

Liège, le

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

C.E.T. de Malvoisin

Deuxième campagne de contrôle (2007-2008)

Rapport 2597/2009

Ce rapport contient 34 pages et 3 annexes

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 Malvoisin

Deuxième campagne de contrôle (2007-2008)

Date	19/11/09
Maître d'ouvrage	Département de la Police et des Contrôles
Référence	2597/2009
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 antérieurs : campagne 2006	6
	2.2 Plaintes de riverains en 2007	7
	2.3 Travaux de réhabilitation en 2008	7
3	CAMPAGNE 2007 : QUALITÉ DE L' AIR	8
	3.1 Méthodologie	8
	3.2 Stratégie d'échantillonnage	8
	3.3 Matériel et méthode de mesures	9
	3.4 Résultats	9
	3.5 Discussion et interprétation	10
4	CAMPAGNE 2008 : QUALITÉ DE L' AIR ET NUISANCES OLFACTIVES	13
	4.1 Qualité de l'air	13
	4.1.1 Méthodologie	13
	4.1.2 Stratégie d'échantillonnage	13
	4.1.3 Matériel et méthode de mesures	14
	4.1.4 Résultats	15
	4.1.5 Discussion et interprétation	17
	A. Méthane	17
	B. Sulfure d'hydrogène	18
	C. Benzène	20
	D. Toluène	21
	E. Limonène	22
	4.2 Nuisances olfactives	23
	4.2.1 Méthodologie	24
	4.2.2 Résultats	25
	A. Vigies	25
	B. Participation	25
	C. Evolution temporelle	27
	D. Type d'odeur	28
	E. Roses d'odeur	29
	F. Roses de pollution	30

5	CONCLUSIONS	32
6	PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS	34
7	REMERCIEMENTS	34

Figures

Figure 1 : Qualité de l'air – Implantation de la station de mesure – campagne 2007	9
Figure 2 : Qualité de l'air – Rose des vents – campagne 2007	10
Figure 3 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène rose de pollution – campagne 2007	12
Figure 4 : Qualité de l'air – Implantation des stations de mesure – campagne 2008	14
Figure 5 : Qualité de l'air – Rose des vents – campagne 2008	16
Figure 6 : Qualité de l'air – méthane roses de pollution – campagne 2008	18
Figure 7 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène roses de pollution – campagne 2008	20
Figure 8 : Qualité de l'air – benzène roses de pollution – campagne 2008	21
Figure 9 : Qualité de l'air – toluène roses de pollution – campagne 2008	22
Figure 10 : Qualité de l'air – limonène roses de pollution – campagne 2008	23
Figure 11 : Nuisances olfactives – Répartition des riverains participants au système de vigies – campagne 2008	25
Figure 12 : Nuisances olfactives – Valeur d'intensité par zone période 07/04/08 au 31/05/08 – campagne 2008	26
Figure 13 : Nuisances olfactives – Valeur d'intensité par zone période 07/04/08 au 16/11/08 – campagne 2008	26
Figure 14 : Nuisances olfactives – Evolution temporelle de l'odeur pour tous les riverains – campagne 2008	27
Figure 15 : Nuisances olfactives – Répartition des choix des référents d'odeur – campagne 2008	28
Figure 16 : Nuisances olfactives – Roses d'odeur pour les 10 riverains pour toute la période d'observation – campagne 2008	29
Figure 17 : Nuisances olfactives – Evolution temporelle de la rose relative à l'H ₂ S station « quartier de la Barrière » – campagne 2008	30
Figure 18 : Vue du C.E.T. le 14 septembre 2009	33

Tableaux

Tableau 1 : Qualité de l'air – paramètres mesurés par la station de mesure – campagne 2007	9
Tableau 2 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène valeurs semi-horaires, quartier de la Barrière – campagne 2007	10
Tableau 3 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène épisodes de dépassement de la valeur de 7 µg/m ³ , quartier de la Barrière – campagne 2007	11
Tableau 4 : Qualité de l'air – paramètres mesurés par les stations de mesure – campagne 2008	15
Tableau 5 : Qualité de l'air – valeurs semi-horaires, quartier de la Barrière – campagne 2008	17
Tableau 6 : Qualité de l'air – valeurs semi-horaires, quartier des Virées – campagne 2008	17
Tableau 7 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène épisodes de dépassement de la valeur de 7 µg/m ³ – campagne 2008	19

Annexes

Annexe 1 : Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant – Rapports ISSeP 1444/2007	10 pages
Annexe 2 : Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant – Rapports ISSeP 2462/2008	28 pages
Annexe 3 : Analyse des relevés du réseau de vigies-odeur à Malvoisin – Rapport ULg – février 2009	22 pages

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 ; sa gestion en a été confiée à l'ISSeP. Initialement, 6 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 Malvoisin.

Chaque C.E.T. fait l'objet de campagnes de contrôle successives dans le temps. La première dresse un état des lieux du site à son introduction 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.

La première campagne sur le C.E.T. de Malvoisin a été réalisée en 2006 dès l'introduction du site dans le réseau, il s'agissait d'une campagne complète relative aux parties eau et air.

La campagne de 2007-2008 constitue la deuxième investigation réalisée par notre Institut sur le site, elle s'est focalisée sur la partie air et particulièrement les nuisances olfactives. En janvier 2008, le BEP-Environnement a cessé d'exploiter le C.E.T. et a décidé de procéder anticipativement à sa réhabilitation. Les mesures réalisées en 2008 ont permis de suivre les nuisances pouvant être générées par les travaux.

La première partie du rapport présente le contexte de la campagne et précise les stratégies d'échantillonnage adoptées.

2 CONTEXTE

2.1 Résultats antérieurs : campagne 2006

Seuls les résultats de la partie air de la campagne de 2006 sont synthétisés.

Emissions surfaciques

Pour la zone réhabilitée provisoirement au moment de l'étude, la campagne de 2006 avait permis de constater que l'étanchéité de la couverture provisoire ne suffisait pas à arrêter les flux de méthane en provenance des déchets sous-jacents. Le système de dégazage ne fonctionnant pas, le biogaz s'échappait de manière importante au travers de la couche d'argile mise en place en attendant une réhabilitation définitive. Par ailleurs le biogaz semblait s'échapper préférentiellement par les flancs. Cette migration horizontale semblait suggérer la présence d'un ou de plusieurs obstacles à la migration verticale des gaz (couches plus argileuses ou nappes perchées). Elle pouvait également être due à l'érosion de la couche argileuse sur les flancs rendant l'épaisseur de cette dernière insuffisante, et créant une voie d'échappement plus favorable pour les biogaz produits au sein du massif de déchets.

Quant à la zone en exploitation à ce moment, le dégazage y était également important. La majorité des concentrations moyennes mesurées sur la zone, surtout au centre, étaient supérieures à 1.000 ppm. Ces valeurs étaient supérieures à des zones exploitées sur d'autres C.E.T. du réseau lorsqu'un système de dégazage par le bas est mis en œuvre de manière efficace.

Nuisances olfactives

Suite aux campagnes menées par l'ULg, on pouvait tirer les conclusions suivantes :

- Malgré un débit d'odeur nettement plus faible que ce que l'on a pu calculer sur d'autres C.E.T., le site de Malvoisin générait des nuisances relativement importantes en raison de la présence de riverains à très faible distance.
- Une autre particularité de Malvoisin résidait dans le type d'odeur, dominée par l'influence du biogaz, alors que ce sont habituellement les déchets frais qui génèrent une « odeur de poubelle » lors de leur manipulation.
- Comme le montrait l'étude de la qualité de l'air, si les nuisances étaient bien réelles dans les quartiers « Barrière » et « Virées », il ne s'agissait en aucun cas d'un problème de santé. Les concentrations en polluants toxiques ou cancérigènes restaient nettement en deçà des normes de qualité d'air respirable sans risque.

Qualité de l'air

La qualité de l'air était influencée par le C.E.T. jusqu'à une distance relativement importante (plusieurs centaines de mètres). Contrairement à d'autres C.E.T., les traceurs de biodégradation (méthane, H₂S) étaient fréquemment mesurés en concentrations supérieures aux seuils olfactifs, et ce même jusque dans le fond du lotissement du quartier de la Barrière. Au contraire, les traceurs de déchets frais (pinène, limonène) n'étaient mesurés que localement, en concentration et fréquence plus faibles que sur la moyenne des autres C.E.T. du réseau.

C'est uniquement du point de vue des nuisances olfactives que les composés mesurés posaient un problème. Les concentrations mesurées n'atteignaient nullement des valeurs qui auraient posé un problème de santé publique.

2.2 Plaintes de riverains en 2007

Les résultats de la campagne de 2006 ont été présentés aux représentants du BEP-Environnement en février 2007. Lors de cette réunion, des représentants du DPC étaient présents.

Parmi les décisions prises en réunion, l'ISSeP s'était engagé à réagir en urgence par la réalisation d'une campagne FID et/ou la mise en place d'une station de mesure de la qualité de l'air si un problème d'odeur ou de dégazage important survenait.

Début avril 2007, Monsieur Praet recevait trois plaintes odeurs en dix jours. A la suite de ces plaintes, il a été décidé d'installer une station de mesure de la qualité de l'air au niveau du quartier de la Barrière. Cependant, la disponibilité de ces stations n'étant pas chose aisée (réservées pour d'autres campagnes), seul un analyseur H₂S a pu être installé chez un riverain. Etant donné les premiers résultats obtenus en 2006, ce paramètre devait être suffisant pour évaluer la situation.

Les résultats de cette seconde campagne sont présentés dans ce rapport.

2.3 Travaux de réhabilitation en 2008

Le BEP-Environnement a cessé d'exploiter le C.E.T. en janvier 2008 et a décidé de procéder anticipativement à sa réhabilitation définitive.

Les travaux de réhabilitation consistant en :

- Un reprofilage du site de manière à créer un dôme homogène avec des pentes favorables au ruissellement des eaux météoriques,
- La mise en place d'un capping de réhabilitation définitive,
- La réappropriation du réseau de dégazage existant et sa densification, de manière à assurer une parfaite reprise du biogaz produit,
- L'amélioration du réseau de dégazage périphérique,
- La mise en œuvre d'un réseau définitif de pompage et d'évacuation des lixiviats.

Les travaux de reprofilage pouvant générer des nuisances olfactives pour les riverains, l'exploitant a prévu :

- Une limitation de la durée de ces travaux de reprofilage au strict minimum,
- D'installer un dispositif d'éolage consistant à capter l'air pollué au niveau du sol et à le propulser en altitude où il se dilue dans l'air ambiant.

En accord avec le DPC, l'ISSeP a décidé d'instaurer un système de suivi des nuisances olfactives pouvant être générées par les travaux de réhabilitation. Ce suivi a consisté en l'installation de stations de mesure de la qualité de l'air, ainsi qu'en la mise en place d'un système de vigies autour du C.E.T.

Pour le système de vigies, l'Ulg a travaillé avec les riverains en leur demandant de remplir un questionnaire permettant de réaliser des observations régulières des nuisances olfactives potentielles.

Les travaux de réhabilitation définitive et leur suivi ont débuté en avril 2008 et se sont terminés en octobre 2009.

3 CAMPAGNE 2007 : QUALITÉ DE L'AIR

Cette partie de l'étude est systématiquement confiée à la « cellule qualité de l'air » de l'ISSEP. Le rapport complet de cette campagne, rédigé par Sébastien Fays, est fourni intégralement à l'annexe 1. Le texte de ce chapitre est un résumé de ces travaux.

3.1 Méthodologie

Par « qualité de l'air », on entend la concentration de différents polluants dans l'air ambiant, c'est-à-dire la conjonction de la pollution de fond et de la pollution résultant des émissions d'un site dans son ensemble ou d'une installation en particulier.

Pour cette campagne de mesures, il s'agissait de déterminer la pollution en sulfure d'hydrogène engendrée à proximité des habitations les plus proches du C.E.T.

Deux types de mesures complémentaires ont été réalisés au cours de cette campagne :

- Mesure instantanée en continu du sulfure d'hydrogène,
- Mesure en continu de paramètres météorologiques : direction et vitesse du vent, température, et degré d'humidité.

Outre la comparaison des valeurs moyennes mesurées à des normes internationales, la manière la plus parlante d'interpréter les résultats d'analyses collectés pendant la période de mesures est de représenter graphiquement les concentrations moyennes en fonction de la direction du vent, il s'agit des « roses de pollution ».

Une rose de pollution est une représentation, pour une station et un polluant donnés, de la concentration moyenne de ce polluant associée à chaque direction du vent. On calcule donc, pour chaque secteur géographique, la moyenne des valeurs mesurées pour une direction de vent correspondant à ce secteur. On obtient alors une répartition par secteur dont la longueur est proportionnelle à la concentration de la pollution arrivant au point de mesures lorsque le vent provient de la direction de ce secteur.

3.2 Stratégie d'échantillonnage

La station de mesure de la qualité de l'air a été installée au niveau du quartier de la Barrière, site également retenu lors de la campagne 2006 (point RMMA02). L'implantation de la station est présentée à la figure 1.

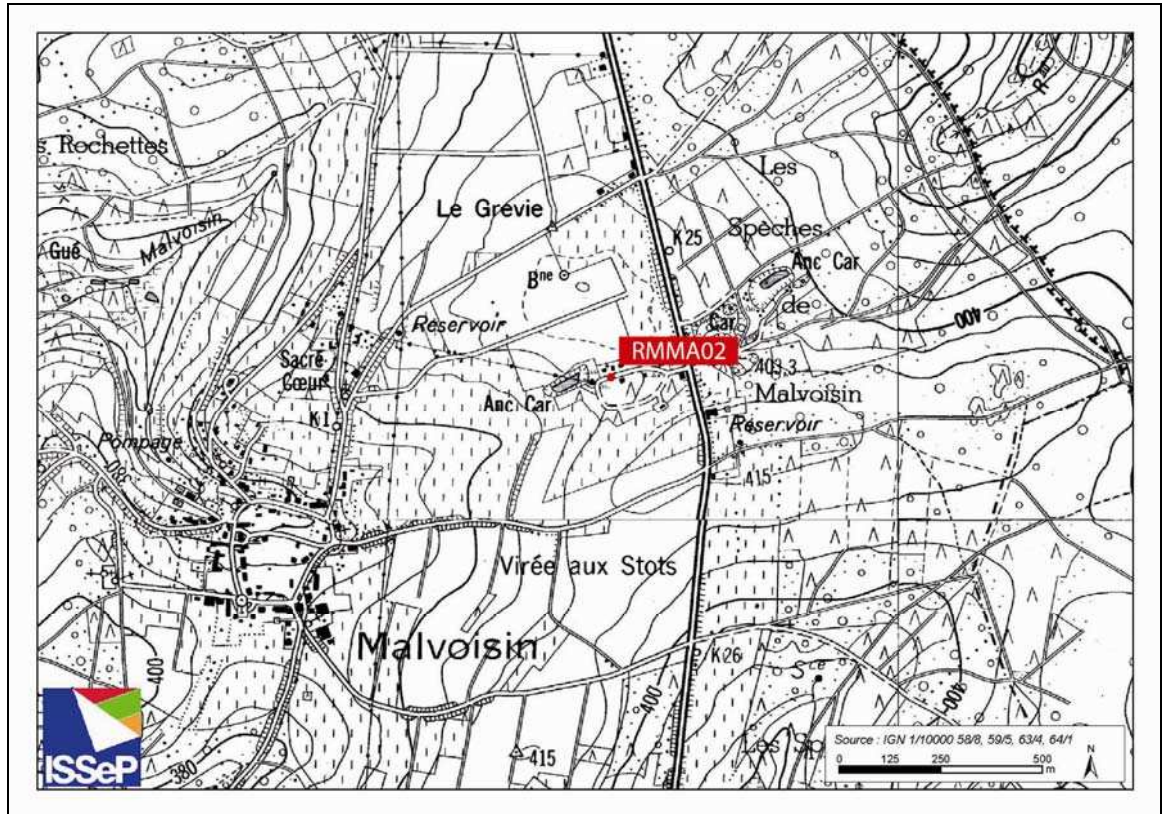


Figure 1 : Qualité de l'air – Implantation de la station de mesure – campagne 2007

3.3 Matériel et méthode de mesures

Les stations de mesures de l'ISSeP se présentent sous la forme d'une remorque et sont raccordées au réseau électrique. L'air échantillonné est prélevé par les analyseurs via une prise d'air située à 2 mètres du sol. Ce prélèvement est réalisé à pression atmosphérique et l'humidité excessive éventuelle est éliminée par passage dans un condenseur à effet Peltier. Tous les tuyaux sont en téflon et les raccords sont en inox, afin de minimiser les possibilités d'adsorption des polluants sur les parois. Un étalonnage et un contrôle des paramètres des analyseurs sont régulièrement effectués. Chaque station de mesures possède un système d'acquisition raccordé, par liaison série, aux différents analyseurs. Il réalise une lecture des canaux de mesures toutes les 5 secondes et calcule des moyennes semi-horaires.

Le tableau 1 ci-dessous résume les paramètres mesurés par la cabine de l'ISSeP.

Tableau 1 : Qualité de l'air – paramètres mesurés par la station de mesure – campagne 2007

Station	Situation	Polluants mesurés en continu et en temps réel	Paramètres météorologiques
RMMA02	11, rue de la Barrière, 5575 MALVOISIN Coordonnées Lambert: X= 0193326 Y= 0078494	H ₂ S	Direction du vent Vitesse du vent Température Humidité

3.4 Résultats

Les données validées ont été enregistrées du 29 avril 2007 au 13 juin 2007. Celles-ci renseignent que les vents ont soufflé principalement du secteur nord-est (environ 39 % du temps). Ensuite, les vents les plus fréquents ont été ceux du sud-ouest (environ 38 % du temps) qui est la direction des vents dominants pour la région, du nord-ouest (environ 14 % du temps)

et finalement du sud-est (environ 9 % du temps). La rose des vents calculée pour cette période est présentée à la figure 2.

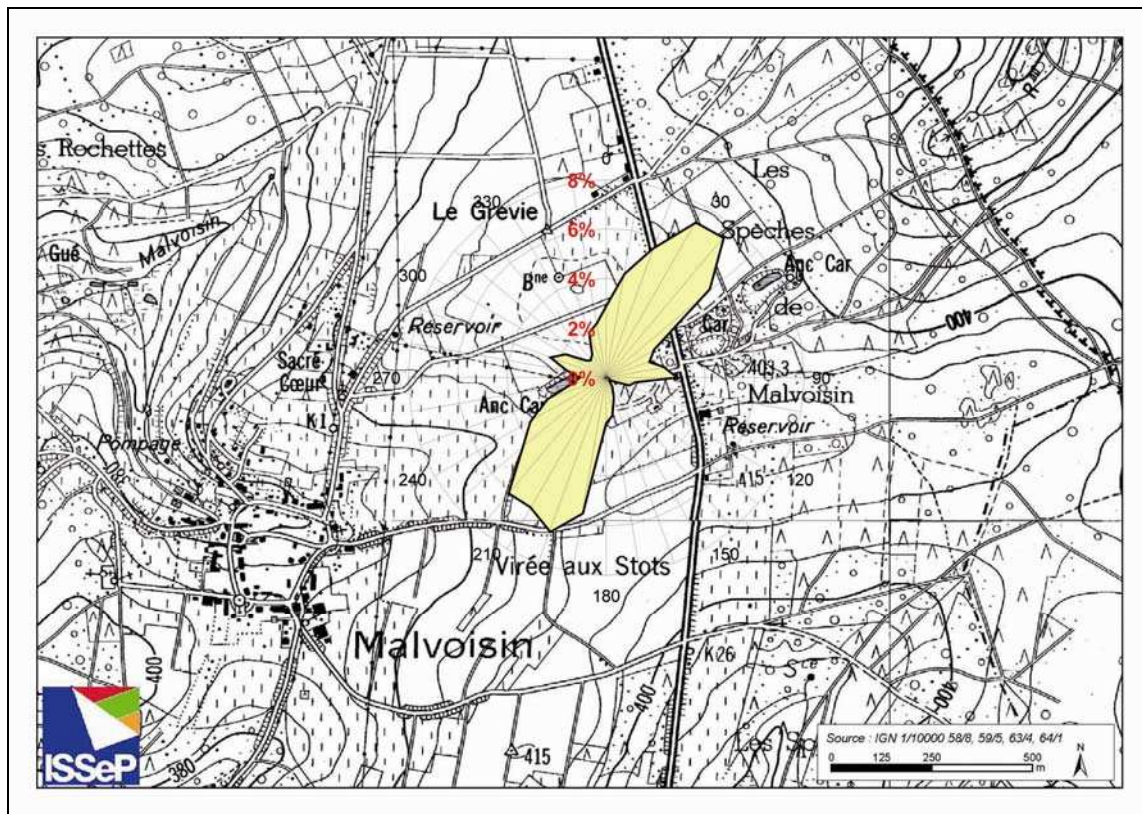


Figure 2 : Qualité de l'air – Rose des vents – campagne 2007

Le tableau 2 reprend les valeurs semi-horaires moyennes, médianes, P95 et maximales calculées pour la station durant la période de mesures.

Tableau 2 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène valeurs semi-horaires, quartier de la Barrière – campagne 2007

	H ₂ S (µg/m ³)
Moyenne	2
Médiane	1
P95	3
Maximum	16
Nbre valeurs	2177

3.5 Discussion et interprétation

En ce qui concerne les problèmes de santé publique, les premiers effets du sulfure d'hydrogène (irritations oculaires) commencent à des concentrations de l'ordre de 15 mg/m³ et les premiers dommages sérieux ont lieu à des concentrations de 70 mg/m³. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande un facteur de sécurité égal à 100 par rapport aux premiers effets sur la santé et donne une valeur-guide de 150 µg/m³ (sur 24 h). Les valeurs obtenues au cours de cette étude sont largement inférieures à cette valeur-guide.

Dans la littérature scientifique, les valeurs citées pour le seuil de perception du sulfure d'hydrogène varient fortement suivant les sources. L'OMS recommande de ne pas dépasser les 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une demi-heure afin **d'éviter les problèmes de nuisances olfactives**.

C'est cette concentration de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ qui est retenue comme valeur guide par l'ISSEP, en gardant à l'esprit que certaines tranches de la population pourront percevoir le sulfure d'hydrogène à des teneurs plus faibles, alors que d'autres ne sentiront rien. Durant la campagne de mesures, cette valeur semi-horaire de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été dépassée 24 fois (contre 31 fois en 2006).

Le tableau 3 reprend les dates et heures des épisodes où la concentration en sulfure d'hydrogène a dépassé la valeur de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ citée par l'OMS. Les heures sont des heures GMT, ce qui signifie qu'il faut rajouter deux heures pour avoir l'heure locale.

Tableau 3 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène épisodes de dépassement de la valeur de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, quartier de la Barrière – campagne 2007

Date	Heure (GMT)
29/04/07	00h00 à 00h30
	02h30 à 03h00
	04h30 à 05h00
	17h30 à 18h00
	22h00 à 22h30
03/05/07	04h30 à 05h00
	21h30 à 22h30
	23h30 à 00h00
04/05/07	03h30 à 04h00
28/05/07	19h00 à 20h00
03/06/07	00h30 à 01h00
	01h30 à 02h30
	03h00 à 03h30
	04h00 à 04h30
04/06/07	01h00 à 01h30
07/06/07	20h00 à 20h30
08/06/07	00h00 à 01h00
10/06/07	19h30 à 20h30
	21h00 à 21h30

Il est intéressant de remarquer que ces dépassements sont pratiquement tous nocturnes.

La figure 3 reprend la rose de pollution en sulfure d'hydrogène.

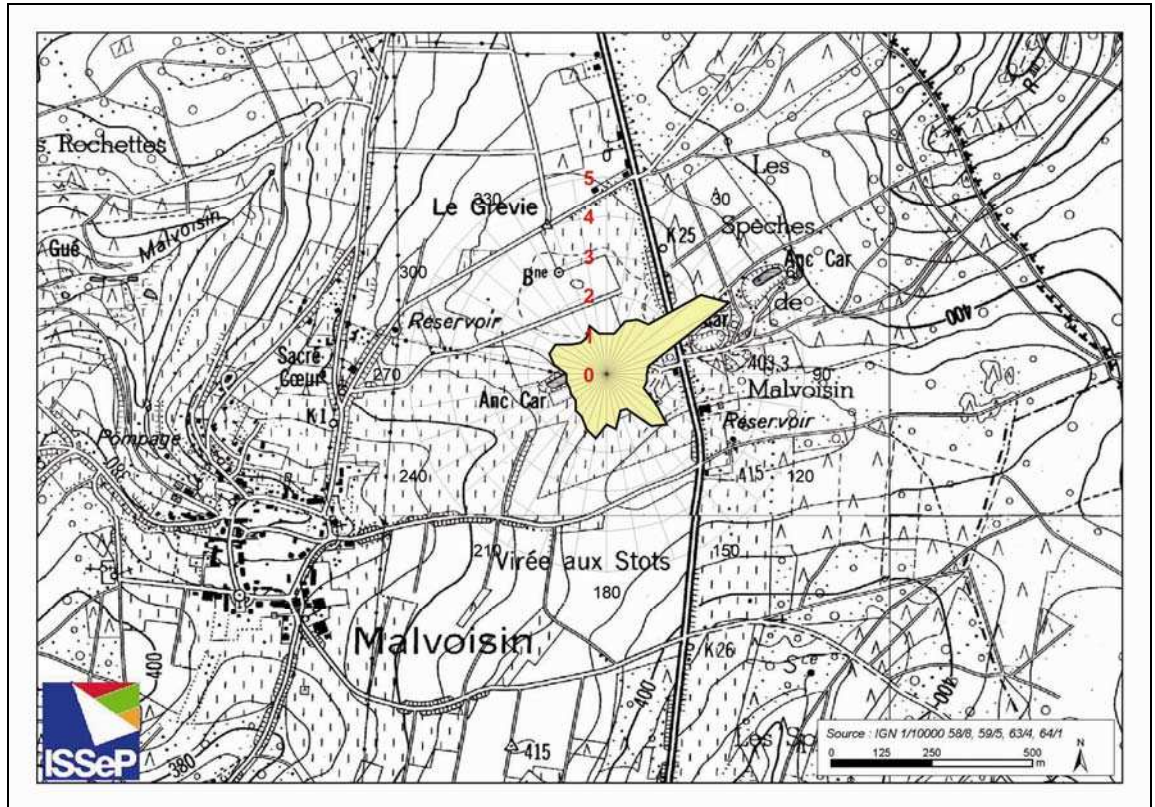


Figure 3 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène rose de pollution – campagne 2007

La rose de pollution montre un apport principal en direction du nord-est, en provenance du C.E.T.

Les résultats obtenus pour cette campagne de mesures sont très semblables à ceux obtenus lors de la campagne réalisée en 2006.

4 CAMPAGNE 2008 : QUALITÉ DE L'AIR ET NUISANCES OLFACTIVES

4.1 Qualité de l'air

Le rapport complet de cette campagne, rédigé par Sébastien Fays, est fourni intégralement à l'annexe 2. Le texte de ce chapitre est un résumé de ces travaux.

4.1.1 Méthodologie

Pour cette campagne de mesures, il s'agissait d'évaluer l'impact potentiel sur la qualité de l'air généré par les travaux de réhabilitation du C.E.T., à proximité des habitations les plus proches de celui-ci.

La méthode d'enquête appliquée est similaire à celle déjà utilisée précédemment par l'ISSEP lors d'études semblables réalisées autour de C.E.T. en Région wallonne dans le cadre de la même convention.

Pour un C.E.T., les paramètres suivants sont ordinairement utilisés comme traceurs de la pollution atmosphérique générée :

- le méthane (CH_4), qui est un excellent traceur de l'évolution de la biodégradation des déchets organiques enfouis, et par conséquent de l'activité du C.E.T. ;
- le sulfure d'hydrogène (H_2S), servant de traceur pour les odeurs ;
- les hydrocarbures aromatiques monocycliques légers (BTEX) et principalement le benzène et le toluène, importants pour l'analyse toxicologique ;
- le limonène ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$) et le pinène ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), traceurs de l'odeur des « déchets frais ».

En parallèle, des paramètres météorologiques sont mesurés en continu :

- la direction et la vitesse du vent ;
- la température et le degré d'humidité.

Outre la comparaison des valeurs moyennes mesurées à des normes internationales, la manière la plus parlante d'interpréter les résultats d'analyses collectés pendant la période de mesures est de représenter graphiquement les concentrations moyennes en fonction de la direction du vent, il s'agit des « roses de pollution ».

4.1.2 Stratégie d'échantillonnage

Pour cette étude, deux stations de mesures ont été installées. La première station a été placée au niveau du quartier de la Barrière, à 350 m environ au sud-ouest de la zone d'exploitation du C.E.T. Ce site avait également été retenu lors des campagnes 2006 et 2007 (point RMMA02). Le second laboratoire mobile a été placé au niveau du quartier des Virées, à 500 m approximativement au nord-ouest du C.E.T. (point RMMA03). La position exacte des emplacements de ces stations, prioritairement définie par rapport à des considérations environnementales, a également du tenir compte de contraintes matérielles, telles que l'espace disponible pour installer ces stations durant une longue période ou la possibilité de raccordement au réseau électrique. L'implantation des stations est présentée à la figure 4.

