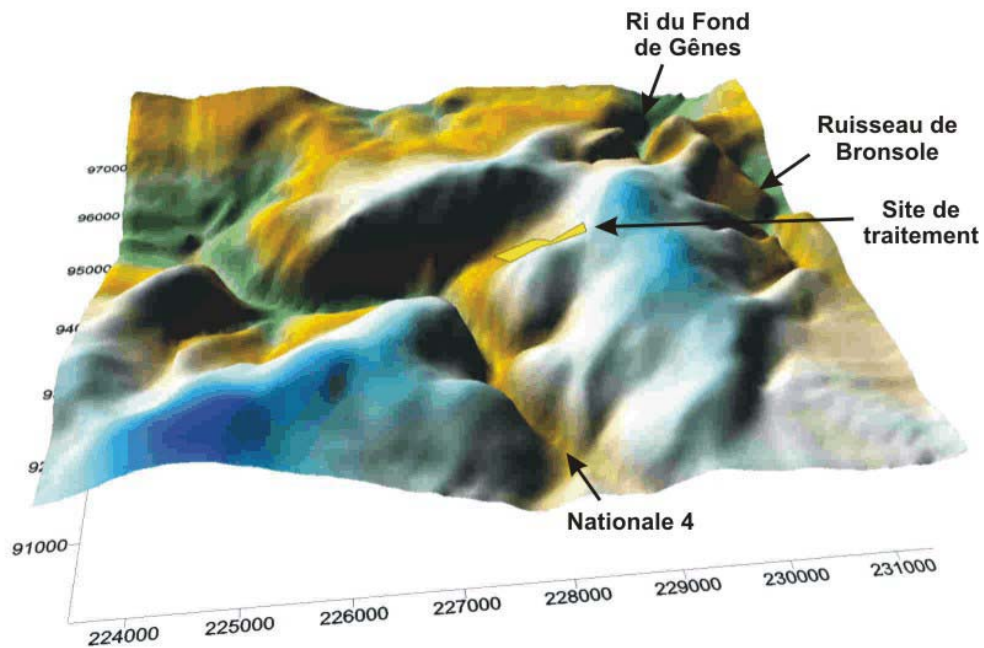


Figure 2 : Vue en perspective des environs du site (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)

Il n'y a aucune habitation à moins de 3,5 kilomètres du C.E.T. (voir figure 3) :

- Au nord du C.E.T., derrière le bois de Vecmont, se trouvent les villages de Gênes (100 habitants à 3700 m du C.E.T.), de Halleux (à 3700 m) et de Petit-Halleux (à 5 km).
- A l'est, se trouvent plusieurs villages de la commune de La Roche-en-Ardenne : Ronchampay (à 4500 m du site), Ronchamp (à 3500 m), Vecmont (à 3700 m), Mierchamps (à 5 km). Signalons que deux fermes et une société alimentaire sont installées dans les deux derniers villages. Grainchamps, un petit hameau de la commune de Tenneville, se trouve à 4500 m du C.E.T.
- Vers le sud-est, plusieurs agglomérations de la commune de Tenneville représentent un groupe important de riverains : quelques maisons à Ham'rine (3700 m), 83 maisons à Journal (4 km), 280 maisons sur Champlon (5 km).
- Vers le sud-ouest il n'y a pas d'habitations proches.
- Vers l'ouest, on trouve deux villages de la commune de Nassogne : Grune, 317 habitants à 5 km du site et Bande, 726 habitants à 4 km.

Les vents dominants, venant du sud-ouest, dirigent les odeurs vers les localités de Gênes, Halleux, Ronchamp et Vecmont où il n'y a pratiquement pas d'habitations.

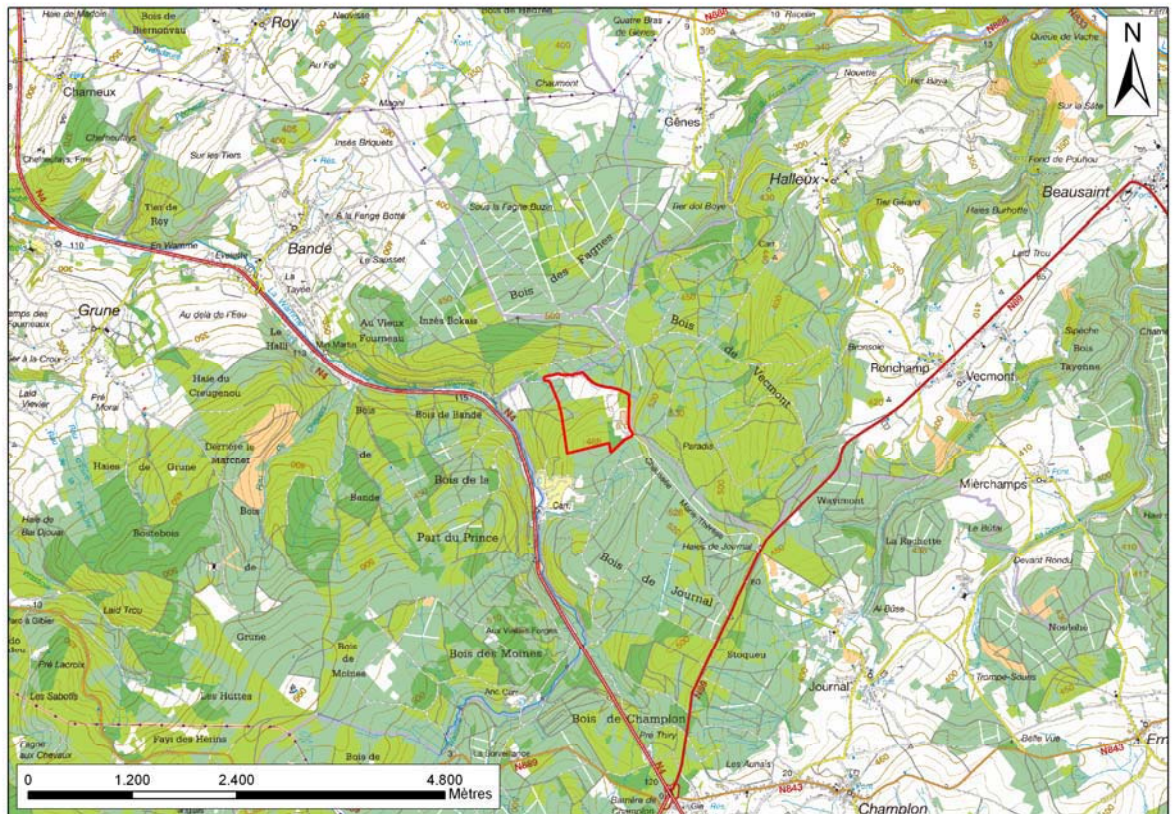


Figure 3 : Carte topographique (source : IGN)

2.3.2 Activités du site

L'ancien C.E.T. (casiers 1 et 2), situé à proximité des bâtiments administratifs et du hall de compostage, et encore exploité en 2004, est actuellement réhabilité. De nouveaux casiers ont été aménagés au nord-ouest et sont opérationnels depuis 2006. Ils ne reçoivent aucun déchet ménager organique et pas de boues. La fraction résiduelle du compost n'est pas non plus déposée sur le C.E.T., puisqu'elle est traitée à Habay. Le C.E.T. ne reçoit plus que les déchets industriels banals et les encombrants ménagers, avec un tonnage avoisinant les 60 000 T/an. L'odeur émise par le C.E.T. est donc extrêmement réduite et tout à fait négligeable par rapport aux autres parties de l'exploitation.

Le biogaz, généré par l'ancien C.E.T. et par les nouveaux casiers en début de phase de dégazage, est brûlé dans deux **torchères** et exploité dans un **moteur**.

Les matériaux inertes, quant à eux, sont traités par la **plate-forme Recylux**. Elle trie, concasse et crible les déchets de construction. La capacité de traitement des déchets inertes est de 37 500 tonnes par an à Tenneville. Ces matériaux sont intégralement recyclés dans le secteur de la construction. Etant donné la nature inerte des matériaux traités, aucune odeur n'est émise de cette partie des activités.

Une **station d'épuration** traite les percolats. Elle comporte un système de traitement physico-chimique et deux lagunes aérées, d'une capacité totale de 8000 m³. Pratiquement aucune odeur n'est émise par ces bassins.

Le système d'aération des andains dans le hall de **compostage des déchets ménagers** a été modifié, dans le double but d'améliorer le processus de fermentation et de diminuer les odeurs. Une dalle aéraulique permet en effet à présent d'aérer le compost par insufflation d'air par le bas,

de manière contrôlée, en fonction du niveau de température et du besoin d'oxygène dans les andains. La dalle est perforée et de l'air frais est injecté, au travers de nombreux orifices, directement au cœur des matières à composter, grâce à des ventilateurs placés à l'extérieur du bâtiment. Ce compostage en "meules tables" limite l'émission d'odeurs, qui devrait être plus constante, mais nettement moins forte qu'au moment des retournements périodiques. Le processus de compostage (fermentation et maturation) dure en moyenne 12 semaines. Le compost produit sert d'amendement en agriculture. La matière première est issue des collectes sélectives des ménages. Elle représente un tonnage de 12 000 à 14 000 tonnes par an pour l'ensemble des deux sites d'Habay et de Tenneville. Au moment de la réalisation de la campagne, ce tonnage était cependant intégralement traité à Tenneville. Le compost arrivé à maturité est finalisé dans un **hall d'affinage**. A ce niveau, plus aucune odeur n'est émise. Le **stockage des déchets** à composter dans la zone de réception peut dégager une certaine odeur. Normalement, le temps d'attente est suffisamment court pour que les matières n'entrent pas en fermentation avant leur compostage, mais il se peut qu'une odeur soit émise à certaines périodes.

En plus du hall de compostage de déchets ménagers, le site accueille aussi une plate-forme de **compostage de déchets verts**, toujours aérés par retournement. L'odeur émise par ce compost est tout à fait caractéristique, assez forte durant les périodes de retournement, mais moins agressive que celle des déchets ménagers.

Une **unité de séchage de boues** de stations d'épuration a également été construite. Elle permet de traiter 9 200 tonnes de boues par an. Les boues sont d'abord déversées dans un silo, avant d'être déshydratées et transformées en "spaghetti". Elles circulent ensuite dans un sécheur composé de 4 bandes superposées. Elles y sont progressivement séchées par un courant d'air chaud ascendant produit grâce à la chaleur du moteur à biogaz. Les boues séchées sont broyées finement et soufflées dans un silo dans l'attente d'être évacuées. Elles peuvent être valorisées sous forme de combustible en cimenterie et en centrales thermiques. Le processus génère une évaporation de l'ordre de 6 500 tonnes d'eau par an. Cette vapeur est assez fortement chargée d'une odeur assez désagréable de boues. L'air extérieur est tout d'abord aspiré à partir de grilles situées en façade du bâtiment et probablement déjà chargé de l'odeur du hall de compostage très proche. Il est ensuite chauffé avant d'entrer en contact avec la boue. L'extraction de l'air est assurée par 3 ventilateurs puissants qui envoient l'effluent gazeux vers l'extérieur à travers trois cheminées. Le débit nominal est de 10 000 Nm³/h par ventilateur, mais chaque conduit possède un by-pass permettant de faire recirculer l'air dans le sécheur. Tout le système est géré automatiquement à partir de la température et de l'humidité de l'air extérieur et de l'air de séchage. Le débit d'odeur en sortie des conduits varie donc en fonction de la position d'ouverture des clapets. La recirculation de l'air permet de diminuer le débit d'émission, mais risque aussi d'augmenter la concentration d'odeur dans les rejets. La mesure de la concentration d'odeur dans les cheminées est donc indissociable de la connaissance des conditions de fonctionnement du sécheur et en particulier de la position d'ouverture des clapets d'aspiration et de rejet.

Enfin, lors de la campagne d'évaluation des nuisances olfactives, une **unité de biométhanisation** était en train de sortir de terre. L'intercommunale Idelux a en effet généralisé le tri des déchets organiques sur son territoire. L'outil de biométhanisation permettra de les traiter de manière adéquate. Le méthane produit sera valorisé dans un deuxième moteur à gaz (la production d'électricité étant injectée sur le réseau) et par production de chaleur (valorisée pour le séchage de boues et pour un futur projet de lavage de bâches agricoles).

En résumé, au niveau des émissions d'odeur, le site de traitement des déchets de Tenneville doit être considéré **globalement**, en incorporant dans le débit total toutes les émissions en provenance des divers sous-systèmes.

3 STRATÉGIE GLOBALE D'ÉCHANTILLONNAGE

Cette campagne de contrôle n'a concerné que les effluents gazeux et en particulier les volets « émissions surfaciques » en 2007 et « nuisances olfactives » en 2008.

Les protocoles des campagnes d'analyses sont résumés ci-dessous :

- **Volet « émissions surfaciques » :**

Il s'agit de réaliser, selon un maillage plus ou moins régulier, des mesures semi-quantitatives in situ des concentrations en méthane de l'air qui s'échappe à la surface des zones réhabilitées et des zones en exploitation. Ces mesures sont prises au moyen d'un appareil FID (Flame Ionization Detector) spécialement dédié à la prise de mesures in situ. In fine, les valeurs mesurées sont géoréférencées (positionnement au GPS simultané à la prise de mesure) et traitées statistiquement afin de visualiser les zones de dégazage préférentiel.

- **Volet « nuisances olfactives » :**

Cette partie de l'étude est systématiquement **sous-traitée à l'ULg**, département des Sciences et de Gestion de l'Environnement (Unité « Surveillance de l'environnement » du Professeur Jacques **Nicolas**). La plupart des méthodes classiques partent d'une mesure des odeurs à l'émission et tentent de modéliser la dispersion pour obtenir des valeurs calculées à l'immission. A l'inverse, la stratégie développée par l'ULg consiste à réaliser régulièrement des « tours odeurs », c'est-à-dire des mesures de l'odeur dans l'environnement proche du C.E.T. Ces mesures à l'immission permettent de tracer des zones limites de perception d'odeurs pour chaque journée de mesures. En couplant ces informations journalières aux données de « climat moyen » et à des informations récoltées auprès des riverains, on peut alors calculer des « zones P98 » (percentile 98), à l'intérieur desquelles, en climat moyen, les odeurs sont perçues au moins durant 2% du temps. On déduit également, à partir des mesures à l'immission, un débit d'odeurs moyen à l'émission. Ces débits calculés permettent, notamment, de comparer entre eux les différents C.E.T. indépendamment des conditions locales de dispersion. Complémentairement à la méthode des « tours odeurs », l'ULg a utilisé d'autres méthodes dans le cadre de cette étude telles que l'évaluation du débit d'odeur à la source (prélèvement et olfactométrie dynamique) et la modélisation 3D.

4 EMISSIONS SURFACIQUES

4.1 Stratégie d'échantillonnage

L'ISSeP a réalisé deux campagnes de mesures sur le C.E.T. de Tenneville, en 2004 et en 2007. Entre les deux la méthodologie d'échantillonnage a évolué en même temps que l'expérience acquise suite aux interprétations successives des résultats.

Campagne de décembre 2004 (plan 1)

La campagne de 2004 a été réalisée sur le casier 1 (réhabilité définitivement, réseau de dégazage actif) et casier 2 (en exploitation).

La campagne s'est déroulée selon une grille théorique de maille carrée de 20 m de côté, déterminée avant la campagne. Chaque nœud de la maille a fait l'objet d'une mesure topographique à l'aide d'un GPS de précision et de trois à quatre mesures au FID autour de ce point, selon la variabilité locale constatée. Toutes les valeurs sont prises en compte pour le calcul de la moyenne, considérée dès lors comme représentative du dégazage en ce point. Localement, des mesures supplémentaires ont été ajoutées pour cerner au mieux l'extension géographique de certaines zones de dégazage.

Campagne de mai et juin 2007 (plan 2 et plan 3)

En 2007, le contrôle des émissions de méthane à travers le sol et détectables en surface au niveau du sol (par appareil FID portatif) a été entrepris sur les casiers 1 et 2 (réhabilité définitivement, réseau de dégazage actif), le casier A (exploitation provisoirement arrêtée, réhabilitation provisoire, réseau de dégazage inactif), et le casier B (cours d'exploitation).

La campagne s'est déroulée en mai 2007 sur les anciens casiers et en juin 2007 sur les nouveaux.

Par rapport à 2004 la méthodologie d'investigation a évolué :

- Le quadrillage régulier et prédéfini a été abandonné au profit d'un maillage librement implanté sur le terrain grâce au GPS, mais dont la densité d'échantillonnage reste homogène
- Sur la zone étudiée, un espacement moyen entre points de 10 à 35 m a été réalisé.
- Au niveau des talus raides et autres zones sensibles (déjà recensées ou non), le maillage est au contraire densifié avec une concentration de mesures là où l'on constate un dégazage conséquent, de manière à délimiter le plus précisément possible la zone.
- A chaque mesure correspond un relevé GPS.

Le but de ces différentes mesures reste cependant le même : établir une image continue de l'importance du dégazage et en localiser les zones caractéristiques.

4.2 Matériel de prise de mesures

Pour la mesure du méthane, l'ISSEP a travaillé lors des deux campagnes avec un appareil portable à ionisation de flamme (F.I.D.) – **PORTAFID M3K**, muni d'une pompe de prélèvement intégrée, reliée par un système en téflon à une canne ventouse de prélèvement appliquée directement sur le sol. Initialement, la gamme de « concentrations mesurables » variait de 0 à 14 000 ppm. Il a ensuite été recalibré pour augmenter sa précision. Ce qui a eu pour conséquence une réduction de sa valeur maximale de mesure à 10 000 ppm.

L'implantation des points est assuré par un GPS **Trimble 5700** dont la précision peut, en conditions de couverture satellitaire optimale, atteindre l'ordre du centimètre.

4.3 Traitement statistique

Les résultats sont traités par une méthode géostatistique appelée « krigeage linéaire ».

Cette méthode permet d'estimer la valeur d'un paramètre en tout point du site à partir des valeurs de ce paramètre mesurées sur des points proches. Cette estimation géostatistique part du principe que chaque point de mesures est influencé à plus ou moins grande distance par ses voisins. La précision de l'estimation est d'autant meilleure que les points de mesures sont nombreux et proches du point d'estimation. Dans les zones où, pour des raisons techniques, la densité de mesure est plus faible (zone de versage, zone inaccessible, bordure de casier, étang,...) les valeurs sont estimées avec une erreur plus importante. Le résultat d'un krigeage est un tableau qui donne, en tout point (x, y) du site, la valeur la plus probable du paramètre. Pour visualiser la manière dont varie le paramètre dans l'espace, on établit, au moyen d'un logiciel de cartographie, des cartes d'iso-valeurs. Sur ces cartes sont représentées, en surimpression d'un fond de plan, des courbes le long desquelles les valeurs les plus probables du paramètre sont identiques.

En utilisant cette technique sur les concentrations en méthane mesurées au FID, on peut visualiser les zones caractéristiques, notamment celles où le dégazage est plus intense qu'ailleurs.

Tant qu'à présent, les cartes obtenues par la méthode employée ne peuvent pas être utilisées pour des calculs quantitatifs de flux de gaz à effet de serre ou dans le cadre d'évaluation des risques pour la santé étant donné :

- l'extrême fugacité temporelle du phénomène de dégazage (un point ne dégaze jamais de manière continue dans le temps) ;
- l'extrême variabilité spatiale à petite échelle de ce même phénomène (au temps t, on peut observer un dégazage important au point x et un dégazage quasiment nul à quelques centimètres de ce point x) ;
- les incertitudes liées à l'échantillonnage (les débits d'échantillonnage ne sont pas adaptés à aux débits d'émission).

L'utilité principale des cartes est d'identifier et de localiser les zones à plus fort dégazage. Le but final est de guider d'éventuelles modifications de couverture sur les zones réhabilitées ou l'implantation de puits supplémentaires de dégazage en zones réhabilitées ou exploitées.

Lors de la campagne de 2004, notre équipe a utilisé un maillage régulier de 20 mètres. A chaque nœud de la grille, une valeur moyenne a été calculée sur base de plusieurs mesures. Cette méthodologie a pour effet principal de lisser les écarts entre les mesures et de réduire l'amplitude des valeurs extrêmes.

