

	C.E.T. DE MONT-SAINT-GUIBERT	
	Émissions surfaciques - résultats	
	Type de fiche : Air-émissions	
	Actualisation : le 31 janvier 2011	
	www.issep.be	

DESCRIPTION DES RÉSULTATS DES ANALYSES D'ÉMISSIONS SURFACIQUES EFFECTUÉES SUR LE C.E.T. DE MONT-SAINT-GUIBERT.

CAMPAGNES COMITE SCIENTIFIQUE (2000-2003)

1 Campagne de contrôle de mai 2000

Les résultats des mesures des COV effectuées au moyen d'un PID ne sont pas présentés.

1.1 8, 9 et 10 mai 2000

Les principales constatations sont :

- ❖ Le talus entre la zone réhabilitée et la zone 2 présente un dégazage important.
- ❖ La limite entre la zone 3 et la zone de déchets industriels (D.I) montre une zone de fuite de biogaz.
- ❖ Le drain situé le long de la rue des 3 Burettes montre des zones où les fuites de gaz sont importantes avec des pointes allant jusqu'à 10.000 ppm.

Suite à ce constat, le CETEM a entrepris divers aménagements sur les zones sensibles.

1.2 23 et 24 mai 2000

Cette campagne s'est limitée à contrôler les émissions de gaz sur les zones critiques où des aménagements ont été réalisés après la campagne du 10 mai 2000. La Figure 1 ci-dessous synthétise les résultats obtenus lors de cette campagne, réalisée en deux parties. La carte au-dessus représente le C.E.T. dans son ensemble tandis que les deux cartes du bas illustrent les résultats des campagnes pour la zone investiguée.

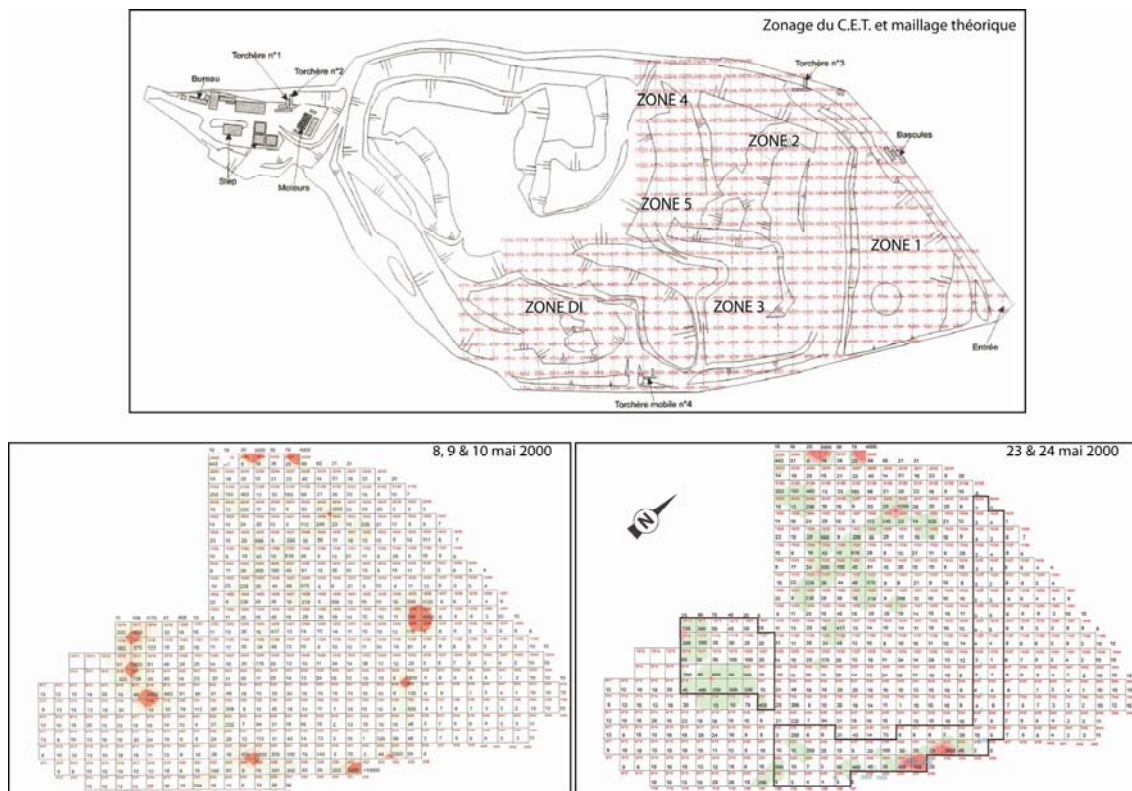


Figure 1 : Emissions surfaciques en méthane de mai 2000 (les mesures répétées les 23 et 24 mai sont détournées en noir)

Sur la carte en bas à droite, on ne constate plus aucun dégazage (concentration en méthane < 100 ppm) au niveau du talus. Les fuites de gaz au niveau de la limite de la zone 3 et de la zone déchets industriels sont moins importantes.