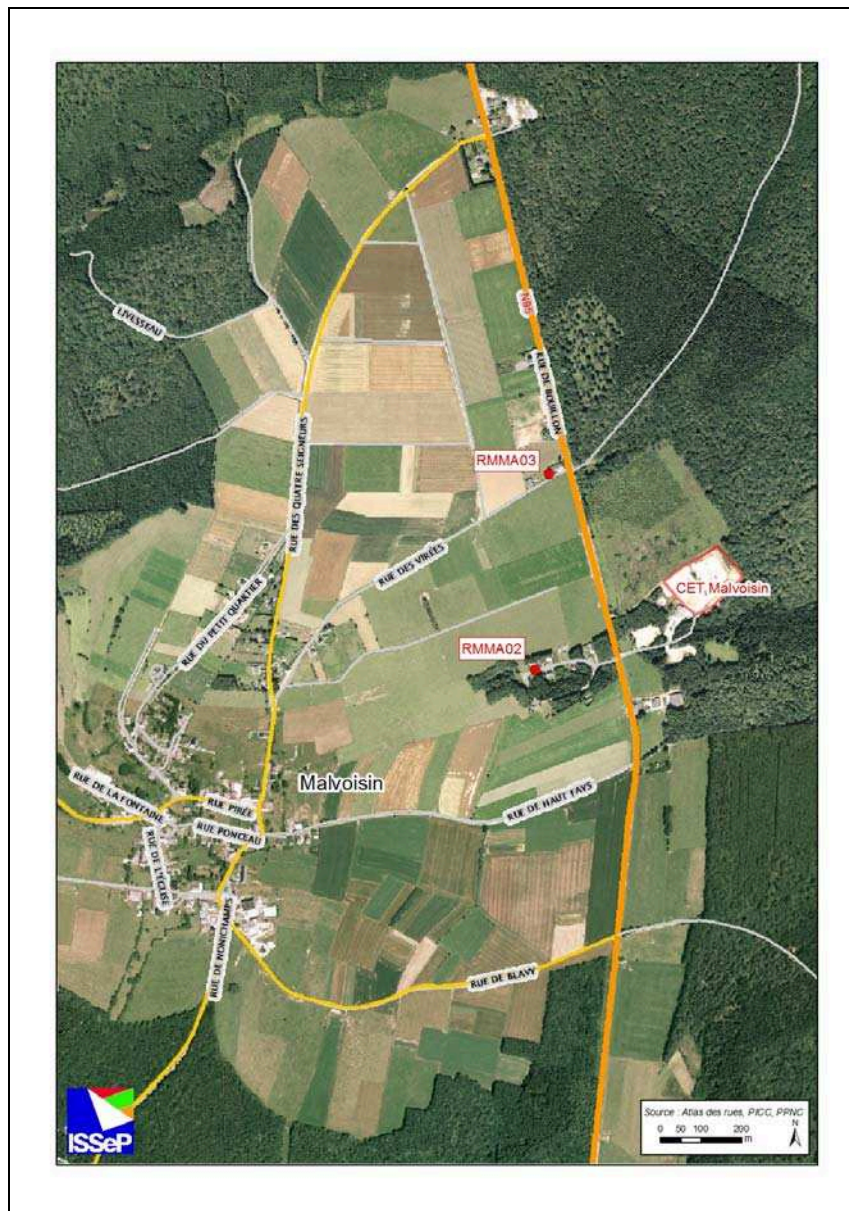


Figure 4 : Qualité de l'air – Implantation des stations de mesure – campagne 2008

4.1.3 Matériel et méthode de mesures

Les conditions d'échantillonnage et de contrôle des équipements sont identiques à celles de la campagne de 2007 (voir point 3.3).

Le tableau 4 ci-dessous résume les paramètres mesurés par les cabines de l'ISSEP.

Tableau 4 : Qualité de l'air – paramètres mesurés par les stations de mesure – campagne 2008

Station	Situation	Polluants mesurés en continu et en temps réel	Paramètres météorologiques
RMMA02	11, rue de la Barrière, 5575 MALVOISIN	CH ₄ H ₂ S BTEX LIMONENE A-PINENE	-
RMMA03	55A, rue des Virées, 5575 MALVOISIN	CH ₄ H ₂ S BTEX LIMONENE A-PINENE	Direction du vent Vitesse du vent Température Humidité

4.1.4 Résultats

Les données validées ont été enregistrées du 08 mai 2008 au 08 juillet 2008. Celles-ci renseignent que les vents ont soufflé principalement du secteur nord-ouest (environ 42 % du temps). Ensuite, les vents les plus fréquents ont été ceux du nord (environ 39 % du temps), du sud-est (environ 10 % du temps) et finalement du sud-ouest (environ 9 % du temps). La rose des vents calculée pour cette période est présentée à la figure 5.

La rose des vents montre clairement que lors de la période de mesures, les vents ont peu soufflés depuis le C.E.T. en direction des habitations.

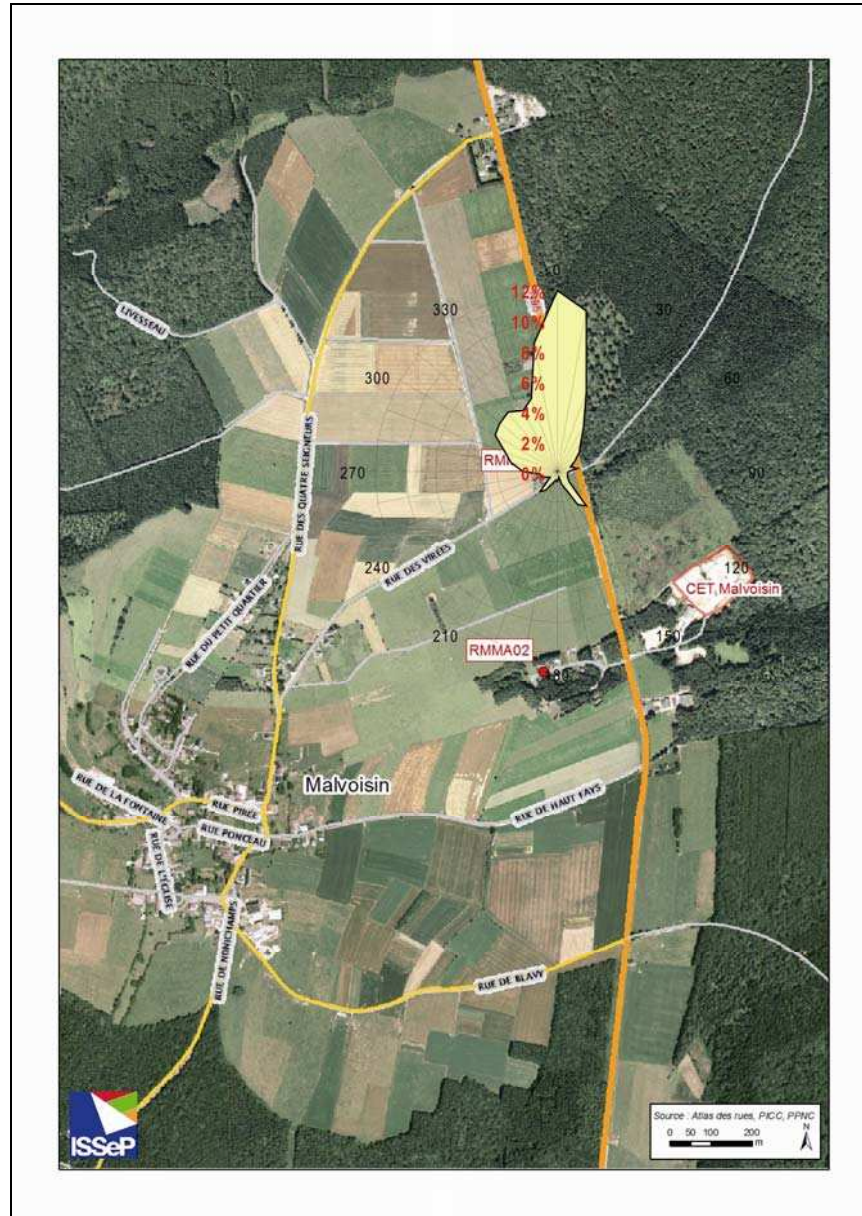


Figure 5 : Qualité de l'air – Rose des vents – campagne 2008

Le tableau 5 et le tableau 6 reprennent les valeurs semi-horaires moyennes, médianes, P95 et maximales calculées pour les stations durant la période de mesures.

Tableau 5 : Qualité de l'air – valeurs semi-horaires, quartier de la Barrière – campagne 2008

	CH ₄ (mg/m ³)	H ₂ S (µg/m ³)	Benzène (µg/m ³)	Toluène (µg/m ³)	Limonène (µg/m ³)
Moyenne	1,37	1	0,3	0,5	0,7
Médiane	1,33	1	0,2	0,4	0,1
P95	1,73	2	0,7	1,1	3,2
Maximum	8,34	26	6,2	6,4	6,7
Nbre valeurs	2464	2911	2840	2678	1639

Tableau 6 : Qualité de l'air – valeurs semi-horaires, quartier des Virées – campagne 2008

	CH ₄ (mg/m ³)	H ₂ S (µg/m ³)	Benzène (µg/m ³)	Toluène (µg/m ³)	Limonène (µg/m ³)
Moyenne	1,31	1	1,9	2,0	1,6
Médiane	1,16	1	1,3	2,0	1,3
P95	1,82	2	4,7	3,1	3,3
Maximum	12,23	34	44,6	44,1	4,9
Nbre valeurs	2328	2918	2822	2755	871

4.1.5 Discussion et interprétation

A. Méthane

La pollution de fond en méthane dans un environnement exempt de sources importantes se situe aux alentours de 1,35 mg/m³. Les concentrations en méthane mesurées sur les deux sites ont été supérieures à cette valeur de 1,35 mg/m³ pendant respectivement :

- 34 % du temps au niveau de la station « quartier de la Barrière »,
- 11 % du temps pour la station « quartier des Virées ».

Les concentrations sont légèrement plus élevées la nuit, en début de journée, ainsi qu'en soirée.

La figure 6 reprend les roses de pollution en méthane.

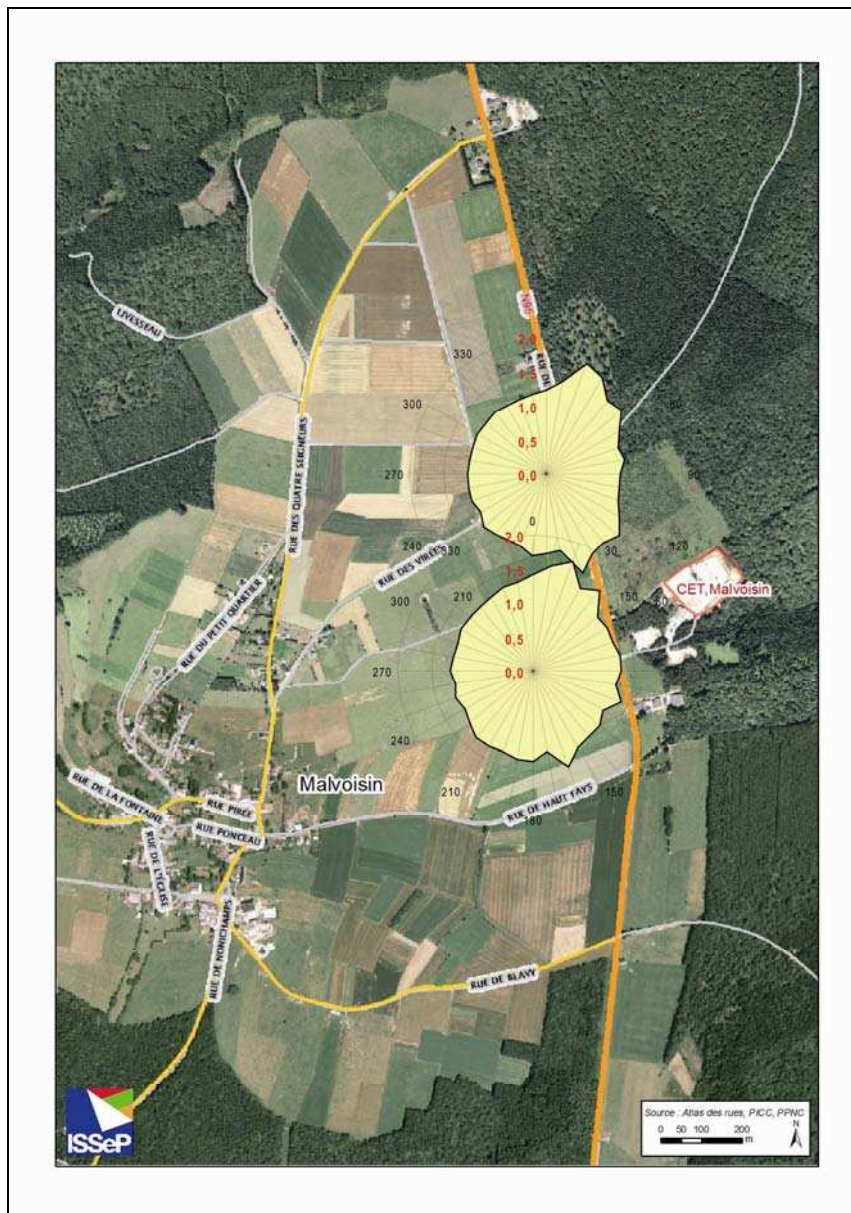


Figure 6 : Qualité de l'air – méthane roses de pollution – campagne 2008

Les deux roses ne montrent pas d'apport clair en provenance du C.E.T., mais elles ont plutôt tendance à montrer un apport légèrement plus important en provenance de deux directions opposées : le nord-est et le sud-est.

B. Sulfure d'hydrogène

Dans la littérature scientifique, les valeurs citées pour le seuil de perception du sulfure d'hydrogène varient fortement suivant les sources. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande de ne pas dépasser les $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une demi-heure afin d'éviter les problèmes de nuisances olfactives.

Notre choix s'est porté sur cette valeur de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en gardant à l'esprit que certaines tranches de la population pourront percevoir le sulfure d'hydrogène à des teneurs plus faibles, alors que d'autres ne sentiront rien. Durant la campagne de mesures, cette valeur semi-horaire de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été dépassée 35 fois pour la station « quartier de la Barrière » et 41 fois pour la station « quartier des Virées ».

Le tableau 7 reprend les dates et heures des épisodes où la concentration en sulfure d'hydrogène a dépassé la valeur de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ citée par l'OMS. Les heures sont des heures GMT, ce qui signifie qu'il faut rajouter deux heures pour avoir l'heure locale.

Tableau 7 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène épisodes de dépassement de la valeur de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – campagne 2008

Quartier de la Barrière		Quartier des Virées	
Date	Heure (GMT)	Date	Heure (GMT)
12/05/08	01h30 à 03h30	21/05/08	02h30 à 04h30
13/05/08	05h30 à 06h00		21h30 à 22h00
15/05/08	00h30 à 01h00	22/05/08	19h00 à 24h00
21/05/08	00h30 à 01h30	23/05/08	00h00 à 03h00
25/05/08	23h00 à 23h30	25/05/08	19h30 à 20h30
28/05/08	23h00 à 23h30	28/05/08	19h00 à 19h30
29/05/08	00h00 à 00h30		22h00 à 23h30
02/06/08	01h00 à 02h00	01/06/08	23h00 à 24h00
09/06/08	21h30 à 24h00	14/06/08	20h00 à 21h00
10/06/08	00h00 à 02h00	16/06/08	03h30 à 04h00
17/06/08	00h30 à 01h00	24/06/08	23h30 à 24h00
	01h30 à 02h00	25/06/08	00h00 à 01h30
	03h00 à 05h30		02h00 à 02h30
23/06/08	20h00 à 20h30	04/07/08	22h30 à 24h00
24/06/08	04h00 à 04h30	05/07/08	00h00 à 00h30
	20h00 à 21h30		
	23h00 à 23h30		

Les dépassements sont généralement nocturnes.

La figure 7 reprend la rose de pollution en sulfure d'hydrogène.



Figure 7 : Qualité de l'air – sulfure d'hydrogène roses de pollution – campagne 2008

Les roses de pollution montrent un apport principal en provenance du nord-est, qui est apparemment indépendant de l'activité du C.E.T.

C. Benzène

Les concentrations en benzène mesurées à la station « quartier des Virées » sont supérieures à celles mesurées à la station « quartier de la Barrière », ce qui pourrait s'expliquer par sa plus grande proximité avec le principal axe routier de la région (N95).

Au niveau européen, la directive européenne 2000/69/CE, transcrite en Arrêté du Gouvernement wallon le 05 décembre 2002, définit la norme pour le benzène. Cette directive permet une marge de dépassement par rapport à la valeur limite à respecter en janvier 2010. La marge de dépassement initiale est de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diminuant le premier janvier 2006 et ensuite tous les 12 mois de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour atteindre la valeur limite au premier janvier 2010.

Si le respect formel de la valeur limite de cette directive ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire permettrait néanmoins de conclure que ces valeurs sont très faibles et inférieures à la valeur limite actuelle de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et même à la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ applicable en 2010. Pour l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le benzène étant cancérigène, il n'y a pas de concentration en dessous de laquelle il n'y a aucun risque.

La figure 8 reprend les roses de pollution en benzène.



Figure 8 : Qualité de l'air – benzène roses de pollution – campagne 2008

Les deux roses ne mettent pas en évidence un apport privilégié pour ce polluant.

D. Toluène

Ce composé est moins toxique que le benzène. Si on se réfère aux valeurs admissibles en hygiène industrielle, sa toxicité est environ 60 fois moindre. Toutes les valeurs mesurées au cours de cette campagne sont inférieures aux valeurs-guides de l'OMS.

La figure 9 reprend les roses de pollution en toluène.



Figure 9 : Qualité de l'air – toluène roses de pollution – campagne 2008

Les deux roses ne montrent pas d'apport clair en provenance de la zone d'exploitation du C.E.T.

E. Limonène

L'American Industrial Hygiene Association fixe le seuil de perception du limonène à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Durant la campagne de mesures, ce seuil n'a pas été dépassé.

La figure 10 reprend les roses de pollution en limonène.



Figure 10 : Qualité de l'air – limonène roses de pollution – campagne 2008

Les deux roses montrent des apports divers, mais ne permettent pas de mettre clairement en évidence un apport en limonène en provenance de la zone d'exploitation du C.E.T.

4.2 Nuisances olfactives

L'étude des nuisances olfactives générées par la réhabilitation du C.E.T. de Malvoisin a intégralement été confiée à l'Université de Liège, département des Sciences et de Gestion de l'Environnement (Unité « surveillance de l'environnement » du Professeur Nicolas). Celle-ci a eu lieu entre le 7 avril 2008 et le 16 novembre 2008.

Le rapport complet de cette étude est fourni intégralement en annexe 3. Un résumé des principaux résultats et de leur interprétation est repris dans le présent rapport.

4.2.1 Méthodologie

L'étude des nuisances olfactives s'est basée sur la méthode des riverains-vigies.

Cette méthode consiste à réaliser un suivi régulier de l'odeur perçue aux alentours d'un site durant une période donnée grâce aux perceptions d'un réseau de riverains répondant à un questionnaire.

Cette méthode présente plusieurs avantages :

- Elle implique directement les riverains, qui se sentent alors concernés par l'étude et qui tentent eux-mêmes d'objectiver la nuisance olfactive.
- Elle permet un suivi régulier (dans le cas présent, trois jours par semaine), contrairement à une technique d'analyse ponctuelle qui n'est représentative que d'un moment donné.
- Par rapport à une enquête « one-shot », les réponses au questionnaire permettent donc d'apprécier la dynamique de la perception, alors qu'une enquête ne fournirait qu'une appréciation globale de la nuisance.
- Si le nombre de vigies est suffisamment grand, elle permet également une bonne couverture spatiale de la perception d'odeur.

Un questionnaire a été envoyé aux riverains qui avaient manifesté leur intérêt pour participer au système de vigies.

Une feuille devait être renvoyée chaque semaine à l'ULg, par l'intermédiaire d'une personne qui a bien voulu servir de "boîte-aux-lettres" pour l'ensemble des riverains.

L'objectif étant, au minimum, d'estimer la nuisance olfactive trois jours par semaine, à raison de deux mesures par jour. Les jours préférés sont les lundi, mercredi et samedi et les heures préférées sont entre 7h et 10h pour la période du matin et entre 18h et 21h pour la période du soir. Néanmoins, les riverains sont libres d'indiquer des observations pour d'autres jours de la semaine s'ils le désirent ou si un évènement particulier se produit.

Les questions portent sur l'intensité de l'odeur, sur base de l'échelle à 6 niveaux suivante : pas d'odeur, imperceptible, faible, forte, très forte, insupportable.

Si une odeur est perçue, la vigie doit en indiquer la tonalité, sur base des référents suivants : poubelle, gaz, œuf pourri, égout, élevage, indéfinissable ou autre.

Le riverain doit aussi indiquer s'il est enrhumé et doit fournir des informations sur l'aspect du ciel : ciel dégagé et bleu, quelques nuages, beaucoup de nuages, ciel couvert, ainsi que sur l'occurrence de pluie ou de brouillard.

Chaque personne doit indiquer ses coordonnées et peut formuler quelques remarques libres.

Outre une analyse finale des données a posteriori, le suivi avait comme objet de détecter de manière plus réactive d'éventuels pics d'odeur consécutifs à une opération particulière, voire une anomalie dans le processus de réhabilitation. Le groupe de l'ULg, ainsi que certaines personnes de l'ISSeP et du DPC se sont également rendus plusieurs fois sur le terrain. Les différents intervenants (ULg, ISSeP, DPC, exploitants, riverains) se sont mis d'accord pour prévenir rapidement les autres en cas d'odeur particulièrement agressive.

4.2.2 Résultats

A. Vigies

En définitive, 10 riverains ont bien voulu répondre de manière récurrente au questionnaire. La figure 11 en montre la répartition, en les groupant en 4 quartiers :

- Rue de la Barrière,
- Rue de Bouillon (la ferme),
- Rue des Virées (près de la rue de Bouillon),
- Rues des Quatre-Seigneurs (dans le village).

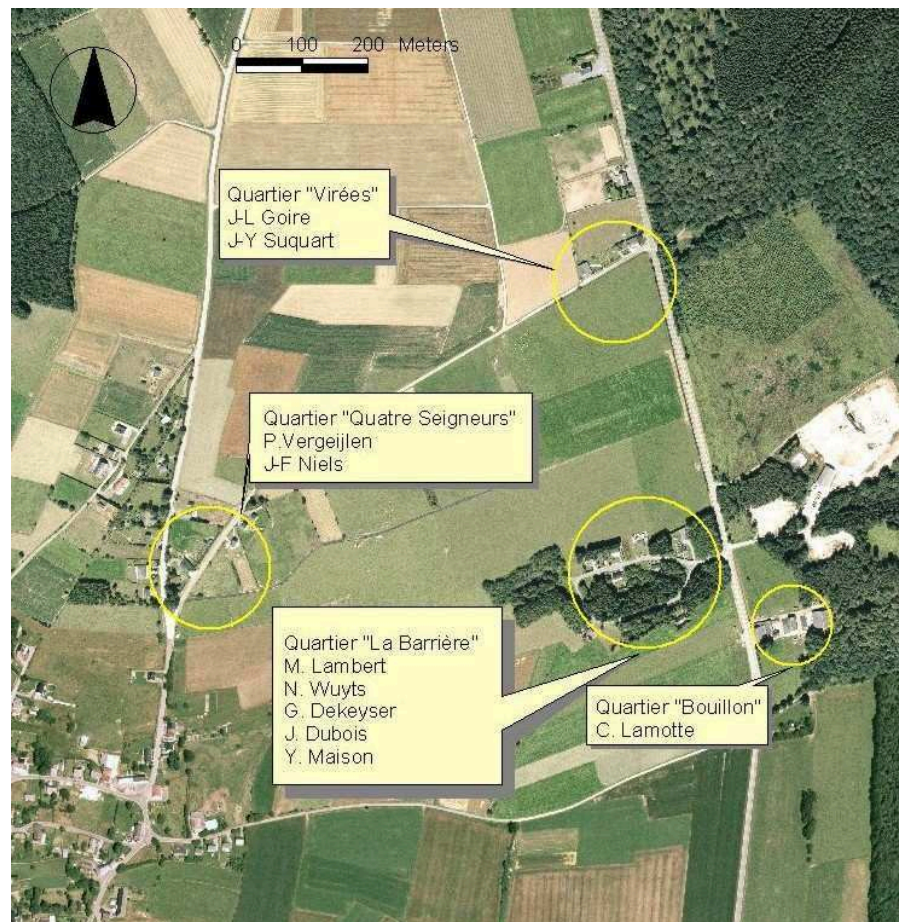


Figure 11 : Nuisances olfactives – Répartition des riverains participants au système de vigies – campagne 2008

B. Participation

Les observations se sont déroulées sur une période s'étalant du 7 avril 2008 au 16 novembre 2008, durant laquelle 1838 observations ont été réalisées, tous riverains confondus. De manière générale, les consignes ont été respectées et les riverains ont contribué à l'observation de manière assidue, même s'ils n'ont pas tous participé de manière égale au suivi.

Le fait que certains riverains se soient arrêtés de répondre avant le terme de la période initialement prévue ne doit pas nécessairement être interprété négativement. S'ils ont jugé peu utile de répondre, c'est peut-être qu'ils considéraient que l'odeur n'était pas trop gênante.

L'échelle à 6 niveaux a été utilisée à bon escient et sans abuser des niveaux élevés. Dans la suite, l'hypothèse est faite que cette échelle est linéaire et qu'elle représente l'intensité de l'odeur entre 0 et 5. En particulier, il est supposé que « imperceptible » est déjà une odeur.

En moyenne, le niveau d'odeur est très faible, mais le niveau 4 a été atteint à plusieurs moments. Sur la figure 12 et la figure 13 sont représentées les valeurs moyennes d'intensité par zone, avec les intervalles de confiance, respectivement pour la période du 7 avril au 31 mai 2008 et pour toute la période de suivi (Ba=Barrière, Vi=Virées, Bo=Bouillon, Se=Quatre Seigneurs).

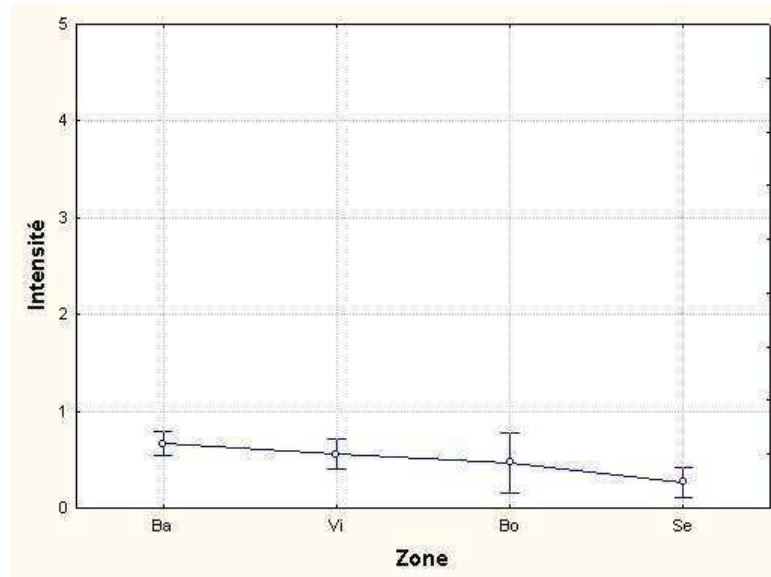


Figure 12 : Nuisances olfactives – Valeur d'intensité par zone période 07/04/08 au 31/05/08 – campagne 2008

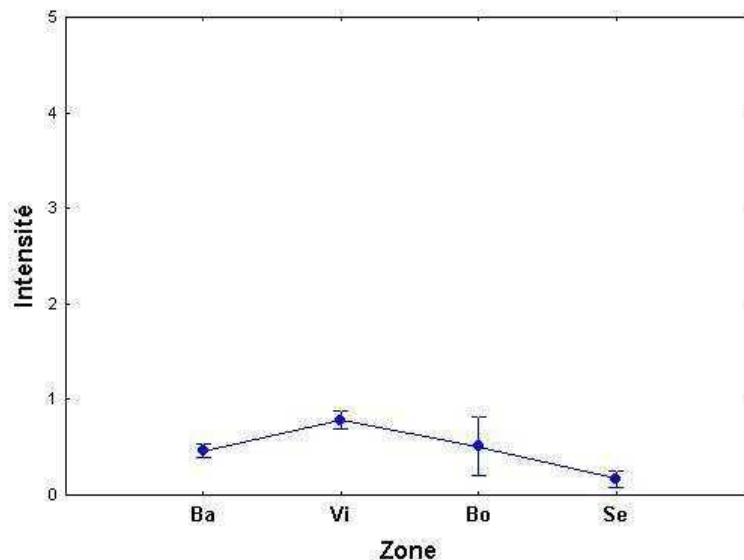


Figure 13 : Nuisances olfactives – Valeur d'intensité par zone période 07/04/08 au 16/11/08 – campagne 2008

Durant les premières semaines, les plus fortes intensités ont été observées dans les quartiers de la Barrière et des Virées, les plus proches du C.E.T. Cependant, lorsque toute la période est considérée, l'intensité d'odeur perçue dans le quartier de la Barrière est plus faible, alors que le

niveau atteint dans le quartier des Virées semble toujours rester plus élevé. Les causes possibles peuvent être propres aux observateurs ou à la direction du vent.

C. Evolution temporelle

La figure 14 montre l'évolution dans le temps de l'intensité moyenne pour les 10 riverains.