En 2007, la méthode de mesure a été adaptée et les points de mesures ont été choisis librement avec un maillage resserré dans les zones de grand intérêt. Ces changements ont des impacts favorables sur la résolution et la précision de l'estimation sur l'ensemble du domaine. Les zones de dégazage sont restituées avec plus de fidélité et leur extension géographique est estimée avec une précision accrue.

4.4 Résultats

Le plan 1 présente les résultats de la première campagne FID qui s'est déroulée en 2004. Les courbes d'isoconcentration en méthane sont tracées à 100 ppm, 500 ppm et 1 000 ppm.

Les résultats de la campagne 2007 sont repris sur le plan 2 (casiers 1 et 2) et le plan 3 (casiers A et B). Sur ces figures, à chaque point correspond une mesure FID, et une localisation GPS. Les mesures ont été réalisées du 14 au 16 mai pour les casiers 1 et 2, et le 14 juin pour les casiers A et B. Les conditions de fonctionnement du réseau de dégazage n'étaient pas connues lors de la campagne.

4.5 Discussion et interprétation

4.5.1 Situation en 2007

A. Casiers 1 et 2

La pression atmosphérique a varié entre 716 et 722 mm Hg sur les trois journées de mesures. Il s'agit d'une période de faible pression (la pression atmosphérique normale étant de 760 mm Hg).

Les résultats montrent l'efficacité de la couverture mise en place et le bon fonctionnement du système de dégazage au moment des mesures.

Quelques zones d'émission de biogaz sont mises en évidence, la concentration maximale mesurée par le FID a été mesurée à plusieurs reprises. Ces zones sont absentes des dômes et sont localisées essentiellement dans les talus (de pentes particulièrement importantes) et zones de rupture de pente.

B. Casiers A et B

La pression atmosphérique était de 722 mm Hg lors de la journée de mesures.

L'exploitation du casier A qui a débuté en février 2006 était terminée au moment de la réalisation de la campagne (juin 2007).

Les résultats montrent plusieurs zones d'émission de méthane, ce qui illustre la rapidité du démarrage de la méthanogénèse pour ces casiers d'exploitation récente.

Pour le casier A (réhabilitation provisoire, réseau de dégazage inactif), la majorité des zones d'émission sont situées au sommet des talus au niveau des ruptures de pentes. Ces résultats montrent l'efficacité de la couverture provisoire mise en place au moment de la campagne.

Comme pour d'autres C.E.T., cette campagne met en évidence les zones de talus et de ruptures de pentes comme zones de faiblesses du point de vue des émissions surfaciques de biogaz.

Au niveau du casier B, en début d'exploitation au moment des mesures, la campagne montre que la production de méthane y était déjà active.

4.5.2 Evolution observée lors des 2 campagnes

Seule l'évolution de la situation de l'ancienne décharge (casiers 1 et 2) peut être observée. Elle est délicate à réaliser sans connaître les conditions d'exploitation précises (type de couvertures mises en œuvre, caractéristiques de fonctionnement du réseau de dégazage).

On observe que les zones de dégazage de 2004 sont plus étendues que celles de 2007. Une des explications à cette observation est l'évolution de la méthodologie mise en œuvre. La méthodologie adoptée en 2007 (maillage librement implanté sur le terrain grâce au GPS) a permis de réaliser un plus grand nombre de mesures, permettant par conséquent de délimiter les zones de dégazage de manière plus fine.

Pour le casier 1, les zones de dégazage semblent plus nombreuses en 2007 qu'en 2004. Seules une zone est commune aux deux campagnes, elle est située à la base du talus dans le coin nord-est du casier. La concentration était de 4283 ppm en 2004 et vaut 7373 ppm en 2007. L'hypothèse émise en 2004 était la présence à cet endroit d'un collecteur d'eaux usées, tout le long de la zone réhabilitée, pouvant servir de chemin privilégié de migration du biogaz.

L'analyse de l'évolution temporelle des émissions surfaciques du casier 2 montre très clairement l'efficacité de la réhabilitation définitive. En 2004 lorsque le casier était exploité, des zones d'émission de méthane étaient localisées sur le dôme, les zones de talus et de ruptures de pentes. En 2007 après la réhabilitation, les zones d'émissions sont totalement absentes du dôme.

5 NUISANCES OLFACTIVES

S'il est déjà très complexe de quantifier et de caractériser une odeur à sa source, il est encore plus difficile d'évaluer la nuisance olfactive, c'est-à-dire de quantifier l'intensité de la nuisance encourue par un riverain moyen, en fonction de la distance à laquelle ce riverain se trouve. En effet, la mesure de l'odeur à l'immission relève partiellement de notions subjectives.

C'est pourtant essentiellement à l'immission et non à l'émission que la mesure de l'odeur prend son sens. Les travailleurs des sites émettant des odeurs, en contact quasi permanent avec la source, sont en effet « volontaires ». Tant que l'odeur que ces derniers perçoivent n'est pas associée à des composants toxiques, on ne peut pas parler de nuisance. En revanche, pour les riverains, qui subissent l'odeur « malgré eux », la nuisance causée par une odeur, même inoffensive pour leur santé, altère leur qualité de vie. Il s'agit bel et bien d'une nuisance qu'il y a lieu de surveiller, donc de pouvoir mesurer, et de minimiser par des techniques appropriées.

La méthodologie d'évaluation des nuisances olfactives engendrées par l'exploitation d'un site industriel en général, et d'un C.E.T. en particulier, est loin d'être unique. Il n'existe pas de méthode parfaite, reconnue par tous, et pouvant servir de référence absolue. De nombreuses techniques et variantes, qui sont souvent complémentaires, sont appliquées par les centres de recherche et les laboratoires.

Comme il s'agissait d'une deuxième campagne, les investigations de 2008 ont été élargies en intégrant d'avantage d'approches, dont une étude 3D (effet du relief sur la propagation des panaches odorants), ainsi que des prélèvements à la source analysés par olfactométrie dynamique.

Le rapport de l'ULg, incluant le descriptif complet et les résultats de ces différents axes d'investigation est fourni intégralement en annexe 1. Un résumé des résultats et de leur interprétation est repris dans ce chapitre.

5.1 Méthodologie

Pour les détails méthodologiques, le lecteur consultera les pages 2 à 6 du rapport ULg en annexe 1 dont cette section constitue un résumé.

5.1.1 Traçage d'odeurs sur le terrain

Pour rester cohérent avec les démarches précédentes, et de manière à pouvoir comparer la situation en 2008 avec celle des études antérieures, la méthode habituelle du traçage d'odeur sur le terrain a été réitérée sur le site durant la campagne de 2008.

Courbes de perception olfactive

Les courbes de perception olfactive sont tracées à partir de mesures relevées par un panel d'observateurs-experts qui parcourent en équipe la région affectée par la pollution olfactive (« tours odeur »). Dans un premier temps, chaque observateur se déplace en zigzagant au travers du panache d'odeur, en général perpendiculairement à la direction du vent. Il note les endroits exacts où il ne perçoit plus l'odeur de la source. Chaque « tour odeur » dure une à deux heures. Des points « odeur » et des points « non-odeur » sont ainsi identifiés et positionnés sur une carte, en intégrant la moyenne des observations. Les points « odeur » sont ceux où une odeur émanant du C.E.T. est perçue au moment du passage de l'opérateur, parfois furtivement, mais confirmée par un second, voire un troisième passage. Un point « non odeur » n'est valide qu'après plusieurs passages durant la même période de mesures, confirmant l'absence d'odeur.

Les « tours odeurs » sont étalés dans le temps et si possible réalisés lors de différentes conditions de climat et d'exploitation. Durant chaque période, les données météorologiques sont enregistrées (vitesse et direction du vent, humidité relative, température, ensoleillement et

radiation solaire). Chaque période ou « tour odeur » sera donc défini par une date et un intervalle horaire, et caractérisé par les paramètres météorologiques enregistrés.

Les résultats de chaque « tour odeur » sont introduits individuellement dans un modèle de dispersion bi-gaussien. La simulation vise alors à ajuster itérativement le débit d'émission d'odeur jusqu'à ce qu'il produise, avec les conditions météorologiques du moment, une courbe de perception calculée la plus proche de celle observée sur le terrain. A chaque tour odeur sont ainsi associés une et une seule courbe de perception olfactive et un débit d'émission caractéristique du jour où le tour odeur a été réalisé.

Principe « worst case »

L'expérience montre que la principale cause d'émissions de mauvaises odeurs est la manipulation des déchets. Or, celle-ci n'est effective que quelques heures durant la journée, lorsque le C.E.T. est en activité. C'est pourquoi les « tours odeurs » sont toujours effectués dans ces conditions. Par ailleurs, en raison notamment du relief accidenté aux alentours de certains C.E.T., les odeurs de déchets frais (ou autres lorsque tel est le cas), ne sont ni continues dans l'espace, ni constantes dans le temps. Elles peuvent survenir par bouffées et ne permettent pas toujours de définir rigoureusement une zone de perception. Un point où une odeur est perçue par bouffée est systématiquement indiqué comme « point odeur ». De ces deux choix méthodologiques, il résulte que, conformément aux principes de précaution des études environnementales, la nuisance évaluée correspond à **la pire des situations** que l'on extrapole à une année entière, avec des zones de nuisances qui sont systématiquement surévaluées.

Zones de nuisances

Une fois réalisés suffisamment de tours odeurs et leurs débits caractéristiques ajustés, le débit d'odeur typique du site est calculé comme la moyenne arithmétique des débits caractéristiques. Ce débit typique est introduit une nouvelle fois dans le modèle de dispersion en utilisant le climat moyen de la station du réseau synoptique de l'IRM la plus proche du C.E.T. Le climat « moyen » est un ensemble d'occurrences de combinaisons de vitesses de vent, de directions de vent et de classes de stabilité, basé en général sur une trentaine d'années d'observations. Cette modélisation permet de calculer des « zones de nuisance » aux approximations prêtes dues à l'utilisation du climat moyen et aux limitations du modèle. Il s'agit de périmètres à l'intérieur desquels un riverain est soumis à une odeur d'intensité égale ou supérieure à **I** durant plus de **X%** du temps. La valeur **X** étant égale à **100-P**, avec **P** le percentile d'occurrence d'odeur.

Par exemple, en fixant :

- **I** = 1 uo/m³ qui représente la concentration de l'odeur à la limite de perception du nez humain moyen ;
- **X**=2, c'est-à-dire **P** = 98 ;

on peut calculer la **courbe de percentile 98 à 1uo/m³**. Il s'agit d'une zone à l'intérieur de laquelle l'odeur est détectable par un nez humain moyen pendant plus de 2% du temps (ce qui correspond à 175 heures sur une année).

L'utilisation de cette courbe de percentile 98 à 1 uo/m³ comme estimateur de la **zone de nuisance** est une recommandation du Ministère Néerlandais de l'Environnement, tout au moins pour les entreprises existantes. Plusieurs pays européens et le Canada se dirigent vers une réglementation proche de cette norme néerlandaise. En l'absence d'une réglementation belge définitive concernant les odeurs, l'ULg suit ce même principe dans ses rapports.

De récents résultats tendraient cependant à démontrer que le niveau de nuisance pour une odeur de déchets, **n'est pas égal au seuil de perception (1uo/m³) mais serait proche de 5 fois ce seuil. Une nouvelle fois, l'utilisation du P98 à 1uo/m³ va dans le sens du principe de précaution.**

5.1.2 Étude 3D

L'objectif de l'étude 3D est d'évaluer l'effet du relief des environs du site sur la propagation des panaches odorants. Dans le cas de Tenneville ce type d'étude se justifie, l'usine de traitement des déchets est située dans une cuvette au milieu de forêts d'altitude plus élevée.

L'étude 3D a été réalisée avec le logiciel ADMS4 (Numtech). Il s'agit d'un modèle de simulation de la dispersion atmosphérique de type bi-gaussien deuxième génération. L'un des points forts de ADMS est de ne plus décrire la stabilité de l'atmosphère grâce aux classes de Pasquill-Gifford (utilisées depuis les années 60), mais grâce à des paramètres physiques qui varient de façon continue et qui permettent de caractériser le niveau de turbulence atmosphérique dans les 3 dimensions.

Cette nouvelle approche, appelée "théorie de la similitude" présente deux avantages majeurs :

- Une description continue de l'atmosphère, et non plus sous forme de classes limitant le nombre de situations météorologiques ;
- Une description verticale de l'atmosphère, prenant en compte la turbulence atmosphérique générée par le frottement du vent au sol et le réchauffement de la surface par le rayonnement solaire. La couche atmosphérique n'est donc plus considérée comme une couche homogène et les paramètres de dispersion varient dans les 3 dimensions.

Par rapport au logiciel Tropos utilisé pour évaluer les panaches en 2D, ADMS intègre un modèle d'écoulement diagnostique, FLOWSTAR, qui calcule au besoin les champs de vent et de turbulence en 3D. Contrairement aux modèles gaussiens "classiques", qui ne prennent généralement en compte le relief que de façon très grossière, en réévaluant de façon approximative la hauteur des panaches par rapport au sol, avec un vent constant sur tout le domaine, ADMS permet par exemple de mettre en évidence la déviation d'un panache due à un obstacle ou à un effet de couloir.

Ce modèle est un bon compromis entre un logiciel gaussien de première génération, qui reste très approximatif pour des sites complexes, et un logiciel eulérien 3D qui résout toutes les équations de la mécanique des fluides dans un réseau maillé, mais qui est très lourd au niveau du paramétrage et du temps de calcul.

5.1.3 Prélèvement en chambre de flux

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

Lorsque l'effluent est canalisé, le tuyau de prélèvement peut simplement être introduit dans un orifice de la cheminée.

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

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

Si le prélèvement a lieu dans une source ponctuelle (cheminée, gaine de ventilation), la détermination du débit d'odeur nécessite la mesure du débit de l'effluent dans le canal

d'évacuation. Le produit du débit de l'effluent (m^3/s) et de la concentration d'odeur (uo/m^3) fournit le débit d'odeur, en uo/s .

Cependant, cette méthode n'est pas applicable aux sources superficielles, comme une surface de déchets dans un C.E.T. ou un andain de compost. Il faut alors isoler une portion de la surface émettrice afin de confiner un volume d'air au-dessus de la source, en posant une chambre de flux de manière la plus étanche possible sur la surface. L'échantillon est poussé par un gaz porteur (azote, air) à un débit Q et est collecté par l'intermédiaire d'un tuyau en téflon reliant la chambre et le sac de prélèvement.

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

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

E=flux d'émission d'odeur (uo/m^2s)

Q=débit du gaz vecteur (m^3/s)

C=concentration d'odeur mesurée dans le sac (uo/m^3)

A=section de la chambre de flux posée sur la surface (m^2)

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

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

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

Ces très fortes limitations invalident pratiquement la méthode de la chambre de flux pour la détermination du flux d'émission d'un C.E.T. Néanmoins, cette méthode reste parfois employée par certains laboratoires. C'est pourquoi elle a quand même été employée ici, complémentairement à d'autres techniques.

5.1.4 Olfactométrie dynamique

L'olfactométrie dynamique permet d'évaluer, pour un échantillon prélevé dans un sac, la variable « concentration d'odeur » selon la norme européenne EN13725. La mesure se fait à l'aide d'un olfactomètre et d'un jury de nez humains dans un local adapté. Après être mélangé à un flux d'air inodore, le flux d'échantillon dilué est présenté au jury par des masques d'inhalation. Différentes dilutions sont ainsi délivrées au jury. La procédure employée est de partir d'une dilution élevée, puis de présenter au jury de 6 personnes des dilutions décroissantes selon une progression géométrique de raison environ 2. La réponse des assesseurs est dite « à choix forcé », c'est-à-dire que chaque personne a le choix entre trois ports de flairage et l'odeur diluée n'est présente que dans un seul. L'olfactomètre utilisé est l'appareil ODILE de la firme canadienne Odotech.

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

5.2 Résultats de la campagne de mesures

L'ensemble de l'étude, tous volets confondus, s'est déroulé entre le 05 septembre et le 10 décembre 2008.

5.2.1 Observations qualitatives

De manière générale, les observations des opérateurs de l'équipe ULg sont les suivantes :

- Les odeurs générées par le site de Tenneville sont un mélange de plusieurs types d'odeurs :
 - Le hall de compostage de déchets ménagers,
 - La plate-forme de compostage de déchets verts,
 - Le sécheur de boue,
 - Le C.E.T.

Les odeurs émanant des compostages et du sécheur de boue sont majoritaires par rapport aux nuisances du C.E.T. Ces quatre odeurs peuvent être facilement distinguées et on peut ainsi estimer l'importance relative de chacune d'elles.

- Une forte odeur est perçue lors de la manipulation des andains de déchets verts.
- L'émission est beaucoup plus constante que lors de la première campagne (sauf retournement d'andains de déchets verts). L'aération continue des andains de compost de déchets ménagers ne produit plus cette « explosion intense » d'odeurs qui survenait lors des retournements des andains. Seul subsiste encore l'inconvénient du retournement des andains de déchets verts.
- L'odeur générée par le sécheur de boues reste relativement stable tant que le processus fonctionne en régime.
- Le parcours du panache odorant est difficile à suivre. Le site est entouré de forêts, parfois d'accès malaisé et qui peuvent modifier la dispersion du panache ou accumuler l'odeur localement. 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.

5.2.2 Traçages d'odeur sur le terrain

A. Résultats

Au total, 5 tours odeurs ont été réalisés. Pour chaque tour odeur, la station météo de l'ULg était placée dès l'arrivée sur le site, les données récoltées étaient stockées toutes les 30 secondes. L'époque était particulièrement propice aux vents des secteurs ouest-nord-ouest et sud-sud-est.

Les odeurs typiques des différentes installations ont pu être distinguées. Une pondération à la participation à l'odeur globale pour les quatre sources principales – hall compostage déchets ménagers, compostage déchets verts, sécheur de boues et C.E.T. – a été réalisée et est présentée dans le tableau 1.

Source	Surface au sol considérée	Pondération le 05/09/08 (%)	Pondération le 11/09/08 (%)	Pondération le 23/10/08 (%)	Pondération le 19/11/08 (%)	Pondération le 10/12/08 (%)
Hall compostage	11 424 m ²	62	86	36	36	31
Sécheur de boues	canalisé	5	4	12	42	61
Compost déchets verts	10 800 m ²	32	6	45	8	8
C.E.T.	2 664 m ²	1	4	7	14	0

Tableau 1 : Pondération des sources d'odeur basée sur les impressions ressenties par les opérateurs (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)

On constate que le C.E.T. n'émet que quelques pourcents du débit d'odeurs global du site. Les trois autres sources contribuent toutes à l'odeur globale, avec une pondération en moyenne plus importante pour le hall de compostage des déchets ménagers. Le solde est réparti de manière plus ou moins égale entre le sécheur de boue et le compost de déchets verts. Les émissions issues tant du compost de déchets verts que du sécheur de boues varient respectivement en fonction de la manipulation des déchets verts et du type de boues traitées.

Les différents tours d'odeurs associés à une description des conditions climatiques rencontrées chaque journée ont permis de calculer les courbes limites de perception et les débits d'émission y afférant. Les débits d'émission peuvent être considérés comme des débits diffus globaux tenant compte de toutes les sources. Pour les détails, le lecteur est invité à se référer au rapport de l'ULg fourni en annexe 1, une synthèse de ces résultats est reprise dans tableau 2 ci-dessous.