Par contre, le drain situé le long de la rue des 3 Burettes présente des émissions de biogaz toujours aussi intenses.

2 Campagne de contrôle de septembre 2001 (rapport ISSeP 0094/2002)

Au niveau de la détection du méthane, peu de zones de dégazage significatives ont été constatées. Seuls trois petits spots supérieurs à 1.000 ppm s'apparentant à des phénomènes ponctuels sont observés :

- ❖ le premier le long de la rue des Trois Burettes ;
- ❖ les deux autres étant situés sur des flancs des zones exploitées à l'époque et qui sont seulement recouvertes de sable.

Le reste du site ne présente pratiquement pas de dégazage. Seules quelques zones (notamment les flancs des zones exploitées) montrent quelques signes de dégazage (< 500 ppm).

Les mesures effectuées au niveau du talus séparant la zone 1 réhabilitée et le reste du site confirment l'efficacité du drain posé ; en effet, aucun signe de dégazage n'est observé à cet endroit. La Figure 2 illustre les résultats cartographiés des émissions surfaciques.



Figure 2 : Emissions surfaciques en méthane en septembre 2001

3 Campagne de contrôle de mars 2002 (rapport ISSeP 0484/2002)

Au niveau de la détection du méthane (FID), on n'observe pas de zone étendue où le dégazage est important (voir Figure 3). Par contre, de petits pics dont l'intensité est supérieure à 1.000 ppm sont observés ponctuellement sur le C.E.T.

Comme les campagnes précédentes, des spots sont remarqués le long de la rue des Trois Burettes, ainsi que sur les flancs des dernières zones exploitées qui sont recouverts de sable.

Sur la partie nord-ouest du site, deux petites zones de dégazage sont mises en évidence sur les flancs de cellules qui sont recouverts de terre. Les autres pics s'apparentent plus à des phénomènes ponctuels. Pour le reste du site, les valeurs mesurées sont faibles (< 100 ppm).

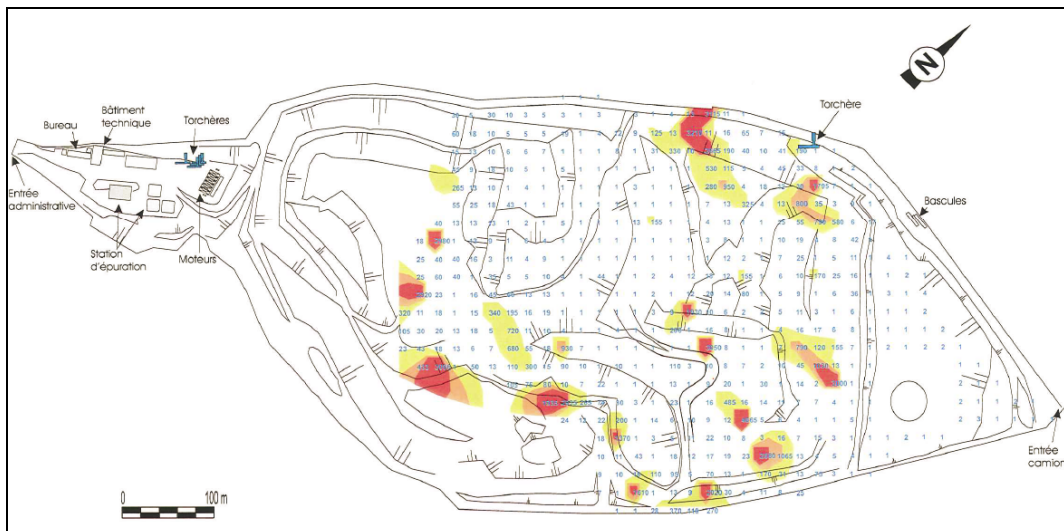


Figure 3 : Emissions surfaciques en méthane en mars 2002

4 Campagne de contrôle de juin 2002 (rapport ISSeP 1001/2002)

Au niveau de la détection du méthane (FID), cette campagne a mis en évidence des zones importantes de dégazage, nouvelles ou déjà observées lors de nos précédentes campagnes (Figure 4).