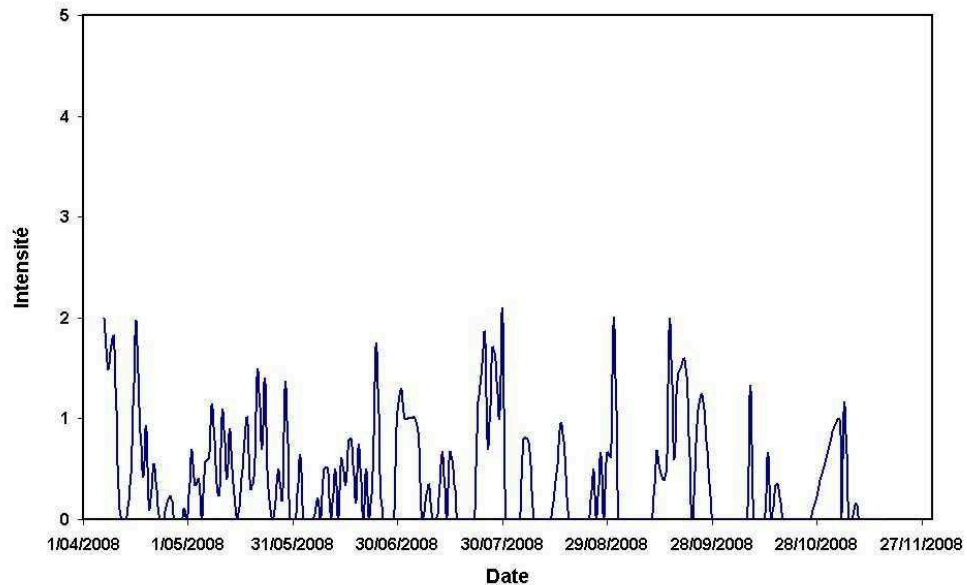


Figure 14 : Nuisances olfactives – Evolution temporelle de l'odeur pour tous les riverains – campagne 2008

Celle-ci ne dépasse pratiquement pas le niveau 2 (« odeur faible »). Elle ne présente pas de tendance nette, si ce n'est une légère diminution en fonction du temps, mais qui peut aussi être due au taux de réponse plus faible durant les derniers mois. Le maximum est atteint aux environs du 30 juillet et on peut observer quelques pics en fin du mois d'août et entre le 11 et le 22 septembre.

C'est dans le quartier des Virées que les pics d'odeur les plus importants ont été observés. Les quartiers de la route de Bouillon et de la rue des Quatre Seigneurs semblent moins touchés. Les pics observés dans le quartier de la Barrière sont d'intensité intermédiaire et pas toujours aux mêmes jours que ceux de la rue des Virées. Une analyse en fonction de la direction du vent est présentée plus loin dans ce rapport.

Selon les témoignages des riverains, les odeurs émises étaient parfois très fortes. Par exemple, le 21 mai, un riverain de la zone « Virées » déclare qu'il est impossible d'aérer les chambres et un autre du quartier « Barrière » note une « forte odeur, de jour comme de nuit ».

Selon l'exploitant, la deuxième quinzaine de mai correspondait au forage de 3 puits supplémentaires et à la mise en œuvre de la couche d'égalisation (pose de kaolinite). Les jours de forage (soit du 20 au 22 mai) pourraient expliquer l'observation de pics d'odeur. Cela coïncide en outre avec les propres observations du BEP-environnement : un des ouvriers se rendant régulièrement dans le quartier de la Barrière a relevé des pics sur quelques heures les jours suivants: 20 mai après-midi, 21 mai au matin et 22 mai au matin, très légèrement.

Le système de management environnemental de l'exploitant a enregistré deux plaintes depuis septembre 2008.

- Fin septembre, un constat d'odeur plus intense de biogaz. L'exploitant a branché les puits semblant dégazer le plus à des fûts de charbon actif.
- Le 7 janvier 2009, un constat d'odeur intense, malgré une activité nulle sur le chantier. L'exploitant a maintenu le système de charbon actif, mais dont le fonctionnement n'est pas optimal en période de gel (condensats gelés dans les tuyaux).

Manifestement, il y a très peu d'odeur le week-end et davantage les mercredi et jeudi. Ceci traduit probablement l'évolution du taux d'activité sur le chantier.

Assez paradoxalement, l'odeur semble moins perceptible durant la journée. C'est surtout la nuit et le matin que les riverains semblent gênés. Ceci pourrait être expliqué par des conditions atmosphériques favorisant l'inversion thermique ou, plus simplement, par l'absence des vigies durant les heures d'activité sur le site (travail, occupations diverses) alors que la nuit et le matin, par contre, l'odorat est plus sensible.

Rappelons que les causes des nuisances olfactives sont les travaux de réhabilitation et en particulier :

- Le reprofilage du site consistant en un décapage des déchets,
- Le dégagement et le forage de puits de dégazage,
- L'absence de connexion des puits de dégazage.

Lors des travaux de décapage des déchets, l'odeur ne semble pas avoir été excessive, le « système d'urgence » mis en place (DPC, ISSeP, Ulg) n'a d'ailleurs pas été activé.

D. Type d'odeur

La figure 15 montre la répartition des choix des référents d'odeur par les riverains. L'odeur « de gaz » est la plus souvent citée, puis vient l'odeur « d'œuf pourri » et l'odeur de poubelle. Les autres odeurs sont moins souvent identifiées.

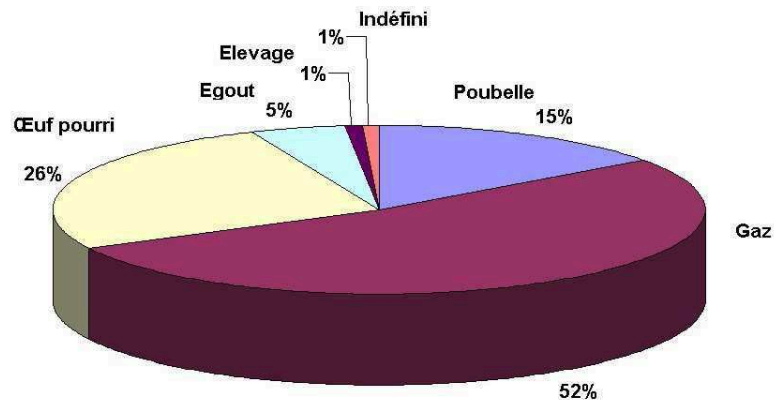


Figure 15 : Nuisances olfactives – Répartition des choix des référents d'odeur – campagne 2008

L'odeur de gaz était perceptible durant toute la période et prédominait à la fin des travaux de réhabilitation alors que les odeurs de poubelle et d'égoût se sont manifestées surtout au début.

Lors des pics d'intensité, c'est surtout le référent « gaz » qui est utilisé, surtout en fin de période. Les autres pics d'intensité font référence à l'odeur d'« œuf pourri » les 9/4, 10/4, 15/4, 16/4 et 12/5 et à celle de "poubelle" les 9/4, 10/4, 16/4, 21/5, 29/5, 21/6, 24/6 et 9/10. Quelques pics font référence à une odeur indéfinie. Logiquement donc, le gaz est perçu en continu, mais surtout en fin de période, puisqu'à ce moment, la phase de reprofilage était terminée.

En résumé, si l'odeur de déchets n'est plus guère à craindre, celle de biogaz émanant des puits en attente du réaménagement du réseau de dégazage risque de se manifester tant que ces travaux ne sont pas terminés.

E. Roses d'odeur

En calculant, pour chaque riverain-vigie, la moyenne des intensités mesurées par secteur d'origine du vent, il est possible de tracer une « rose d'odeur », indiquant les secteurs de vent pour lesquels l'intensité a été la plus forte. En replaçant cette rose à l'endroit où le riverain a réalisé ses observations, on peut ainsi apprécier d'où vient l'odeur.

La figure 16 montre les roses d'odeur pour les 10 vigies.

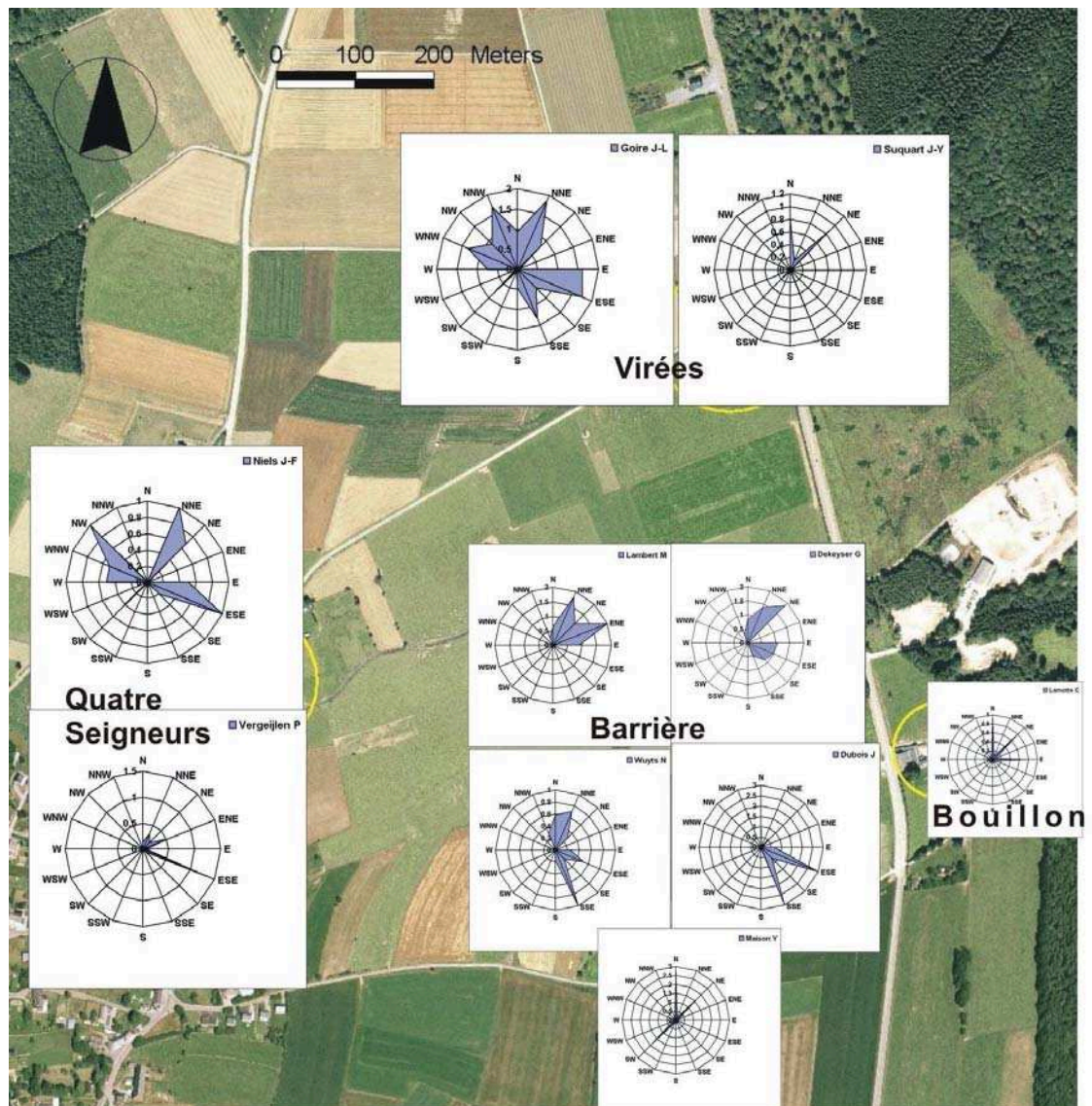


Figure 16 : Nuisances olfactives – Roses d'odeur pour les 10 riverains pour toute la période d'observation – campagne 2008

On constate que la rose « pointe » souvent vers le C.E.T., mais pas toujours. Parmi les observations, on constate également des occurrences d'odeur en provenance du nord-ouest pour le quartier des Virées et pour celui des Quatre-Seigneurs, ainsi que des occurrences en provenances du sud-est pour le quartier de la Barrière, ce qui semble assez étrange, puisque la provenance des odeurs ne vise pas le C.E.T. L'équipe de l'Ulg a suspecté la non-représentativité

des données météo, mais, même en limitant le calcul des roses d'odeur à la période du 8/5 au 8/7 pour lesquelles les mesures météorologiques ont été réalisées sur le site, les figures restent pratiquement identiques. Le référent le plus souvent cité pour les odeurs en provenance du nord-ouest pour le riverain Goire est « gaz », alors que les référents cités par le riverain Niels pour les odeurs en provenance de l'ouest et du nord sont « poubelle » et « œuf pourri ». L'occurrence d'odeur en provenance du sud-est pour le riverain Wuyts est davantage un effet mathématique : l'odeur a été perçue une seule fois dans cette direction, avec une intensité 2, mais comme il n'y a aucune intensité 0 dans ce même secteur pour compenser, la moyenne reste assez élevée.

Plusieurs explications peuvent être avancées à ces résultats un peu contradictoires :

- Soit d'autres odeurs sont présentes dans l'environnement de Malvoisin, mais il serait alors étrange que ce soit précisément des odeurs de "gaz" ou de "poubelle".
- Soit les odeurs du C.E.T. sont transportées par le vent à travers le bois vers le nord et ressortent plus loin.
- Soit encore, ces odeurs ont été perçues lors de bouffées de vent en provenance de la direction du C.E.T. alors que la direction principale était opposée.

F. Roses de pollution

Une partie des données de la campagne de mesure de la qualité de l'air ont été exploitées dans le cadre de l'estimation des nuisances olfactives générées par les travaux de réhabilitation. Il s'agit des données relatives au limonène et au sulfure d'hydrogène pour la période de mai et juin 2008, la campagne complète (du 08 mai 2008 au 08 juillet 2008) a été présentée ci-dessus pour tous les paramètres mesurés.

Il peut être intéressant de visualiser l'évolution temporelle des roses de polluants et de la comparer au calendrier d'exécution des travaux de réhabilitation. La figure 17 montre, pour la cabine placée dans le quartier de la Barrière, l'évolution de la forme de la rose relative au sulfure d'hydrogène.

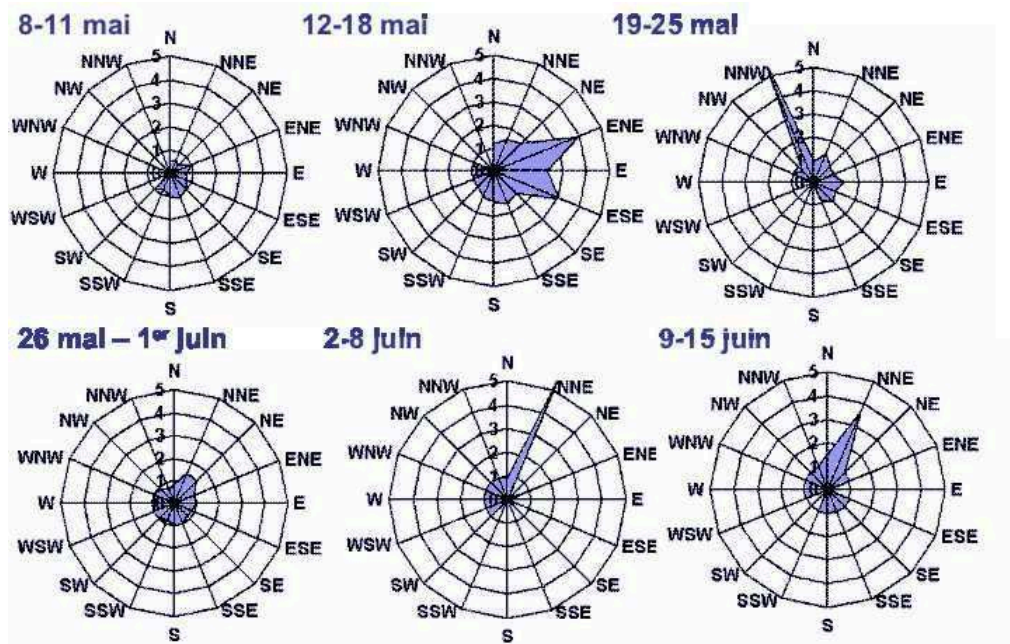


Figure 17 : Nuisances olfactives – Evolution temporelle de la rose relative à l'H₂S station « quartier de la Barrière » – campagne 2008

L'H₂S en provenance du C.E.T. semble se manifester à partir du 12 mai, date qui pourrait correspondre au début des travaux de forage et de dégagement des puits de dégazage. Par contre, par la suite, il semble davantage provenir des secteurs nord, au moment de la mise en place de la couche d'égalisation.

5 CONCLUSIONS

Seule une station de mesure analysant le sulfure d'hydrogène a été installée lors de la campagne de 2007, elle a été implantée au niveau du quartier de la Barrière (point identique à la campagne 2006). Comme cela été observé en 2006, les résultats de cette campagne indiquent plusieurs dépassements de la valeur-guide relative aux nuisances olfactives sans qu'il y ait de risques sanitaires. L'apport principal en sulfure d'hydrogène est le C.E.T.

La campagne 2008 a consisté en un système de suivi des nuisances olfactives pouvant être générées par les travaux de réhabilitation. Ce rapport en présente les résultats a posteriori, le suivi des travaux a été réalisé en temps réel.

Les résultats des deux stations de mesures de la qualité de l'air ne montrent pas d'impact important des travaux de réhabilitation sur la qualité de l'air. Les résultats de la cabine du quartier de la Barrière sont d'ailleurs du même ordre de grandeur que ceux de la première campagne de 2006. Les concentrations de la plupart polluants sont relativement faibles et ne montrent pas d'apport clair en provenance du C.E.T. Pour ce qui est du cas du sulfure d'hydrogène, plusieurs dépassements de la **valeur-guide relative aux nuisances olfactives** sont observés sans qu'il y ait de risques sanitaires. L'apport principal est apparemment indépendant de l'activité du C.E.T. La rose des vents montre clairement que lors de la période de mesures, les vents ont peu soufflés depuis le C.E.T. en direction des habitations.

Concernant les nuisances olfactives, on peut conclure a posteriori que l'odeur ne semble pas avoir été excessive et qu'elle avait surtout le caractère de « l'œuf pourri » et celui du « gaz », tout à fait typiques de l'odeur de déchets qui ont longtemps fermenté. Le nombre de plaintes enregistrées par l'exploitant a été relativement faible. Cette absence de plainte majeure pourrait être due à des conditions météorologiques favorables, mais il est tout à fait possible que les opérations de réhabilitation ne dégagent que peu d'odeur. Ainsi, selon l'exploitant, les déchets ayant servi au reprofilage avaient une couleur et une odeur qui garantissaient leur stabilité biologique (à l'image du compost). Par ailleurs, le système de réduction des odeurs par éolage a été mis en œuvre plus longtemps que prévu initialement. Vu la faible quantité de plaintes, le petit nombre de vigies restant à la fin de la période d'observations et le peu de risque d'émission d'odeurs dans la suite du chantier, le suivi des nuisances olfactives n'a pas été poursuivi jusqu'à la fin des travaux de réhabilitation.

Les épisodes de nuisances olfactives importants causés par le décapage des déchets ne se sont pas produits, le système d'éolage a fonctionné durant les périodes critiques du point de vue des odeurs. Les nuisances, quoi que faibles, ont été perçues durant une période relativement longue. Les travaux réalisés (décapage des déchets, dégagement et le forage de puits de dégazage, puits de dégazage non raccordés laissant échapper le biogaz) ont un potentiel de nuisances olfactives.

Les travaux de réhabilitation se sont terminés en octobre 2009, une réunion de présentation du suivi des nuisances olfactives par l'Ulg et l'ISSeP s'est tenue à l'attention des riverains début octobre 2009.



Figure 18 : Vue du C.E.T. le 14 septembre 2009

6 PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Les travaux de réhabilitation étant terminés au moment de la rédaction de ce rapport, l'ISSEP recommande la réalisation d'une campagne de contrôle afin d'en évaluer les résultats.

Cette campagne consisterait en un :

- Contrôle des émissions de la torchère,
- Contrôle des émissions surfaciques du site réhabilité.

7 REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier :

- Les habitants de **Malvoisin** qui ont participé au suivi des nuisances olfactives,
- Monsieur **Sébastien Fays**, de la « Cellule qualité de l'air » pour les excellentes études de la qualité de l'air réalisées dans le cadre de travail,
- Monsieur **Thomas** et le **Professeur Jacques Nicolas** de l'**ULg** pour les investigations réalisées sur les odeurs autour du site, et pour la qualité de la collaboration avec l'ISSEP tout au long de la campagne,
- Messieurs **Praet** et **El Mossaoui**, du BEP-Environnement 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 : Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant – Rapports ISSEP
1444/2007
10 pages**

Liège, le 13/07/2007

Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant
à proximité du C.E.T. de Malvoisin
(29/04/07 au 13/06/07)

Rapport n°1444/2007

Sébastien Fays
Attaché,
Cellule Qualité de l'air.



TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION
2. METHODE D'ENQUETE
3. MATERIEL
4. RESULTATS
 - 4.1. Généralités
 - 4.2. Données météorologiques
 - 4.3. Sulfure d'hydrogène
 - 4.3.1. Statistiques
 - 4.3.2. Evolution des valeurs semi-horaires
 - 4.3.3. Rose de pollution

Annexe 1 : Calcul des roses de pollution

Annexe 2 : Principales caractéristiques des analyseurs

1. INTRODUCTION

Cette campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant à proximité du Centre d'Enfouissement Technique (C.E.T.) de Malvoisin a été réalisée dans le cadre de la convention « Mise en place et exploitation d'un réseau de contrôle des pollutions et nuisances liées aux C.E.T. en Région wallonne », signée entre la D.G.R.N.E. et l'ISSeP.

2. METHODE D'ENQUETE

Par qualité de l'air ambiant, on entend la concentration de différents polluants dans l'air ambiant, c'est-à-dire la conjonction de la pollution de fond et de la pollution résultant des émissions d'une installation.

Pour cette campagne de mesures de la qualité de l'air, il s'agissait de déterminer la pollution en sulfure d'hydrogène engendrée à proximité des habitations les plus proches du C.E.T. de Malvoisin.

Deux types de mesures complémentaires ont été réalisés au cours de cette campagne :

- mesures instantanées en continu du sulfure d'hydrogène

Ces mesures sont réalisées à l'aide d'un analyseur fonctionnant en continu, et fournissant des concentrations instantanées. Le sulfure d'hydrogène (H₂S) sert de traceur pour les odeurs;

Les valeurs instantanées sont moyennées sur chaque demi-heure comme les valeurs des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Région wallonne.

- mesures en continu des paramètres météorologiques

Les paramètres météorologiques mesurés en continu sont : la direction et la vitesse du vent, la température et le degré d'humidité. La mesure de la direction et la vitesse du vent est réalisée à une hauteur approximative de 6 m, tandis que la température et l'humidité sont mesurées à une hauteur de 2 m environ. La combinaison des données de la direction et de la vitesse du vent, avec celles des mesures de la pollution, permet de tracer des roses de pollution (voir Annexe 1). Celles-ci sont des représentations graphiques de l'apport en polluant pour chaque secteur de vent; elles indiquent l'origine géographique du polluant.

3. MATERIEL

Pour cette campagne de mesures, un appareil de mesure du sulfure d'hydrogène et une station météo ont été installés au point RMMA02, site qui avait été retenu lors de la campagne de mesures de la qualité de l'air réalisée en 2006 (cf. Rapport n°2341/2006 : « Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant à proximité du C.E.T. de Malvoisin - (02/08/06 au 23/10/06) »). Ce site est placé à 350 m environ au sud-ouest du C.E.T. La position exacte de cet emplacement, prioritairement défini par rapport à des considérations environnementales, a également dû tenir compte de contraintes matérielles, telles que l'espace disponible pour installer l'équipement de mesures durant une longue période ou la possibilité de raccordement au réseau électrique.

La Figure 1 montre l'emplacement de l'équipement de mesures installé dans le cadre de cette étude.

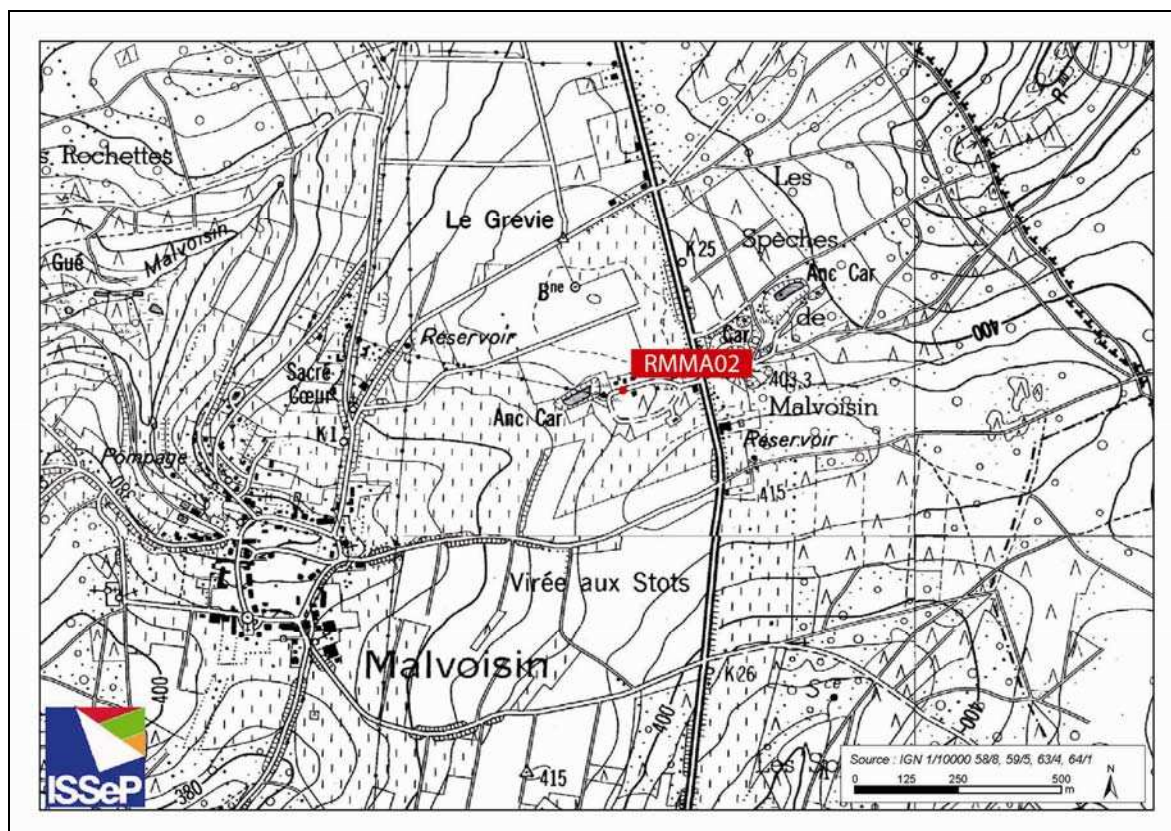


Figure 1 : Emplacement de l'équipement de mesures

Les caractéristiques techniques de l'appareil de mesure du sulfure d'hydrogène, le principe de mesure et les paramètres de réglage utilisés durant cette étude sont repris dans l'Annexe 2. Une calibration et un contrôle des paramètres de l'analyseur est périodiquement effectué.

Le Tableau 1 résume les paramètres mesurés sur le site de mesures RMMA02.

Station	Situation	Polluant mesuré en continu et en temps réel	Paramètres météorologiques
RMMA02	11, rue de la Barrière, 5575 MALVOISIN <u>Coordonnées Lambert:</u> X= 0193326 Y= 0078494	H ₂ S	Direction du vent Vitesse du vent Température Humidité

Tableau 1 : Paramètres mesurés

4. RESULTATS

4.1. Généralités

Les données validées ont été enregistrées du 29/04/2007 au 13/06/2007.

4.2. Données météorologiques

Les Tableaux 2 et 3 reprennent des paramètres statistiques pour la température. Ceux-ci donnent une première idée des conditions météorologiques rencontrées durant la campagne de mesures.

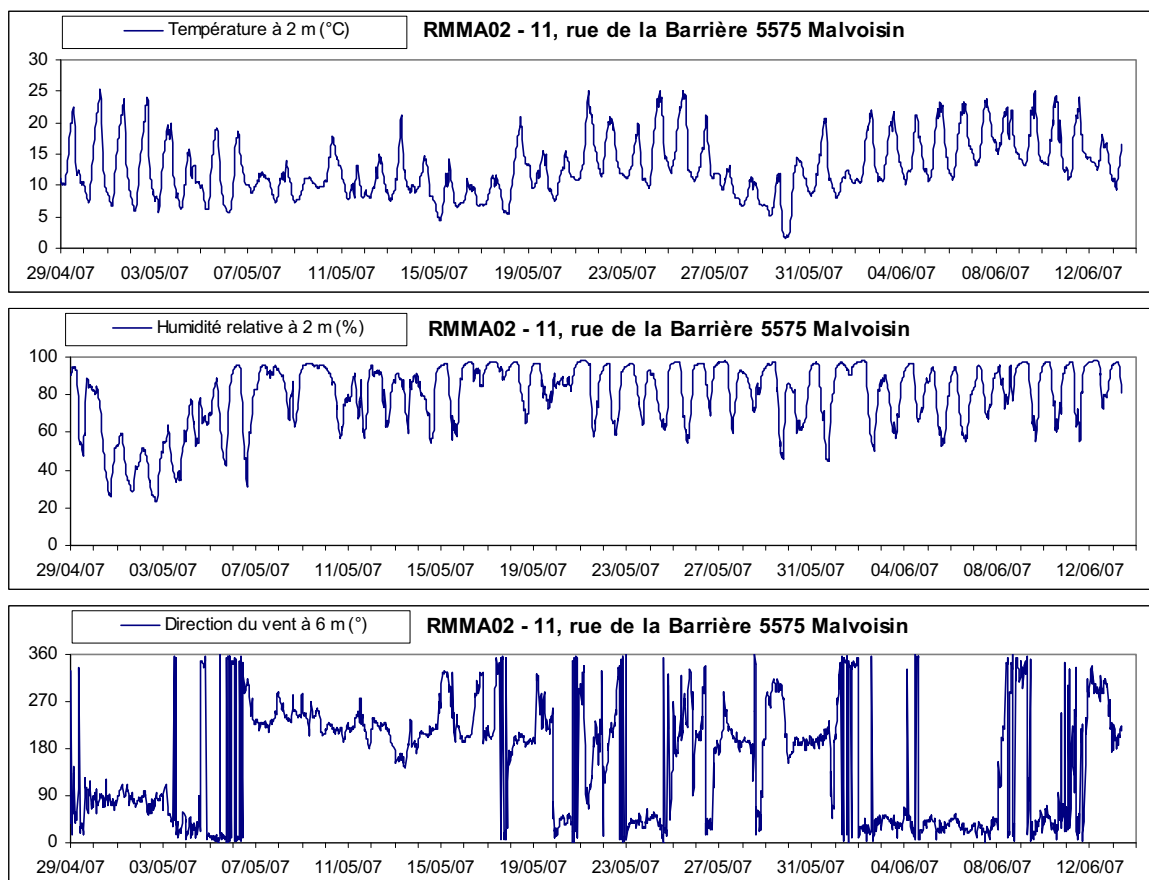
Station	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
RMMA02	2178	12,9	11,9	1,6	25,3

Tableau 2 : Température - Valeurs semi-horaires - (29/04/07 au 13/06/07)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
RMMA02	45	12,9	12,9	6,8	18,1

Tableau 3 : Température - Valeurs journalières - (29/04/07 au 13/06/07)

La Figure 2 montre l'évolution des principaux paramètres météorologiques mesurés. Pour la lecture du graphique relatif à la direction du vent, la direction 0° correspond à un vent du nord et la rotation s'effectue dans le sens horlogique, d'où, par exemple, 90° coïncide avec un vent d'est.