Date	5/09/2008	11/09/2008	23/10/2008	19/11/2008	10/12/2008	
Direction du vent	150°	142°	176°	255°	289°	
Vitesse du vent (m/s)	5.0	5.1	1.6	2.2	1.9	
Classe de stabilité	C-D	C-D	C	C	D	
Distance max (m)	1300	920	975	925	980	
Débit d'émission (uo/s)	Hall compostage	188 728	133 100	8200	54 600	20 260
	Sécheur	15 220	6 700	25 400	65 000	40 000
	Déchets verts	97 408	8 760	31 680	11 460	5 440
	Déchets ménagers	3 044	6 840	4 700	20 740	0
	Total	304 400	155 400	69 980	151 800	65 700

Tableau 2 : Ajustement du débit d'émission d'odeur aux limites de perception mesurées (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)

La moyenne arithmétique du débit d'odeur global s'élève à 149 456 uo/s. Les débits individuels et proportions moyennes de chaque source se répartissent comme suit :

- 80 978 uo/s pour le hall de compostage de déchets ménagers (54 %),
- 30 464 uo/s, pour le sécheur de boues (20 %),
- 30 950 uo/s, pour le compost de déchets verts (21 %),
- 7 065 uo/s, pour les « déchets ménagers » (C.E.T.) (5 %).

Ceci semblerait montrer que, globalement, le hall de compostage de déchets ménagers constitue la source la plus importante sur le site de Tenneville (bien que les proportions s'inversent pour certains jours).

Le débit global moyen peut être considéré comme débit caractéristique du site. Néanmoins, en accord avec la manière habituelle de procéder pour les problèmes d'odeur, il est plus judicieux de considérer la moyenne géométrique dans le cas présent, soit **126 982 uo/s** comme débit typique du site.

Sur base de ce débit moyen d'émission de 126 982 uo/s et en introduisant dans le modèle de dispersion, le climat moyen de Saint-Hubert, situé à 15 km à vol d'oiseau, le percentile 98 relatif à la limite de perception (1 uo/m^3) a pu être dessiné. Rappelons qu'à l'intérieur de cette zone, l'odeur est perçue pendant plus de 2% du temps (plus de 175 heures sur l'année).



Figure 4 : Percentile 98 à 1 uo/m^3 (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)

Le percentile 98 prend une forme elliptique allongée dans le sens des vents dominants (sud-ouest – nord est) dont le grand axe vaut environ 3200 m et le petit axe 2600 m.

L'autorisation d'exploiter les installations de **compostage** (permis unique du 22 janvier 2008) indique que « les concentrations en substances odorantes calculées à l'immission, à proximité des habitations les plus proches et exposées, ne dépassent pas 1,5 UO/m³ pour le percentile 98 ». Le percentile 98 à 1 UO/m³ déterminé lors de cette campagne n'englobant aucune habitation dans cette zone essentiellement boisée, on peut conclure au respect de cette condition du permis pour le **débit global** calculé.

On peut juste constater que, dans sa partie sud-ouest, cette zone englobe une portion de la Nationale 4. Un éventuel risque pourrait donc être que l'odeur soit perçue par les automobilistes passant sur cette route très fréquentée.

B. Mise en perspective temporelle

Lors de l'étude 2004, un débit global de 292 133 uo/s avait été estimé pour le même site, avec une valeur de 84 666 uo/s pour la moyenne hors retournement d'andains et un débit extrême de 1 815 000 uo/s lors du retournement des andains.

La valeur estimée en 2008 (126 982 uo/s) est plus proche du débit hors retournement, qui considèrerait à l'époque le compost au repos et le C.E.T. Si l'on accepte la manière empirique dont les sources d'odeur ont été pondérées, la partie « déchets ménagers totaux » (compostage et C.E.T.) représenterait, en 2008, environ 93 500 uo/s, soit une valeur très semblable au débit d'odeur engendré par les déchets ménagers en 2004. Une tentative d'interprétation pourrait donc être que l'actuel hall de compostage des déchets ménagers, avec aération continue, n'émet pas davantage que le C.E.T. et le compost au repos de 2004.

A cette odeur de déchets et de compost s'ajoute maintenant l'odeur du sécheur de boues, que l'on peut, en première approximation, estimer à environ un quart de l'émission globale d'odeur.

Par rapport à l'étude de 2004, il faut aussi remarquer l'importance de l'odeur du compost de déchets verts. Ceci confirme les données en provenance des riverains dont les « plaintes » concernent souvent ce compost. Il est probable que l'odeur était déjà présente en 2004, mais notre étude s'était alors davantage focalisée sur les odeurs très dérangeantes du compost en cours de manipulation.

Le percentile 98 à 1 uo/m³ calculé en 2008 s'étend jusqu'à une distance maximum d'environ 1800 m à partir de la source, soit une distance **pratiquement moitié moindre que celle constatée en 2004 (3300 m), lorsque le retournement des andains était encore d'actualité, et ce, en dépit de l'apport des nouvelles sources, comme le sécheur de boues.**

C. Comparaison par rapport aux statistiques du réseau

Le tableau 3 compare les résultats obtenus pour le site de Tenneville, aux statistiques établies pour l'ensemble des C.E.T. du réseau en ne retenant que la dernière campagne pour chaque site (voir rapport ISSeP 1634/2009 « Rapport annuel sur la qualité de l'air autour des C.E.T., première édition : 2009 »). Le tableau reprend les débits d'émission et les distances maximale des zones de nuisances (Percentile 98 à 1 uo/m³).

	Réseau			Tenneville 2008
	Minimum	Maximum	Moyenne	
Débit d'émission (uo/s)	8.000	956.400	120.900	127.000
Distance maximale de la zone de nuisances (km)	800	3.400	1.700	1.800

Tableau 3 : Nuisances olfactives : comparaisons aux statistiques du réseau

On remarque dans ce tableau que le débit d'émission caractéristique du site et la distance maximale de la zone de nuisance sont très proches des valeurs moyennes calculées sur l'ensemble des sites du réseau.

5.2.3 Étude 3D

Comme le relief des environs du C.E.T. de Tenneville est particulièrement perturbé, il serait possible que les résultats précédents, basés sur des ajustements réalisés à partir d'un modèle 2D ne soient pas représentatifs de la réalité. L'équipe de l'ULg a simulé le panache avec le module 3D "Flowstar" d'ADMS4, dans lequel elle a introduit la topographie du site et des environs. Des conditions météorologiques typiques du site ont été choisies, avec des vents du sud-ouest de vitesse moyenne 2 m/s, une couverture nuageuse de 4/8 et un débit d'odeur de 127 000 uo/s dans une source supposée ponctuelle.

La figure 5 montre, sur un fond de carte, la forme du panache correspondant à 1 uo/m^3 calculé respectivement avec ADMS, en tenant compte du relief (surface en bleu, A) et avec Tropos, qui ne tient pas compte du relief (trait rouge, B).

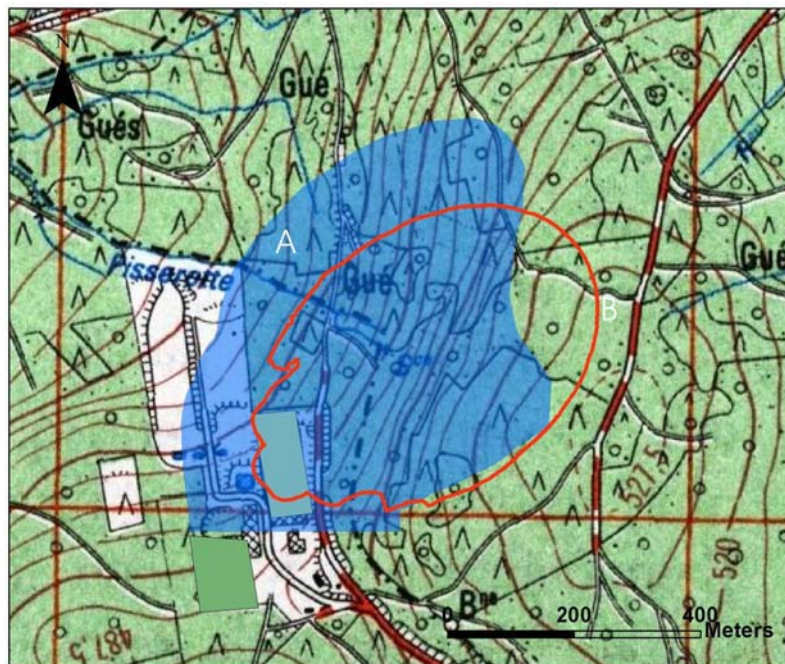


Figure 5 : Panaches correspondant à 1 uo/m^3 calculés respectivement avec le logiciel ADMS (A) et avec Tropos (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)

Il est assez rassurant, dans le cas présent, de constater que, si l'on considère comme « vérité » le résultat d'ADMS avec relief (A), le panache calculé par Tropos (B), sans prise en compte du relief, ne s'en éloigne pas trop. Sa pointe devrait être un peu aplatie, mais sa taille est représentative.

A quoi est due cette forme aplatie du panache 3D ? Quand elle est projetée sur l'image du relief en perspective (figure 6), on voit clairement que le panache semble « freiné » par une butte et aurait tendance à la contourner en se séparant en deux parties pour passer de chaque côté. Comme l'équipe de l'ULg l'a déjà montré dans plusieurs études précédentes, si le panache à 1 uo/m^3 devait se prolonger au-delà de cette butte, sa forme d'ellipse se reconstituerait et sa projection sur une carte en deux dimensions aurait une forme assez proche de celle obtenue par Tropos. Ceci montre une fois de plus que le calcul en 3 dimensions n'est pas tout à fait indispensable à ce type d'approche.

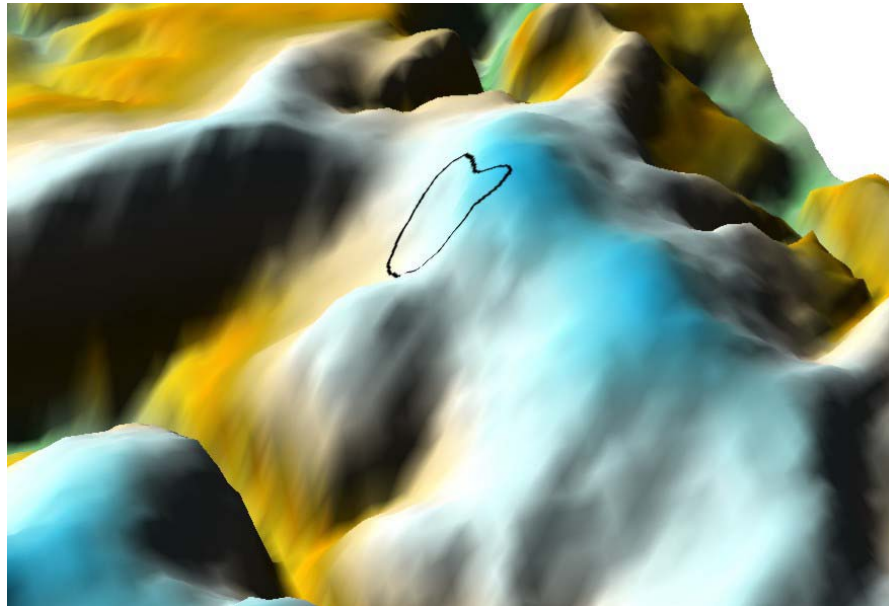


Figure 6 : Panache 3D de la figure précédente projeté sur le relief de l'environnement du site (source : rapport ULg - Estimation des nuisances olfactives - janvier 2009)

5.2.4 Evaluation du débit d'odeur à la source

A. Pertinence de la méthode

Les diverses campagnes sur les sites de C.E.T. ont toujours favorisé des méthodes d'évaluation globale du débit d'odeur, en excluant les techniques de mesure directe du débit à la source. En effet, l'odeur perçue aux alentours d'un C.E.T. est un mélange complexe formé à partir de plusieurs sources diffuses et fugitives. Outre l'odeur des déchets frais déposés sur le site, il faut notamment ajouter celles de leur transport et de leur manipulation. En conséquence, seules les méthodes d'évaluation par « tour odeur » et « rétro-calcul » peuvent être appliquées.

Sur le site de Tenneville, le nombre de sources potentielles est encore plus élevé que sur les autres sites. Par contre, il est possible d'estimer grossièrement le débit d'odeur global à partir de mesures à l'émission, en ciblant deux sources prioritaires, le compostage de déchets ménagers et le séchage de boues. En première approximation en effet, les autres sources contribuent beaucoup moins à l'odeur globale ressentie dans l'environnement. Or, pour les deux sources retenues, le caractère fugitif de l'émission est réduit. Les andains de compost sont typiquement des sources surfaciques continues sur lesquelles il est possible de tester l'approche d'échantillonnage par chambre de flux dynamique et le sécheur de boues envoie ses effluents vers l'environnement via trois conduits bien identifiés.

B. Odeur des andains de compost

Le 10 décembre 2008, a été réalisé un prélèvement sur un des andains de compost de déchets ménagers à l'aide d'une chambre de flux.

Le prélèvement a été réalisé sur la partie supérieure d'un andain à un stade de fermentation qui peut être considéré comme représentatif de l'ensemble. Il s'agissait ce jour-là d'un andain au stade 7 de la fermentation, c'est-à-dire une matière qui a composté pendant environ 1 mois. L'échantillon a été envoyé au VITO pour analyse olfactométrique, l'appareil de l'ULg à Arlon étant momentanément hors service. Dans le sac, la concentration de l'odeur ainsi mesurée était de 749 uo/m³.

Le temps de prélèvement était de 6 minutes, avec un débit de prélèvement de 10 l/min ($1.667 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$).

Le flux d'émission surfacique est donc $E=QC/A=1.667 \times 10^{-4} \times 749/0.192 = 0.65 \text{ uO}_E/\text{m}^2\text{s}$.

Cette valeur est particulièrement faible et ne traduit peut être pas la réalité. En effet, la méthode de prélèvement par chambre de flux, bien que répondant parfaitement à la norme de l'agence américaine de protection de l'environnement, est considérée par la communauté scientifique comme une technique qui, dans certains cas, peut sous-estimer largement le flux d'odeur.

Pour évaluer le débit d'émission total, il faut multiplier ce flux surfacique par la surface totale d'émission. Dans le cas d'andains de compost, il s'agit d'une opération assez délicate, car la « surface » d'émission est particulièrement rugueuse et probablement bien plus grande que l'aire extérieure des andains. En première approximation, en comptant qu'il y a 6 andains (4 + 2 en maturation) de 150 mètres de longueur, 2.5 mètres de hauteur et 7.5 mètres de largeur, et en supposant qu'ils ont une section triangulaire, on pourrait calculer une surface d'émission d'environ $8\,100 \text{ m}^2$. Cette estimation conduirait à un débit d'émission total pour le compost de $0.65 \times 8100 = 5265 \text{ uO}_E/\text{s}$. Cette valeur est certainement largement sous-estimée.

C. Odeur du sécheur de boues

Ce même 10 décembre 2008, le débit d'odeur émis par le sécheur de boues a été évalué par mesure dans les conduits d'extraction. La technique consiste à prélever un échantillon dans une des cheminées, via un orifice de prélèvement, et à mesurer pour la même période, le débit de l'effluent gazeux. Le produit de la concentration d'odeur de l'échantillon (en uO_E/m^3) et du débit d'effluent (en m^3/s) fournit le débit d'odeur (en uO_E/s). Un trou de prélèvement a donc été aménagé dans la tuyère centrale, au-dessus d'une passerelle en caillebotis construite pour faciliter la mesure.

Au niveau de ce trou, situé juste sous la toiture et au-dessus des chicanes du silencieux, les conditions de flux laminaires requises pour un prélèvement en cheminée étaient cependant loin d'être respectées. A la demande de l'équipe de l'ULg, les exploitants ont donc aménagé une extension de la cheminée centrale. Cette extension est composée d'une plaque métallique recouvrant la cheminée, à l'extérieur du bâtiment, et percée d'un trou de 40 cm de diamètre. Un tuyau de 4 mètres de longueur et 40 cm de diamètre prolonge ce trou verticalement. Un orifice a été percé à environ 2 mètres de hauteur dans ce tuyau pour réaliser les mesures de vitesse d'air, de température et d'humidité et les prélèvements d'odeur. Cette construction permet d'obtenir des conditions de flux laminaire à l'endroit de mesure, sans générer de pertes de charge excessives. Les mesures dans ces conditions n'ont cependant été réalisées que ponctuellement, dans le cadre d'une étude commanditée par l'exploitant et réalisée par Odometric, la spin-off de l'unité de recherche de l'ULg.

Ce prélèvement a été réalisé le 14 avril 2008 avec l'objectif d'évaluer spécifiquement le débit d'émission du sécheur de boues.

La mesure du 10 décembre 2008 a, quant à elle, été effectuée dans l'esprit de la présente campagne de suivi, d'évaluation des nuisances olfactives globales du site. Il était donc essentiel de réaliser le même jour les diverses mesures d'odeur, à la fois sur les andains de compost, sur le sécheur et dans l'environnement. Après vérification que les conditions d'ouverture de clapets, de puissance des ventilateurs et d'humidité et température d'effluent étaient comparables à celles du 14 avril, l'équipe de l'ULg a donc utilisé les mesures de vitesse d'air réalisées à ce moment pour extrapoler au 10 décembre 2008. Le débit d'effluent dans la cheminée centrale était de $2\,140 \text{ m}^3/\text{h}$, soit un total de $6\,420 \text{ m}^3/\text{h}$ ($1.78 \text{ m}^3/\text{s}$) pour les trois cheminées, considérées comme identiques.

Le 10 décembre 2008, deux prélèvements d'odeur ont été réalisés dans l'orifice sous toiture. La température de l'effluent était de 44°C, son humidité relative de 45% et la température extérieure était de 3°C, avec une humidité relative ambiante de 100%. La durée de prélèvement en sacs Tedlar[®] était d'une dizaine de minutes. La concentration d'odeur dans les échantillons a été mesurée par le VITO au moyen d'un olfactomètre Olfomat (Project Research Amsterdam) à 6 postes de flairage. La moyenne géométrique des mesures est de 7 136 uo/m³.

Compte tenu du débit estimé pour l'effluent, le débit d'odeur pour le sécheur de boues peut ainsi être évalué à $1.78 \times 7\,136 = 12\,702$ uo_E/s.

5.2.5 Comparaison traçages d'odeur sur le terrain et évaluation du débit d'odeur à la source

Le débit d'odeur global estimé par traçage d'odeur sur le terrain le 10 décembre 2008 (65 700 uo/s) est largement supérieur à celui que l'équipe de l'ULg a calculé à partir de mesures d'émissions pour la même journée. Par ce calcul, la somme des débits imputables respectivement au compostage de déchets ménagers (5 265 uo/s) et au sécheur de boues (12 702 uo/s) ne représente encore que 17 967 uo/s. En supposant que le compostage de déchets verts contribue pour un débit à peu près équivalent à celui du compostage de déchets ménagers, l'estimation du débit global pourrait se situer entre 20 000 et 25 000 uo/s, soit environ 30% à 40% de celui estimé par traçage d'odeur sur le terrain.

Plusieurs explications peuvent être avancées pour tenter de justifier une telle différence :

- L'explication la plus logique est de considérer simplement que les deux méthodes sont tout à fait différentes et ne fournissent en aucun cas des valeurs d'unités-odeur qui puissent être comparées. Ceci n'empêche néanmoins pas de tenter *a posteriori* de confronter les deux méthodes dans une optique de sélection de la technique adéquate pour un cas de figure donné.
- En ce qui concerne les andains de compost, la méthode d'échantillonnage par chambre de flux dynamique entraîne très probablement une large sous-estimation du flux d'odeur. Ceci semble en effet confirmé par les observations des opérateurs, qui perçoivent plus souvent l'odeur du compost que l'odeur du sécheur. Par exemple admettre un facteur 5 d'erreur sur l'estimation du flux d'odeur émanant du compost serait tout à fait vraisemblable, et conduirait à des valeurs de débit très proches de celles estimées par traçage.
- L'odeur mesurée par olfactométrie sur base d'échantillons ne prend pas en compte les odeurs diffuses et fugitives, qui, bien que moins présentes sur le site de Tenneville que sur d'autres C.E.T., restent quand même non négligeables.
- Les résultats du rétro-calcul par Tropos et son paramétrage peuvent éventuellement être remis en question. Des études ultérieures de validation demeurent indispensables. En tout état de cause, les chiffres de débits avancés dans cette étude restent tout à fait pertinents pour une comparaison relative des sites ou des périodes, puisque c'est exactement la même méthode qui a été utilisée depuis le début des campagnes d'odeur sur les C.E.T.