Ainsi, les flancs des cellules dernièrement exploitées (sud du site) montrent à nouveau des signes de dégazage assez conséquents (> 1.000 ppm).

Au niveau de la rue des Trois Burettes, plusieurs petites zones présentant un dégazage significatif sont constatées. La plupart de ces spots s'observaient déjà précédemment ; seules deux nouvelles zones de fuites de biogaz sont détectées en juin 2002.

Sur le flanc nord-est du site, on peut remarquer une zone plus étendue de fuites de biogaz. Cette partie du site a été recouverte provisoirement après son exploitation et ne présentait jusqu'à présent aucun problème.

Le talus nord montre quelques petits spots supérieurs à 1.000 ppm, il s'agit vraisemblablement de phénomènes ponctuels.

La partie du C.E.T. en exploitation au moment de la campagne (sud-sud-ouest) a été recouverte d'une toile de jute et d'une couche de sable.

Les puits de gaz montés sur cette partie ne sont pas encore été reliés au réseau de pompage des gaz. De ce fait, des pics importants de dégazage s'observent sur les flancs de cette zone.

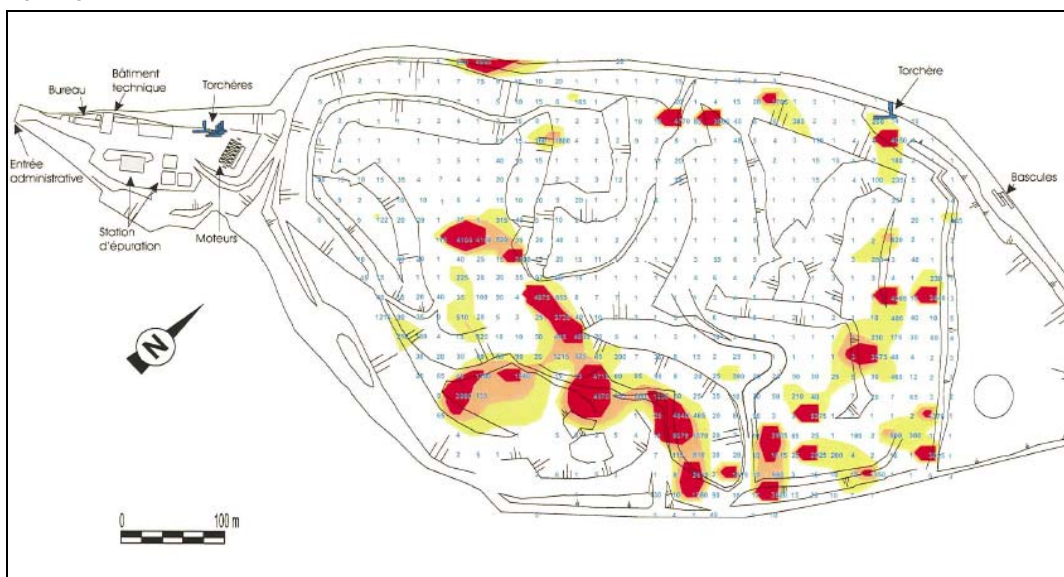


Figure 4 : Emissions surfaciques en méthane en juin 2002

5 Campagne de contrôle de décembre 2002 / février 2003 (rapport ISSeP 0209/2003)

Au niveau de la détection du méthane (FID), cette campagne n'a mis en évidence aucune nouvelle zone de dégazage par rapport

aux précédentes.

Ainsi, les flancs des cellules exploitées en 2003 (sud du site, près de la zone mâchefers) montrent des signes de dégazage moins conséquents qu'auparavant. On n'y observe plus que deux spots dont l'intensité est supérieure à 1.000 ppm et l'étendue de cette zone, où l'on notait des fuites de gaz lors des précédentes campagnes, est nettement restreinte. En effet, l'exploitant a remblayé le pied de talus et la hauteur des flancs a sensiblement diminué.

Au niveau de la rue des Trois Burettes, on peut remarquer une seule petite zone de dégazage significatif : ce spot était déjà observé en septembre 2002.

Le talus nord montre un petit spot ponctuel dont l'intensité est supérieure à 1.000 ppm.