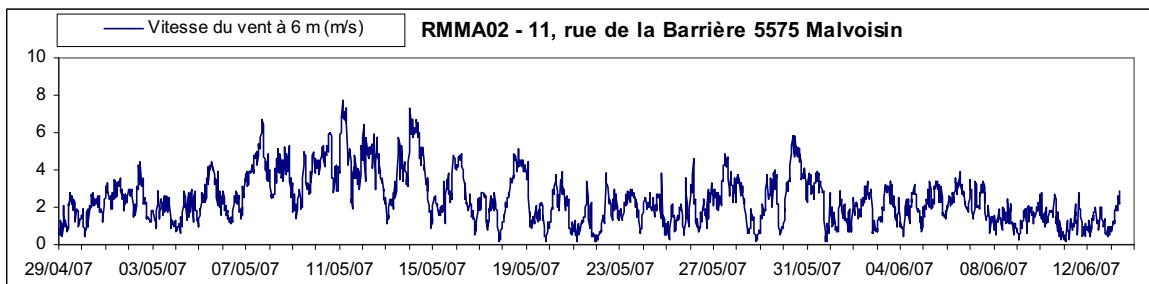


Figure 2 : Evolution des paramètres météorologiques (29/04/07 au 13/06/07)

La Figure 3 donne la rose des vents pour la période de mesures concernée, tracée selon la méthode décrite dans l'Annexe 1. Celle-ci renseigne que les vents ont soufflé principalement du secteur nord-est (environ 39 % du temps). Ensuite, les vents les plus fréquents ont été ceux du sud-ouest (environ 38 % du temps), qui est la direction des vents dominants pour la région, du nord-ouest (environ 14 % du temps) et finalement du sud-est (environ 9 % du temps).

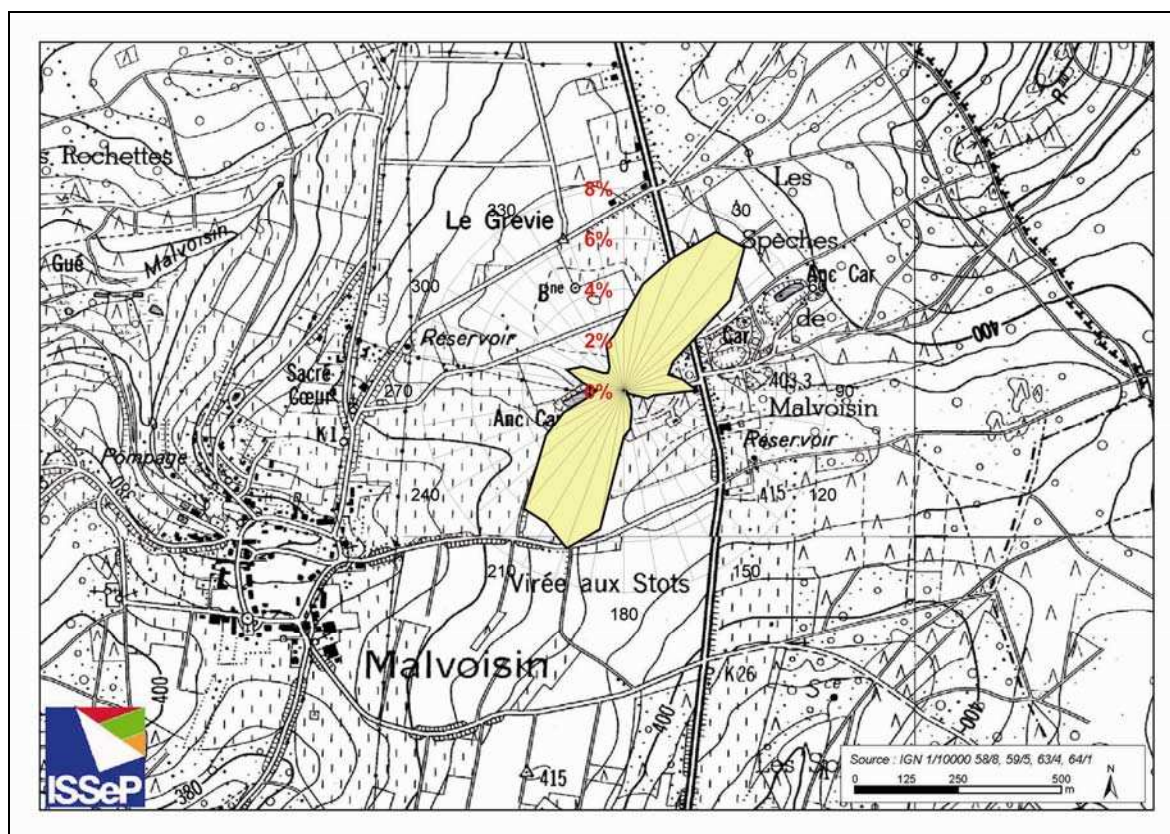


Figure 3 : Rose des vents (29/04/07 au 13/06/07)

4.3. Sulfure d'hydrogène (H₂S)

4.3.1. Statistiques

Les Tableaux 4 et 5 résument respectivement les valeurs semi-horaires et journalières enregistrées pour le sulfure d'hydrogène. La valeur de 1 µg/m³ correspond à la limite de détection.

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	2177	2	1	3	16

Tableau 4 : Sulfure d'hydrogène - Valeurs semi-horaires – (29/04/07 au 13/06/07)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	45	2	1	1	3

Tableau 5 : Sulfure d'hydrogène - Valeurs journalières - (29/04/07 au 13/06/07)

Dans la littérature scientifique, les valeurs citées pour le seuil de perception du sulfure d'hydrogène varient fortement suivant les sources. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande de ne pas dépasser les 7 µg/m³ sur une demi-heure afin d'éviter les problèmes de nuisances olfactives.

Notre choix s'est porté sur cette valeur de 7 µg/m³, en gardant à l'esprit que certaines tranches de la population pourront percevoir le sulfure d'hydrogène à des teneurs plus faibles, alors que d'autres ne sentiront rien. Durant la campagne de mesures, cette valeur semi-horaire de 7 µg/m³ a été dépassée 24 fois.

Le Tableau 6 reprend les dates et heures des épisodes où la concentration en sulfure d'hydrogène a dépassé la valeur de 7 µg/m³ citée par l'OMS. Les heures sont des heures GMT, ce qui signifie qu'il faut rajouter deux heures pour avoir l'heure locale. Ces dépassements sont pratiquement toujours nocturnes.

RMMA02	
Date	Heure (GMT)
29/04/07	00h00 à 00h30
	02h30 à 03h00
	04h30 à 05h00
	17h30 à 18h00
	22h00 à 22h30
03/05/07	04h30 à 05h00
	21h30 à 22h30
	23h30 à 00h00
04/05/07	03h30 à 04h00
28/05/07	19h00 à 20h00
03/06/07	00h30 à 01h00
	01h30 à 02h30
	03h00 à 03h30
	04h00 à 04h30
04/06/07	01h00 à 01h30
07/06/07	20h00 à 20h30
08/06/07	00h00 à 01h00
10/06/07	19h30 à 20h30
	21h00 à 21h30

Tableau 6 : Episodes de dépassement de la valeur de 7 µg/m³ en sulfure d'hydrogène

4.3.2. Evolution des valeurs semi-horaires

La Figure 4 montre l'évolution des valeurs semi-horaires relatives au sulfure d'hydrogène.

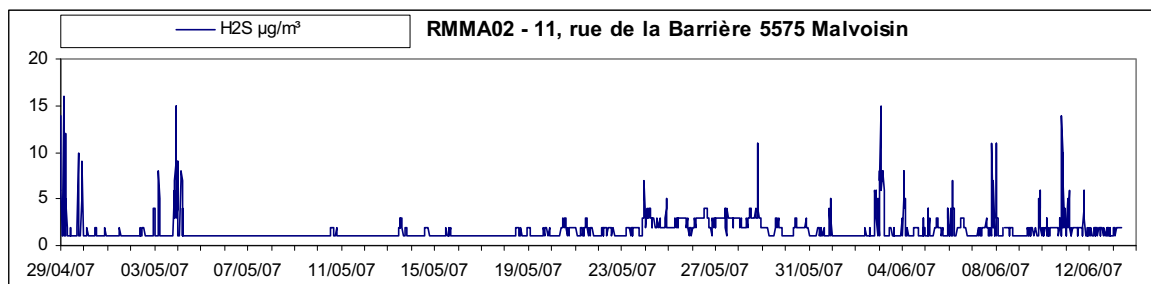


Figure 4 : Sulfure d'hydrogène - Evolution des valeurs semi-horaires - (29/04/07 au 13/06/07)

4.3.3. Rose de pollution

La Figure 5 reprend la rose de pollution en sulfure d'hydrogène pour la station RMMA02. Celle-ci montre un apport principal en direction du nord-est, en provenance du C.E.T.

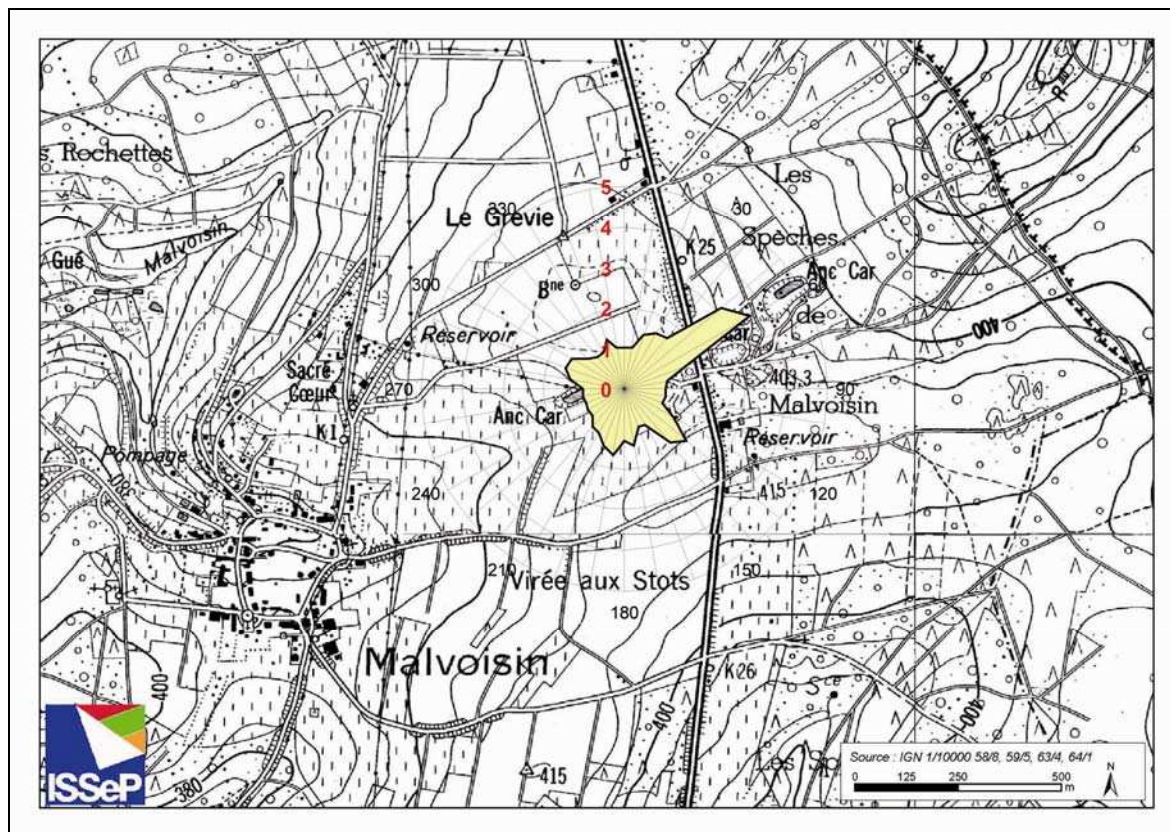


Figure 5 : Sulfure d'hydrogène - Rose de pollution – RMMA02

Remarque : Les résultats obtenus et les conclusions tirées pour cette campagne de mesures sont très semblables à ceux obtenus lors de la campagne réalisée en 2006 sur ce même site (cf. Rapport n°2341/2006 : « Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant à proximité du C.E.T. de Malvoisin - (02/08/06 au 23/10/06) »).

ANNEXE 1 : CALCUL DES ROSES DE POLLUTION

Une rose de pollution est une représentation, pour une station et un polluant donnés, de la concentration moyenne de ce polluant associée à chaque direction du vent.

On calcule donc la moyenne des valeurs mesurées pour une direction de vent correspondant à un secteur particulier. On obtient alors une répartition par secteur, dont la longueur est proportionnelle à la concentration de la pollution arrivant au point de mesure, lorsque le vent provient de la direction du secteur.

On utilise la formule simplifiée suivante, en éliminant les valeurs associées à une vitesse du vent inférieure à 1 m/s :

$$C_d = \frac{\sum_i C_i \times n_{d,i}}{\sum_i n_{d,i}}$$

où :

- C_d = concentration moyenne associée à la direction d
- C_i = concentration moyenne mesurée pour la demi-heure i
- $n_{d,i}$ = 0, si le vent de direction d pendant la demi-heure i
à une vitesse inférieure à 1 m/s
= 1, dans le cas contraire

Pour la rose de fréquence des vents, la longueur d'un secteur est proportionnelle au nombre de demi-heures pour lesquelles le vent soufflait de cette direction.

ANNEXE 2 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET PARAMETRES DE REGLAGE DES ANALYSEURS

Les caractéristiques techniques des analyseurs, les principes de mesures et les paramètres de réglage utilisés durant cette étude sont les suivants :

H₂S : Analyseur API101A

- détection par fluorescence dans l'ultraviolet après élimination des hydrocarbures aromatiques
- filtration sélective du SO₂, puis conversion catalytique par un oxyde métallique chauffé à 340 °C
- gamme : 200 ppb
- limite de détection : 1 µg/m³
- temps de réponse : 20 s
- débit échantillon : 650 ml/min
- calibration multipoint : tubes de perméation et air de dilution filtré sur silicagel et charbon actif

**Annexe 2 : Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant – Rapports ISSEP
2462/2008
28 pages**

Liège, le 8 octobre 2008

Campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant
à proximité du C.E.T. de Malvoisin
(08/05/2008 au 08/07/2008)

Rapport n°2462/2008

Sébastien Fays
Attaché,
Cellule Qualité de l'air.



TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION
2. METHODE D'ENQUETE
3. MATERIEL
4. RESULTATS
 - 4.1. Généralités
 - 4.2. Données météorologiques
 - 4.3. Méthane
 - 4.3.1. Statistiques
 - 4.3.2. Evolutions des valeurs semi-horaires
 - 4.3.3. Roses de pollution
 - 4.4. Sulfure d'hydrogène
 - 4.4.1. Statistiques
 - 4.4.2. Evolutions des valeurs semi-horaires
 - 4.4.3. Roses de pollution
 - 4.5. Benzène
 - 4.5.1. Statistiques
 - 4.5.2. Evolutions des valeurs semi-horaires
 - 4.5.3. Roses de pollution
 - 4.6. Toluène
 - 4.6.1. Statistiques
 - 4.6.2. Evolutions des valeurs semi-horaires
 - 4.6.3. Roses de pollution
 - 4.7. Limonène
 - 4.7.1. Statistiques
 - 4.7.2. Evolutions des valeurs semi-horaires
 - 4.7.3. Roses de pollution
 - 4.8. Autres polluants dosés en continu
 - 4.8.1. Statistiques
 - 4.8.2. Evolutions des valeurs semi-horaires
 - 4.8.3. Roses de pollution

Annexe 1 : Calcul des roses de pollution

Annexe 2 : Principales caractéristiques des analyseurs

Annexe 3 : Stations de mesures

1. INTRODUCTION

Cette campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant à proximité du Centre d'Enfouissement Technique (C.E.T.) de Malvoisin a été réalisée dans le cadre de la convention « Mise en place et exploitation d'un réseau de contrôle des pollutions et nuisances liées aux C.E.T. en Région wallonne », signée entre la D.G.R.N.E. et l'ISSeP.

2. METHODE D'ENQUETE

Par qualité de l'air ambiant, on entend la concentration de différents polluants dans l'air ambiant, c'est-à-dire la conjonction de la pollution de fond et de la pollution résultant des émissions d'une installation.

Pour cette campagne de mesures de la qualité de l'air, il s'agissait de déterminer la pollution engendrée par le C.E.T. à proximité des habitations les plus proches de celui-ci. Deux sites de mesures ont été retenus. Les mesures ont été réalisées en continu et en parallèle sur ces deux sites.

Deux types de mesures complémentaires ont été réalisés au cours de cette campagne :

- des mesures instantanées en continu de polluants gazeux

Ces mesures sont réalisées à l'aide de stations semi-mobiles équipées d'analyseurs fonctionnant en continu, et fournissant des concentrations instantanées. Les polluants mesurés sont :

- le méthane (CH_4), qui est un excellent traceur de l'évolution de la biodégradation des déchets organiques enfouis, et par conséquent de l'activité du C.E.T.;
- le sulfure d'hydrogène (H_2S), servant de traceur pour les odeurs;
- les hydrocarbures aromatiques monocycliques légers (BTEX) et principalement le benzène et le toluène, importants pour l'analyse toxicologique;
- le limonène ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), très souvent cité dans la littérature scientifique sur les C.E.T. comme traceur de l'odeur des déchets « frais »;
- le pinène ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), autre composé présent dans l'odeur des déchets « frais ».

Toutes ces valeurs instantanées sont moyennées sur chaque demi-heure comme c'est le cas pour les valeurs des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Région wallonne.

- des mesures en continu des paramètres météorologiques

Les paramètres météorologiques mesurés en continu sont : la direction et la vitesse du vent, la température et le degré d'humidité. La mesure de la direction et la vitesse du vent est réalisée à une hauteur approximative de 9 m, tandis que la température et l'humidité sont mesurées à une hauteur de 2 m environ. La combinaison des données de la direction et de la vitesse du vent, avec celles des mesures de la pollution, permet de tracer des roses de pollution (voir Annexe 1). Celles-ci sont des représentations graphiques de l'apport en polluant pour chaque secteur de vent; elles indiquent l'origine géographique du polluant. La mesure de ces paramètres en un seul point de mesures est suffisante, sauf quand le contexte topographique l'exige.

Toutes les mesures énumérées ci-dessus sont généralement réalisées durant une période minimale de 6 semaines. Cette période est prolongée si les conditions météorologiques n'ont absolument pas été représentatives de la saison concernée, ou si des problèmes techniques ont empêché de mesurer certains paramètres au cours de la campagne de mesures.

3. MATERIEL

Pour cette étude, deux stations semi-mobiles ont été installées. La première station mobile, RMMA02, a été placée à 350 m environ au sud-ouest de la zone d'exploitation du C.E.T. Le second laboratoire mobile, RMMA03, a été placé à 500 m approximativement au nord-ouest du C.E.T. La position exacte des emplacements de ces stations, prioritairement définie par rapport à des considérations environnementales, a également du tenir compte de contraintes matérielles, telles que l'espace disponible pour installer ces stations durant une longue période ou la possibilité de raccordement au réseau électrique.

La Figure 1 montre les emplacements des deux stations semi-mobiles installées dans le cadre de cette étude.

L'air échantillonné est prélevé par les analyseurs via une prise d'air située à environ 2,8 m du sol. Tous les tuyaux sont en téflon et les raccords sont en inox, afin de minimiser les possibilités d'absorption des polluants sur les parois.

Les stations de mesures se présentent sous la forme de remorques (3m x 2m x 2m) dans lesquelles sont installés les analyseurs. Elles sont raccordées au réseau électrique via des allonges. Les stations mobiles sont interrogeables à distance par GSM.

Les caractéristiques techniques des appareils, les principes de mesures et les paramètres de réglage utilisés durant cette étude sont repris dans l'Annexe 2. Une calibration et un contrôle des paramètres des analyseurs sont périodiquement effectués.

Chaque laboratoire possède un système d'acquisition raccordé, par liaison série, aux différents analyseurs. Il réalise une lecture des canaux de mesures toutes les 5 s et calcule des moyennes semi-horaires pour conserver la compatibilité des mesures avec celles du réseau téléométrique de la Région wallonne. Ces moyennes, stockées avec un code de validation, ne sont calculées que si un minimum de 75 % des mesures valides sont disponibles.

Le Tableau 1 résume les paramètres mesurés sur les deux sites de mesures. L'Annexe 3 montre les stations de mesures dans leur environnement local.

Station	Situation	Polluants mesurés en continu et en temps réel	Paramètres météorologiques
RMMA02	11, rue de la Barrière, 5575 MALVOISIN	CH ₄ H ₂ S BTEX LIMONENE A-PINENE	
RMMA03	55A, rue des Virées, 5575 MALVOISIN	CH ₄ H ₂ S BTEX LIMONENE A-PINENE	Direction du vent Vitesse du vent Température Humidité

Tableau 1 : Paramètres mesurés sur les différents sites



Figure 1 : Emplacement des stations de mesures

4. RESULTATS

4.1. Généralités

Les données validées ont été enregistrées du 08/05/2008 au 08/07/2008.

4.2. Données météorologiques

Les Tableaux 2 et 3 reprennent des paramètres statistiques pour la température. Ceux-ci donnent une première idée des conditions météorologiques rencontrées durant la campagne de mesures.

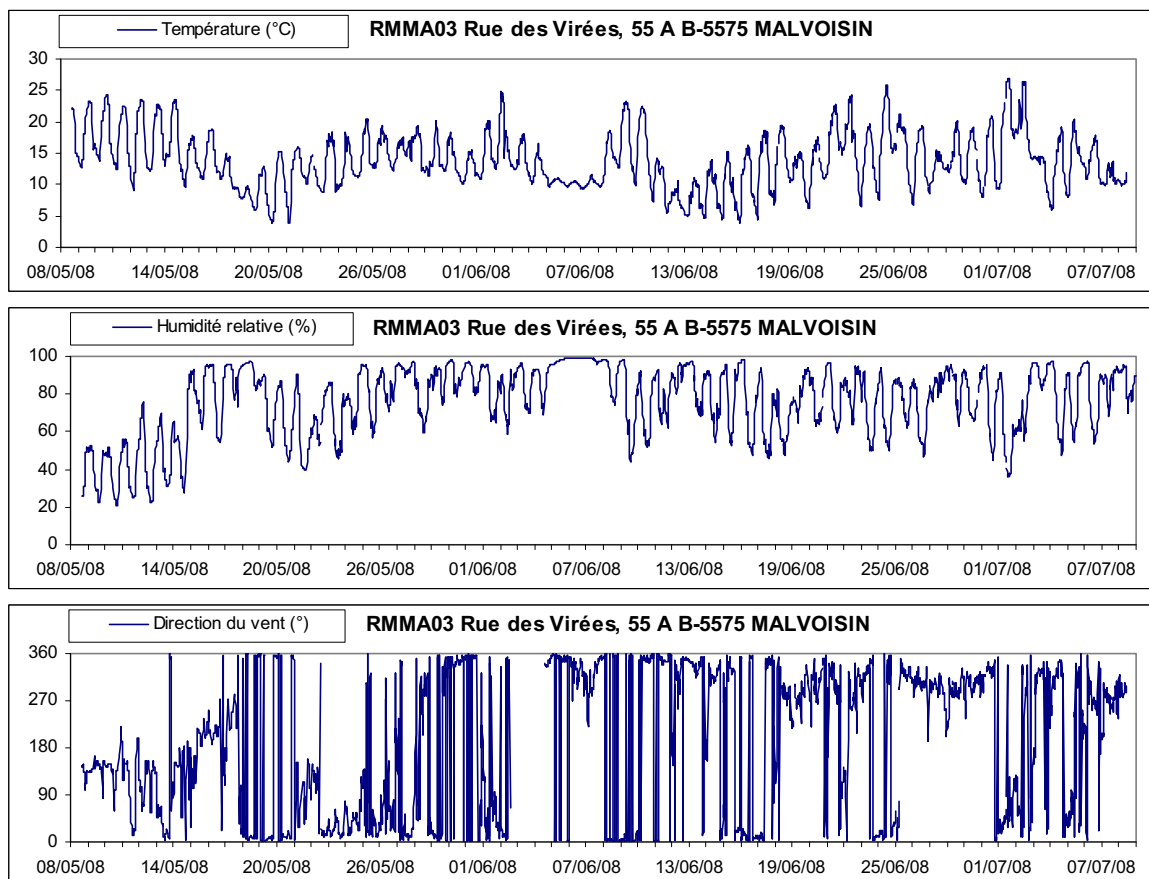
Station	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
RMMA03	2905	13,8	13,3	3,8	26,9

Tableau 2 : Température - Valeurs semi-horaires - (08/05/08 au 08/07/08)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
RMMA03	60	13,8	14,0	7,5	20,0

Tableau 3 : Température - Valeurs journalières - (08/05/08 au 08/07/08)

La Figure 2 montre l'évolution des principaux paramètres météorologiques mesurés. Pour la lecture du graphique relatif à la direction du vent, la direction 0° correspond à un vent du nord et la rotation s'effectue dans le sens horlogique, d'où, par exemple, 90° coïncide avec un vent d'est. Remarque : pour raison technique, les sondes météorologiques de la vitesse et de la direction du vent ont été déployées à une hauteur de 4 m environ, durant la période du 08/05/08 au 22/05/08, au lieu de la hauteur habituelle de 9 m, comme cela a été le cas pour le reste de la campagne de mesures.



Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut

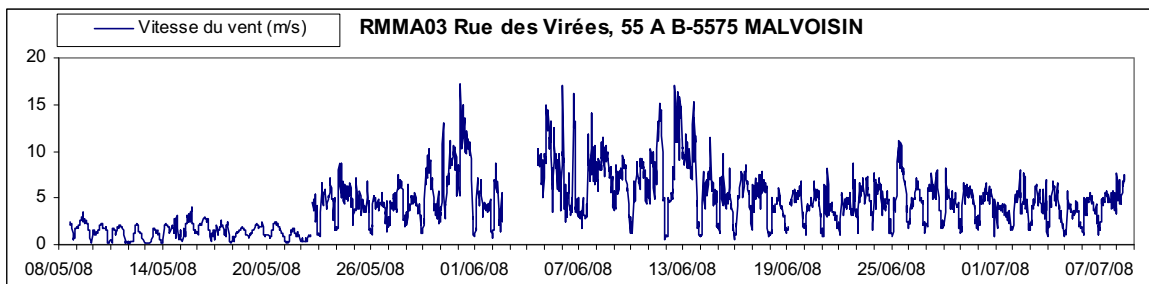


Figure 2 : Evolution des paramètres météorologiques

La Figure 3 donne la rose des vents pour la période de mesures concernée. Celle-ci renseigne que les vents ont soufflé principalement du secteur nord-ouest (environ 42 % du temps). Ensuite, les vents les plus fréquents ont été ceux du nord-est (environ 39 % du temps), du sud-est (environ 10 % du temps) et finalement du sud-ouest (environ 9 % du temps). Les deux stations de mesures RMMA02 et RMMA03 ont donc été très peu souvent sous l'influence des vents en provenance du C.E.T. durant la période de mesures.