6 CONCLUSIONS

6.1 Émissions surfaciques

La campagne de mesures s'est déroulée en mai et juin 2007 sur les anciens casiers réhabilités et les nouveaux casiers (A : réhabilitation provisoire, B : en cours d'exploitation).

Les résultats montrent globalement, pour les casiers réhabilités de manière définitive ou non, la bonne efficacité des couvertures mises en place et du fonctionnement du système de dégazage. Des zones d'émissions de biogaz sont mises en évidence quasi exclusivement au niveau des zones de talus (de pentes particulièrement importantes) et de ruptures de pentes comme sur d'autres C.E.T. Seule une zone d'émission était déjà localisée au même endroit en 2004, il s'agit d'un point situé au coin nord-est du casier 1. L'hypothèse émise à l'époque était la présence à cet endroit d'un collecteur d'eaux usées pouvant servir de chemin privilégié à la migration de biogaz.

Les résultats du casier B, en cours d'exploitation au moment de la campagne, révèlent une production de méthane déjà active.

6.2 Nuisances olfactives

L'étude des nuisances olfactives a été réalisée par l'équipe du Professeur J. **Nicolas** de l'ULg.

L'étude a notamment permis d'évaluer la contribution relative des différentes sources d'odeurs au débit global du site. Dans l'ordre d'importance de leur débit, on peut les classer de la manière suivante : hall de compostage de déchets ménagers > sécheur de boues > dalle de compostage de déchets verts > C.E.T. Lors de la campagne de mesures, le hall de compostage de déchets ménagers représentait, en moyenne, environ 50 % du débit d'odeur global.

Le débit global estimé, de l'ordre de 127 000 uo/s est sensiblement plus faible que celui qui avait été mesuré en 2004, lorsque le retournement des andains du compostage de déchets ménagers était encore d'actualité. Il est très proche de la valeur mesurée en 2004 pour le compost au repos. Ceci tendrait à montrer que ni l'aération par dalle aéraulique, ni le sécheur de boues ne semblent produire une odeur significativement plus élevée qu'un tas de compost non aéré au repos. Cela montre également que la dalle aéraulique a éliminé le surplus d'émissions olfactives engendrés par le retournement.

Concernant le percentile 98 à 1 uo/m³, il s'étend jusqu'à une distance maximum d'environ 1800 m à partir de la source, soit une distance pratiquement moitié moindre que celle constatée en 2004 (3300 m), lorsque le retournement des andains de déchets ménagers était encore d'actualité, et ce, en dépit de l'apport des nouvelles sources, comme le sécheur de boues. Il n'y a aucun riverain dans cette zone essentiellement boisée.

Ces résultats sont par ailleurs confirmés par le petit nombre de plaintes des riverains, sauf exceptionnellement en ce qui concerne l'odeur du compost vert.

7 PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Le site de Tenneville est devenu une véritable usine de traitement des déchets, le C.E.T. ne présente plus qu'une partie des activités.

La surveillance des impacts environnementaux du site doit être globale et ne peut concerner le C.E.T. seul. Cette approche globale est particulièrement nécessaire pour la « partie air » de la surveillance dont les volets « qualité de l'air » et « nuisances olfactives ». Il est nécessaire que cette approche globale soit prise en compte dans l'élaboration des futures autorisations.

S'il fallait agir au niveau des odeurs de Tenneville, c'est peut-être l'aération des andains de compost vert qui devrait être améliorée. Bien que moins agressive que les odeurs des autres sources, elle peut être dérangeante lorsqu'elle est perçue seule.

8 REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier :

- Messieurs **O. Le Bussy** et **H. Leybaert** de la cellule « Déchets et Sites à Risques », pour leur habituel dévouement, flexibilité et précision dans leur travail d'échantillonnage,
- Le **Professeur J. Nicolas** de l'ULg et son équipe pour les investigations réalisées sur les odeurs autour du site, et la constante évolution de leurs prestations,
- Messieurs **J. Counet**, **C. Dambrain** et **M. Luc** de l'intercommunale IDELUX pour la transparence et la disponibilité dont ils ont fait preuve.

M. Monin, V. Lebrun, E. Bietlot, A. Kheffi

**Attachés,
Cellule Déchets & SAR.**

C. Collart

**Responsable,
Cellule Déchets & SAR.**

Annexe 1 : Deuxième campagne de mesure des odeurs sur le site de traitement des déchets de Tenneville, estimation des nuisances olfactives – Rapports ULg – Janvier 2009
28 pages

Deuxième campagne de mesure des odeurs sur le site de traitement des déchets de Tenneville

Estimation des nuisances olfactives



***Jacques NICOLAS – Jean-François THOMAS
Julien DELVA – Anne-Claude ROMAIN – Cédric WACZEK
Université de Liège
Département des Sciences et de Gestion de l'Environnement
Arlon – Janvier 2009***

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 centre de traitement des déchets 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 série de campagnes réalisées sur différents sites ^[1-17] et qui a permis notamment d'affiner la méthodologie d'évaluation des odeurs. En particulier, le présent rapport concerne une deuxième campagne menée sur le site de Tenneville, une autre ayant déjà été menée sur ce site en 2004-2005^[10].

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

Méthodologie

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

Modélisation 3D

Comme le relief des environs du site est assez particulier, puisque l'usine de traitement des déchets est située dans une cuvette au milieu de forêts d'altitude plus élevée, nous avons tenté de modéliser la dispersion du panache en 3 dimensions, avec le logiciel ADMS4 (Numtech). Il s'agit d'un modèle de simulation de la dispersion atmosphérique de type bi-gaussien de deuxième génération. L'un des points forts de ADMS est de ne plus décrire la stabilité de l'atmosphère grâce aux classes de Pasquill-Gifford (utilisées depuis les années 60), mais grâce à des paramètres physiques qui varient de façon continue et qui permettent de caractériser le niveau de turbulence atmosphérique dans les 3 dimensions.

Cette nouvelle approche, appelée "théorie de la similitude" présente deux avantages majeurs :

- une description continue de l'atmosphère, et non plus sous forme de classes limitant le nombre de situations météorologiques;
- une description verticale de l'atmosphère, prenant en compte la turbulence atmosphérique générée par le frottement du vent au sol et le réchauffement de la surface par le rayonnement solaire. La couche atmosphérique n'est donc plus considérée comme une couche homogène et les paramètres de dispersion varient dans les 3 dimensions.

ADMS intègre en effet un pré-processeur météorologique, qui recalcule les profils verticaux des paramètres météorologiques (vent, température, turbulence), à partir des données de surface fournies par les stations météorologiques synoptiques et des paramètres du site (occupation des sols et topographie). Une fois les profils verticaux établis, ADMS peut simuler la dispersion des panaches.

Par rapport au logiciel Tropos utilisé pour évaluer les panaches en 2D, ADMS intègre un modèle d'écoulement diagnostique, FLOWSTAR, qui calcule au besoin les champs de vent et de turbulence en 3D. Contrairement aux modèles gaussiens "classiques", qui ne prennent généralement en compte le relief que de façon très grossière, en réévaluant de façon approximative la hauteur des panaches par rapport au sol, avec un vent constant sur tout le domaine, ADMS permet, par exemple de mettre en évidence la déviation d'un panache due à un obstacle ou à un effet de couloir.

Ce modèle est un bon compromis entre un logiciel gaussien de première génération, qui reste très approximatif pour des sites complexes, et un logiciel eulérien 3D qui résout toutes les équations de la

mécanique des fluides dans un réseau maillé, mais qui est très lourd au niveau du paramétrage et du temps de calcul.

Le choix du logiciel est également guidé par sa validation au niveau international, notamment grâce à l'outil européen d'évaluation "Model Validation Kit".

ADMS est en outre utilisé par de nombreuses références internationales : INERIS, CEA Cadarache, Météo France, AIRFOBEP, TOTAL, EDF, RHODIA, SOLVAY France, BP, Shell, Exxon, Texaco, Conoco, PowerGen, Nuclear Electric, Astra Zeneca, ainsi que de nombreuses sociétés d'ingénierie et bureaux d'études. Il est préconisé par l'INERIS dans le Guide Méthodologique de l'Evaluation des risques liés aux substances chimiques. Il est considéré comme étant "à la pointe des dernières mises à jour scientifiques en matière de modèle gaussien".

Olfactométrie dynamique

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

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

La mesure est réalisée grâce à un olfactomètre dynamique (figure 1), appareil de dilution précis d'échantillons gazeux.



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

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

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

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

Prélèvement

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

Lorsque l'effluent est canalisé, le tuyau de prélèvement peut simplement être introduit dans un orifice de la cheminée. Si l'effluent est chaud et humide, il conviendra cependant d'éviter la condensation ultérieure dans le sac de prélèvement, qui risquerait de solubiliser une partie des composés et donc de modifier l'échantillon. Pour cela, l'échantillon est pré-dilué jusqu'à une teneur en eau de l'échantillon telle que le point de rosée ne sera pas atteint dans le sac.

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

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

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

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

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

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

avec

E=flux d'émission d'odeur (uo/m^2s)

Q=débit du gaz vecteur (m^3/s)

C=concentration d'odeur mesurée dans le sac (uo/m^3)

A=section de la chambre de flux posée sur la surface (m^2)



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

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

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

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

Ces très fortes limitations invalident pratiquement la méthode de la chambre de flux pour la détermination du flux d'émission d'un CET. Néanmoins, cette méthode reste parfois employée par certains laboratoires. C'est pourquoi elle a quand même été employée ici, complémentarément à d'autres techniques. La chambre de flux utilisée (Odotech, Canada) est circulaire, l'ouverture en contact avec la surface émettrice est de 0.192 m^2 et le débit du gaz porteur va de 5 à 10 litres par minute.

Traçage d'odeur sur le terrain

Enfin, pour rester cohérent avec les démarches précédentes et de manière à pouvoir comparer la situation actuelle avec celles des études antérieures, nous avons continué à appliquer la méthode de traçage d'odeur sur le terrain. La méthodologie étant très largement présentée et commentée dans tous les rapports précédents, nous n'en reprendrons ici qu'une brève description.

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

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

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

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

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

Le fait que les mesures précédentes ne couvrent pas nécessairement toutes les situations météo ou même qu'elles ne soient pas caractéristiques de périodes de vents dominants n'est donc pas essentiel, puisque les percentiles sont calculés en fonction du climat réel du site.

Pour cela, on utilise le climat moyen de la station du réseau synoptique de l'IRM la plus proche du site de CET. Le climat "moyen" est un ensemble d'occurrences de combinaisons de vitesse de vent, de direction de vent et de classe de stabilité, basé en général sur une trentaine d'années d'observations. Pour la présente étude, nous avons utilisé le climat moyen de Saint-Hubert, situé à 15 km à vol d'oiseau au sud-ouest de Tenneville.

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

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

Présentation du site et des alentours

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.

Le site et ses environs ont déjà été largement décrits dans le rapport précédent^[10]. Nous nous contenterons ici de présenter la figure 3, qui montre, sur la vue en perspective, des cercles concentriques (en blanc) à diverses distances du site d'exploitation (en jaune) et projetés sur le relief (exagéré 5 fois par rapport aux coordonnées de surface).

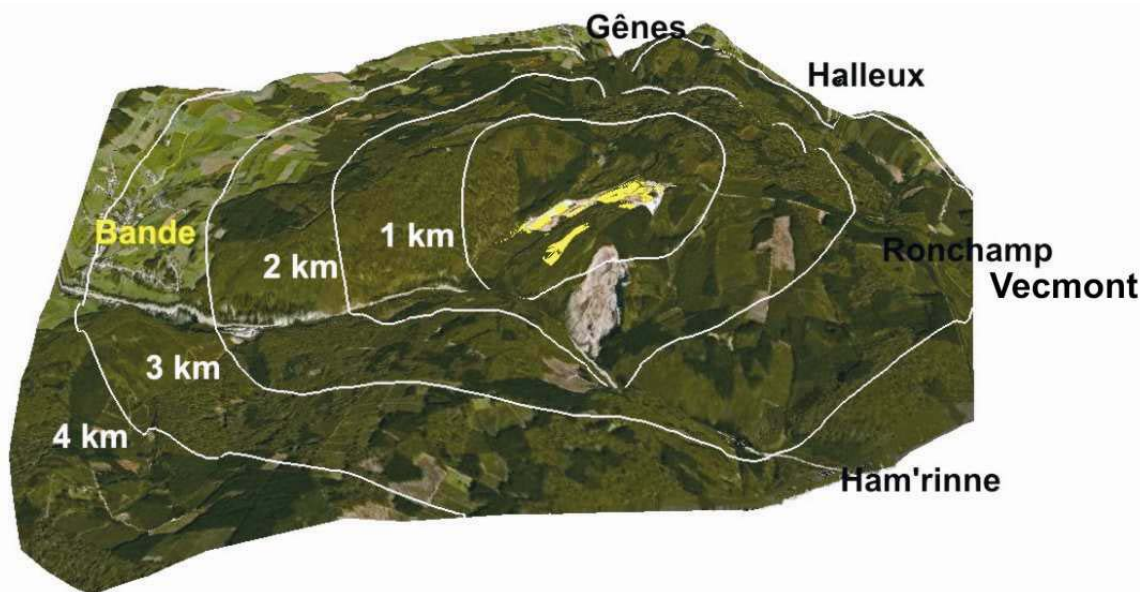


Figure 3 : Vue en perspective des environs du site, avec cercles concentriques à 1, 2, 3 et 4 km

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 d'Idelux. La Nationale 4 Arlon-Namur est à 1250 mètres à vol d'oiseau à l'ouest du site. Cependant, l'usine de traitement des déchets de Tenneville est située assez loin de toute habitation. Elle est en effet localisée au lieu-dit "La Pisserotte", en pleine forêt.

Les plus proches agglomérations sont :

- Gênes, à 3700 mètres,
- Halleux, à 3700 mètres,
- Ronchamp, à 3500 mètres,
- Ham'rinne, à 3700 mètres,
- Bande, à 4000 mètres.

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.

Le terrain avoisinant est fort vallonné, puisque le site de traitement des déchets se trouve à une altitude moyenne de 460 mètres, la Nationale 4 est 100 mètres plus bas, alors qu'à 500 mètres vers l'est, on trouve un sommet à près de 530 mètres d'altitude. La figure 4 met bien en évidence le relief de l'environnement, qui risque de perturber la propagation et la dispersion des panaches odorants. On peut par exemple noter l'existence de certains couloirs qui pourraient agir comme passages préférentiels pour le panache odorant, comme la trouée de la Nationale 4 et les "vallées" du Ri du Fond de Gênes ou du Ruisseau de Bronsole.

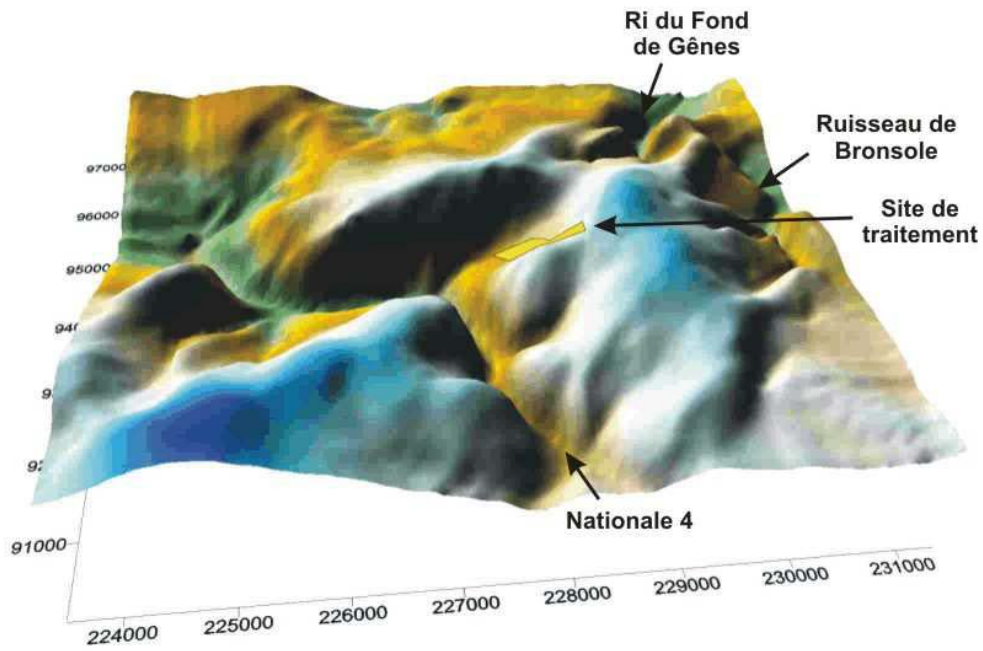


Figure 4 : Vue en perspective des environs du site, mettant en évidence le relief

Traitement des déchets

Le site exploité par Idelux est une véritable usine de traitement des déchets, dont le CET n'est qu'une partie (figure 5).

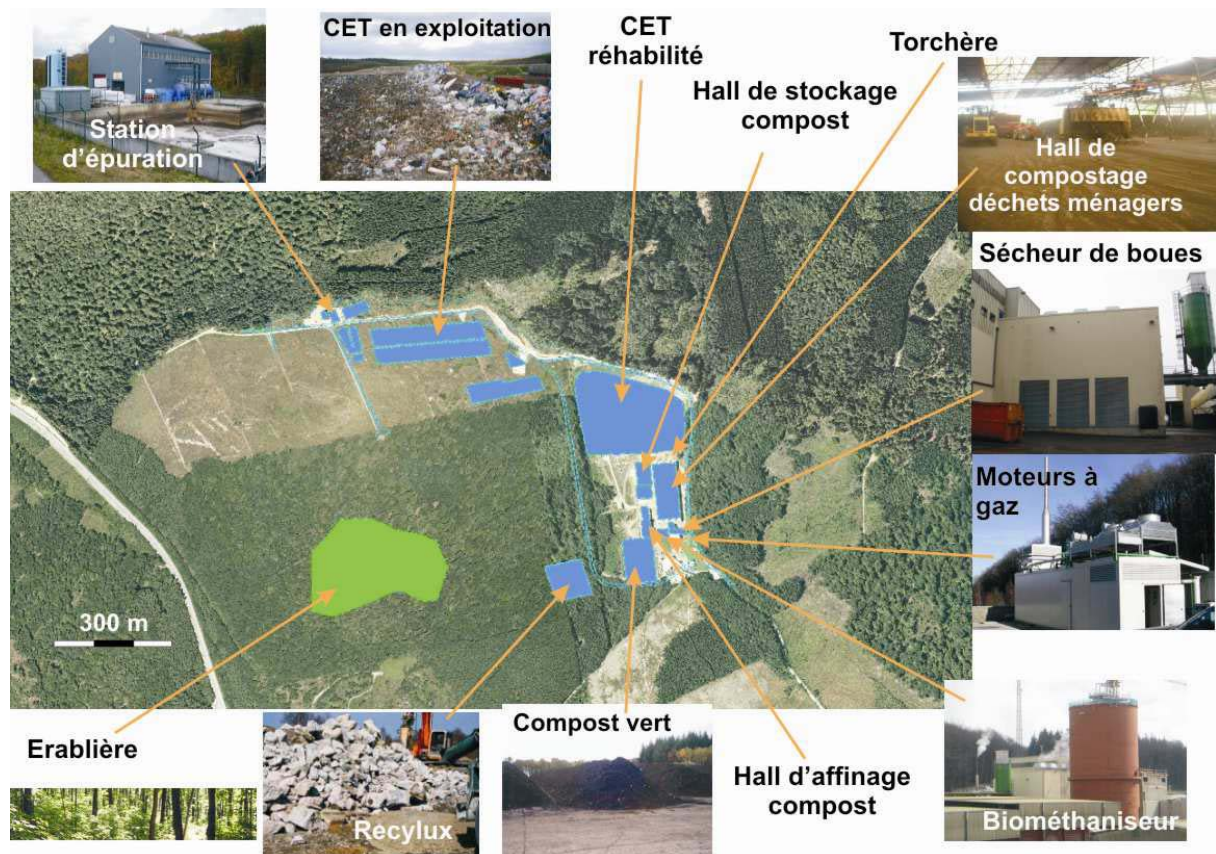


Figure 5 : Site de traitement des déchets exploité par l'intercommunale Idelux.