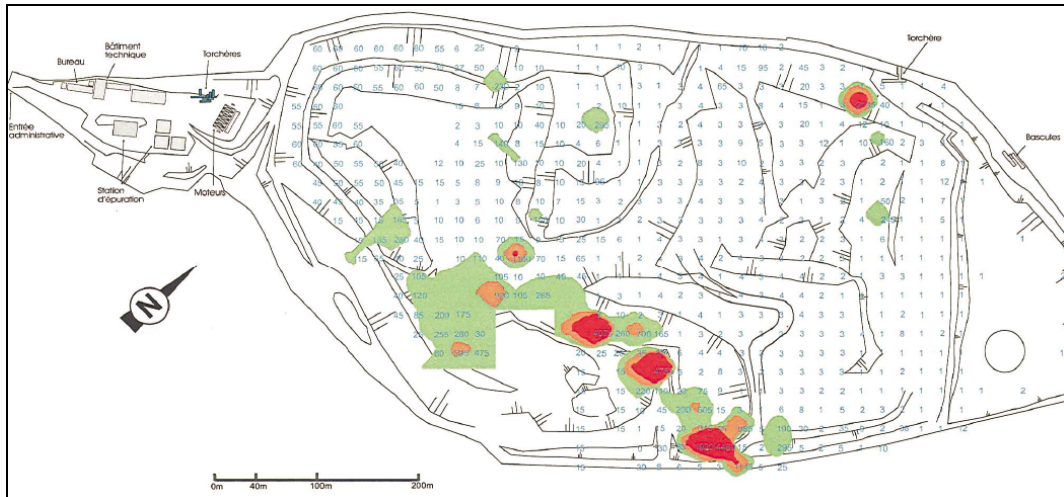


Figure 5 : Emissions surfaciques en méthane de décembre 2002 et février 2003

CAMPAGNE "RESEAU DE CONTROLE" (DPC/ISSEP)

6 Campagnes de contrôle de 1999

L'examen de la Figure 6 montre que la zone 1 (partie réhabilitée du C.E.T. à droite) révèle une très bonne étanchéité de l'argile recouvrant la surface.

La zone 2 (dépôt des déchets achevé, mais non réhabilitée) présente deux petits spots en bordure de la zone 5 où un faible dégazage est perceptible, mais surtout montre une zone longeant la zone 1 (séparée de la zone 2 par un talus) où le dégazage s'avère important localement (maxima jusqu'à 9.000 ppm). Ce dégazage est perceptible olfactivement. A noter que les endroits où les fuites de biogaz sont importantes sont dépourvus de végétation.

La limite de la zone 3 (dépôt des déchets achevé, mais non réhabilitée) et de la zone de déchets industriels (DI) montre également une zone de fuites de biogaz avec des maxima jusqu'à 8.500 ppm. Lors de nos contrôles, cet endroit était topographiquement en dépression (cuvette).

En général, l'étanchéité de la surface du C.E.T. est tout à fait satisfaisante. Les points faibles sont en général situés aux limites entre les différentes zones d'exploitation et en bordure est du site (limite du site avec la rue des Trois Burettes).

Les zones 4 et 5 ont été contrôlées de manière partielle en raison des nombreux mouvements de véhicules de chantier et du déchargement de déchets frais.