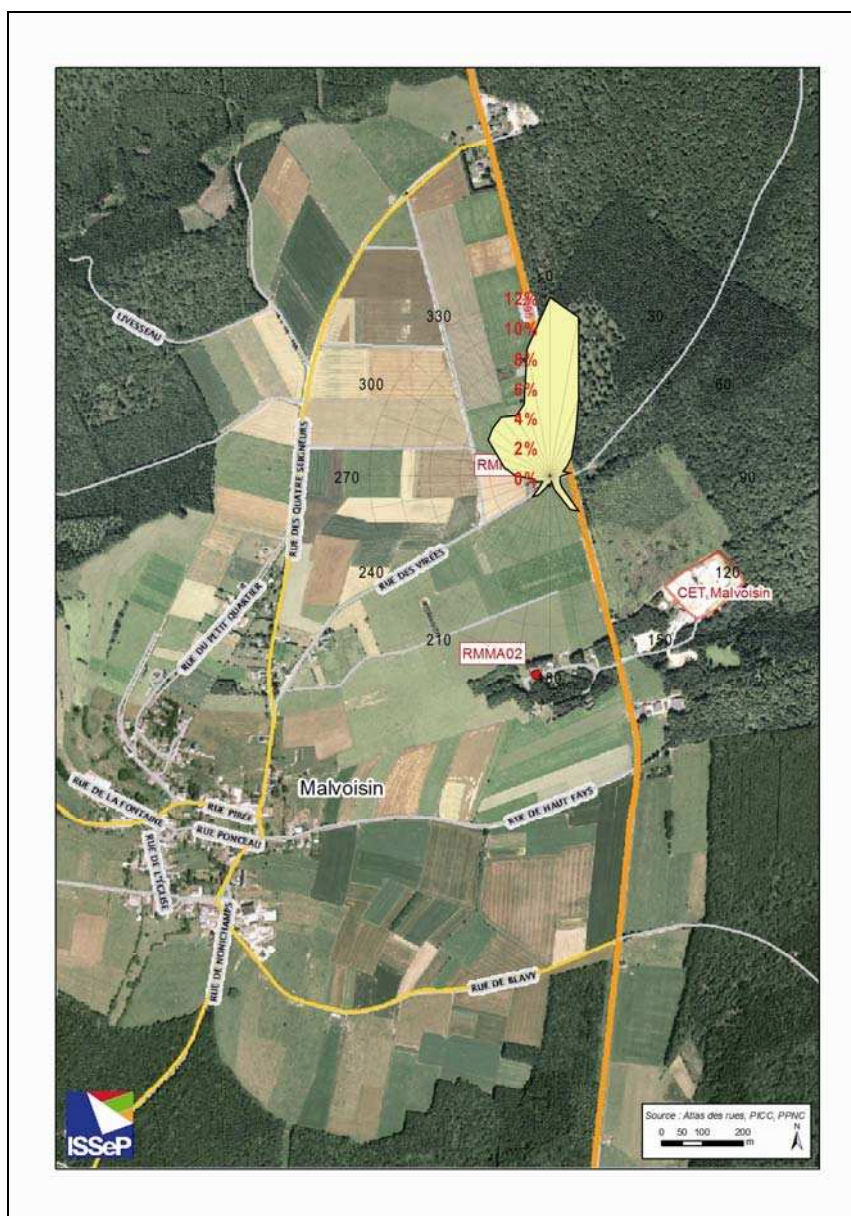


Figure 3 : Rose des vents - (08/05/08 au 08/07/08)

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut

4.3. Méthane (CH₄)

4.3.1. Statistiques

Les Tableaux 4 et 5 résument respectivement les valeurs semi-horaires et journalières enregistrées pour le méthane. Les centiles 95 représentent les valeurs telles que 95% des mesures leur soient inférieurs.

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (mg/m ³)	Médiane (mg/m ³)	Centile 95 (mg/m ³)	Maximum (mg/m ³)
RMMA02	2464	1,37	1,33	1,73	8,34
RMMA03	2328	1,31	1,16	1,82	12,23

Tableau 4 : Méthane - Valeurs semi-horaires - (08/05/08 au 08/07/08)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (mg/m ³)	Médiane (mg/m ³)	Centile 95 (mg/m ³)	Maximum (mg/m ³)
RMMA02	49	1,38	1,36	1,88	1,97
RMMA03	46	1,31	1,22	1,72	3,00

Tableau 5 : Méthane - Valeurs journalières - (08/05/08 au 08/07/08)

La pollution de fond en méthane dans un environnement exempt de sources importantes se situe aux alentours de 1,35 mg/m³. Les concentrations en méthane mesurées sur les deux sites ont été supérieures à cette valeur de 1,35 mg/m³ pendant respectivement 34 % et 11 % du temps en RMMA02 et RMMA03.

4.3.2. Evolutions des valeurs semi-horaires

La Figure 4 montre les évolutions des valeurs semi-horaires relatives au méthane.

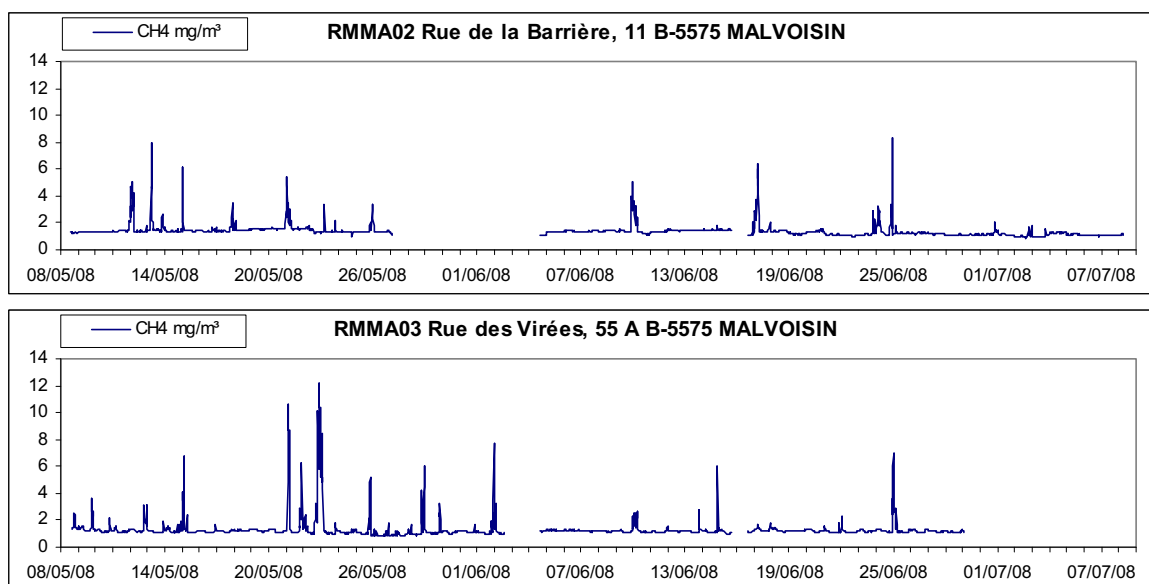


Figure 4 : Méthane - Evolution des valeurs semi-horaires

La Figure 5 montre les profils des journées moyennes en méthane pour les deux stations de mesures. On observe des concentrations légèrement plus élevées la nuit, en début de journée, ainsi qu'en soirée (heures GMT). Cette diminution des concentrations durant la journée a déjà été constatée lors d'études semblables dans l'environnement de C.E.T. L'importance de la différence de concentrations

diurnes et nocturnes dans l'environnement d'un C.E.T. peut être expliquée par une différence de conditions météorologiques engendrant des conditions de dispersion différentes.

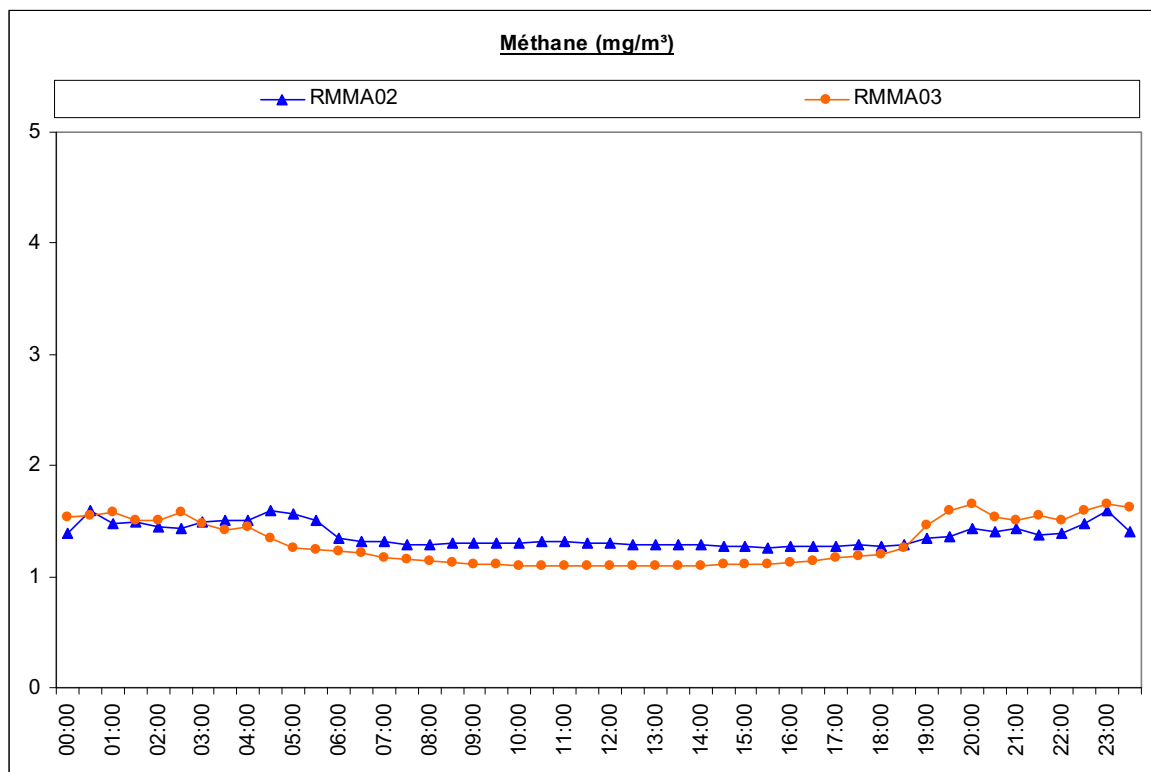


Figure 5 : Méthane - Journée moyenne - (08/05/08 au 08/07/08)

4.3.3. Roses de pollution

La Figure 6 reprend les roses de pollution en méthane tracées selon la méthode décrite dans l'Annexe 1. Ces deux roses ne montrent pas d'apport clair en provenance du C.E.T., mais elles ont plutôt tendance à montrer un apport légèrement plus important en provenance de deux directions opposées: le nord-est et le sud-est.

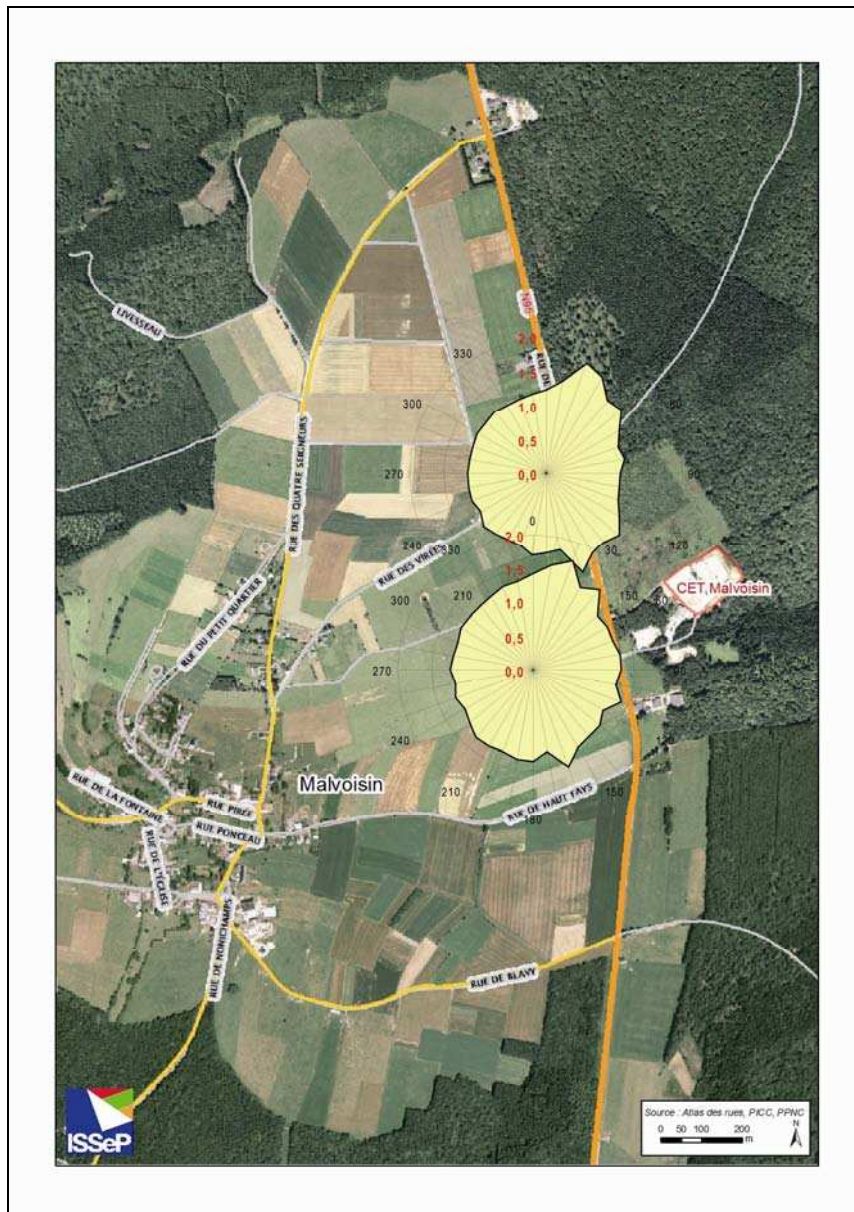


Figure 6 : Méthane - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)

4.4. Sulfure d'hydrogène (H₂S)

4.4.1. Statistiques

Les Tableaux 6 et 7 résument respectivement les valeurs semi-horaires et journalières enregistrées pour le sulfure d'hydrogène. La valeur de 1 µg/m³ correspond à la limite de quantification.

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	2911	1	1	2	26
RMMA03	2918	1	1	2	34

Tableau 6 : Sulfure d'hydrogène - Valeurs semi-horaires - (08/05/08 au 08/07/08)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	60	1	1	2	3
RMMA03	60	1	1	2	6

Tableau 7 : Sulfure d'hydrogène - Valeurs journalières - (08/05/08 au 08/07/08)

En ce qui concerne les problèmes de santé publique, les premiers effets du sulfure d'hydrogène (irritations oculaires) commencent à des concentrations de l'ordre de 15 mg/m³ et les premiers dommages sérieux ont lieu à des concentrations de 70 mg/m³. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande un facteur de sécurité égal à 100 par rapport aux premiers effets sur la santé et donne une valeur-guide de 150 µg/m³ (sur 24 h). Les valeurs obtenues au cours de cette étude sur les deux sites RMMA02 et RMMA03 sont largement inférieures à cette valeur-guide.

En ce qui concerne le seuil de perception du sulfure d'hydrogène, les valeurs citées dans la littérature scientifique varient fortement suivant les sources. L'OMS recommande de ne pas dépasser les 7 µg/m³ sur une demi-heure afin d'éviter les problèmes de nuisances olfactives. Notre choix s'est porté sur cette valeur de 7 µg/m³, en gardant à l'esprit que certaines tranches de la population pourront percevoir le sulfure d'hydrogène à des teneurs plus faibles, alors que d'autres ne sentiront rien. Durant la campagne de mesures, cette valeur semi-horaire de 7 µg/m³ a été dépassée à 35 reprises pour la station RMMA02 et à 41 reprises pour la station RMMA03.

Le Tableau 8 reprend les dates et heures des épisodes où la concentration en sulfure d'hydrogène a dépassé la valeur de 7 µg/m³ citée par l'OMS. Les heures sont des heures GMT, ce qui signifie qu'il faut rajouter deux heures pour avoir l'heure locale. Les dépassements sont généralement nocturnes.

RMMA02		RMMA03	
Date	Heure (GMT)	Date	Heure (GMT)
12/05/08	01h30 à 03h30	21/05/08	02h30 à 04h30
13/05/08	05h30 à 06h00		21h30 à 22h00
15/05/08	00h30 à 01h00	22/05/08	19h00 à 24h00
21/05/08	00h30 à 01h30	23/05/08	00h00 à 03h00
25/05/08	23h00 à 23h30	25/05/08	19h30 à 20h30
28/05/08	23h00 à 23h30	28/05/08	19h00 à 19h30
29/05/08	00h00 à 00h30		22h00 à 23h30
02/06/08	01h00 à 02h00	01/06/08	23h00 à 24h00
09/06/08	21h30 à 24h00	14/06/08	20h00 à 21h00
10/06/08	00h00 à 02h00	16/06/08	03h30 à 04h00
17/06/08	00h30 à 01h00	24/06/08	23h30 à 24h00
	01h30 à 02h00	25/06/08	00h00 à 01h30
	03h00 à 05h30		02h00 à 02h30
23/06/08	20h00 à 20h30	04/07/08	22h30 à 24h00
24/06/08	04h00 à 04h30	05/07/08	00h00 à 00h30
	20h00 à 21h30		
	23h00 à 23h30		

Tableau 8 : Episodes de dépassement de la valeur de 7 µg/m³ en sulfure d'hydrogène

4.4.2. Evolutions des valeurs semi-horaires

La Figure 7 montre les évolutions en parallèle des valeurs semi-horaires relatives au sulfure d'hydrogène.

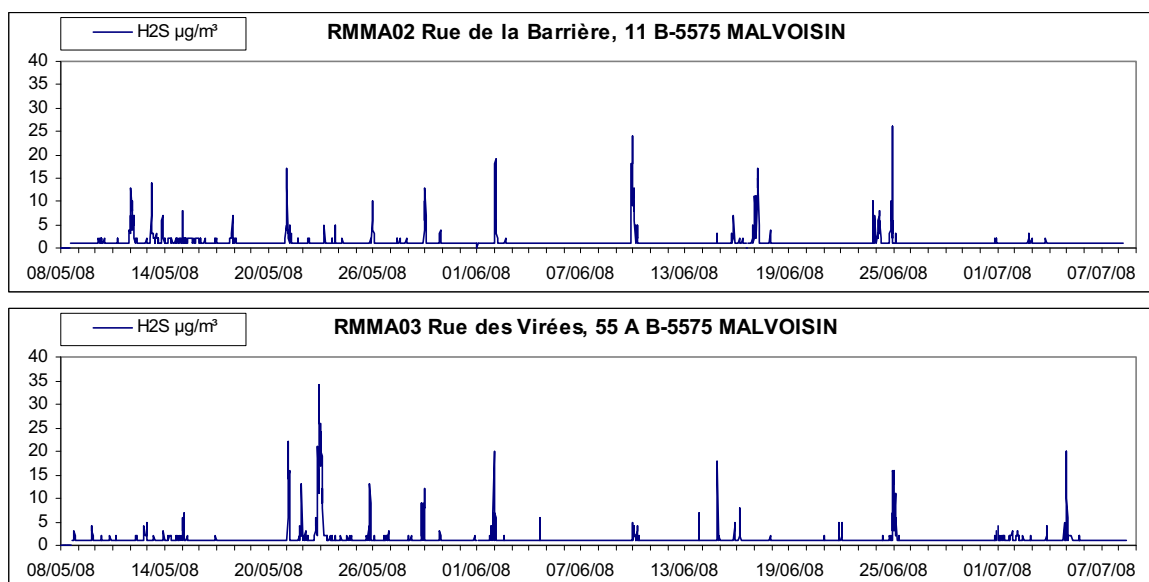


Figure 7 : Sulfure d'hydrogène - Evolution des valeurs semi-horaires

4.4.3. Roses de pollution

La Figure 8 reprend les roses de pollution en sulfure d'hydrogène. Celles-ci montrent un apport principal en provenance du nord-est, qui est apparemment indépendant de l'activité du C.E.T.



Figure 8 : Sulfure d'hydrogène - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)

4.5. Benzène (C₆H₆)

4.5.1. Statistiques

Les Tableaux 9 et 10 résument respectivement les valeurs semi-horaires et journalières enregistrées pour le benzène.

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	2840	0,3	0,2	0,7	6,2
RMMA03	2822	1,9	1,3	4,7	44,6

Tableau 9 : Benzène - Valeurs semi-horaires - (08/05/08 au 08/07/08)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	60	0,3	0,2	0,7	1,6
RMMA03	57	1,9	1,4	4,7	9,4

Tableau 10 : Benzène - Valeurs journalières - (08/05/08 au 08/07/08)

Les concentrations en benzène mesurées à la station RMMA03 sont supérieures à celles mesurées à la station voisine (RMMA02), ce qui pourrait s'expliquer par sa plus grande proximité avec le principal axe routier de la région (N95).

Au niveau européen, la Directive européenne 2000/69/CE, transcrite en Arrêté du Gouvernement wallon le 05/12/2002, définit la norme pour le benzène (Tableau 11). Cette Directive permet une marge de dépassement par rapport à la valeur limite à respecter en janvier 2010. La marge de dépassement initiale est de 5 µg/m³ diminuant le 01/01/2006 et ensuite tous les 12 mois de 1 µg/m³ pour atteindre la valeur limite au 01/01/2010.

	Période de calcul de la moyenne	Valeur limite	Date à laquelle la valeur limite doit être respectée
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Année civile	5 µg/m ³	1/01/2010

Tableau 11 : Benzène - Valeur limite (Directive 2000/69/CE)

Si le respect formel de la valeur limite de cette directive ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire permettrait néanmoins de conclure que ces valeurs sont faibles, inférieures à la valeur limite actuelle de 7 µg/m³ et même à la valeur limite de 5 µg/m³ applicable en 2010.

Pour l'OMS, le benzène étant cancérigène, il n'y a pas de concentration en dessous de laquelle il n'y a aucun risque.

4.5.2. Evolutions des valeurs semi-horaires

La Figure 9 montre les évolutions en parallèle des valeurs semi-horaires relatives au benzène.

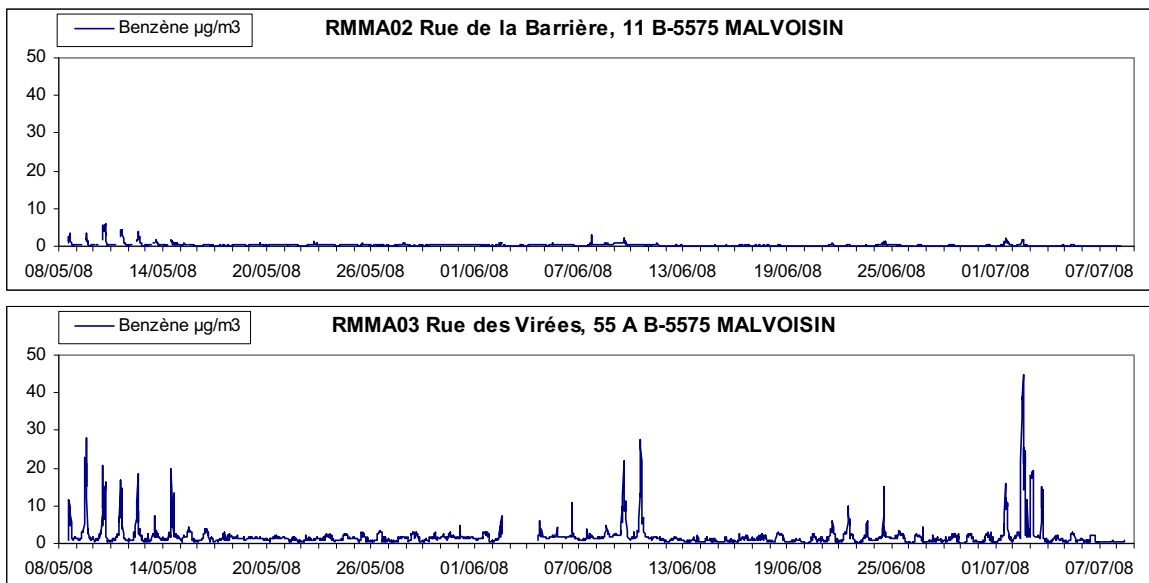


Figure 9 : Benzène - Evolution des valeurs semi-horaires

4.5.3. Roses de pollution

La Figure 10 reprend les roses de pollution pour le benzène. Celles-ci ne permettent pas de mettre en évidence un apport privilégié pour ce polluant.



Figure 10 : Benzène - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)

4.6. Toluène (C₆H₅-CH₃)

4.6.1. Statistiques

Les Tableaux 12 et 13 résument respectivement les valeurs semi-horaires et journalières enregistrées pour le toluène.

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	2678	0,5	0,4	1,1	6,4
RMMA03	2755	2,0	2,0	3,1	44,1

Tableau 12 : Toluène - Valeurs semi-horaires - (08/05/08 au 08/07/08)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile 95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMMA02	53	0,5	0,5	0,7	0,8
RMMA03	56	2,0	1,9	2,8	4,6

Tableau 13 : Toluène - Valeurs journalières - (08/05/08 au 08/07/08)

L'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a défini des valeurs-guides ("Air Quality Guidelines for Europe" - 1987) pour le toluène.

Composé	Valeurs-guides
Toluène	260 µg/m ³ (1 semaine) 1 mg/m ³ (30 min), seuil d'odeur

Tableau 14 : Toluène - Valeurs-guides OMS

Ce composé est moins toxique que le benzène. Si on se réfère aux valeurs admissibles en hygiène industrielle, sa toxicité est environ 60 fois moindre. Toutes les valeurs mesurées au cours de cette campagne sont inférieures aux valeurs-guides de l'OMS.

4.6.2. Evolutions des valeurs semi-horaires

La Figure 11 montre les évolutions en parallèle des valeurs semi-horaires relatives au toluène.

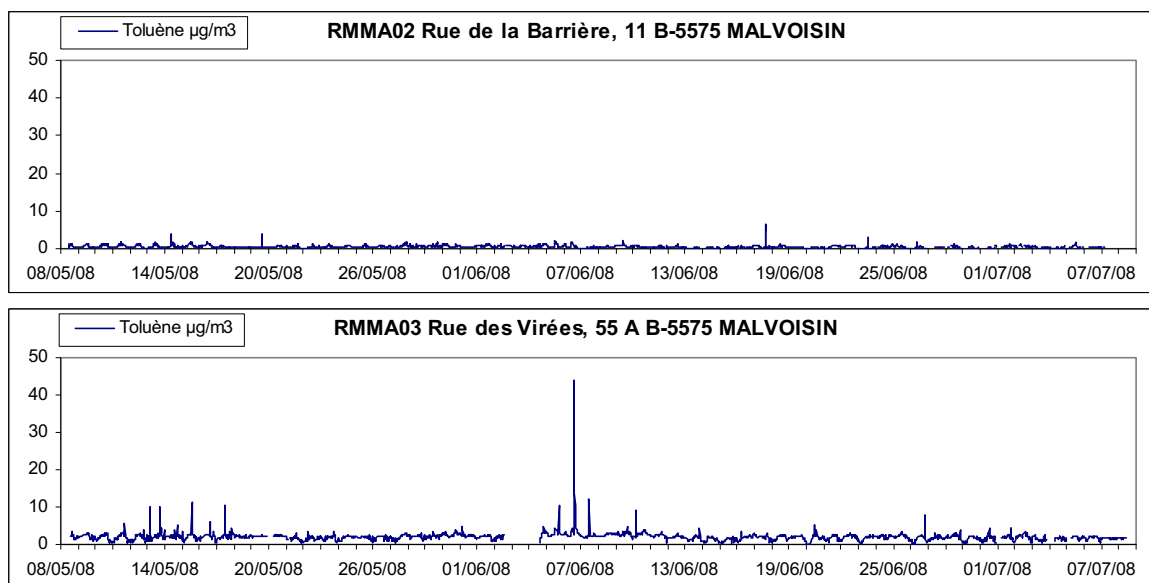


Figure 11 : Toluène - Evolution des valeurs semi-horaires

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut

4.6.3. Roses de pollution

La Figure 12 reprend les roses de pollution en toluène. Celles-ci ne montrent pas d'apport clair en provenance de la zone d'exploitation du C.E.T.



Figure 12 : Toluène - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)

4.7. Limonène

4.7.1. Statistiques

Les Tableaux 15 et 16 résument respectivement les valeurs semi-horaires et journalières enregistrées pour le limonène.

Station	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile 95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMMA02	1639	0,7	0,1	3,2	6,7
RMMA03	871	1,6	1,3	3,3	4,9

Tableau 15 : Limonène - Valeurs semi-horaires - (08/05/08 au 08/07/08)

Station	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile 95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMMA02	41	0,8	0,5	2,2	2,7
RMMA03	10	1,8	1,6	3,4	3,4

Tableau 16 : Limonène - Valeurs journalières - (08/05/08 au 08/07/08)

L'American Industrial Hygiene Association fixe le seuil de perception du limonène à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durant la campagne de mesures, ce seuil n'a pas été dépassé.

4.7.2. Evolution des valeurs semi-horaires

La Figure 13 reprend l'évolution des concentrations en limonène.

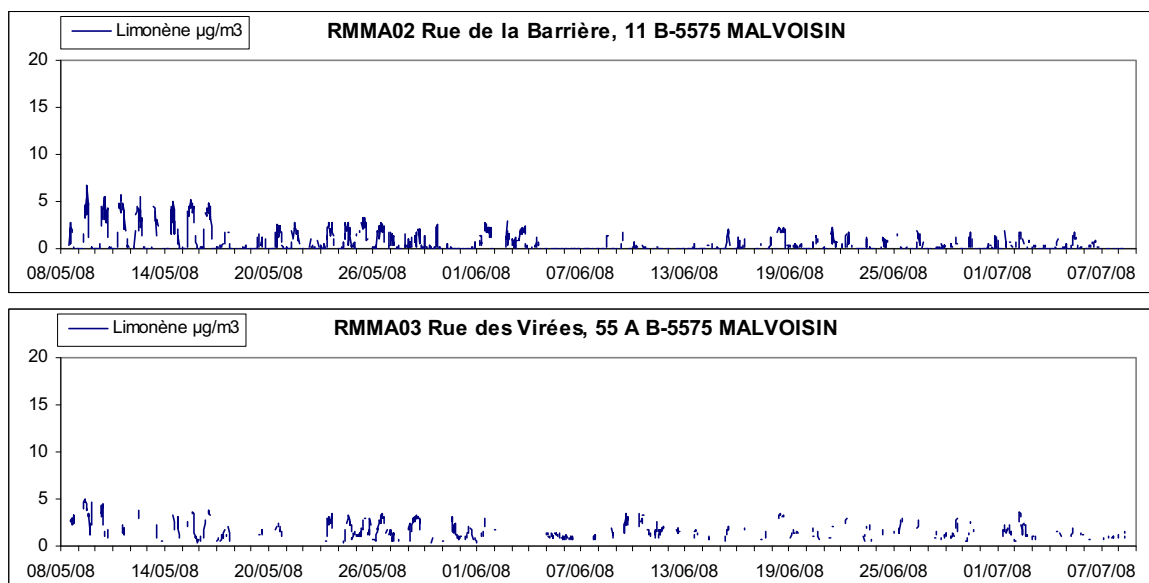


Figure 13 : Limonène - Evolution des valeurs semi-horaires

4.7.3. Roses de pollution

La Figure 14 reprend les roses de pollution en limonène. Celles-ci montrent des apports divers, mais ne permettent pas de mettre clairement en évidence un apport en limonène en provenance de la zone d'exploitation du C.E.T.