Plusieurs modifications importantes ont été apportées au site par rapport à l'étude 2004-2005. L'ancien **CET**, situé à proximité des bâtiments administratifs et du hall de compostage, et encore exploité en 2004, est actuellement réhabilité. De nouveaux casiers ont été aménagés au nord-ouest et sont opérationnels depuis 2006. Ils ne reçoivent aucun déchet ménager organique et pas de boues. La fraction résiduelle du compost n'est pas non plus déposée sur le CET, puisqu'elle est traitée à Habay. Le CET ne reçoit plus que les déchets industriels banals (D.I.B., dont les sables de fonderies) et les encombrants ménagers, avec un tonnage avoisinant les 60 000 T/an.

L'odeur émise par le CET est donc extrêmement réduite et tout à fait négligeable par rapport aux autres parties de l'exploitation.

Le biogaz, généré par l'ancien CET et par les nouveaux casiers en début de phase de dégazage, est brûlé dans deux **torchères** et exploité dans un **moteur**.

Les matériaux inertes, quant à eux, sont traités par la **plate-forme Recylux**, mise en service en février 2006. Elle trie, concasse et crible les déchets de construction. Le matériel de concassage et de criblage est mobile et intervient à la fois sur les sites de Habay et Tenneville en fonction des quantités de déchets à traiter. La capacité de traitement des déchets inertes est de 37 500 tonnes par an à Tenneville. Ces matériaux sont intégralement recyclés dans le secteur de la construction. Etant donné la nature inerte des matériaux traités, aucune odeur n'est émise de cette partie des activités.

Une **station d'épuration** traite les lixiviats. Elle comporte un système de traitement physico-chimique et deux lagunes aérées, d'une capacité totale de 8000 m³. Pratiquement aucune odeur n'est émise par ces bassins.

Le système d'aération des andains dans le hall de **compostage des déchets ménagers** a été modifié, dans le double but d'améliorer le processus de fermentation et de diminuer les odeurs. Une dalle aéraulique permet en effet à présent d'aérer le compost par insufflation d'air par le bas, de manière contrôlée, en fonction du niveau de température et du besoin d'oxygène dans les andains. La dalle est perforée et de l'air frais est injecté, au travers de nombreux orifices, directement au cœur des matières à composter, grâce à des ventilateurs placés à l'extérieur du bâtiment (figure 6). Ce compostage en "meules tables" limite l'émission d'odeurs, qui devrait être plus constante, mais nettement moins forte qu'au moment des retournements périodiques. Le processus de compostage (fermentation et maturation) dure en moyenne 12 semaines. Le compost produit sert d'amendement en agriculture.



Figure 6 : Ventilateurs insufflant l'air dans la dalle aéraulique de compostage.

La matière première est issue des collectes sélectives des ménages. Elle représente un tonnage de 12 000 à 14 000 tonnes par an pour l'ensemble des deux sites d'Habay et de Tenneville. A l'heure actuelle, ce tonnage est cependant intégralement traité à Tenneville, puisque la partie "compostage" du site d'Habay sert à tester la préparation d'un combustible de substitution au départ des déchets résiduels et des encombrants des parcs à conteneurs.

Le compost arrivé à maturité est finalisé dans un **hall d'affinage**. A ce niveau, plus aucune odeur n'est émise.

Le **stockage des déchets** à composter dans la zone de réception peut dégager une certaine odeur. Normalement, le temps d'attente est suffisamment court pour que les matières n'entrent pas en fermentation avant leur compostage, mais il se peut qu'une odeur soit émise à certaines périodes.

En plus du hall de compostage de déchets ménagers, le site accueille aussi une plate-forme de **compostage de déchets verts**, toujours aérés par retournement. L'odeur émise par ce compost est tout à fait caractéristique, assez forte durant les périodes de retournement, mais moins agressive que celle des déchets ménagers.

Depuis la dernière campagne de mesure, une **unité de séchage de boues** de stations d'épuration a également été construite. Mise en service en avril 2006, elle permet de traiter 9 200 tonnes de boues par an. Les boues sont d'abord déversées dans un silo, avant d'être déshydratées et transformées en "spaghetti". Elles circulent ensuite dans un sécheur composé de 4 bandes superposées. Elles y sont progressivement séchées par un courant d'air chaud ascendant produit grâce à la chaleur du moteur à biogaz. Les boues séchées sont broyées finement et soufflées dans un silo dans l'attente d'être évacuées. Elles peuvent être valorisées sous forme de combustible en cimenterie et en centrales thermiques. Le processus génère une évaporation de l'ordre de 6 500 tonnes d'eau par an. Cette vapeur est assez fortement chargée d'une odeur assez désagréable de boues.

L'air extérieur est tout d'abord aspiré à partir de grilles situées en façade du bâtiment et probablement déjà chargé de l'odeur du hall de compostage très proche (voir figure 7).



Figure 7 : Grilles d'aspiration de l'air du sécheur de boues

Il est ensuite chauffé avant d'entrer en contact avec la boue. L'extraction de l'air est assurée par 3 ventilateurs puissants qui envoient l'effluent gazeux vers l'extérieur à travers trois cheminées. Le débit nominal est de 10 000 Nm³/h par ventilateur, mais chaque conduit possède un by-pass permettant de faire recirculer l'air dans le sécheur. Tout le système est géré automatiquement à partir de la température et de l'humidité de l'air extérieur et de l'air de séchage. Le débit d'odeur en sortie des conduits varie donc en fonction de la position d'ouverture des clapets. La recirculation de l'air permet de diminuer le débit d'émission, mais risque aussi d'augmenter la concentration d'odeur dans les rejets. La mesure de la concentration d'odeur dans les cheminées est donc indissociable de la connaissance des conditions de fonctionnement du sécheur et en particulier de la position d'ouverture des clapets d'aspiration et de rejet.

Lors des premières visites sur le site, une odeur particulièrement agressive était également fort perceptible au niveau du silo de réception des boues, à l'avant du bâtiment (vers le sud). Cependant, les boues étant au repos, le débit émis restait très faible et cette forte concentration d'odeur perçue localement n'était pas traduite en débit d'odeur important. En outre, ce problème d'odeur locale a été résolu en confinant les silos de réception par des volets.

Enfin, à l'heure de la rédaction du présent rapport, une **unité de biométhanisation** est en train de sortir de terre à Tenneville. L'intercommunale Idelux a en effet généralisé le tri des déchets organiques sur son territoire. L'outil de biométhanisation permettra de les traiter de manière adéquate. Le méthane produit sera valorisé dans un deuxième moteur à gaz (la production d'électricité étant injectée sur le réseau) et par production de chaleur (valorisée pour le séchage de boues et pour un futur projet de lavage de bâches agricoles).

L'usine de biométhanisation comporte les éléments suivants :

- un hall de réception fermé pour le stockage temporaire des matières,
- un traitement mécanique (broyage+tamissage+déferisation) pour enlever les matières indésirables,
- un traitement des matières organiques dans le digesteur de 3.000 m³,
- la valorisation du méthane produit dans le moteur à gaz,
- le compostage du digestat résiduel.

La capacité de traitement de l'installation est de 39 000 tonnes par an.

La production de biométhane étant un processus anaérobie qui se déroulera en espace tout à fait confiné, il ne devrait pas se poser de problème d'émission d'odeur au niveau de cette future activité. Quoiqu'il en soit, la présente campagne a été réalisée avant la finalisation de cette usine.

En résumé, au niveau des émissions d'odeur, le site de traitement des déchets de Tenneville doit être considéré globalement, en incorporant dans le débit total toutes les émissions en provenance des divers sous-systèmes. Néanmoins, le présent rapport mettra en évidence, dans la mesure du possible, la part prise par les différentes sources.

Observations qualitatives

De manière générale, l'exploitant n'a enregistré qu'assez peu de plaintes depuis ces transformations. Le registre existe toujours, mais n'a été alimenté que par quelques plaintes depuis 2007. Une information sur l'évolution des installations est régulièrement fournie aux riverains et Idelux organise régulièrement des journées portes ouvertes ou des journées "découverte entreprises".

Il n'y a que très peu de problèmes d'odeur liée au biogaz. Les odeurs les plus perceptibles émanent du hall de compostage de déchets ménagers, de la plate-forme de compostage de déchets verts et du sécheur de boues. Les rares manifestations des riverains (dans les localités de Vecmont et de Halleux) concernent surtout les moments où les andains sont humidifiés. L'analyse de ces plaintes semblerait montrer que c'est surtout l'odeur de compost que les riverains ressentent, alors que celle du séchage de boues serait davantage perçue aux alentours immédiats du site.

Au cours de la campagne, les impressions générales des opérateurs sont les suivantes.

- Le principal constat au sujet des odeurs générées par le site de Tenneville est le mélange de plusieurs types d'odeur : essentiellement ceux des installations de compostage (déchets ménagers et déchets verts) et celui du sécheur de boues. Ces trois odeurs peuvent se distinguer assez facilement, ce qui a permis d'estimer l'importance relative de chacune d'elles.
- Une forte odeur est notamment perçue lors de la manipulation des andains de déchets verts. A cette exception près, l'émission est beaucoup plus constante que lors de la campagne précédente. En effet, l'aération continue des andains de compost de déchets ménagers ne produit plus cette discontinuité des émissions caractéristique de l'aération par retournement. Quant à l'odeur générée par le sécheur de boues, elle reste sensiblement stable tant que le processus fonctionne en régime.
- Le suivi du panache odorant est 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.
- Sur ce site, aucun système de pulvérisation de produit masquant n'est mis en œuvre. Il n'a donc pas été nécessaire de prendre en compte cette éventuelle odeur supplémentaire.

Observations quantitatives

Evaluation du débit d'odeur à la source

Pertinence de la méthode

Les diverses campagnes sur les sites de CET ont toujours favorisé des méthodes d'évaluation globale du débit d'odeur, en excluant les techniques de mesure directe du débit à la source. En effet, l'odeur ressentie aux alentours d'un centre d'enfouissement technique est un cocktail complexe formé à partir de plusieurs sources diffuses et fugitives. Outre l'odeur des déchets frais déposés sur le site, il faut notamment ajouter celle de leur transport et de leur manipulation. En conséquence, seules les méthodes d'évaluation par "tour odeur" et "rétro-calcul" peuvent être appliquées.

Sur le site de Tenneville, le nombre de sources potentielles est encore plus élevé que sur les autres sites. Par contre, il serait éventuellement possible d'estimer grossièrement le débit d'odeur global à partir de mesures à l'émission, en ciblant deux sources prioritaires, le compostage de déchets ménagers et le séchage de boues. En première approximation, en effet, les autres sources contribuent beaucoup moins à l'odeur globale ressentie dans l'environnement. Or, pour les deux sources retenues, le caractère fugitif de l'émission est réduit. Les andains de compost sont typiquement des sources surfaciques continues sur lesquelles il est possible de tester l'approche d'échantillonnage par chambre de flux dynamique et le sécheur de boues envoie ses effluents vers l'environnement via trois conduits bien identifiés.

Odeur des andains de compost

Le 10 décembre 2008, a été réalisé un prélèvement sur un des andains de compost de déchets ménagers à l'aide d'une chambre de flux (figure 8), selon la méthode et avec le paramétrage décrits ci-dessus.



Figure 8 : Prélèvement de l'odeur sur un des andains de compost le 10/12/2008

Le prélèvement a été réalisé sur la partie supérieure d'un andain à un stade de fermentation qui peut être considéré comme représentatif de l'ensemble. Il s'agissait ce jour-là d'un andain au stade 7 de la fermentation, c'est-à-dire une matière qui a composté pendant environ 1 mois. L'échantillon a été

envoyé au VITO pour analyse olfactométrique, l'appareil de l'ULg à Arlon étant momentanément hors service. Dans le sac, la concentration de l'odeur ainsi mesurée était de $749 \text{ uo}_E/\text{m}^3$.

Le temps de prélèvement était de 6 minutes, avec un débit de prélèvement de 10 l/min ($1.667 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$).

Le flux d'émission surfacique est donc $E=QC/A=1.667 \times 10^{-4} \times 749/0.192 = 0.65 \text{ uo}_E/\text{m}^2\text{s}$.

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

Pour évaluer le débit d'émission total, il faut multiplier ce flux surfacique par la surface totale d'émission. Dans le cas d'andains de compost, il s'agit d'une opération assez délicate, car la "surface" d'émission est particulièrement rugueuse et probablement bien plus grande que l'aire extérieure des andains. En première approximation, en comptant qu'il y a 6 andains (4 + 2 en maturation) de 150 mètres de longueur, 2.5 mètres de hauteur et 7.5 mètres de largeur, et en supposant qu'ils ont une section triangulaire, on pourrait calculer une surface d'émission d'environ $8\,100 \text{ m}^2$. Cette estimation conduirait à un débit d'émission total pour le compost de $0.65 \times 8\,100 = 5\,265 \text{ uo}_E/\text{s}$. Cette valeur est certainement largement sous-estimée.

Odeur du sécheur de boues

Ce même 10 décembre 2008, le débit d'odeur émis par le sécheur de boues a été évalué par mesure dans les conduits d'extraction. La technique consiste à prélever un échantillon dans une des cheminées, via un orifice de prélèvement, et à mesurer pour la même période, le débit de l'effluent gazeux. Le produit de la concentration d'odeur de l'échantillon (en uo_E/m^3) et du débit d'effluent (en m^3/s) fournit le débit d'odeur (en uo_E/s). Un trou de prélèvement a donc été aménagé dans la tuyère centrale, au-dessus d'une passerelle en caillebotis construite pour faciliter la mesure (figure 9).



Figure 9 : Point de prélèvement sous toiture dans la cheminée centrale du sécheur de boues.

Au niveau de ce trou, situé juste sous la toiture et au-dessus des chicanes du silencieux, les conditions de flux laminaires requises pour un prélèvement en cheminée étaient cependant loin d'être respectées. A notre demande, les exploitants ont donc aménagé une extension de la cheminée centrale. Cette extension est composée d'une plaque métallique recouvrant la cheminée, à l'extérieur du bâtiment, et percée d'un trou de 40 cm de diamètre. Un tuyau de 4 mètres de longueur et 40 cm de diamètre prolonge ce trou verticalement. Un orifice a été percé à environ 2 mètres de hauteur dans ce tuyau pour réaliser les mesures de vitesse d'air, de température et d'humidité et les prélèvements d'odeur. Cette construction permet d'obtenir des conditions de flux laminaire à l'endroit de mesure, sans générer de pertes de charge excessives (figure 10). Les mesures dans ces conditions n'ont

cependant été réalisées que ponctuellement, dans le cadre d'une étude commanditée par l'exploitant et réalisée par Odometric, la spin-off de l'unité de recherche de l'ULg.



Figure 10 : Dispositif aménagé au-dessus de la cheminée centrale du sécheur de boues pour mesurer le débit d'odeur dans des conditions de flux laminaire.

Ce prélèvement a été réalisé le 14 avril 2008 avec l'objectif d'évaluer spécifiquement le débit d'émission du sécheur de boues.

La mesure du 10 décembre 2008 a, elle, été effectuée dans l'esprit de la présente campagne de suivi, d'évaluation des nuisances olfactives globales du site. Il était donc essentiel de réaliser le même jour les diverses mesures d'odeur, à la fois sur les andains de compost, sur le sécheur et dans l'environnement. Après vérification que les conditions d'ouverture de clapets, de puissance des ventilateurs et d'humidité et température d'effluent étaient comparables à celles du 14 avril, nous avons donc utilisé les mesures de vitesse d'air réalisées à ce moment pour extrapoler au 10 décembre 2008. Le débit d'effluent dans la cheminée centrale était de $2\,140\text{ m}^3/\text{h}$, soit un total de $6\,420\text{ m}^3/\text{h}$ ($1.78\text{ m}^3/\text{s}$) pour les trois cheminées, considérées comme identiques.

Le 10 décembre 2008, deux prélèvements d'odeur ont été réalisés dans l'orifice sous toiture. La température de l'effluent était de 44°C , son humidité relative de 45% et la température extérieure était de 3°C , avec une humidité relative ambiante de 100%. La durée de prélèvement en sacs Tedlar[®] était d'une dizaine de minutes. La concentration d'odeur dans les échantillons a été mesurée par le VITO au moyen d'un olfactomètre Olfactomat (Project Research Amsterdam) à 6 postes de flairage. La moyenne géométrique des mesures est de $7\,136\text{ uo}_E/\text{m}^3$. L'intervalle de confiance à 95% va de $4\,516\text{ uo}_E/\text{m}^3$ à $11\,277\text{ uo}_E/\text{m}^3$, calculé selon la norme EN13725.

Compte tenu du débit estimé pour l'effluent, le débit d'odeur pour le sécheur de boues peut ainsi être évalué à $1.78 \times 7\,136 = 12\,702\text{ uo}_E/\text{s}$.

Evaluation du débit d'odeur global

Protocole

La campagne de mesure par traçage sur le terrain s'est déroulée sur 13 semaines, du 5 septembre au 10 décembre 2008, généralement en fin de matinée ou en début d'après-midi, ce qui correspond à des périodes d'activité normale du centre de traitement.

L'équipe de mesure s'est rendue 5 fois sur le terrain, respectivement le 5/09/08, le 11/09/08, le 23/10/08, le 19/11/08 et le 10/12/08. L'époque était particulièrement propice aux vents des secteurs ouest-nord-ouest et sud-sud-est, comme le montre la rose des vents représentée sur la figure 11. Les différentes périodes de mesure n'étaient pas particulièrement représentatives des conditions de vents dominants. Cependant, insistons encore une fois sur le fait que le seul but de chacune de ces 5 mesures est de déterminer un débit d'odeur caractéristique du site. Le transport du panache odorant dans le sens des vents dominants sera pris en compte, en tout état de cause, dans l'extrapolation au climat moyen du site par le calcul des percentiles.

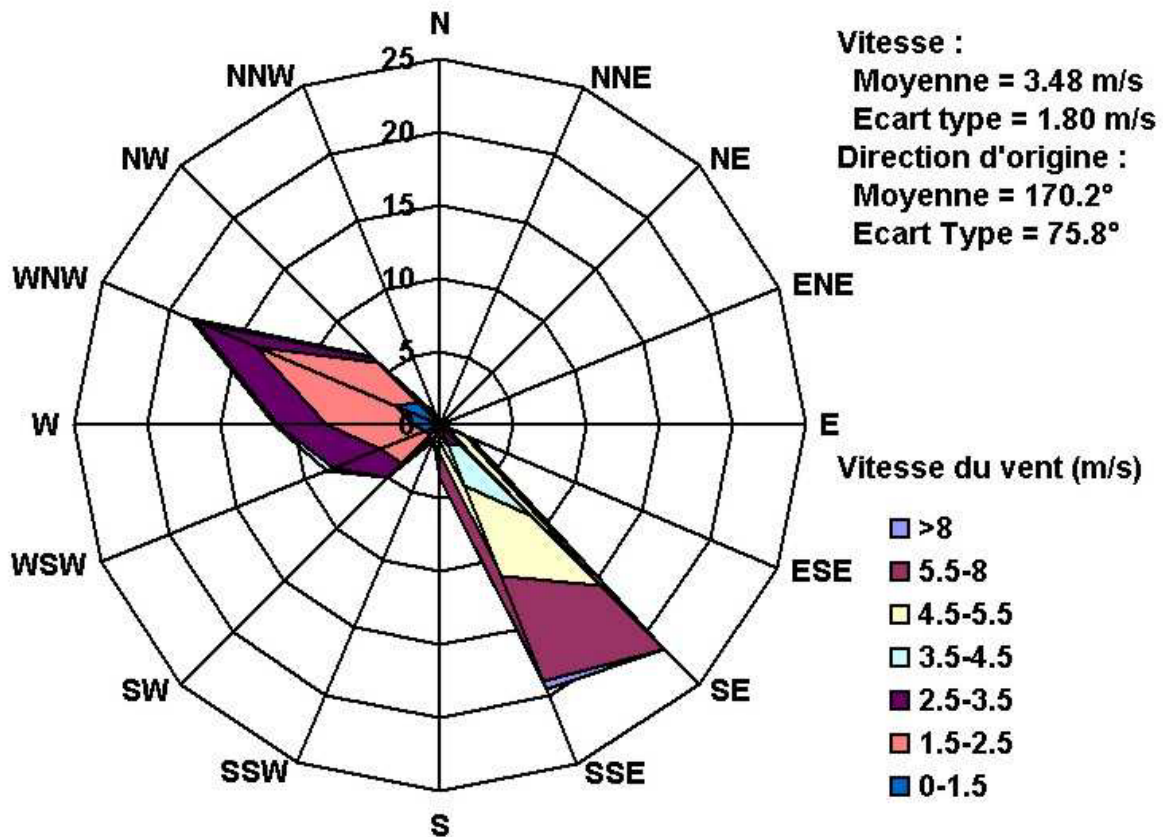


Figure 11 : Rose des vents globales pour les différentes périodes de mesure sur le site

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. Les différents traçages d'odeur ont en général duré plus longtemps que pour d'autres campagnes. Le site de Tenneville est en effet assez difficile d'accès et les opérateurs doivent systématiquement pénétrer dans la forêt, parfois dans des conditions assez difficiles, pour atteindre les points limites de perception. La durée moyenne d'un traçage était de 2 heures environ.