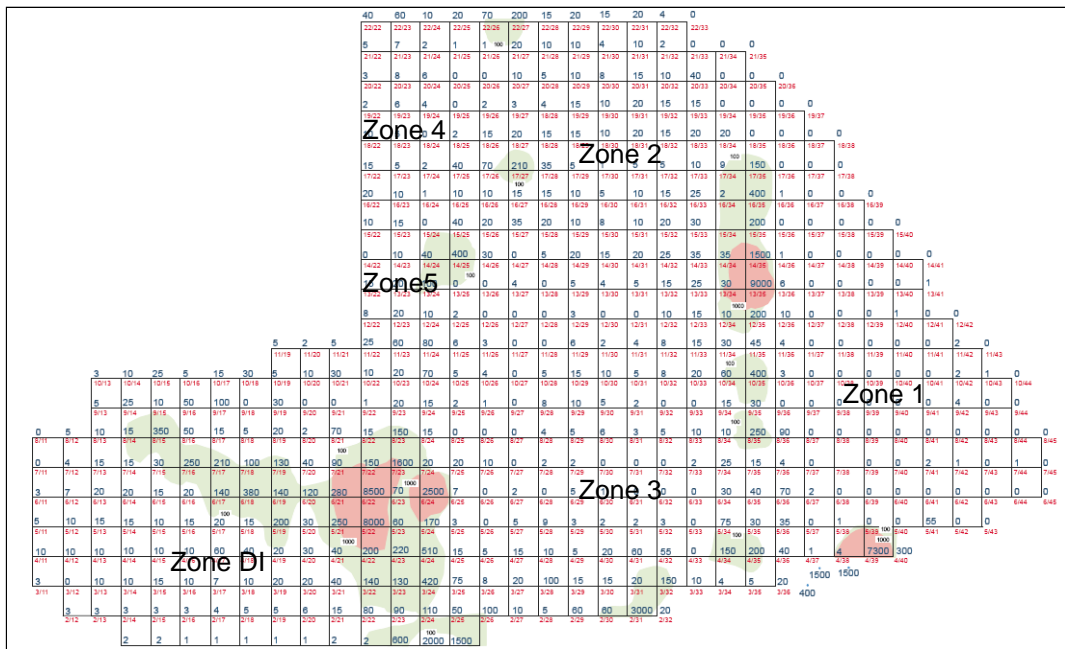


Figure 6 : Emissions surfaciques en méthane 1999

7 Campagne de contrôle de 2005 (rapport ISSeP 0895/2006)

Les conditions climatiques rencontrées ont été constantes durant la campagne de mesures : temps très ensoleillé, température élevée (supérieure à 30°C).

Lors de la campagne 2005, l'ensemble du C.E.T. a fait l'objet de mesures régulières (maillage prédéfini de 20 mètres implanté au moyen du GPS), à l'exception de 3 zones où seules quelques mesures ponctuelles ont été réalisées :

- ❖ La partie réhabilitée au nord du site (secteur 1) qui ne montrait aucun dégazage et où quelques mesures aléatoires avaient permis de confirmer l'efficacité de la couverture définitive ;
- ❖ La zone en exploitation lors de la campagne 2005, dont l'accès était dangereux à cause des engins de manutention ;
- ❖ La zone mâchefer (secteur SDI) dont les déchets ne sont pas méthanogènes.

Sur base de la campagne, on pouvait conclure que le site ne générait pas de gros problème de dégazage. Les valeurs mesurées étaient généralement faibles (Figure 7). On n'observait que quelques zones présentant des émissions surfaciques un peu plus importantes, à savoir :

- ❖ Le flanc ouest, en bordure du site, où des fuites de gaz étaient constatées. Cette partie du réseau de dégazage ne fonctionnait pas lors de la campagne et le biogaz n'y était pas pompé vers les unités de valorisation ;
- ❖ Le talus descendant vers la zone mâchefer qui avait été recouvert d'une couche de terre mais dont la pente était importante. Il constituait dès lors une zone de faiblesse et on y observait un spot de dégazage d'étendue et d'intensité modérées ;
- ❖ Quelques autres spots étaient observés le long de la rue des Trois Burettes. Cette partie du site avait déjà fait l'objet d'un nouveau remplissage dans le cadre de la réalisation du dôme et la couche de déchets était seulement recouverte de sable. Il ne s'agissait pas d'une couverture provisoire mais bien d'un recouvrement temporaire de déchets. Les spots mis en évidence étaient cependant de dimensions très restreintes et s'alignaient sur les limites de partage de différents secteurs.