Figure 14 : Limonène - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)

4.8. Autres polluants dosés en continu

4.8.1. Statistiques

Les Tableaux 17 et 18 reprennent quelques paramètres statistiques résumant respectivement les valeurs semi-horaires et journalières enregistrées pour les autres polluants mesurés en continu. La valeur de 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ correspond à la limite de quantification.

RMMA02	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile 95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ethylbenzène	2596	0,3	0,1	1,0	4,4
m+p-xylènes	2389	0,7	0,4	2,1	3,2
α -pinène	2513	0,1	0,1	0,3	2,0
RMMA03	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile 95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ethylbenzène	2000	0,8	0,6	1,9	3,1
m+p-xylènes	1872	1,4	1,4	2,7	4,2
α -pinène	2426	0,6	0,5	1,5	3,6

Tableau 17 : Autres polluants - Valeurs semi-horaires - (08/05/08 au 08/07/08)

RMMA02	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile 95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ethylbenzène	57	0,3	0,2	0,7	1,1
m+p-xylènes	42	0,7	0,6	1,4	1,5
α -pinène	48	0,1	0,1	0,3	0,3
RMMA03	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile 95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ethylbenzène	21	0,9	0,9	1,5	1,5
m+p-xylènes	18	1,6	1,7	2,3	2,5
α -pinène	46	0,6	0,5	1,0	1,1

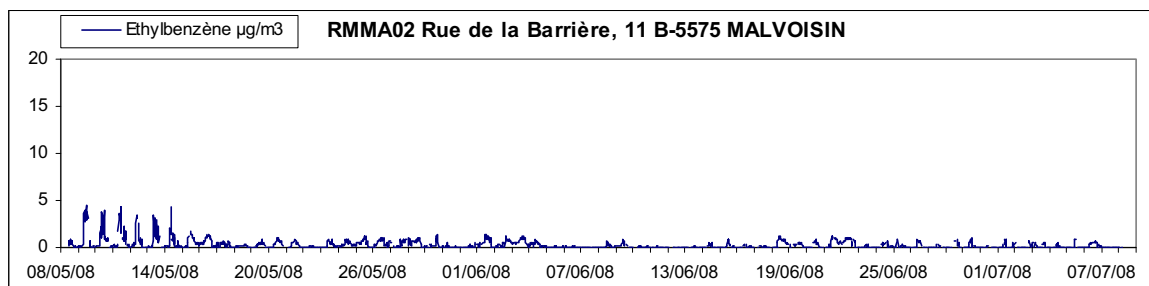
Tableau 18 : Autres polluants - Valeurs journalières - (08/05/08 au 08/07/08)

Il n'y a pas de normes en vigueur pour ces polluants dans l'air ambiant mais ces composés sont moins toxiques que le benzène et le toluène. A titre de comparaison, la valeur limite admissible en hygiène industrielle pour les xylènes est 100 fois plus faible que celle du benzène.

Pour l' α -pinène, l'American Industrial Hygiene Association fixe le seuil de perception olfactive à 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Durant la campagne de mesures, ce seuil n'a pas été dépassé.

4.8.2. Evolution des valeurs semi-horaires

La Figure 15 montre les évolutions des valeurs semi-horaires relatives aux autres polluants mesurés en continu.



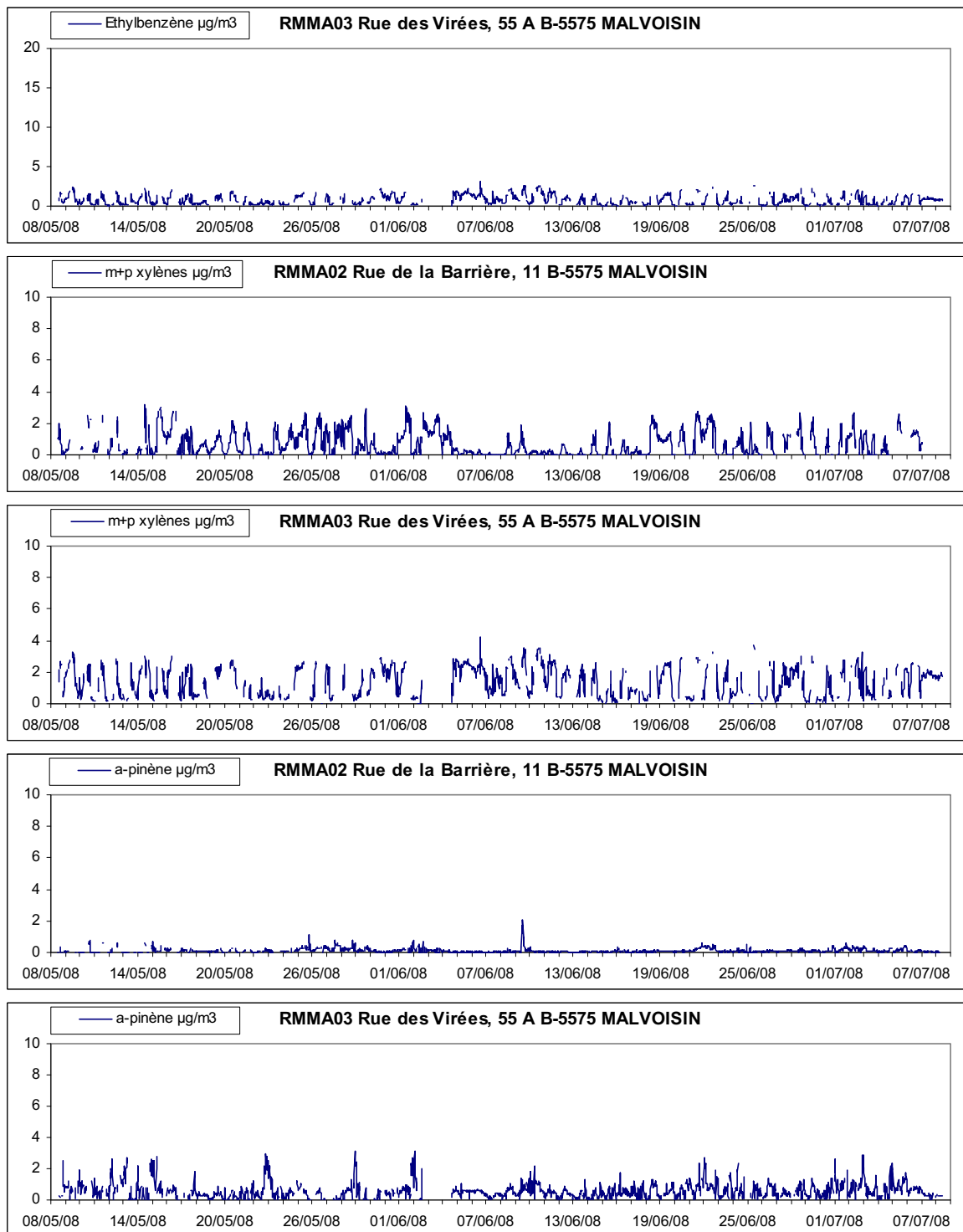


Figure 15 : Autres polluants - Evolution des valeurs semi-horaires

4.8.3. Roses de pollution

Les Figures 16 à 18 reprennent les roses de pollution en éthylbenzène, m+p-xylènes et α -pinène pour les deux stations de mesures. Celles-ci montrent des origines diverses mais ne permettent pas de montrer clairement un apport en provenance du C.E.T.



Figure 16 : Ethylbenzène - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)



Figure 17 : m+p xylènes - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)

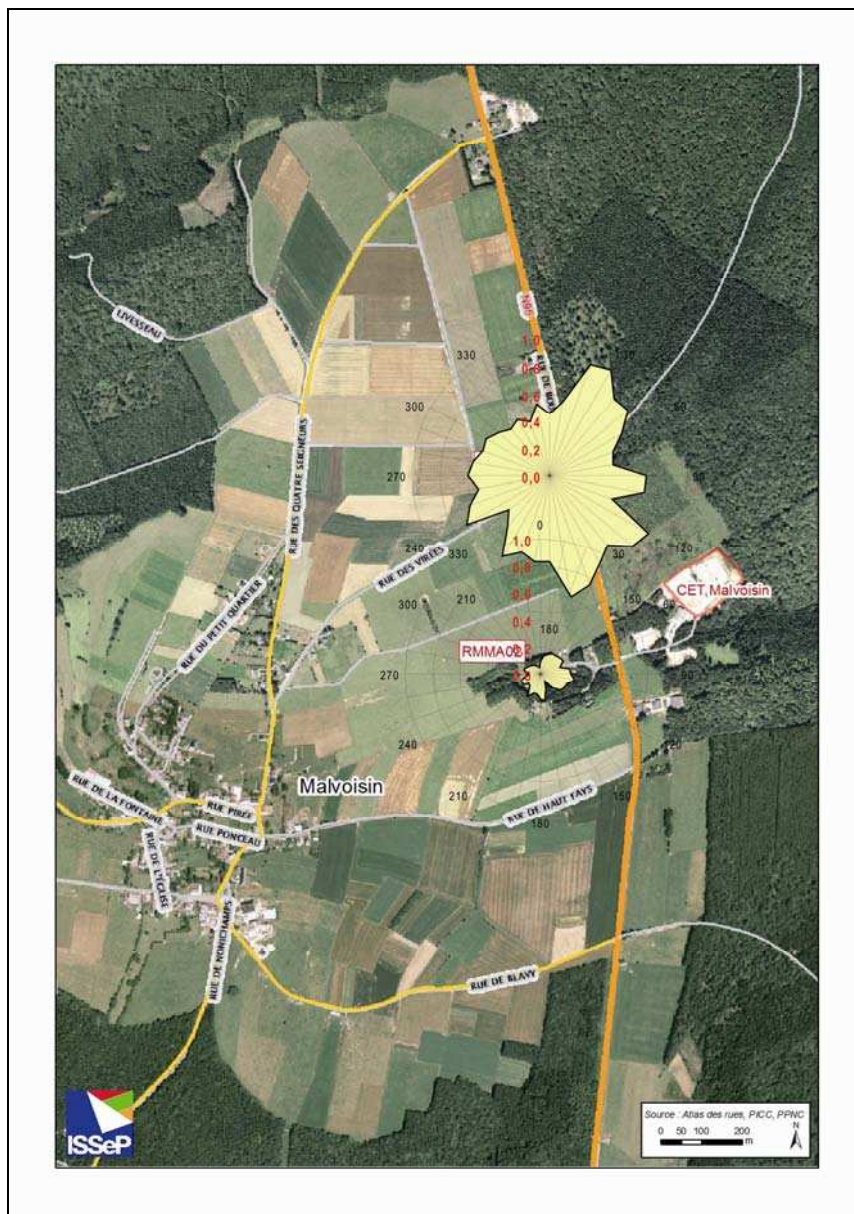


Figure 18 : a-pinène - Roses de pollution - (08/05/08 au 08/07/08)

ANNEXE 1 : CALCUL DES ROSES DE POLLUTION

Une rose de pollution est une représentation, pour une station et un polluant donnés, de la concentration moyenne de ce polluant associée à chaque direction du vent.

On calcule donc la moyenne des valeurs mesurées pour une direction de vent correspondant à un secteur particulier. On obtient alors une répartition par secteur, dont la longueur est proportionnelle à la concentration de la pollution arrivant au point de mesure, lorsque le vent provient de la direction du secteur.

On utilise la formule simplifiée suivante, en éliminant les valeurs associées à une vitesse du vent inférieure à 1 m/s :

$$C_d = \frac{\sum_i C_i \times n_{d,i}}{\sum_i n_{d,i}}$$

où :

- C_d = concentration moyenne associée à la direction d
- C_i = concentration moyenne mesurée pour la demi-heure i
- $n_{d,i}$ = 0, si le vent de direction d pendant la demi-heure i
à une vitesse inférieure à 1 m/s
= 1, dans le cas contraire

Pour la rose de fréquence des vents, la longueur d'un secteur est proportionnelle au nombre de demi-heures pour lesquelles le vent soufflait de cette direction.

ANNEXE 2 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET PARAMETRES DE REGLAGE DES ANALYSEURS

Les caractéristiques techniques des analyseurs, les principes de mesures et les paramètres de réglage utilisés durant cette étude sont les suivants :

CH₄ : analyseur HC51M (Environnement S.A.) :

- détection par ionisation de flamme d'hydrogène
- mesure du méthane après élimination des hydrocarbures non méthane par conversion catalytique sur hopcalite à 190 °C
- gamme : 100 ppm
- temps de réponse : automatique
- limite de détection : 50 ppb
- débit échantillon : 1,3 l/min
- calibration multipoint : dilution d'un mélange haute concentration en CH₄ et C₃H₈ dans l'air synthétique
- l'air pur, pour le contrôle du zéro et l'alimentation de la flamme, est produit à partir d'air comprimé et séché en passant par un scrubber d'hopcalite chauffé à 400 °C

H₂S : analyseur SO₂ 45C (TEI) avec rack convertisseur H₂S:

- détection par fluorescence dans l'ultraviolet après élimination des hydrocarbures aromatiques
- filtration sélective du SO₂, puis conversion catalytique par un oxyde métallique chauffé à 340 °C
- gamme : 200 ppb
- limite de détection : 1 µg/m³
- temps de réponse : 60 s
- débit échantillon : 400 ml/min
- calibration multipoint : tubes de perméation et air de dilution filtré sur silicagel et charbon actif

BTEX / LIMONENE / α-PINENE : analyseur Syntech Spectras GC855 (RMMA02):

- détection par chromatographie avec une préconcentration préalable
- temps d'échantillonnage : 30 min
- détecteur PID 10,6 eV
- gaz prélevé sur piège de Tenax GR
- gaz vecteur : N₂ 6.0
- gamme : 0-100 ppb
- limite de détection 0,1 µg/m³

BTEX / LIMONENE / α-PINENE : analyseur Syntech Spectras GC955 (RMMA03):

- détection par chromatographie avec une préconcentration préalable
- temps d'échantillonnage : 30 min
- détecteur PID 10,6 eV
- gaz prélevé sur piège de Tenax GR
- gaz vecteur : N₂ 6.0
- gamme : 0-100 ppb
- limite de détection 0,1 µg/m³

ANNEXE 3 : STATIONS DE MESURES



RMMA02



RMMA03

**Annexe 3 : Analyse des relevés du réseau de vigies-odeur à Malvoisin – Rapport ULg –
février 2009
22 pages**



Analyse des relevés du réseau de vigies-odeur à Malvoisin. Rapport final



*Jacques NICOLAS
Jean-François THOMAS*

Février 2009

Contexte de l'étude

Dans le cadre du réseau de suivi des CET wallons, l'ISSeP a confié à l'unité de recherche "Surveillance de l'Environnement" de l'Université de Liège (site d'Arlon) une étude consistant à suivre l'évolution de la perception olfactive par un réseau de riverains-vigies (ou "sentinelles") pendant la phase de réhabilitation du CET. En effet, les travaux consistaient notamment en un reprofilage du massif de déchets. D'anciens déchets allaient donc être remués et il était à craindre une émission d'odeur qui pourrait causer une nuisance chez les riverains du site. Il était également prévu de mettre à nu un certain nombre de puits de dégazage, ce qui pouvait engendrer la libération de biogaz odorant (figure 1).



Figure 1 : Dégazement d'un puits de dégazage

En prévision de ces émissions, l'exploitant a mis en œuvre un système d'éolage. Il s'agit d'une grande turbine assurant une propulsion aérodynamique de l'air pollué qui est envoyé en altitude à grande vitesse pour qu'il se dilue dans l'air ambiant (figures 2 et 3).



Figure 2 : Système d'éolage en gros plan



Figure 3 : Appareil d'éolage (à l'arrêt, en fin de journée)

Calendrier de la réhabilitation

Le calendrier initial des travaux de réhabilitation prévoyait une période entre le 7 avril 2008 et le 21 octobre 2008. Le tableau 1 présente le calendrier établi rétrospectivement en février 2009 (simplifié au pas de temps de 1 semaine pour minimiser la taille du tableau).

Tâche	Date	7/04/08	14/04/08	21/04/08	28/04/08	5/05/08	12/05/08	19/05/08	26/05/08	2/06/08	9/06/08	16/06/08	23/06/08	30/06/08	7/07/08	14/07/08	21/07/08	28/07/08	4/08/08	11/08/08	18/08/08	25/08/08	1/09/08	8/09/08	15/09/08	22/09/08	29/09/08	...	19/11/08	...	31/01/09	
Démontage des installations existantes (dégazage, pompage lixiviats, ...)																																
Reprofilage du massif de déchets																																
Forage des puits de dégazage																																
Mise en place d'une couche d'égalisation																																
Mise en place du capping supérieur																																
Eolage																																

Tableau 1 : Calendrier rétrospectif des travaux de réhabilitation réalisés

On le constate, seulement une partie des travaux a été réalisée à la date de rédaction du présent rapport. D'importants retards ont été enregistrés.

Les périodes d'inactivité sont les suivantes.

- Les congés du bâtiment, du 7 au 27 juillet 2008.
- Une longue discussion entre entrepreneur, exploitant, OWD et SPAQuE concernant les hypothèses de calcul de la stabilité du complexe étanchéité-drainage, du 26 juin au 15 septembre 2008.
- Les intempéries (à partir du 20 novembre 2008), les conditions météorologiques empêchant l'entrepreneur de travailler dans les règles de l'art. L'humidité et la pluie ne lui permettent pas, en effet, de mettre en œuvre l'argile et les terres à une teneur en eau conforme à l'Optimum Proctor Modifié (teneur en eau optimale pour un sol de remblai).

Le tableau 1 montre également les périodes durant lesquelles le système d'éolage a fonctionné. A l'heure de la rédaction du présent rapport, ce système n'est plus en fonction. Il semble en effet, de l'avis des différents acteurs (entrepreneur, préposé, surveillant du chantier), qu'il ne soit plus justifié en regard du plus faible risque d'émission d'odeur dans le futur.

Le tableau 2 donne une indication prévisionnelle de la suite des travaux.

Tâche	Date																
	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12	sem 13	sem 14	sem 15	sem 16	sem 17
Mise en place du capping supérieur																	
Aménagement des abords des têtes de puits																	
Mise en place du réseau de dégazage																	
Mise en place du réseau de pompage et d'évacuation des lixiviats																	
Travaux de drainage																	
Finalisation, formation du personnel et réception des installations																	

Tableau 2 : Calendrier prévisionnel des futurs travaux

En principe, en cas de reprise des travaux début mars 2009, la fin des travaux devrait être prévue juste avant les congés du bâtiment 2009, soit avec environ 6 mois de retard sur le planning optimiste de départ, qui n'avait pas prévu de telles intempéries en cette fin d'année 2008 et début 2009.

En examinant le type de travaux déjà réalisés et ceux encore à prévoir, il semblerait que la période de suivi par le réseau de vigies correspondait effectivement au plus grand risque d'émission d'odeurs nauséabondes.

Méthodologie

Principe

La méthode des riverains-vigies consiste à réaliser un suivi régulier de l'odeur perçue aux alentours d'un site durant une période donnée grâce aux perceptions d'un réseau de riverains répondant à un questionnaire.

Cette méthode présente plusieurs avantages.

- Elle implique directement les riverains, qui se sentent alors concernés par l'étude et qui tentent eux-mêmes d'objectiver la nuisance olfactive.
- Elle permet un suivi régulier (dans le cas présent, trois jours par semaine), contrairement à une technique d'analyse ponctuelle qui n'est représentative que d'un moment donné. Par rapport à une enquête "one-shot", les réponses au questionnaire permettent donc d'apprécier la dynamique de la perception, alors qu'une enquête ne fournirait qu'une appréciation globale de la nuisance.
- Si le nombre de vigies est suffisamment grand, elle permet également une bonne couverture spatiale de la perception d'odeur.

Questionnaire

Un questionnaire (figure 4) a été envoyé aux riverains qui avaient manifesté leur intérêt pour participer au système de vigies destiné à suivre l'évolution des nuisances olfactives au cours de la phase de réhabilitation du CET de Malvoisin.

Une feuille de ce type doit être renvoyée chaque semaine à l'ULg, par l'intermédiaire d'une personne qui a bien voulu servir de "boîte-aux-lettres" pour l'ensemble des riverains.

L'objectif est, au minimum, d'estimer la nuisance olfactive trois jours par semaine, à raison de deux mesures par jour. Les jours préférés sont les lundi, mercredi et samedi et les heures préférées sont entre 7h et 10h pour la période du matin et entre 18h et 21h pour la période du soir. Néanmoins, les riverains sont libres d'indiquer des observations pour d'autres jours de la semaine s'ils le désirent ou si un évènement particulier se produit.

Les questions portent sur l'intensité de l'odeur, sur base de l'échelle à 6 niveaux suivante:

0. Pas d'odeur
1. Imperceptible
2. Faible
3. Forte
4. Très forte
5. Insupportable

Si une odeur est perçue, la vigie doit en indiquer la tonalité, sur base des référents suivants:

1. Poubelle
2. Gaz
3. Œuf pourri
4. Egout
5. Elevage
6. Indéfinissable ou autre (à préciser)

Le riverain doit aussi indiquer s'il est enrhumé et doit fournir des informations sur l'aspect du ciel :

1. ciel dégagé et bleu
2. quelques nuages

3. beaucoup de nuages
4. ciel couvert

ainsi que sur l'occurrence de pluie ou de brouillard.

Chaque personne doit indiquer ses coordonnées et peut formuler quelques remarques libres.

Outre une analyse finale des données *a posteriori*, le suivi avait comme objet de détecter de manière plus réactive d'éventuels pics d'odeur consécutifs à une opération particulière, voire une anomalie dans le processus de réhabilitation. Le groupe de l'ULg, ainsi que certaines personnes de l'ISSeP et de la DPE se sont également rendus plusieurs fois sur le terrain. Les différents intervenants (ULg, ISSeP DPE, exploitants, riverains) se sont mis d'accord pour prévenir rapidement les autres en cas d'odeur particulièrement agressive.

En outre, des rapports intermédiaires ont été envoyés à l'ISSeP (10 juin 2008 et actualisé le 23 octobre 2008) et des résultats partiels ont déjà été présentés aux riverains le 11 juillet 2008 ainsi qu'au comité technique du réseau des CÉT le 28 octobre 2008.

**Feuille de relevés odeur
15/2008**

Quartier ou rue:

Nom et prénom ou n° de vigie:

	Lundi 7-avr		Mardi 8-avr		Mercredi 9-avr		Jeudi 10-avr		Vendredi 11-avr		Samedi 12-avr		Dimanche 13-avr	
	matin	soir	matin	soir	matin	soir	matin	soir	matin	soir	matin	soir	matin	soir
Heure approximative														
Etes vous enrhumé?														
oui														
non														
Sentez-vous une odeur?														
oui														
non														
Quelle est l'intensité de l'odeur?														
Imperceptible														
Faible														
Forte														
Très forte														
Insupportable														
De quel type d'odeur s'agit-il?														
de poubelle														
de gaz														
d'œuf pourri														
d'égout														
d'élevage														
odeur indéfinissable ou autre (précisez)														
Comment est le ciel?														
ciel dégagé et bleu														
quelques nuages														
beaucoup de nuages														
ciel couvert														
Est-ce qu'il pleut?														
oui														
non														
Est-ce qu'il y a du brouillard?														
oui														
non														
Avez-vous d'autres observations ou remarques à faire sur cette journée?														

* Merci de faire vos relevés le matin entre 7 et 10h00 et le soir entre 18 et 21h00

** Vous pouvez faire vos relevés le dimanche en cas d'empêchement le samedi

*** Vous pouvez également compléter les jours grisés (ma, je, ve, di) si vous disposez de plus de temps ou si un événement odeur particulier se produit l'un

Figure 4 : Questionnaire remis aux riverains-vigies

Vigies

En définitive, 10 riverains ont bien voulu répondre de manière récurrente au questionnaire. La figure 5 en montre la répartition, en les groupant en 4 quartiers :

- Rue de la Barrière
- Rue de Bouillon (la ferme)
- Rue des Virées (près de la rue de Bouillon)
- Rues des Quatre-Seigneurs (dans le village).

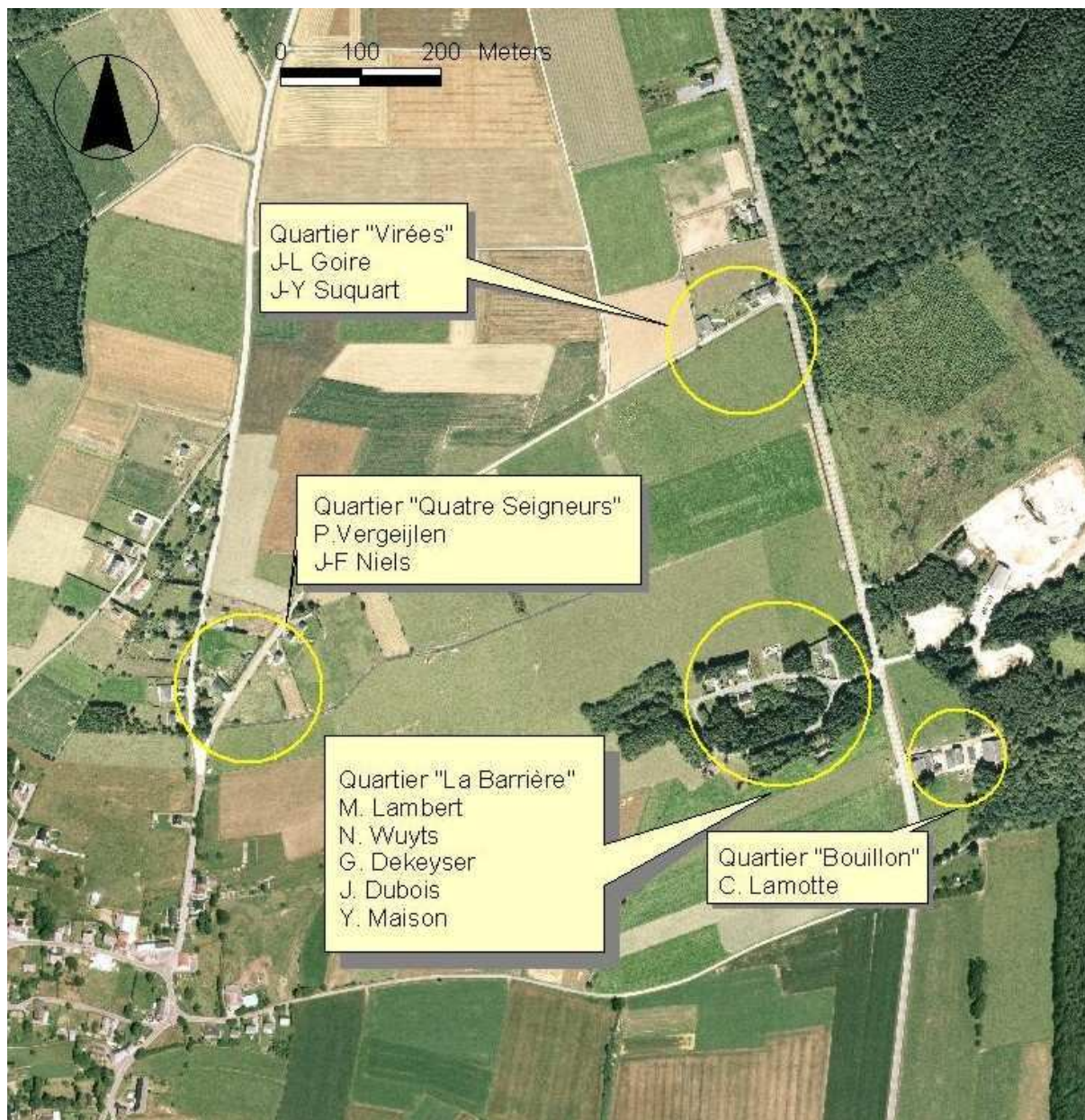


Figure 5 : Répartition des riverains qui ont participé au système de vigies

Les plus nombreux et les plus concernés sont évidemment ceux du quartier de la Barrière, situé juste en face du CET. Les autres groupes sont plus clairsemés. Il est évident que ce nombre restreint de vigies ne permet pas une analyse statistique fiable, mais le but était surtout de détecter d'éventuels événements-odeurs anormaux.

Participation

Le présent rapport concerne une période s'étalant du 7 avril 2008 au 16 novembre 2008, soit 223 jours, durant laquelle 1838 observations ont été réalisées, tous riverains confondus. De manière générale, les consignes ont été respectées et les riverains ont contribué à l'observation de manière assidue, même s'ils n'ont pas tous participé de manière égale au suivi comme le montre la figure 6, reprenant les périodes de réponse au questionnaire pour chaque riverain.