Chaque détection d'odeur était confirmée par plusieurs passages à des moments différents. Les données, prétraitées dans Excel, étaient ensuite introduites dans le logiciel Tropos.

Au fil des visites, les conditions d'exploitation ont assez peu changé. Néanmoins, les impressions qualitatives ressenties par les opérateurs étaient chaque fois un peu différentes. Tantôt l'odeur du sécheur de boues était prépondérante, tantôt c'était celle du compost d'ordures ménagères, tantôt, l'odeur du compost vert intervenait dans le panache global.

Ces différentes impressions sont imputables aux légères variations de process au cours du temps : type de boues séchées, broyage des déchets verts, manipulation des andains de compost, ...

Vu le nombre et la diversité des sources, le site est assez complexe à étudier, mais son avantage est précisément la possibilité de distinguer assez aisément les différentes tonalités d'odeur. Une odeur de déchets verts ne peut être confondue avec une odeur de boues de stations d'épuration. Le tableau 1 présente les différentes pondérations à la participation à l'odeur globale pour les 4 principales sources considérées et pour les 5 journées de mesure. Ces pondérations ont été grossièrement estimées sur base du nombre et de la localisation des points où les opérateurs ont senti chacune des odeurs. En fait, chaque point odeur repéré sur le terrain a été affecté à une source particulière en fonction de sa tonalité olfactive (voir points de couleurs différentes sur les figures 13 à 17 ci-dessous). Avant de calculer le panache global du site, l'opérateur tentait d'ajuster les panaches individuels provenant de chaque source, de manière à englober les points "odeur" spécifiques à cette source. Cette procédure a donc permis d'estimer l'importance relative de chaque source.

Source	Surface au sol considérée	Pondération le 05/09/08 (%)	Pondération le 11/09/08 (%)	Pondération le 23/10/08 (%)	Pondération le 19/11/08 (%)	Pondération le 10/12/08 (%)
Hall compostage	11 424 m ²	62	86	36	36	31
Sécheur de boues	canalisé	5	4	12	42	61
Compost déchets verts	10 800 m ²	32	6	45	8	8
CET	2 664 m ²	1	4	7	14	0

Tableau 1 : Pondération des sources d'odeur basée sur les impressions ressenties par les opérateurs.

On constate donc que le CET ne sent que de manière très anecdotique. Les trois autres sources contribuent toutes à l'odeur globale, avec une pondération en moyenne plus importante pour le hall de compostage des déchets ménagers, le reste étant plus ou moins réparti de manière égale entre le sécheur de boues de station d'épuration et le compost vert. Les émissions de chacune de ces deux dernières sources semblent assez variables et dépendent du type de boues traitées pour le sécheur et de la manipulation des déchets pour le compost vert. Ainsi, le 5 septembre, les déchets verts étaient broyés au moment de notre mesure.

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 de toutes les sources. Les résultats présentés ci-après sur fond de carte IGN indiquent le panache global, mais donnent également une information sur la qualité des odeurs ressenties en chacun des points de perception.

La légende de ces figures est présentée en figure 12.

Légende

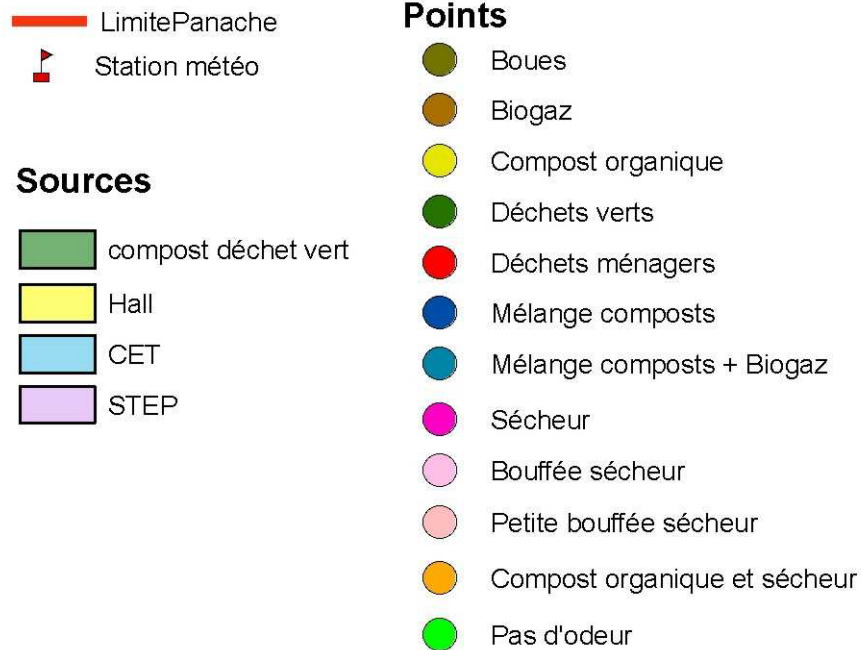


Figure 12 : Légende des figures 13 à 17

Résultats

Les figures 13 à 17 montrent les courbes limites ajustées par le modèle. Sur les mêmes figures sont indiqués les endroits où les différentes odeurs ont été détectées. La rose des vents est présentée pour chaque cas.

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

Les valeurs du débit d'odeur ajusté par Tropos sont également indiquées sur le schéma.

Vendredi 5 septembre 2008 (12h35-14h30)

Broyage déchets verts durant la mesure.
Vent SE-SSE assez soutenu

Débit d'odeur total = 304 400 uo/s

Répartition :

- Hall compostage = 188 728 uo/s
- Sécheur de boues = 15 220 uo/s
- Compost vert = 97 408 uo/s
- Déchets = 3 044 uo/s

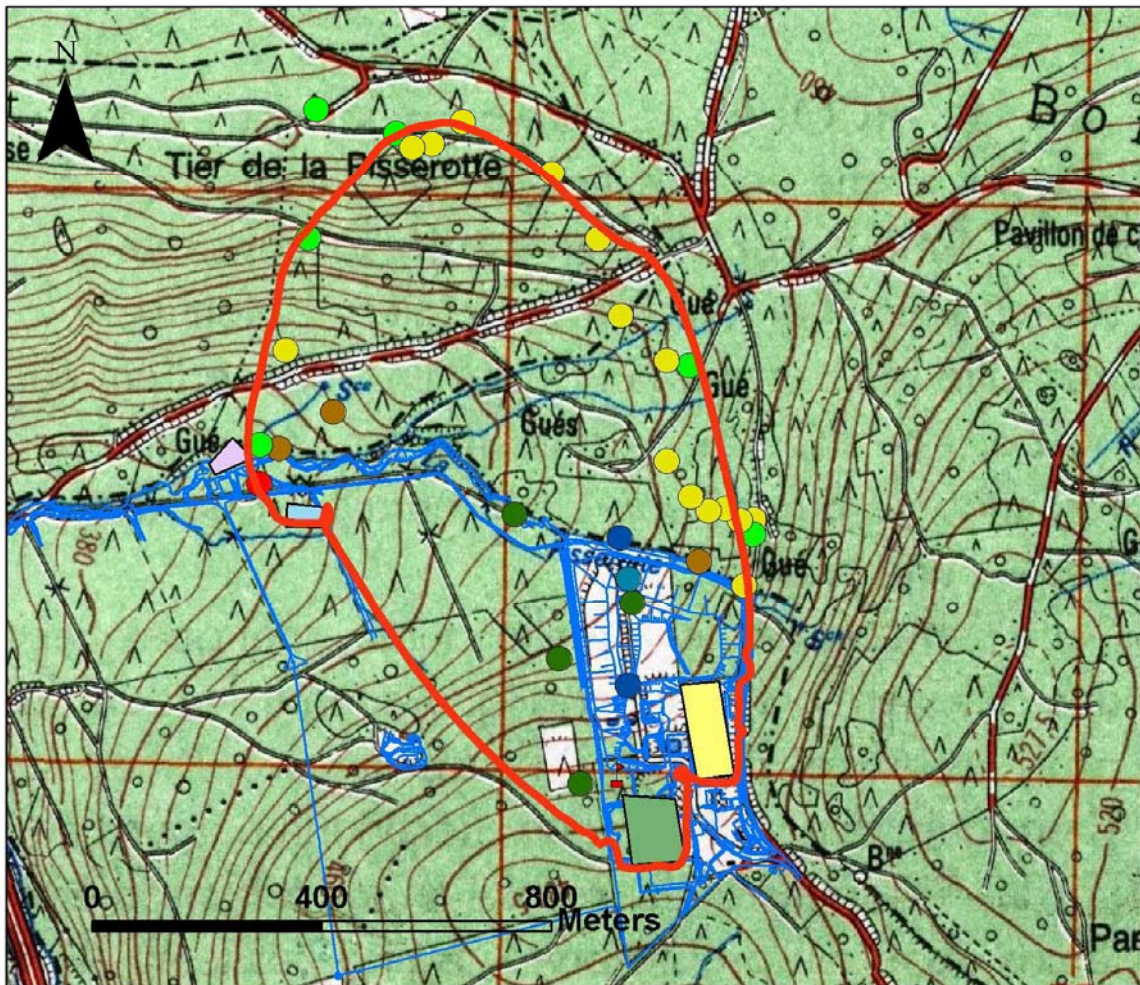
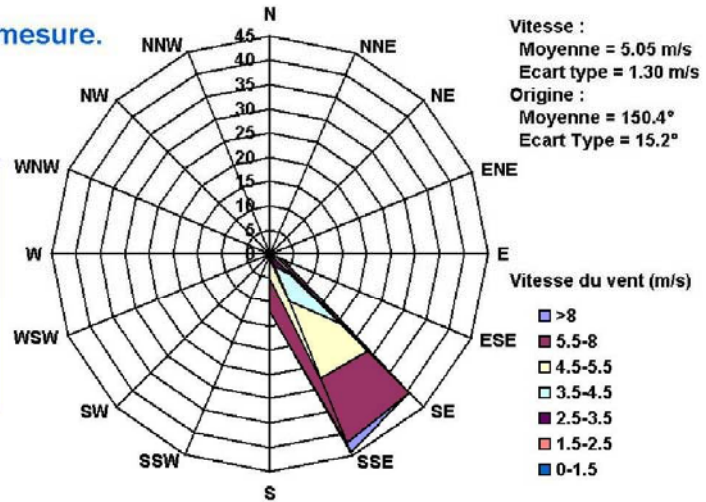


Figure 13 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 5 septembre 2008

Jeudi 11 septembre 2008 (14h05-16h00)

Sécheur en activité
 Vent SE-SSE assez soutenu
 Couverture nuageuse 6/8

Débit d'odeur total = 155 400 uo/s

Répartition :

- Hall compostage = 133 100 uo/s
- Sécheur de boues = 6 700 uo/s
- Compost vert = 8 760 uo/s
- Déchets = 6 840 uo/s

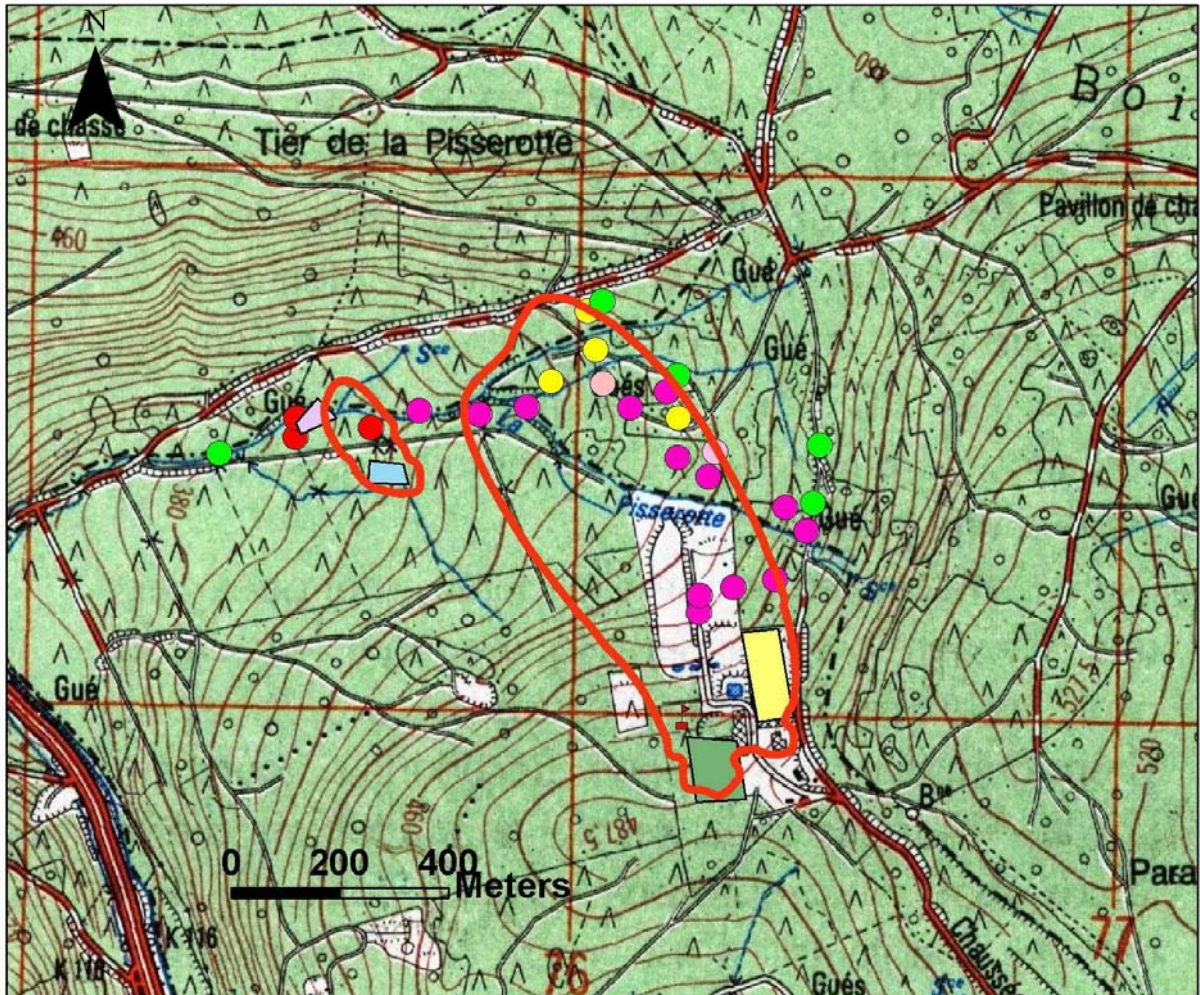
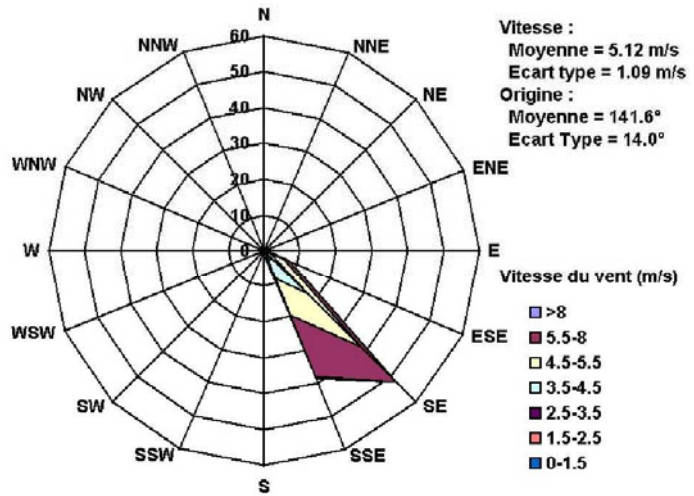


Figure 14 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 11 septembre 2008

Jeudi 23 octobre 2008 (14h45-16h30)

Sécheur en activité, compost vert remué
 Vent S léger
 Couverture nuageuse 5/8

Débit d'odeur total = 69 980 uo/s

Répartition :

- Hall compostage = 25 400 uo/s
- Sécheur de boues = 8 200 uo/s
- Compost vert = 31 680 uo/s
- Déchets = 4 700 uo/s

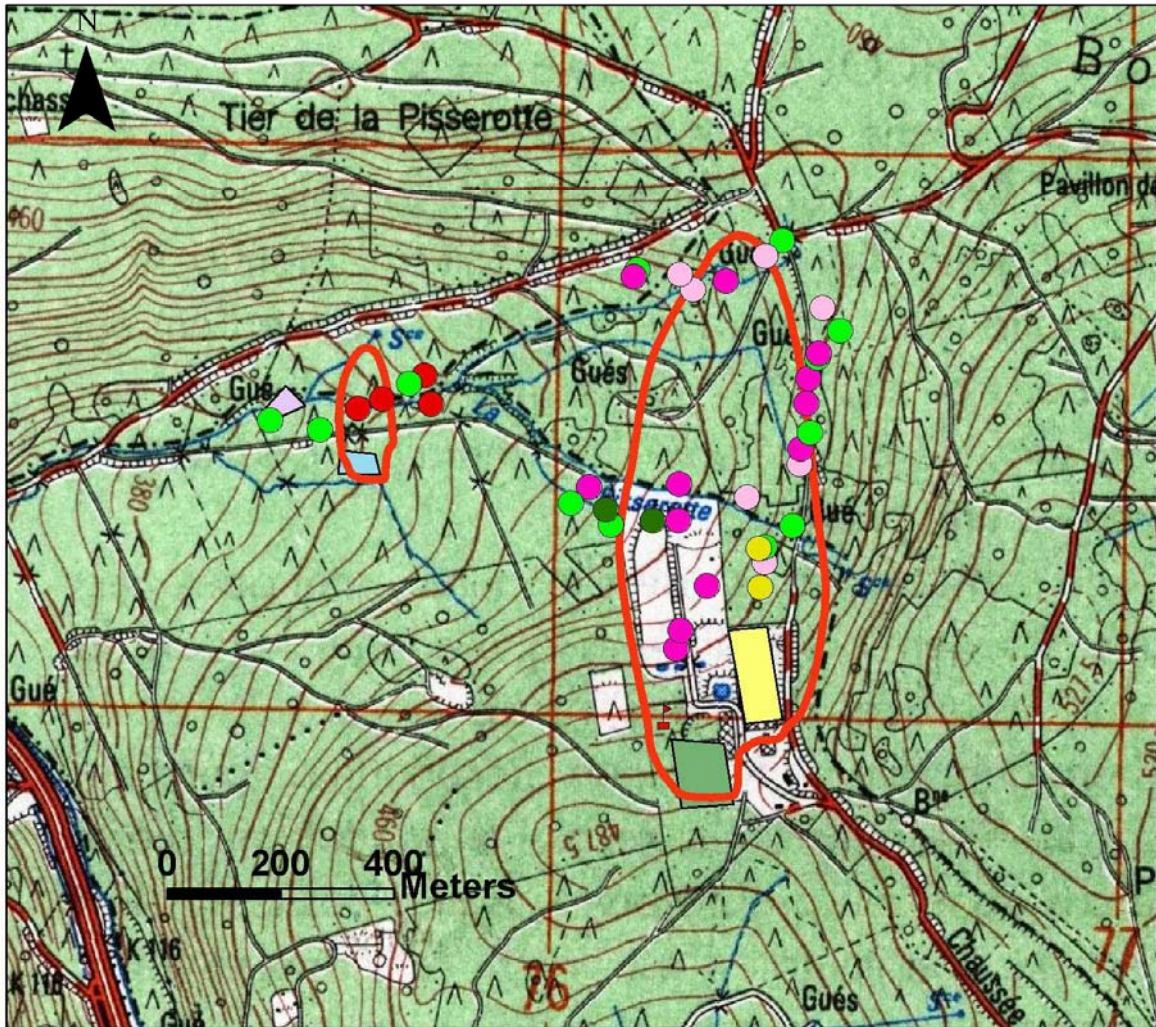
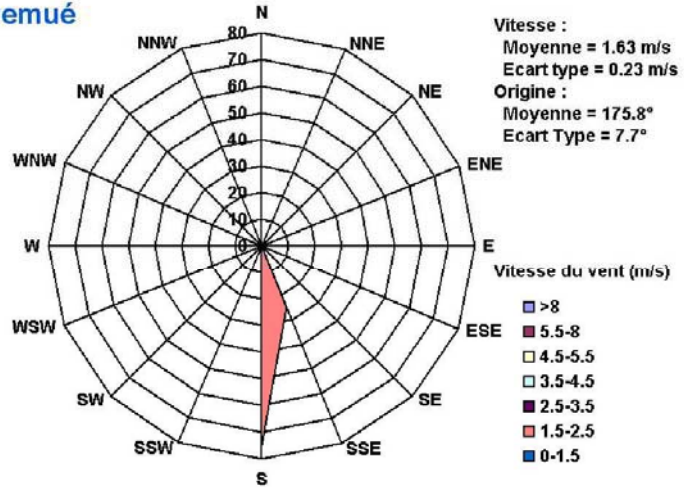