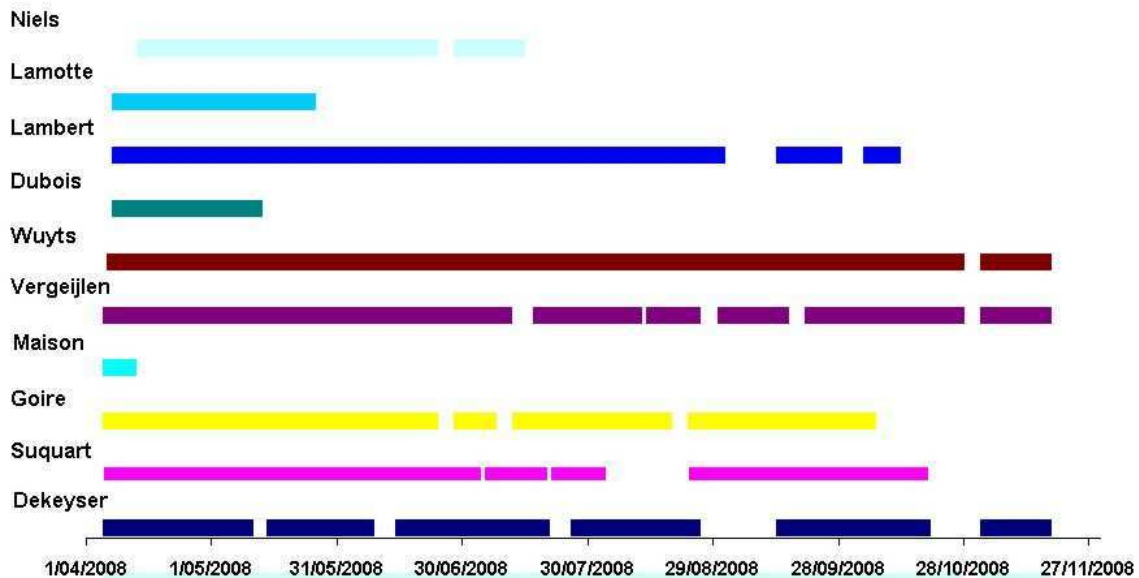


Figure 6 : Participation de chaque vigie en fonction du temps

Nous remarquons une excellente participation de N.Wuyts et P.Vergeijlen ainsi qu'un bon taux de réponse pour M.Lambert, J-L Goire, J-Y Suquart et G.Dekeyser. Le fait que certains riverains se soient arrêtés de répondre avant le terme de la période initialement prévue ne doit pas nécessairement être interprété négativement. S'ils ont jugé peu utile de répondre, c'est peut-être qu'ils considéraient que l'odeur n'était pas trop gênante.

L'échelle à 6 niveaux a été utilisée à bon escient et sans abuser des niveaux élevés. Dans la suite, nous faisons l'hypothèse que cette échelle est linéaire et qu'elle représente l'intensité de l'odeur entre 0 et 5. En particulier, nous supposons que "imperceptible" est déjà une odeur.

Le tableau 2 montre la répartition du nombre de réponses par riverain ainsi que les statistiques relatives à la mesure de l'intensité de l'odeur.

Quartier	Riverain	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Barrière	Dekeyser Gabriele	324	0.56	0	4	1.18
	Dubois Jacques	61	0.56	0	3	0.98
	Maison Yvan	8	1.88	0	4	1.73
	Wuyts Nicole	223	0.25	0	3	0.62
	Lambert Marc	190	0.45	0	4	1.04
Bouillon	Lamotte Christelle	45	0.51	0	4	1.10
4 Seigneurs	Niels Jean-François	113	0.31	0	3	0.72
	Vergeijlen Peter	393	0.12	0	3	0.44
Virées	Goire Jean-Louis	297	0.66	0	4	1.54
	Suquart Jean-yves	184	0.49	0	4	1.07

Tableau 2 : Tableau des statistiques pour chaque riverain

En moyenne, le niveau d'odeur est très faible, mais le niveau 4 a été atteint à plusieurs moments. Sur les figures 7 et 8 sont représentées les valeurs moyennes d'intensité par zone, avec les intervalles de confiance, respectivement pour la période du 7 avril au 31 mai 2008 et pour toute la période de suivi.

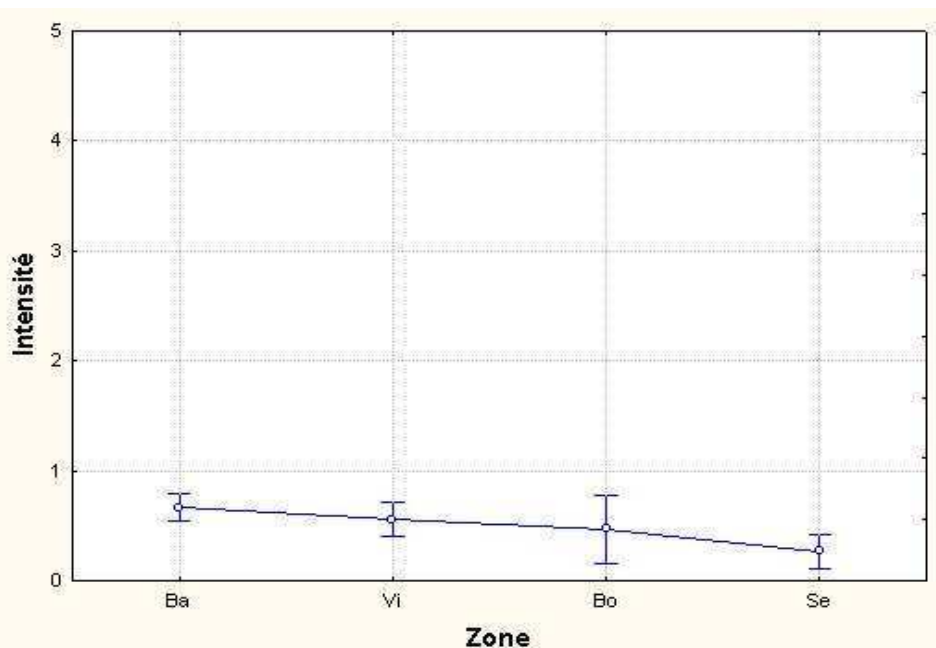


Figure 7 : Valeur d'intensité par zone pour la période 07/04/08 au 31/05/08 (Ba=Barrière, Vi=Virées, Bo=Bouillon, Se=Quatre-Seigneurs)

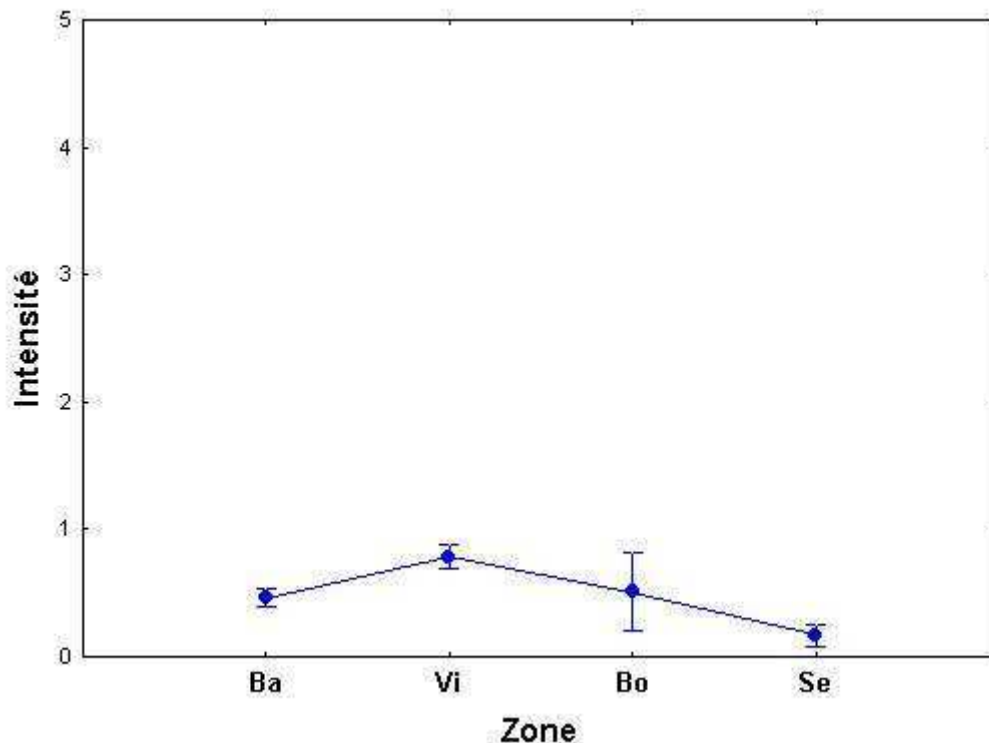


Figure 8 : Valeur d'intensité par zone pour toute la période du 07/04/08 au 16/11/08 (Ba=Barrière, Vi=Virées, Bo=Bouillon, Se=Quatre-Seigneurs)

Durant les premières semaines, les plus fortes intensités ont été observées dans les quartiers de la Barrière et des Virées, les plus proches du CET. Cependant, lorsque toute la période est considérée, l'intensité d'odeur perçue dans le quartier de la Barrière est plus faible, alors que le niveau atteint dans le quartier des Virées semble toujours rester plus élevé. Les causes possibles peuvent être propres aux observateurs ou à la direction du vent.

Evolution temporelle

La figure 9 montre l'évolution dans le temps de l'intensité moyenne pour les 10 riverains.

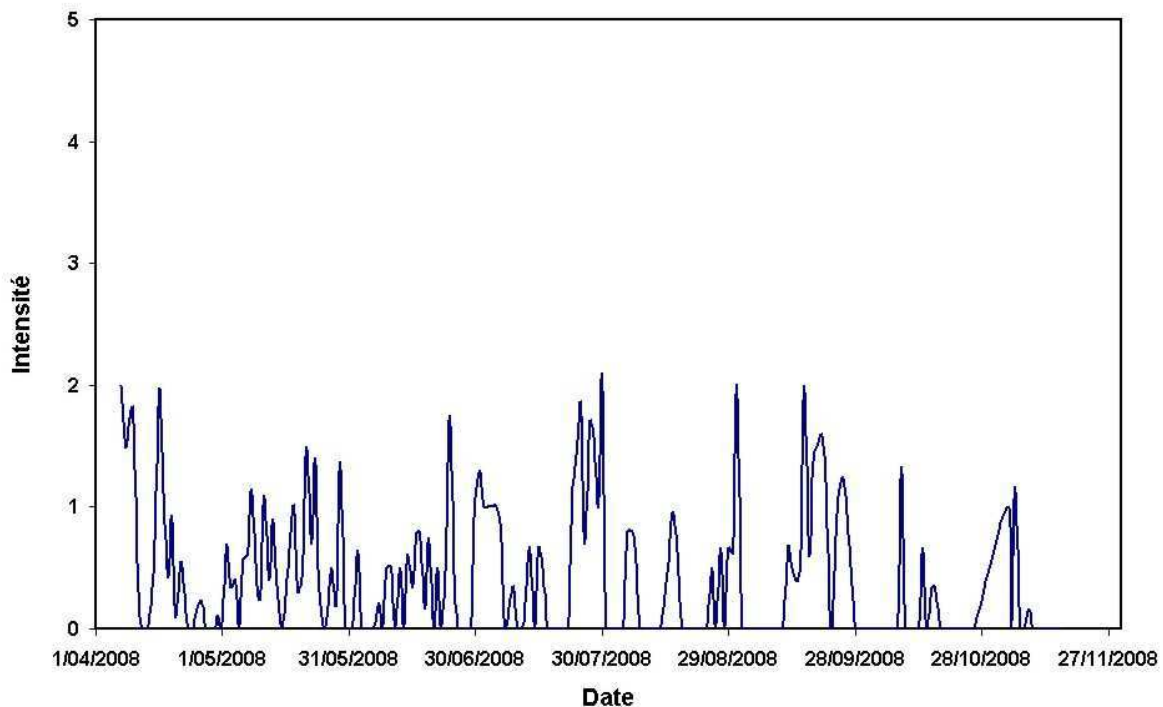


Figure 9 : Evolution temporelle de l'intensité moyenne de l'odeur pour tous les riverains.

Celle-ci ne dépasse pratiquement pas le niveau 2 ("odeur faible"). Elle ne présente pas de tendance nette, si ce n'est une légère diminution en fonction du temps, mais qui peut aussi être due au taux de réponse plus faible durant les derniers mois. Le maximum est atteint aux environs du 30 juillet et on peut observer quelques pics en fin du mois d'août et entre le 11 et le 22 septembre.

La figure 10 montre cette même évolution par zone.

C'est dans le quartier des Virées que les pics d'odeur les plus importants ont été observés. Les quartiers de la route de Bouillon et de la rue des Quatre Seigneurs semblent moins touchés. Les pics observés dans le quartier de la Barrière sont d'intensité intermédiaires et pas toujours aux mêmes jours que ceux de la rue des Virées.

Une analyse en fonction de la direction du vent est présentée plus loin dans ce rapport.

Selon les témoignages des riverains, les odeurs émises étaient parfois très fortes. Par exemple, le 21 mai, un riverain de la zone "Virées" déclare qu'il est impossible d'aérer les chambres et un autre du quartier "Barrière" note une "forte odeur, de jour comme de nuit". Faisons remarquer qu'une odeur moyenne "nulle" peut aussi résulter de l'absence de données (cfr par exemple le quartier de la route de Bouillon après la fin mai).

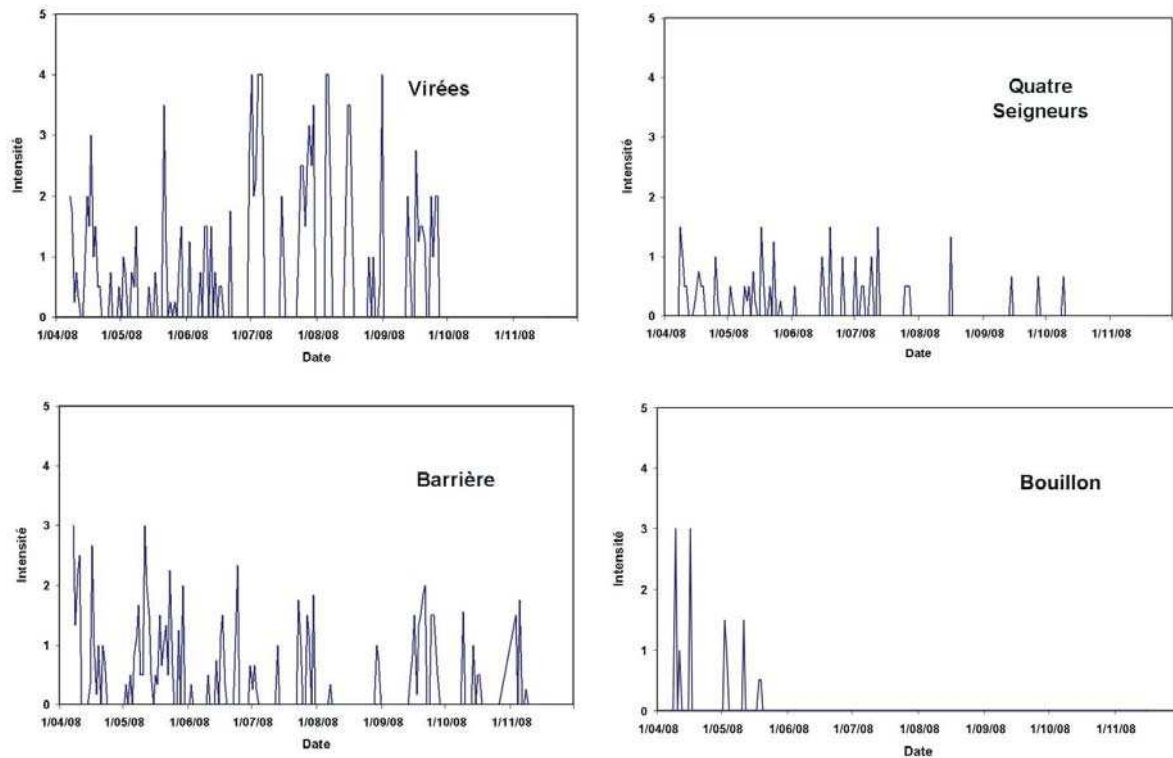


Figure 10 : Evolution temporelle de l'intensité moyenne de l'odeur en regroupant les riverains par zone.

La figure 11 montre les différences d'intensité en fonction du jour dans la semaine. Manifestement, il y a très peu d'odeur le week-end et davantage les mercredi et jeudi. Ceci traduit probablement l'évolution du taux d'activité sur le chantier.

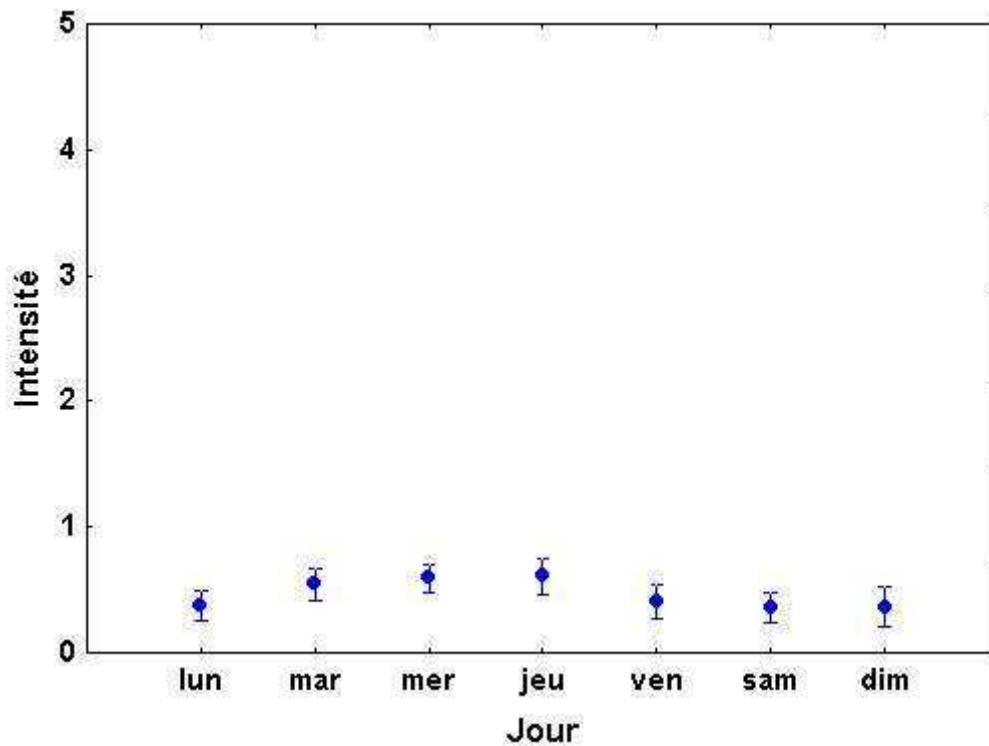


Figure 11 : Différences d'intensité selon le jour dans la semaine.

La figure 12 présente les valeurs moyennes d'intensité selon le moment dans la journée. La période "matin" a été fixée entre 7h et 9h, la période "journée" entre 9 et 17h, la période "soir" entre 17 et 22h et la période "nuit" entre 22h et 7h. Assez paradoxalement, l'odeur semble moins perceptible durant la journée. C'est surtout la nuit et le matin que les riverains semblent gênés. Ceci pourrait être expliqué par des conditions atmosphériques favorisant l'inversion thermique ou, plus simplement, par l'absence des vigies durant les heures d'activité sur le site (travail, occupations diverses) alors que la nuit et le matin, par contre, l'odorat est plus sensible.

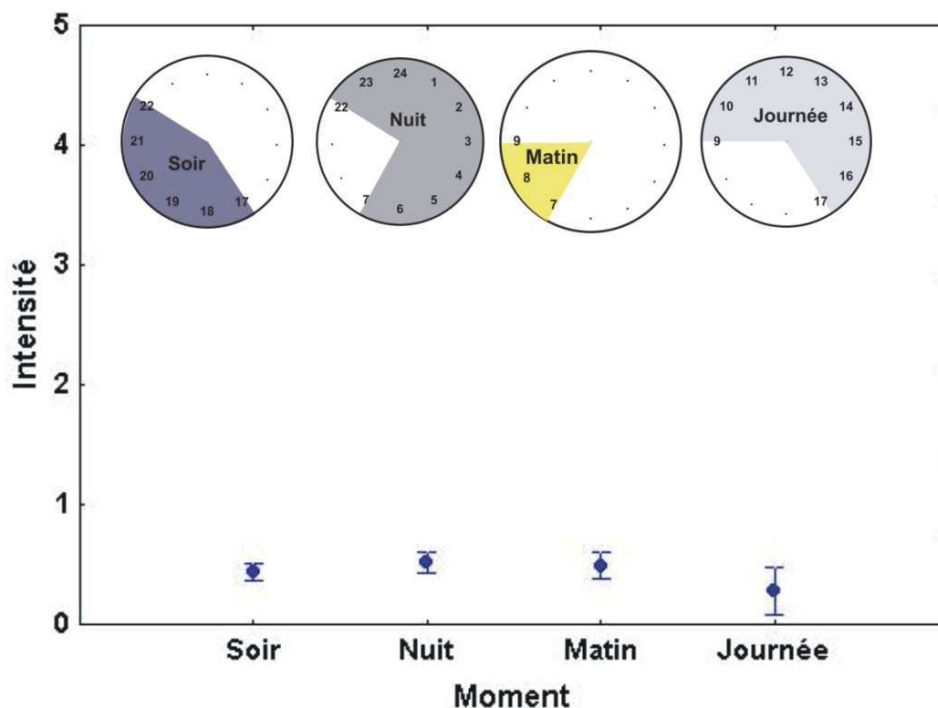


Figure 12 : Evolution selon le moment dans la journée
matin=[6h-9h], journée=[9h,17h], soir=[17h,22h], nuit=[22h,6h]

Type d'odeur

La figure 13 montre la répartition des choix des référents d'odeur par les riverains. L'odeur "de gaz" est la plus souvent citée, puis vient l'odeur "d'œuf pourri" et l'odeur de poubelle. Les autres odeurs sont moins souvent identifiées.

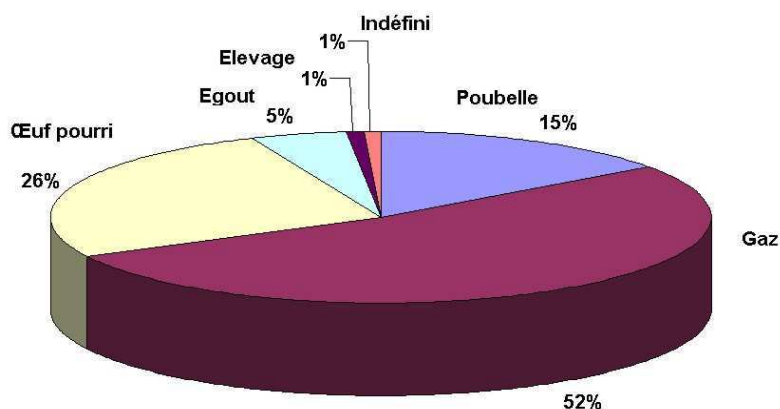


Figure 13 : Répartition des choix des référents d'odeur.

La figure 14 montre l'évolution temporelle du type d'odeur perçue. L'odeur de gaz était perceptible durant toute la période et prédominait à la fin des travaux de réhabilitation alors que les odeurs de poubelle et d'égout se sont manifestées surtout au début.

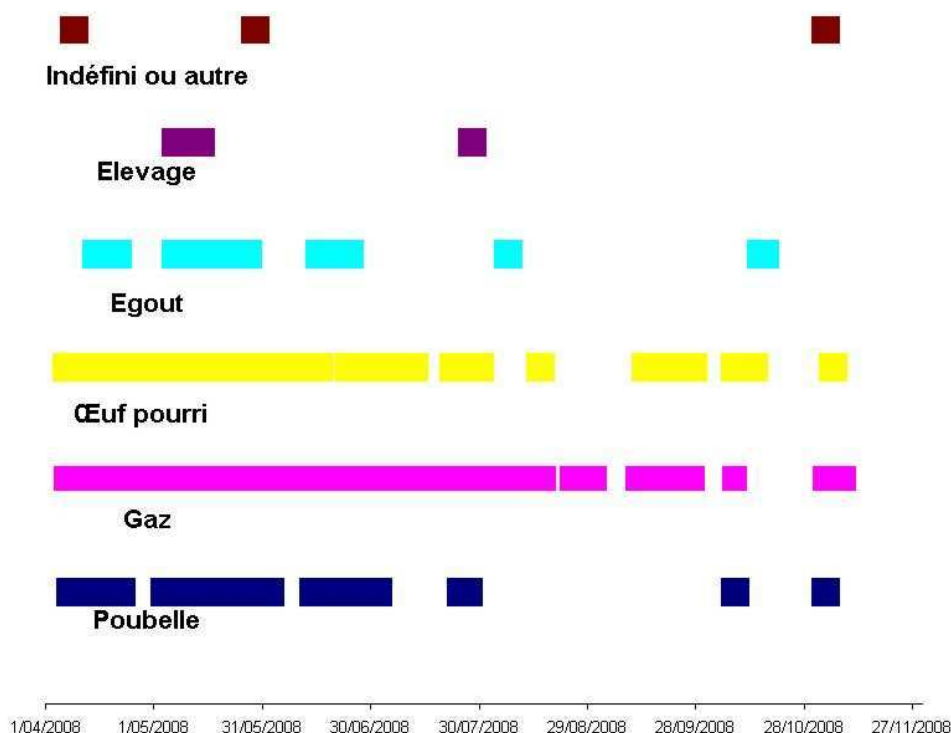


Figure 14 : Evolution temporelle du type d'odeur perçue

Lors des pics d'intensité, c'est surtout le référent "Gaz" qui est utilisé, surtout en fin de période. Les autres pics d'intensité font référence à l'odeur "d'Œuf pourri" les 9/4, 10/4, 15/4, 16/4 et 12/5 et à celle de "Poubelle" les 9/4, 10/4, 16/4, 21/5, 29/5, 21/6, 24/6 et 9/10. Quelques pics font référence à une odeur indéfinie. Logiquement donc, le gaz est perçu en continu, mais surtout en fin de période, puisqu'à ce moment, la phase de reprofilage était terminée.

Parfois, plusieurs référents sont utilisés pour la même observation, par le même riverain. L'association la plus fréquemment rencontrée est "gaz + œuf pourri" et, dans une moindre mesure, "poubelle + gaz" et "œuf pourri + égout". Peut-être existe-t-il une redondance entre "gaz" et "œuf pourri".

Selon l'exploitant, la deuxième quinzaine de mai correspondait au forage de 3 puits supplémentaires et à la mise en œuvre de la couche d'égalisation (pose de kaolinite). Les jours de forage (soit du 20 au 22 mai) pourraient expliquer l'observation de pics d'odeur. Cela coïncide en outre avec les propres observations du BEP: un des ouvriers se rendant régulièrement dans le quartier de la Barrière a relevé des pics sur quelques heures les jours suivants: 20 mai après-midi, 21 mai au matin et 22 mai au matin, très légèrement.

Le système de management environnemental de l'exploitant a enregistré deux plaintes depuis septembre 2008.

- Fin septembre, un constat d'odeur plus intense de biogaz. L'exploitant a branché les puits semblant dégazer le plus à des fûts de charbon actif.
- Le 7 janvier 2009, un constat d'odeur intense, malgré une activité nulle sur le chantier. L'exploitant a maintenu le système de charbon actif, mais dont le fonctionnement n'est pas optimal en période de gel (condensats gelés dans les tuyaux).

En résumé, si l'odeur de déchets n'est plus guère à craindre, celle de biogaz émanant des puits en attente du réaménagement du réseau de dégazage risque de se manifester encore durant quelques semaines en 2009.

Influence de la météo

Les informations météorologiques fournies par les riverains sont intéressantes, mais sont à considérer avec prudence, dans la mesure où plusieurs riverains, au même moment, ont parfois des impressions différentes concernant la couverture nuageuse. La figure 15 présente néanmoins les valeurs moyennes d'intensité en fonction de la couverture nuageuse.

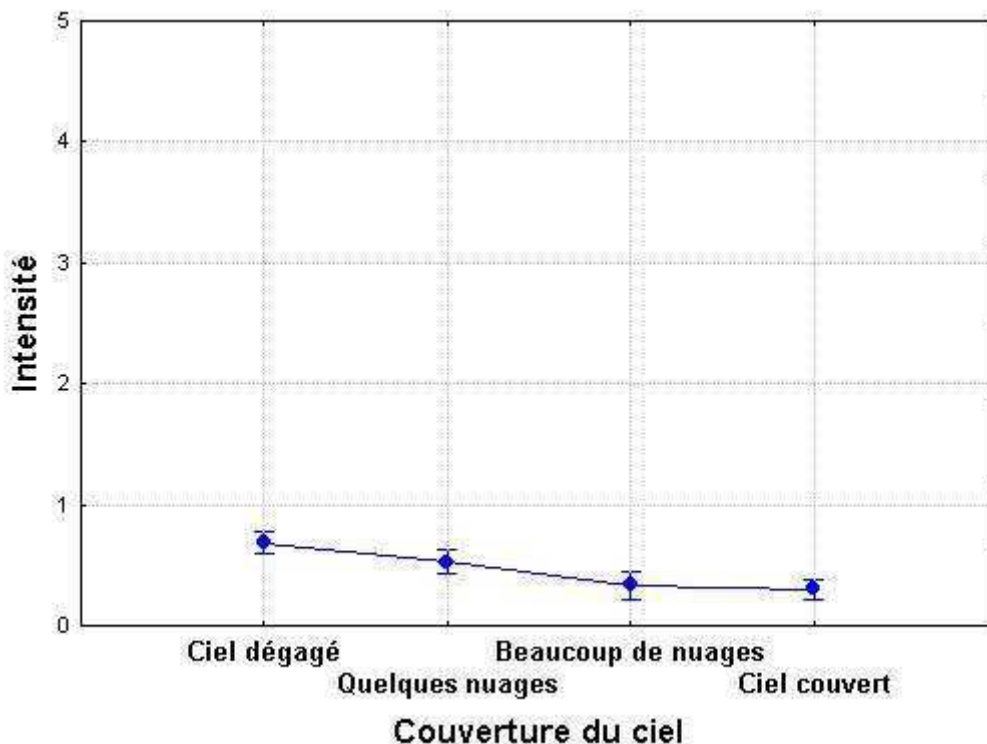


Figure 15 : Intensité de l'odeur en fonction de la couverture nuageuse.