Figure 15 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 23 octobre 2008

Mardi 19 novembre 2008 (11h45-14h00)

Assez forte odeur du sécheur
 Vent WSW
 Couverture nuageuse 3/8 au début,
 tout à fait couvert à la fin

Débit d'odeur total = 151 800 uo/s

Répartition :

- Hall compostage = 54 600 uo/s
- Sécheur de boues = 65 000 uo/s
- Compost vert = 11 460 uo/s
- Déchets = 20 740 uo/s

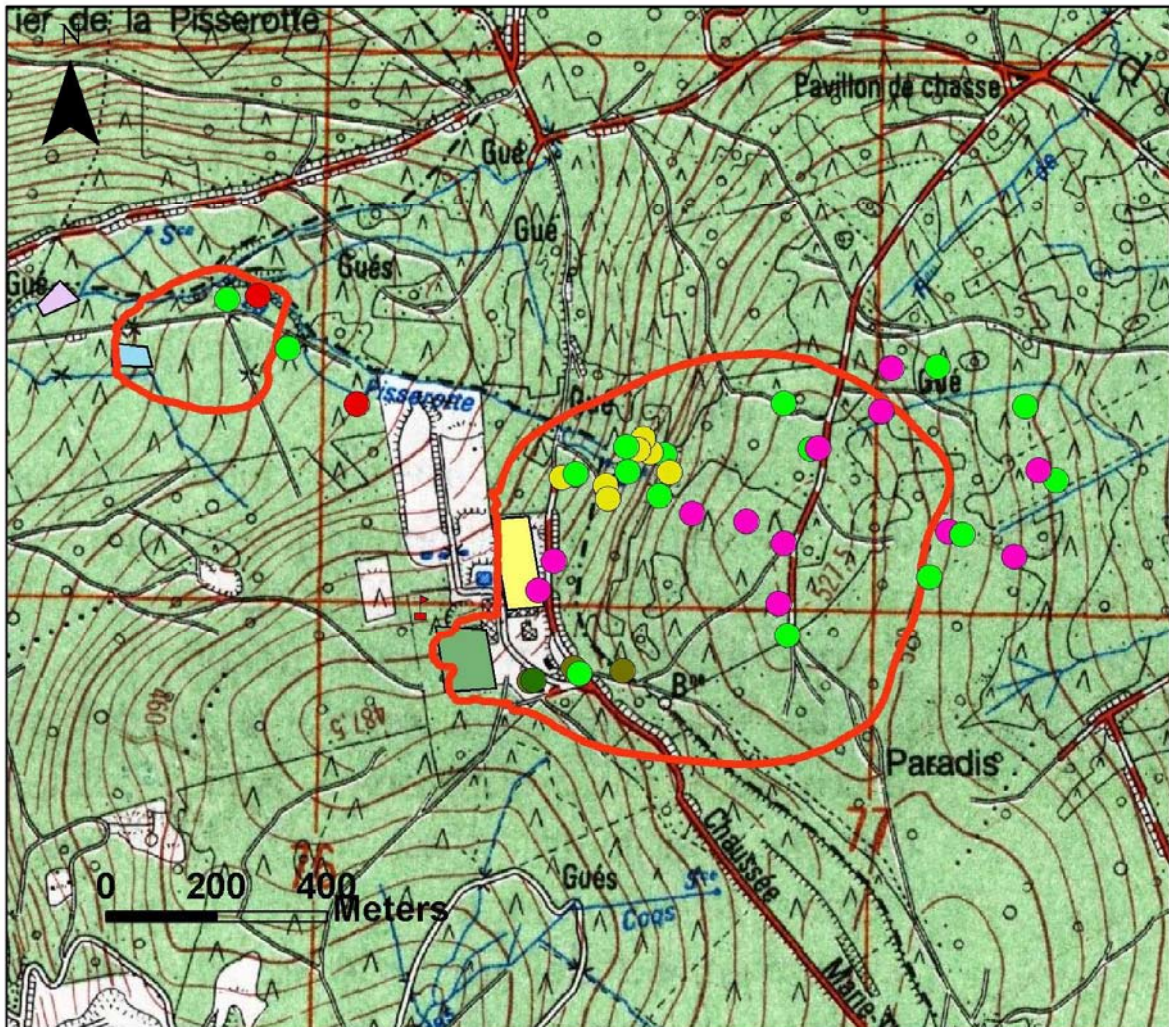
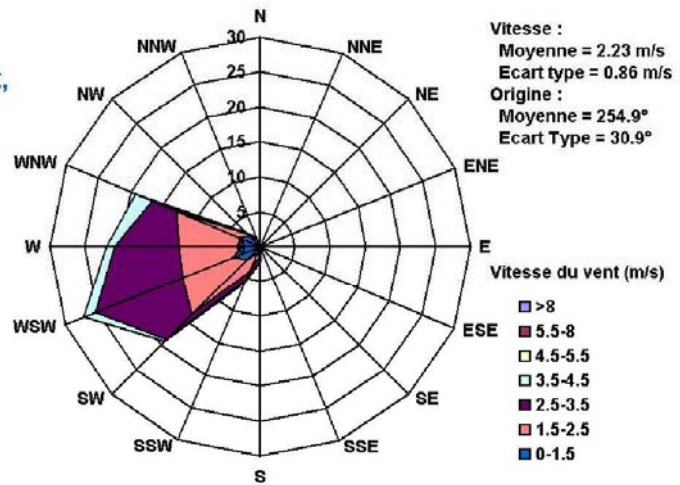


Figure 16 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 19 novembre 2008

Mercredi 10 décembre 2008 (9h35-11h50)

Assez forte odeur du sécheur
 Vent WNW
 Couverture nuageuse 8/8
 Prise d'échantillons pour olfactométrie

Débit d'odeur total = 65 700 uo/s

Répartition :

- Hall compostage = 20 260 uo/s
- Sécheur de boues = 40 000 uo/s
- Compost vert = 5 440 uo/s
- Déchets = 0 uo/s

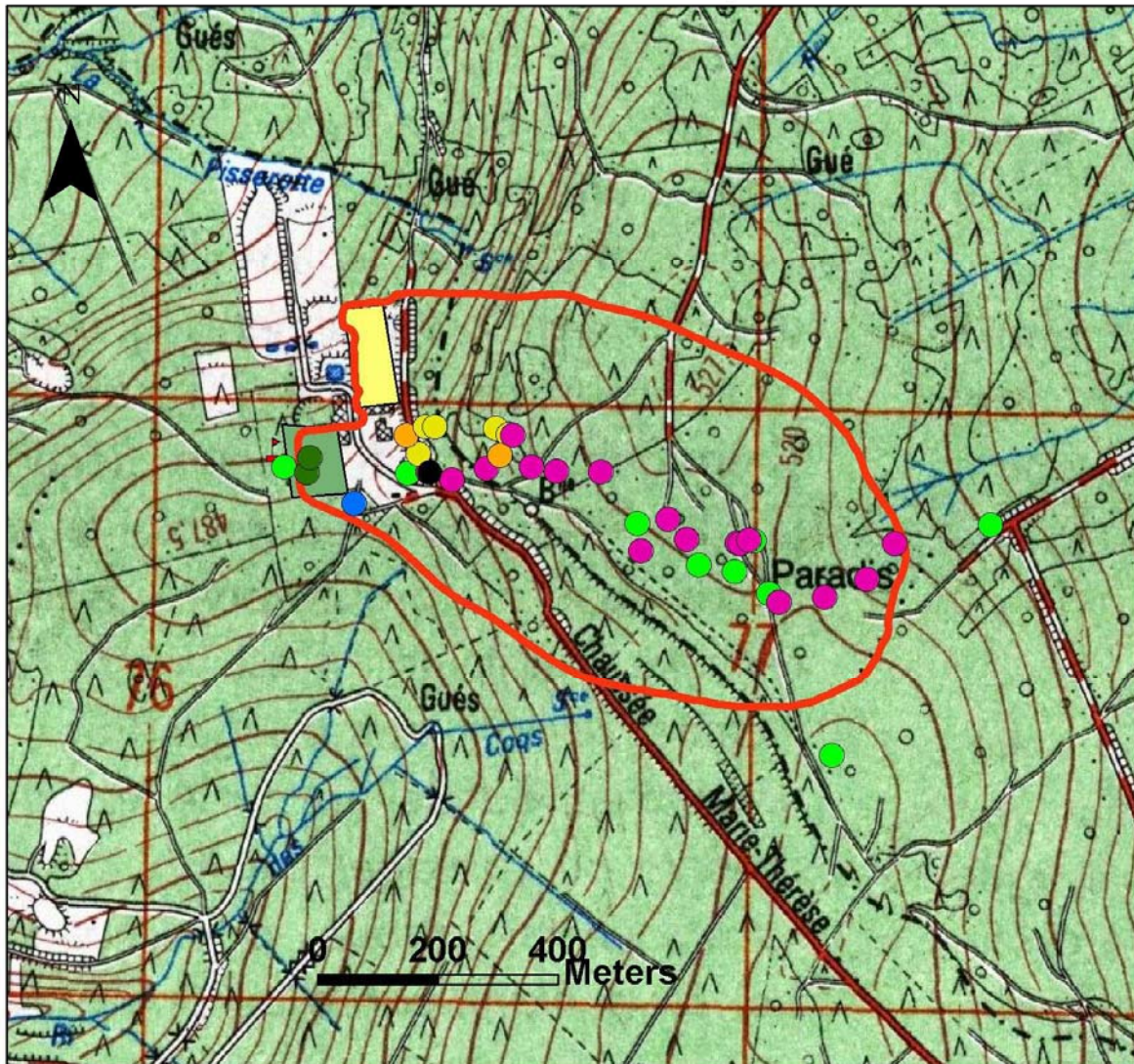
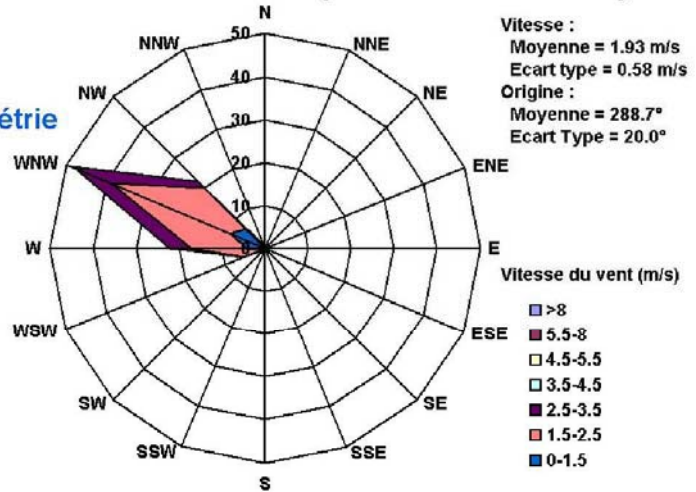


Figure 17 : Courbe limite de perception de l'odeur ajustée par le modèle pour le 10 décembre 2008

Le tableau 2 synthétise les résultats obtenus.

Date	5/09/2008	11/09/2008	23/10/2008	19/11/2008	10/12/2008	
Direction du vent	150°	142°	176°	255°	289°	
Vitesse du vent (m/s)	5.0	5.1	1.6	2.2	1.9	
Classe de stabilité	C-D	C-D	C	C	D	
Distance max (m)	1300	920	975	925	980	
Débit d'émission (uo/s)	Hall compostage	188 728	133 100	25 400	54 600	20 260
	Sécheur	15 220	6 700	8 200	65 000	40 000
	Déchets verts	97 408	8 760	31 680	11 460	5 440
	Déchets ménagers	3 044	6 840	4 700	20 740	0
	Total	304 400	155 400	69 980	151 800	65 700

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

La moyenne arithmétique du débit d'odeur global est de 149 456 uo/s. En moyenne, les estimations des parts de chaque source au débit global sont 84 418, 27 024, 30 950, 7 065 uo/s respectivement pour le hall de compostage de déchets ménagers, pour le sécheur de boues, pour le compost de déchets verts et pour les "déchets ménager" (CET). Ces valeurs ne traduisent bien entendu que notre manière de répartir les débits pour la modélisation, mais qui est néanmoins basée sur l'observation de terrain. Ceci semblerait montrer que, globalement, le hall de compostage constitue encore la source la plus importante sur le site de Tenneville.

Le débit global moyen peut être considéré comme débit caractéristique du site, néanmoins, vu la grande diversité des sources, rendant très non-linéaire la relation concentration de l'odeur/perception olfactive, et en accord avec la manière habituelle de procéder pour les problèmes d'odeur, il est plus judicieux de considérer la moyenne géométrique dans le cas présent, soit **126 982 uo/s** comme débit typique du site.

Lors de l'étude 2004, nous avons estimé un débit global de 292 133 uo/s pour le même site, avec une valeur de 84 666 uo/s pour la moyenne hors retournement d'andains et un débit extrême de 1 815 000 uo/s lors du retournement des andains. La valeur estimée en 2008 est plus proche du débit hors retournement, qui considérerait à l'époque le compost au repos et le CET. Si l'on accepte la manière empirique dont nous avons pondéré les sources d'odeur, la partie "déchets ménagers totaux" (compostage et CET) représenterait, en 2008, environ 93 500 uo/s, soit une valeur très semblable au débit d'odeur engendré par les déchets ménagers en 2004. Une tentative d'interprétation pourrait donc être que l'actuel hall de compostage des déchets ménagers, avec aération continue, n'émet pas davantage que le CET et le compost au repos de 2004.

A cette odeur de déchets et de compost s'ajoute maintenant l'odeur du sécheur de boues, que l'on peut, en première approximation, estimer à environ ¼ de l'émission globale d'odeur.

Par rapport à l'étude de 2004, il faut aussi remarquer l'importance de l'odeur du compost vert. Ceci confirme l'impression des riverains dont les "plaintes" concernent souvent ce compost. Il est probable que l'odeur était déjà présente en 2004, mais notre étude s'était alors davantage focalisée sur les odeurs très dérangeantes du compost en cours de manipulation.

Le débit global de 65 700 uo/s estimé le 10 décembre 2008 est largement supérieur à celui que nous avons calculé ci-dessus à partir de mesures au niveau des émissions pour la même journée. Par ce calcul, la somme des débits imputables respectivement au compostage de déchets ménagers (5 265 uo/s) et au sécheur de boues (12 702 uo/s) ne représente encore que 17 967 uo/s. En supposant que le compostage de déchets verts contribue pour un débit à peu près équivalent à celui du compostage de déchets ménagers, l'estimation du débit global pourrait se situer entre 20 000 et 25 000 uo/s, soit environ 30% à 40% de celui que nous avons estimé par traçage sur le terrain.

Plusieurs explications peuvent être avancées pour tenter de justifier une telle différence.

- L'explication la plus logique est de considérer simplement que les deux méthodes sont tout à fait différentes et ne fournissent en aucun cas des valeurs d'unités-odeur qui puissent être comparées. Ceci n'empêche néanmoins pas de tenter *a posteriori* de confronter les deux méthodes dans une optique de sélection de la technique adéquate pour un cas de figure donné.
- En ce qui concerne les andains de compost, la méthode d'échantillonnage par chambre de flux dynamique entraîne très probablement une large sous-estimation du flux d'odeur. Ceci semble en effet confirmé par les impressions des opérateurs, qui perçoivent plus souvent l'odeur du compost que l'odeur du sécheur. Par exemple admettre un facteur 5 d'erreur sur l'estimation du flux d'odeur émanant du compost serait tout à fait vraisemblable, et conduirait à des valeurs de débit très proches de celles estimées par traçage.
- L'odeur mesurée par olfactométrie sur base d'échantillons ne prend pas en compte les odeurs diffuses et fugitives, qui, bien que moins présentes sur le site de Tenneville que sur d'autres centres d'enfouissement technique, restent quand même non négligeables.
- Les résultats du rétro-calcul par Tropos et son paramétrage peuvent éventuellement être remis en question. Des études ultérieures de validation demeurent indispensables. En tout état de cause, les chiffres de débits avancés dans cette étude restent tout à fait pertinents pour une comparaison relative des sites ou des périodes, puisque c'est exactement la même méthode qui a été utilisée depuis le début des campagnes d'odeur sur les CET.

Sur base du débit moyen d'émission de 126 982 uo/s, 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 le percentile 98 relatif à la limite de perception (1 uo/m^3) de l'odeur de déchets du CET (figure 18). Rappelons qu'à l'extérieur de cette zone, l'odeur n'est perçue que pendant moins de 2% du temps (ou moins de 175 heures sur l'année).