Au vu de cette figure, plus le ciel est dégagé, plus l'odeur est intense. Ceci est évidemment à confirmer, car cette conclusion va plutôt à l'encontre de la logique. En effet, un fort ensoleillement favorise en général un bon brassage de l'air et donc, une meilleure dispersion. Néanmoins, dans le cas présent, le soleil peut également, par réchauffement des masses de déchets, favoriser un meilleur dégagement des volatils, à la source.

Les figures 16 et 17 présentent les effets respectivement de la pluie et du brouillard.

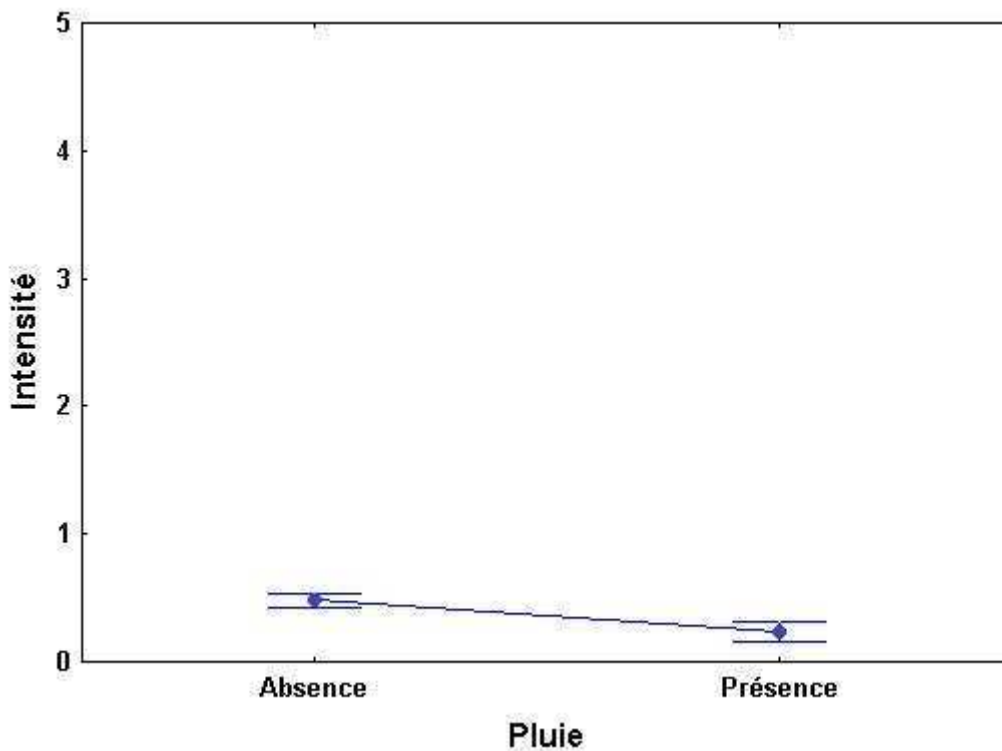


Figure 16 : Intensité de l'odeur en fonction de la présence de pluie

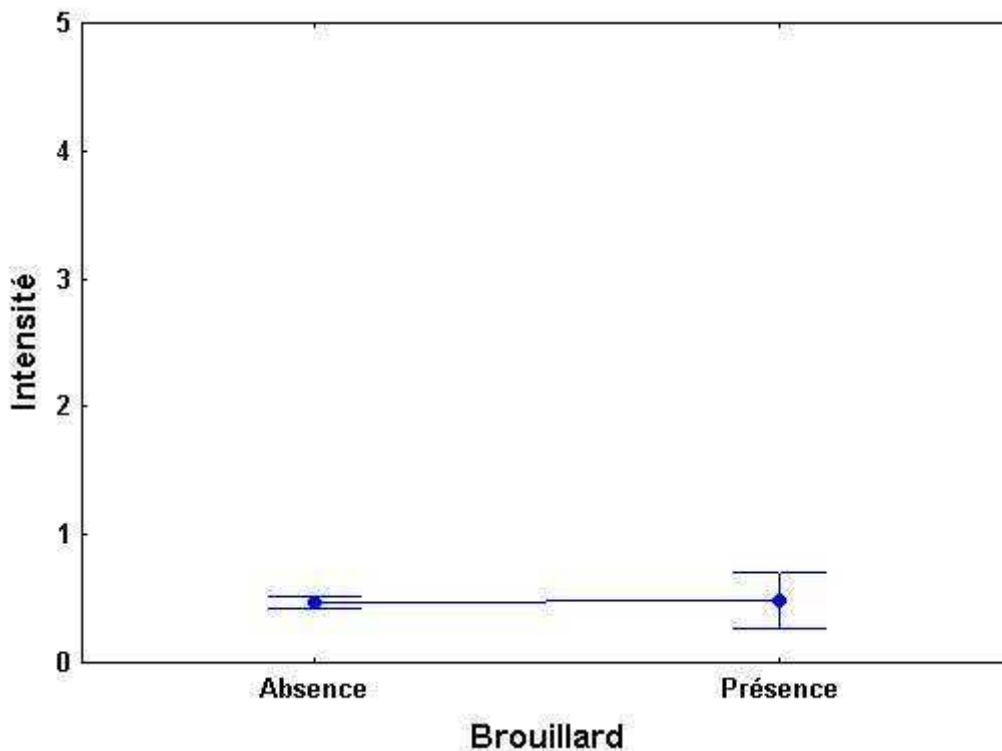


Figure 17 : Intensité de l'odeur en fonction de la présence de brouillard

Comme prévu, l'odeur semble être rabattue par la pluie et le brouillard semble être une manifestation d'une moins bonne dispersion atmosphérique, et donc, d'une odeur plus intense. Néanmoins, la forte variabilité de l'intensité de l'odeur dans les cas de présence de brouillard n'autorise pas à conclure de manière définitive.

Roses d'odeur

En calculant, pour chaque riverain-vigie, la moyenne des intensités mesurées par secteur d'origine du vent, il est possible de tracer une "rose d'odeur", indiquant les secteurs de vent pour lesquels l'intensité a été la plus forte. En replaçant cette rose à l'endroit où le riverain a réalisé ses observations, on peut ainsi apprécier d'où vient l'odeur.

Le fichier météo employé est hybride. L'ISSeP nous a fourni les valeurs mesurées par sa station mobile pour la période du 8/5/2008 au 8/7/2008. Pour la période au-delà du 1^{er} septembre 2008, nous avons utilisé des données d'une station proche, en l'occurrence, celle de Libin (à 19 km de Malvoisin, vers l'est). Par contre, nous n'avons pas trouvé de station proche pour les autres périodes. Nous avons donc utilisé les données d'une station située dans le Hainaut, en l'occurrence Fontaine-l'Évêque, à 66 km au nord-ouest. Il est donc possible que pour ces périodes-là, les conclusions soient un peu erronées.

La figure 18 montre les roses d'odeur pour les 10 vigies sur le fond de carte de Malvoisin.

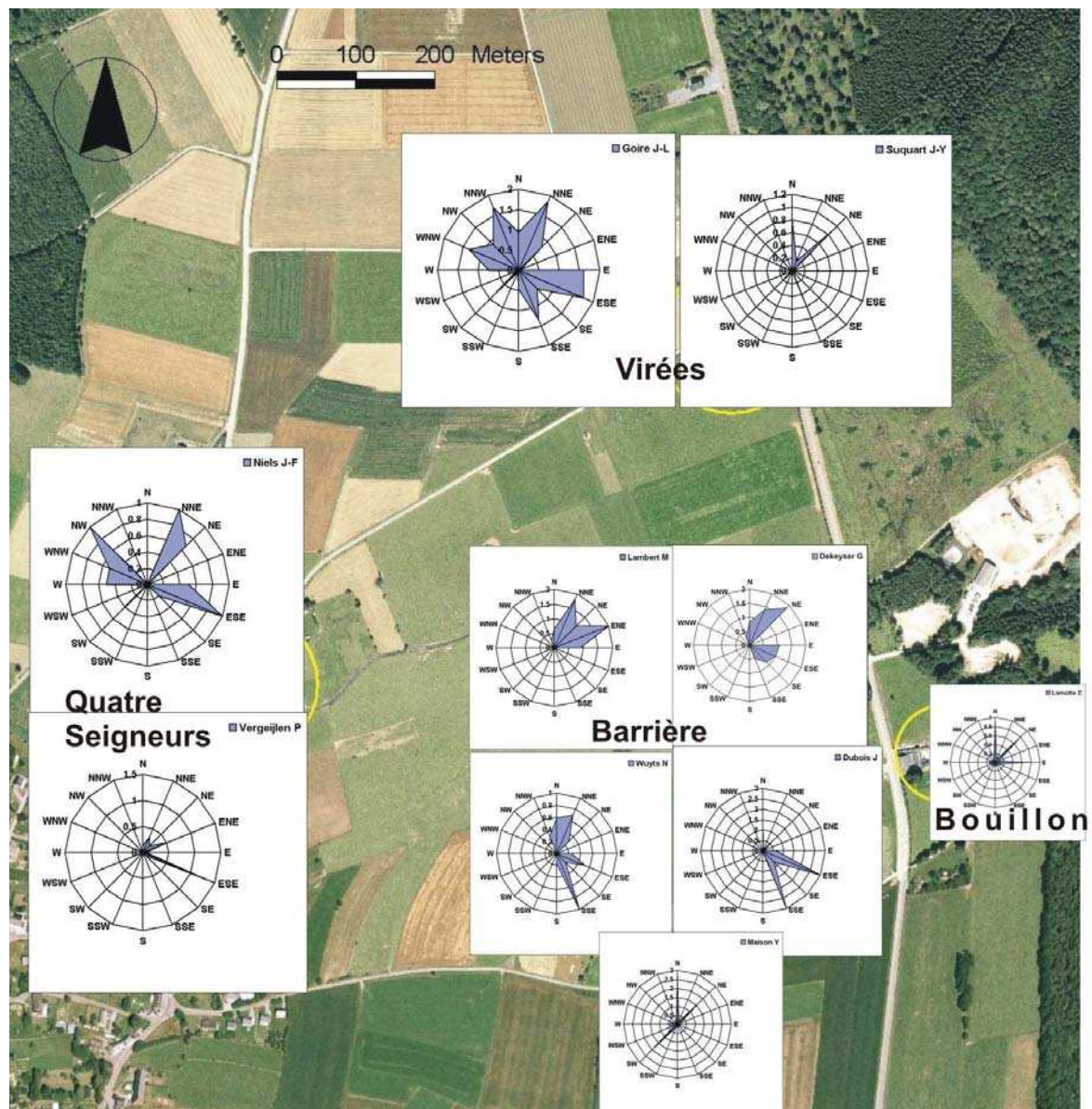


Figure 18 : Roses d'odeur pour les 10 riverains et pour toute la période d'observation.

En règle générale, on constate que la rose "pointe" souvent vers le CET, mais pas toujours. Parmi les observations, on constate également des occurrences d'odeur en provenance du nord-ouest pour le quartier des Virées et pour celui des Quatre-Seigneurs, ainsi que des occurrences en provenances du sud-est pour le quartier de la Barrière, ce qui semble assez étrange, puisque la provenance des odeurs ne vise pas le CET. Nous avons suspecté la non-représentativité des données météo, mais, même en limitant le calcul des roses d'odeur à la période du 8/5 au 8/7 pour lesquelles les mesures météorologiques ont été réalisées sur le site, les figures restent pratiquement identiques. Le référent le plus souvent cité pour les odeurs en provenance du nord-ouest pour le riverain Goire est "gaz", alors que les référents cités par le riverain Niels pour les odeurs en provenance de l'ouest et du nord sont "poubelle" et "œuf pourri". L'occurrence d'odeur en provenance du sud-est pour le riverain Wuyts est davantage un effet mathématique : l'odeur a été perçue une seule fois dans cette direction, avec une intensité 2, mais comme il n'y a aucune intensité 0 dans ce même secteur pour compenser, la moyenne reste assez élevée.

Plusieurs explications peuvent être avancées à ces résultats un peu contradictoires.

- Soit d'autres odeurs sont présentes dans l'environnement de Malvoisin, mais il serait alors étrange que ce soit précisément des odeurs de "gaz" ou de "poubelle".
- Soit les odeurs du CET sont transportées par le vent à travers le bois vers le nord et ressortent plus loin.
- Soit encore, ces odeurs ont été perçues lors de bouffées de vent en provenance de la direction du CET alors que la direction principale était opposée.

Roses de pollution

Nous avons également exploité les données des enregistrements réalisés par l'ISSeP durant les mois de mai et juin 2008. Deux cabines mobiles ont été placées, l'une dans le quartier "Virées" et l'autre dans le quartier "Barrière" (figure 19).

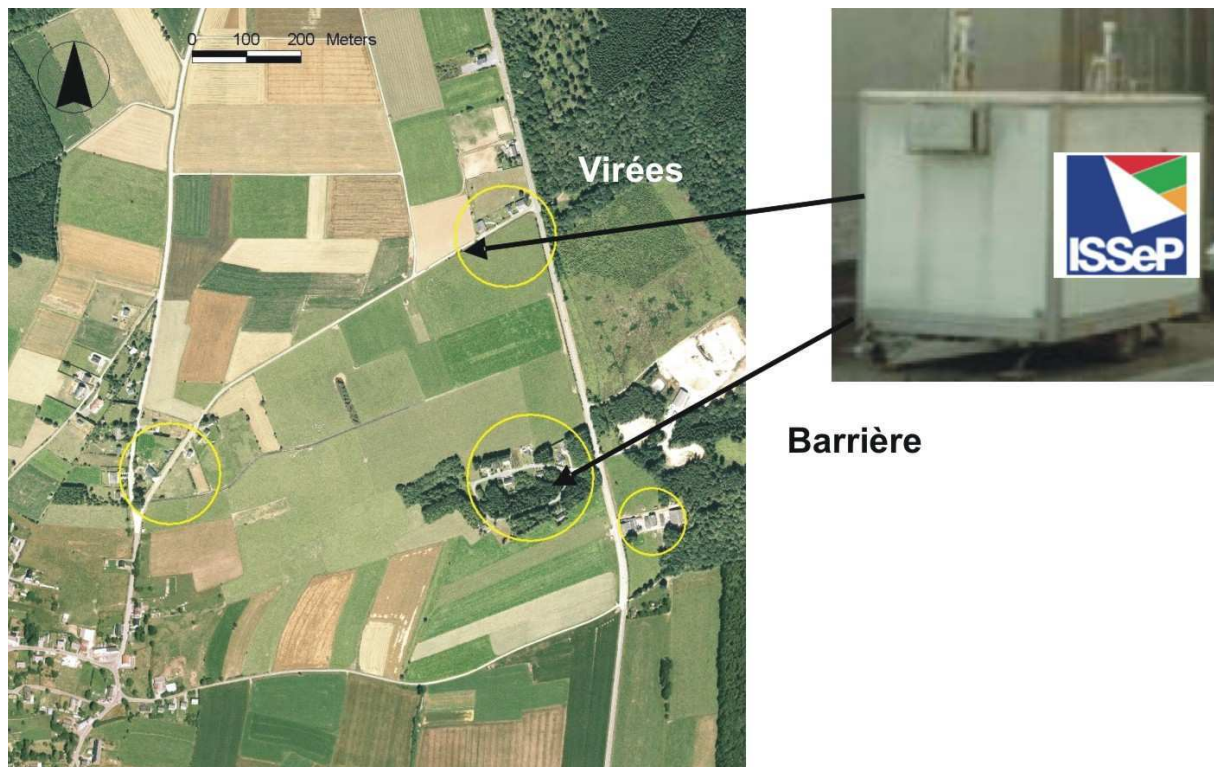


Figure 19 : Emplacement des cabines de mesures de l'ISSeP

En parallèle avec les données météo, les concentrations des polluants suivants ont été enregistrées : H₂S, CH₄, Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Limonène et α -Pinène.

La figure 20 montre les deux roses, créées par le même procédé que les roses d'odeur ci-dessus, et concernant le limonène, souvent considéré comme un composé-clé des émissions en provenance des déchets.

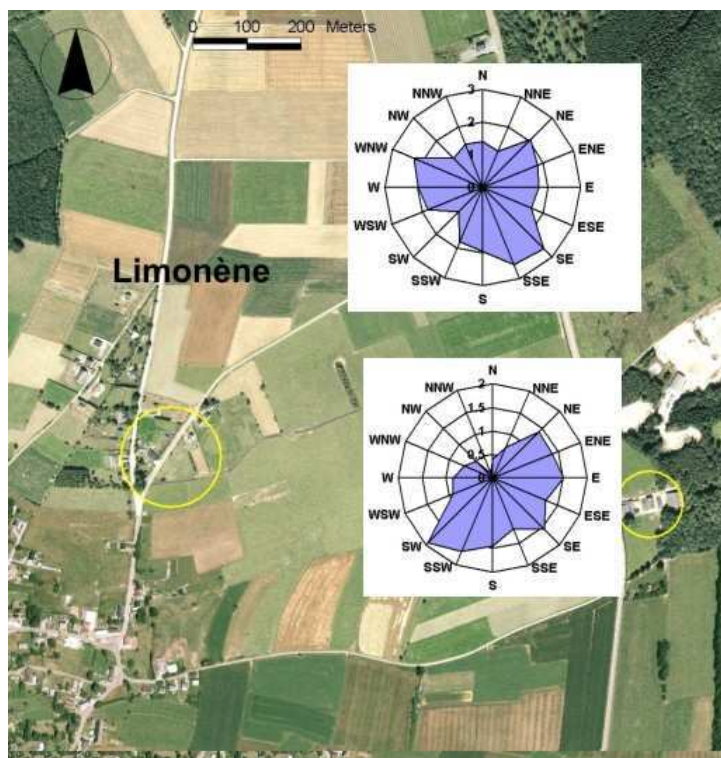


Figure 20 : Rose de pollution concernant le limonène pour la période du 8/5/08 au 16/6/08

Même si la tendance n'est pas très nette, on peut plus ou moins identifier que ces roses ont des directions pointant vers le CET. C'est moins probant pour le quartier de la Barrière. Il faut cependant faire remarquer que le limonène est également présent en abondance dans les forêts, or le site jouxte le bois de Gerhenne au nord-est.

Cette tendance est plus nette pour le sulfure d'hydrogène, qui pourrait provenir du biogaz du CET (figure 21). Remarquons néanmoins que, pour le quartier des Virées, la rose relative à l'H₂S pointe également vers le nord-est, ce qui pourrait confirmer les tendances des roses d'odeur ci-dessus.

Enfin, la figure 22 présente les roses relatives au toluène. Cette fois, il est difficile de se convaincre qu'elles pointent vers le CET. Le toluène en effet est présent dans les gaz d'échappement des véhicules et n'est probablement pas un composé émis par le centre d'enfouissement de déchets.

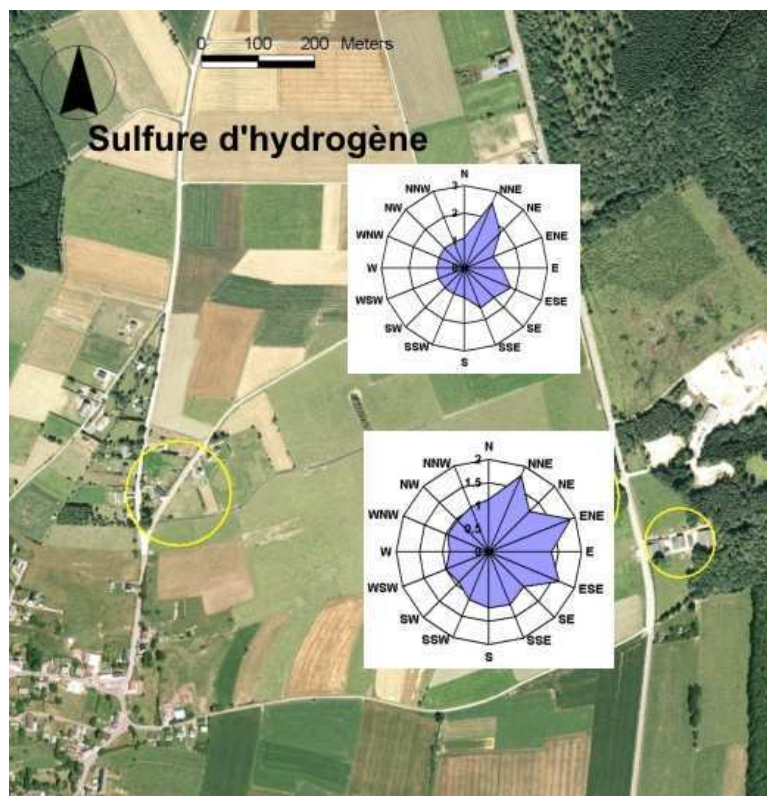


Figure 21 : Rose de pollution concernant le sulfure d'hydrogène pour la période du 8/5/08 au 16/6/08

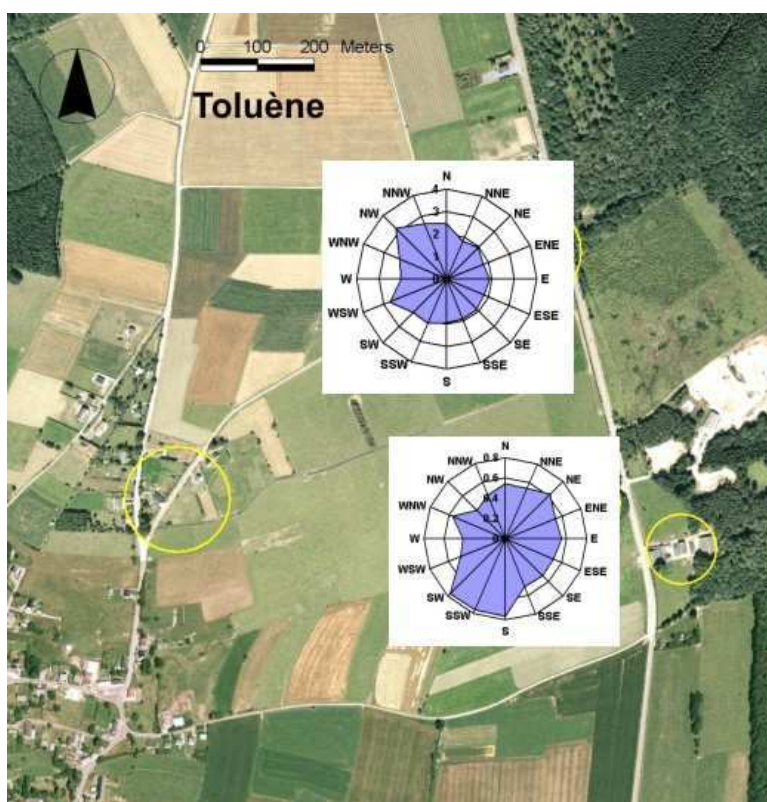


Figure 22 : Rose de pollution concernant le sulfure d'hydrogène pour la période du 8/5/08 au 16/6/08

Il peut être intéressant de visualiser l'évolution temporelle des roses de polluants et de la comparer au calendrier d'exécution des travaux de réhabilitation. La figure 23 montre, pour la cabine placée dans le quartier de la Barrière, l'évolution de la forme de la rose relative au sulfure d'hydrogène.

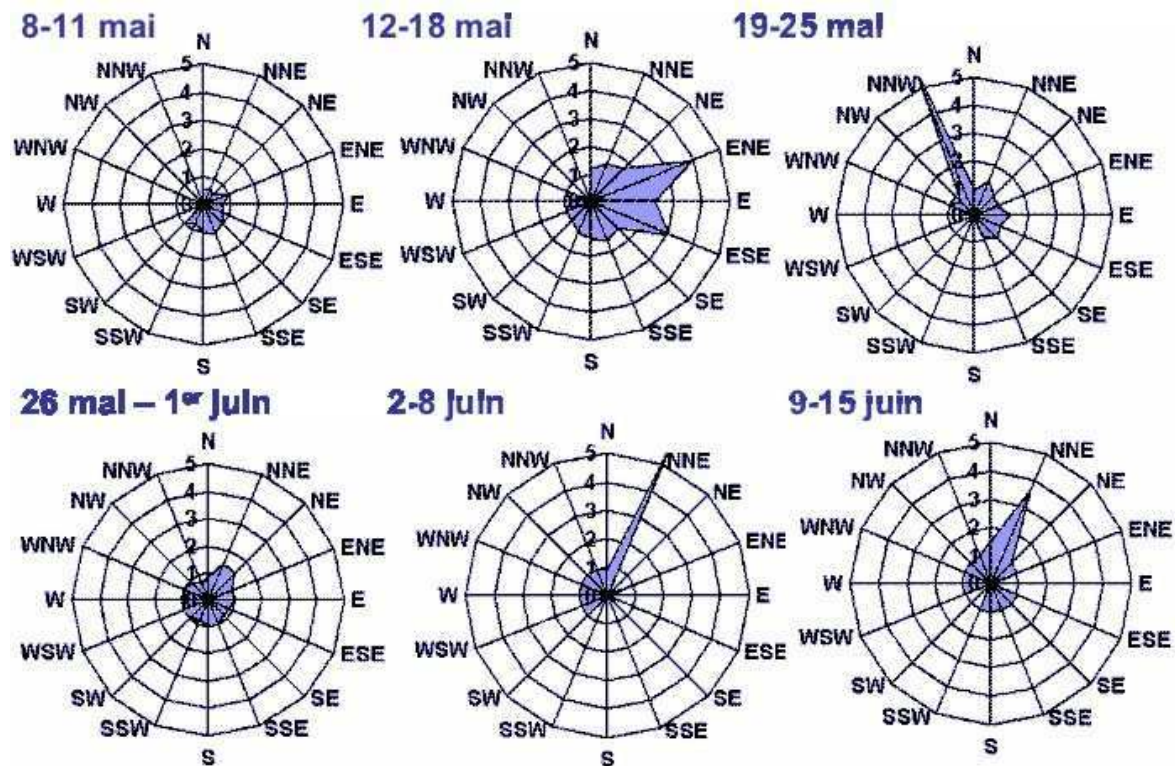


Figure 23 : Evolution temporelle de la rose relative à l'H₂S pour la cabine placée dans le quartier de la Barrière.

L'H₂S en provenance du CET semble se manifester à partir du 12 mai, date qui pourrait correspondre au début des travaux de forage et de dégagement des puits de dégazage. Par contre, par la suite, il semble davantage provenir ses secteurs nord, au moment de la mise en place de la couche d'égalisation.

Conclusions

Au terme de cette campagne, on peut conclure que l'odeur ne semble pas avoir été excessive et qu'elle avait surtout le caractère de "l'œuf pourri" et celui du "gaz", tout à fait typiques de l'odeur de déchets qui ont longtemps fermenté. Le nombre de plaintes enregistrées par l'exploitant a été relativement faible.

Cette absence de plainte majeure pourrait être due à des conditions météorologiques favorables, mais il est tout à fait possible que les opérations de réhabilitation ne dégagent que peu d'odeur. Ainsi, selon l'exploitant, les déchets ayant servi au reprofilage avaient une couleur et une odeur qui garantissaient leur stabilité biologique (à l'image du compost).

Par ailleurs, le système de réduction des odeurs par éolage a été mis en œuvre plus longtemps que prévu initialement.

Dans les commentaires libres, les riverains ont même parfois davantage insisté sur la nuisance sonore due aux engins de chantier. Il est à noter que le système d'éolage mis en œuvre émettait un bruit assez gênant.

Les opérations de réhabilitation ne sont pas terminées, mais il n'est peut-être pas indispensable de poursuivre le suivi, vu la faible quantité de plaintes, le petit nombre de

vigies restant à la fin de la période d'observation et le peu de risque d'émission d'odeur dans la suite du chantier.

La méthodologie employée s'avère cependant tout à fait intéressante et adaptée au cas d'étude.

Elle a rempli trois objectifs :

- la sensibilisation des riverains,
- la récolte de données,
- un feed-back sur l'exploitant.

Elle peut éventuellement pêcher par un manque d'objectivité de certains riverains. Il est cependant assez facile de valider leurs observations. Ainsi, la rose d'odeur permet de manière assez fiable de vérifier si la vigie a effectivement indiqué une odeur lorsqu'elle était dans le vent de la source. Par ailleurs, des vigies qui indiqueraient systématiquement 5 sur l'échelle des intensités seraient automatiquement éliminées du groupe, puisque l'information utile, et avec laquelle on peut éventuellement agir sur l'exploitant pour tenter de diminuer l'émission, est précisément la variabilité des perceptions d'odeur.

Le questionnaire peut être amélioré. Ainsi, nous nous sommes rendu compte que le terme "imperceptible" dans l'échelle d'intensité pouvait être interprété soit comme "pas d'odeur perceptible", soit comme "odeur présente, mais infime". A l'avenir, il vaut mieux éviter ce terme.

Nous avons également mis en évidence la confusion entre l'odeur de "gaz" et celle "d'œuf pourri". Un seul référent aurait pu être utilisé.

Enfin, vu la variabilité des réponses, la question sur la couverture nuageuse s'avère peut-être non pertinente.