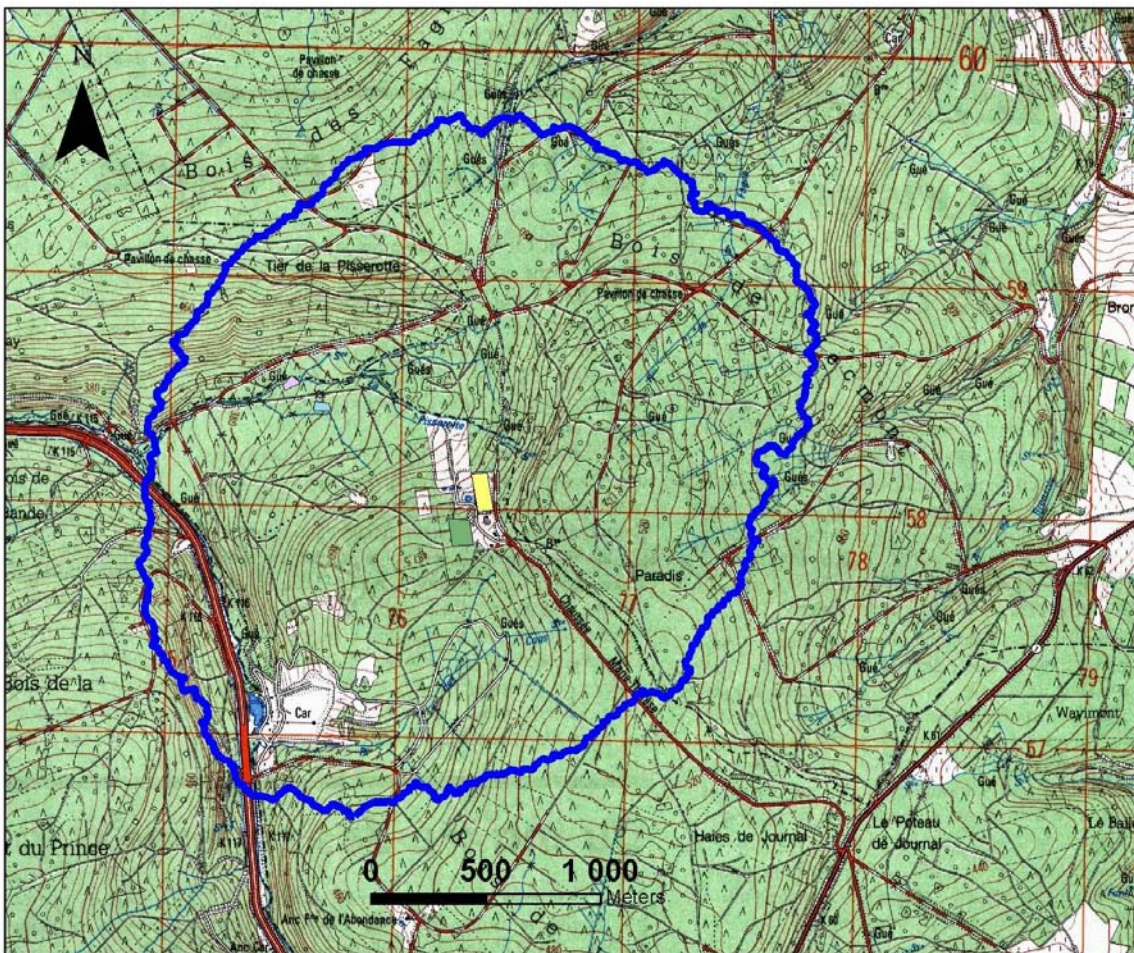


Figure 18 : Percentile 98 correspondant à 1 uo/m^3 et au climat annuel moyen

Si nous considérons que ce 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 3200 m et le petit axe 2600 m. Globalement, donc, le percentile s'étend jusqu'à une distance maximum d'environ 1800 m à partir de la source, soit une distance pratiquement moitié moindre que celle constatée en 2004, lorsque le retournement des andains était encore d'actualité, et ce, en dépit de l'apport des nouvelles sources, comme le sécheur de boues.

Heureusement, il n'y a aucun riverain dans cette zone essentiellement boisée, ce que la figure 19, montrant le même percentile sur une photo aérienne, met encore mieux en évidence.

On peut juste constater que, dans sa partie sud-ouest, cette zone englobe une portion de la Nationale 4. Un éventuel risque pourrait donc être que l'odeur soit perçue par les automobilistes passant sur cette route très fréquentée. Un tel risque s'est vérifié à Habay, où le centre de compostage est situé à proximité immédiate de l'autoroute E411.

De manière générale, les distances de nuisance ainsi estimées correspondent assez bien aux impressions ressenties pendant la campagne de mesure.



Figure 20 : Percentile 98 à 1 uo/m³ représenté sur une photographie aérienne.

Influence du relief

Comme le relief des environs du CET de Tenneville est particulièrement perturbé, il serait possible que les résultats précédents, basés sur des ajustements réalisés à partir d'un modèle 2D ne soient pas représentatifs de la réalité. Nous avons donc simulé le panache avec le module 3D "Flowstar" d'ADMS4, dans lequel nous avons introduit la topographie du site et des environs. Nous avons choisi des conditions typiques de juin 2007 à Tenneville, avec des vents du sud-ouest de vitesse moyenne 2 m/s, une couverture nuageuse de 4/8 et un débit d'odeur de 127 000 uo/s dans une source supposée ponctuelle.

La figure 21 montre, sur un fond de carte, la forme du panache correspondant à 1 uo/m^3 calculé respectivement avec ADMS, en tenant compte du relief (surface en bleu, A) et avec Tropos, qui ne tient pas compte du relief (trait rouge, B).

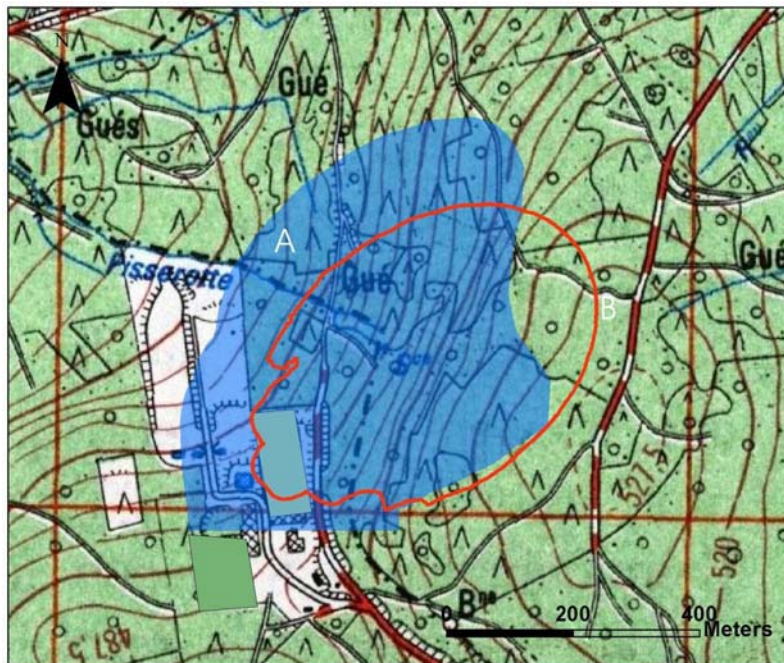


Figure 21 : Panaches correspondant à 1 uo/m^3 pour un débit d'odeur de 127 000 uo/s ,un vent du SO, calculés respectivement avec le logiciel ADMS avec relief (A) et avec Tropos, qui ne tient pas compte du relief (B).

Il est assez rassurant, dans le cas présent, de constater que, si l'on considère comme "vérité" le résultat d'ADMS avec relief (A), le panache calculé par Tropos (B), sans prise en compte du relief, ne s'en éloigne pas trop. Sa pointe devrait être un peu aplatie, mais sa taille est représentative.

A quoi est due cette forme aplatie du panache 3D ? Quand elle est projetée sur l'image du relief en perspective (figure 22), on voit clairement que le panache semble "freiné" par une butte et aurait tendance à la contourner en se séparant en deux parties pour passer de chaque côté. Comme nous l'avons cependant déjà montré dans plusieurs études précédentes, si le panache à 1 uo/m^3 devait se prolonger au-delà de cette butte, sa forme d'ellipse se reconstituerait et sa projection sur une carte en deux dimensions aurait une forme assez proche de celle obtenue par Tropos. Ceci montre une fois de plus que le calcul en 3 dimensions n'est pas tout à fait indispensable à ce type d'approche.

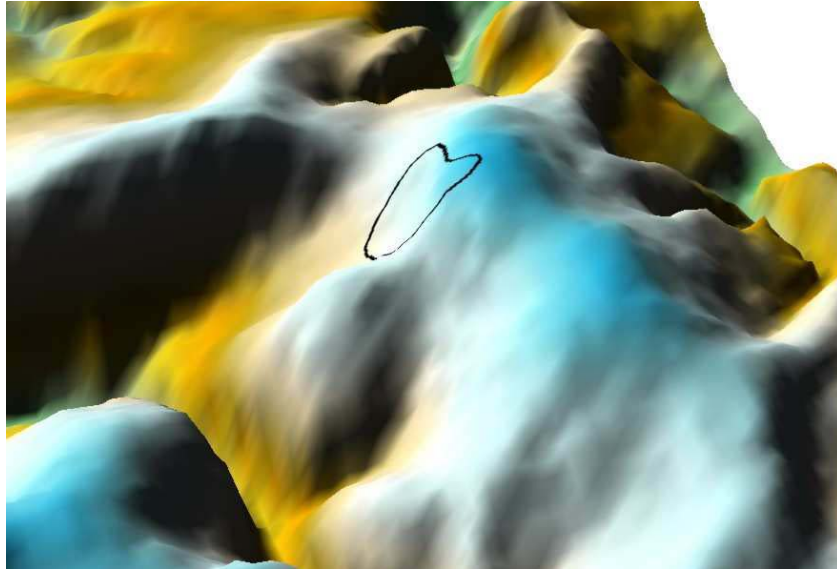


Figure 22 : Panache 3D de la figure précédente projeté sur le relief de l'environnement du site.

Conclusions

L'entreprise de traitement des déchets de Tenneville comporte plusieurs sources d'odeur différentes. Dans l'ordre d'importance de leur débit, il semble que l'on peut les classer de la manière suivante: hall de compostage de déchets ménagers > sécheur de boues de station d'épuration > dalle de compostage de déchets verts > centre d'enfouissement technique.

Le débit global estimé, de l'ordre de 127 000 uo/s est sensiblement plus faible que celui qui avait été mesuré en 2004, lorsque le retournement des andains était encore d'actualité. Il est très proche de la valeur mesurée en 2004 pour le compost au repos. Ceci tendrait à montrer que ni l'aération par dalle aéralique, ni le sécheur de boues ne semblent produire une odeur significativement plus élevée qu'un tas de compost non aéré au repos.

Ces résultats sont par ailleurs confirmés par le petit nombre de plaintes des riverains, sauf exceptionnellement en ce qui concerne l'odeur du compost vert, ce qui est effectivement corroboré par nos observations de terrain. S'il fallait agir au niveau des odeurs de Tenneville, c'est peut-être l'aération des andains de compost vert qui devrait être améliorée. Bien que moins agressive que les odeurs des autres sources, elle peut être dérangeante lorsqu'elle est perçue seule.

En ce qui concerne la méthodologie employée dans nos études, les résultats de Tenneville montrent que les méthodes d'évaluation des débits d'odeurs doivent encore être affinées pour être rendues comparables entre elles, mais que les résultats obtenus jusqu'à présent restent tout à fait exploitables et pertinents dans le cadre d'études de comparaison de sites ou d'évolution temporelle de l'odeur d'un même site.

Bibliographie

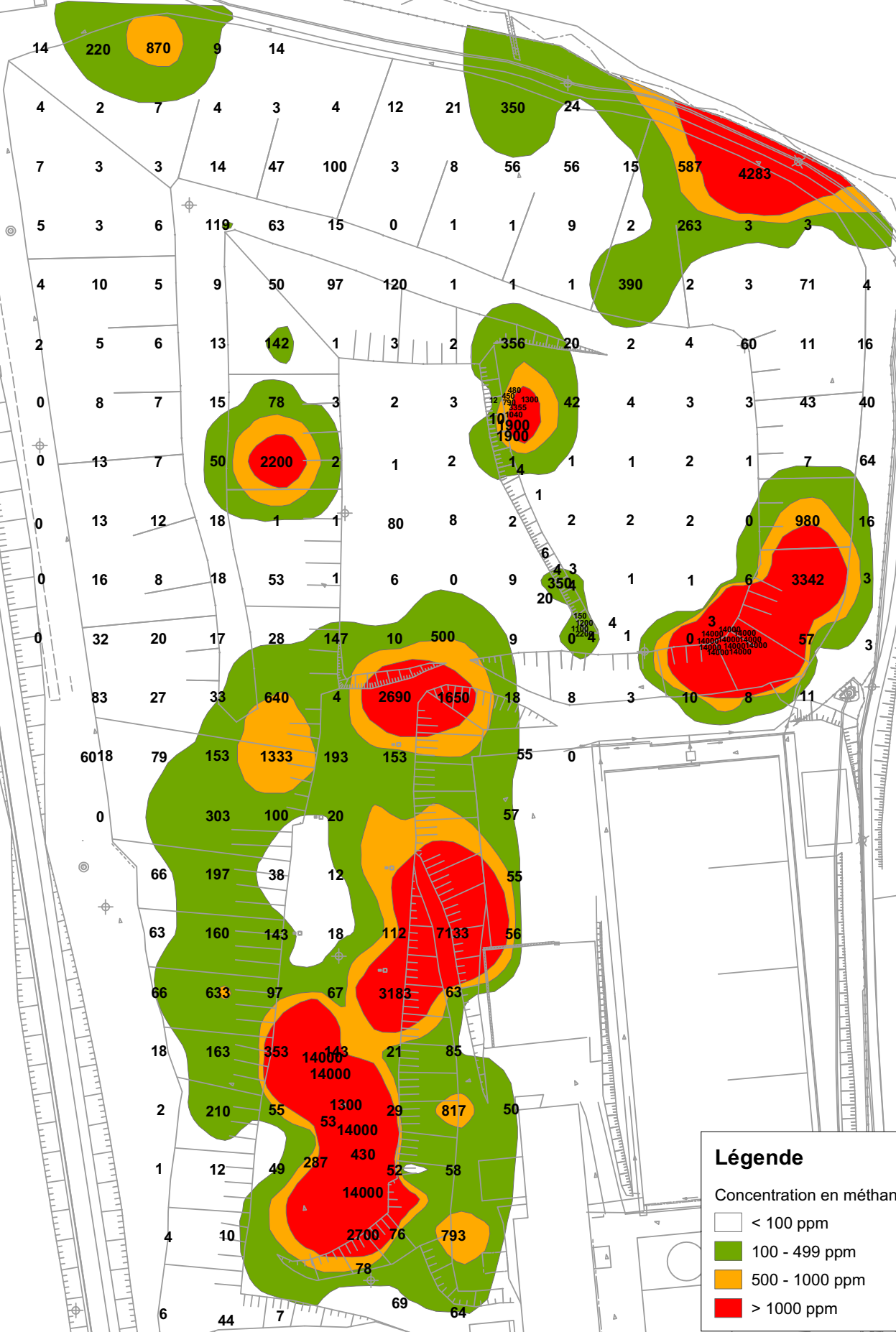
[1] NICOLAS, J. (7 Février 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Mont-Saint-Guibert. - Mise au point d'une méthode d'estimation des nuisances.*

[2] NICOLAS, J., PEREZ, E. (18 Avril 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET d'Hallembaye – Estimation des nuisances olfactives et ajustement de la méthodologie.*

[3] NICOLAS, J., CHAPLAIN, A.S. (12 Août 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ de Beaumont" à Monceau-sur-Sambre – Estimation des nuisances olfactives.*

- [4] NICOLAS, J., CHAPLAIN, A.S. (17 Octobre 2002) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET "Cour au bois" à Braine-le-Château – Estimation des nuisances olfactives et suggestion d'une méthode simplifiée.*
- [5] NICOLAS, J., CRAFFE, F. (10 Juin 2003) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ des 7 ânes" à Froidchapelle – Estimation des nuisances olfactives et évaluation des erreurs de la méthode.*
- [6] NICOLAS, J., CRAFFE, F. (7 Novembre 2003) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET réhabilité de Belderbusch (Montzen) – Enquête sur les nuisances olfactives.*
- [7] NICOLAS, J., DENNE, P. (Juin 2004) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ de Beaumont" à Monceau-sur-Sambre - Estimation des nuisances olfactives*
- [8] NICOLAS, J., DENNE, P., OTTE, B. (Septembre 2004) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET "Cour-au-Bois" à Braine-le-Château - Estimation des nuisances olfactives*
- [9] NICOLAS, J., DENNE, P., OTTE, B. (Octobre 2004) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Happe-Chapois - Estimation des nuisances olfactives*
- [10] NICOLAS, J., DENNE, P., OTTE, B. (Janvier 2005) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET et la zone de compostage de Tenneville - Estimation des nuisances olfactives*
- [11] NICOLAS, J., OTTE, B., DENNE, P. (Juin 2005) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET de Mont-Saint-Guibert. Estimation des nuisances olfactives.*
- [12] NICOLAS, J., DENNE, P., COBUT, P. (Novembre 2005) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET et la zone de compostage de Habay. Estimation des nuisances olfactives.*
- [13] NICOLAS, J., DENNE, P., COBUT, P. (Avril 2006) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET de Happe-Chapois. - Estimation des nuisances olfactives*
- [14] NICOLAS, J., DENNE, P., HANSON, A. (Octobre 2006) *Seconde campagne de mesure des odeurs sur le CET de Hallembaye - Estimation des nuisances olfactives – Etude de l'influence du relief sur la propagation des odeurs.*
- [15] NICOLAS, J., DENNE, P., ROMAIN, A.C., DELVA, J. (Février 2007) *Campagne de mesure des odeurs sur le CET de Malvoisin. - Estimation des nuisances olfactives*
- [16] NICOLAS, J., DELVA, J., DENNE, P., ROMAIN, A.C.. (Octobre 2007) *Troisième campagne de mesure des odeurs sur le CET "Cour-au-Bois" à Braine-le-Château. Estimation des nuisances olfactives*
- [17] NICOLAS, J., THOMAS, J.F., DELVA, J., ROMAIN, A.C.. (Juin 2008) *Troisième campagne de mesure des odeurs sur le CET "Champ de Beaumont" à Monceau-sur-Sambre. Estimation des nuisances olfactives*

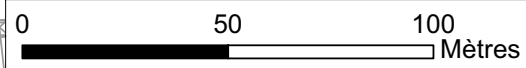
Plan 1 : Emissions surfaciques casiers 1 et 2 – décembre 2004
(source : fond de plan IDELUX)



Légende

Concentration en méthane - 2004

- < 100 ppm
- 100 - 499 ppm
- 500 - 1000 ppm
- > 1000 ppm



Institut Scientifique de Service Public
Surveillance de l'Environnement
Cellule Déchets & Sites à Risques

ISSeP

Dressé par : H. LEYBAERT
Date : 08/12/2009 Num dossier : 2896/2009

Vérifié par : A. KHEFFI
Version : 2.0

ISSeP, rue du Chéra, 200 B-4000 Liège Tél : 04/229 83 11 - Fax : 04/252 46 65

DPC - Réseau de Contrôle des C.E.T.
C.E.T. de Tenneville
Emissions surfaciques 2004 - Casiers 1&2

Sources de l'information : Fond de plan IDELUX

Plan n° 1

Plan 2 : Emissions surfaciques casiers 1 et 2 – mai 2007

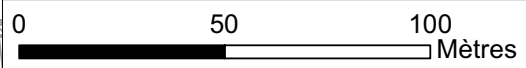
(source : fond de plan IDELUX)



Légende

Concentration en méthane - 2007

- < 100 ppm
- 100 - 499 ppm
- 500 - 1000 ppm
- > 1000 ppm



Institut Scientifique de Service Public
Surveillance de l'Environnement
Cellule Déchets & Sites à Risques

DPC - Réseau de Contrôle des C.E.T.
C.E.T. de Teneville
Emissions surfaciques 2007 - Casiers 1&2

Sources de l'information : Fond de plan IDELUX

Plan n° 2

Dressé par : H. LEYBAERT Vérifié par : A. KHEFFI
Date : 06/07/2007 Num dossier : 2896/2009 Version : 2.0
ISSeP, rue du Chéra, 200 B-4000 Liège Tél : 04/229 83 11 - Fax : 04/252 46 65

Plan 3 : Emissions surfaciques casiers A et B – juin 2007

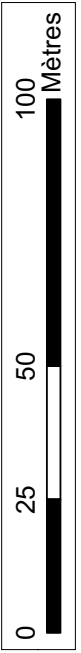
(source : fond de plan IDELUX)



Légende

Concentration en méthane 2007

- < 100 ppm
- 100 - 499 ppm
- 500 - 1000 ppm
- > 1000 ppm



Institut Scientifique de Service Public
 Surveillance de l'Environnement
 Cellule Déchets & Sites à Risques

DPC - Réseau de Contrôle des C.E.T.
C.E.T. de Tenneville
 Emissions surfaciques 2007 - Casiers A&B

Région Wallonne
 Vérifié par : A. KHEFFI
 Date : 10/10/2007 Num dossier : 2896/2009 Version : 2.0
 ISSeP, rue du Chem, 200 B-4000 Liège, Tél : 04/229 83 11 - Fax : 04/252 46 65

Source de l'information : Fichiers de plan IDELUX
Plan n° 3