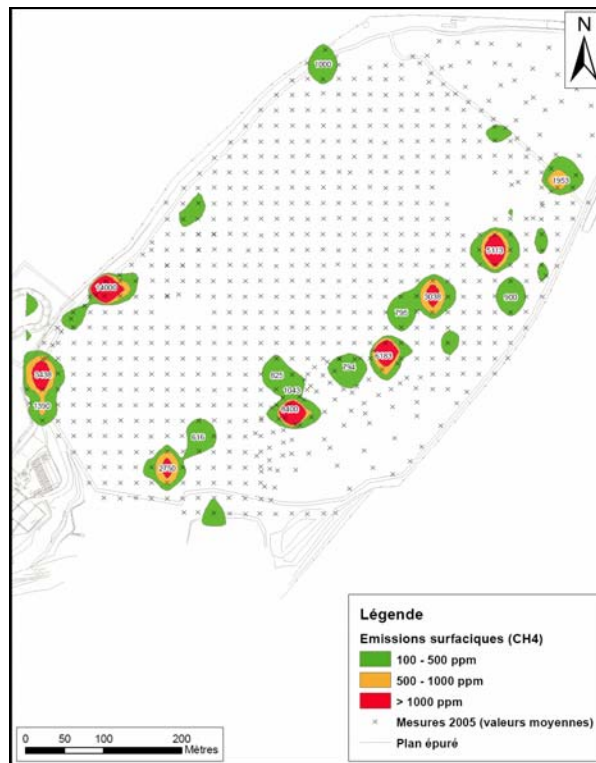


Figure 7 : Emissions surfaciques en méthane 2005

8 Campagne de contrôle de 2009 (rapports ISSeP 3066/2009 & 2469/2010)

La campagne de mesure des émissions de biogaz a été menée sur l'ensemble du C.E.T., y compris les zones accessibles de la zone d'exploitation, sur une période allant du 4 au 12 août 2009. Plus précisément, des mesures ont été effectuées les 4, 5, 6, 7, 11 et 12 août 2009. Au total, 1.330 points (dont 179 à proximité d'un puits de gaz) ont fait l'objet de mesures: une mesure FID (CH_4), une mesure Ecoprobe (CH_4 , CO_2 , TP) et une mesure GPS.

1.1 Mesures des concentrations en méthane

Sur base de la carte des concentrations en méthane (Figure 8), l'étanchéité de la couverture peut être considérée comme satisfaisante. Cependant, des spots de dégazage subsistent dans les mêmes zones que définies en 2005. Ils sont localisés sur la périphérie du C.E.T. et/ou de la zone en exploitation et peuvent être reliés à une discontinuité de la couverture du C.E.T. dont les principales sont :

- ❖ Les flancs du C.E.T. (bordures extérieures du tumulus) où des remontées périphériques de biogaz sont constatées ;
- ❖ Le réseau de dégazage constitué des puits de gaz, collecteurs et tuyaux qui sont autant de "cheminées" et voies préférentielles de migration pour le biogaz ;
- ❖ Le pourtour du bassin de stockage des percolats situé sur le C.E.T. à proximité des moteurs, qui est "encastré" dans la couverture, et autour duquel des émissions de biogaz sont logiquement constatées ;
- ❖ La déconnexion temporaire de certains puits de gaz du réseau de pompage comme au nord-est du site, le long du secteur 1 ;
- ❖ Les discontinuités topographiques (crêtes, pieds de talus et tranchées) inhérentes à l'exploitation du site, à proximité de la zone en exploitation ;
- ❖ Les hétérogénéités dans les matériaux de couverture, principalement la porosité plus grande des matériaux sableux.

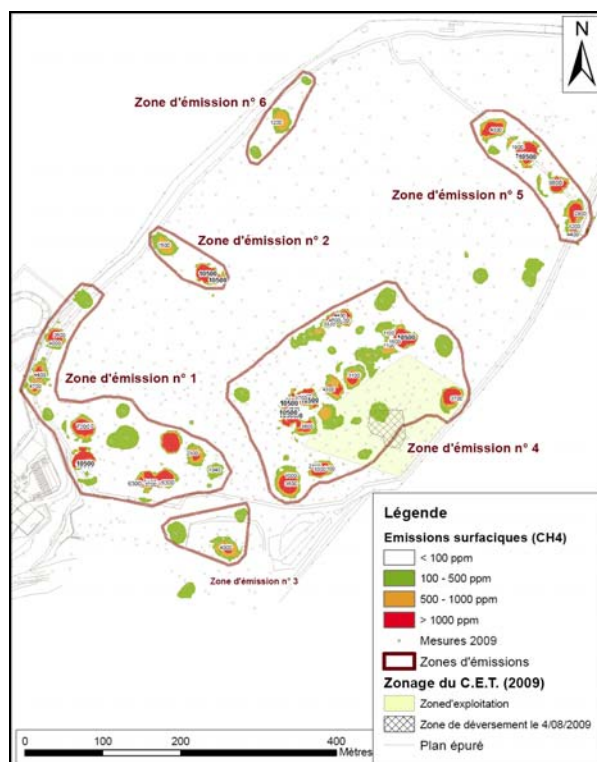


Figure 8 : Emissions surfaciques de méthane (2009)

1.2 Mesures des concentrations en CO₂

Les zones d'émissions de CO₂ mises en évidence sont, à quelques exceptions près, identiques à celles délimitées pour le méthane. La non-coïncidence de ces zones peut être expliquée par différents facteurs tels que l'âge avancé des déchets sous-jacents (côté ouest et secteur 1), une meilleure oxydation du méthane par la couverture et, dans la zone en exploitation, par le processus de méthanisation des déchets frais qui n'a pas encore débuté (Figure 9).

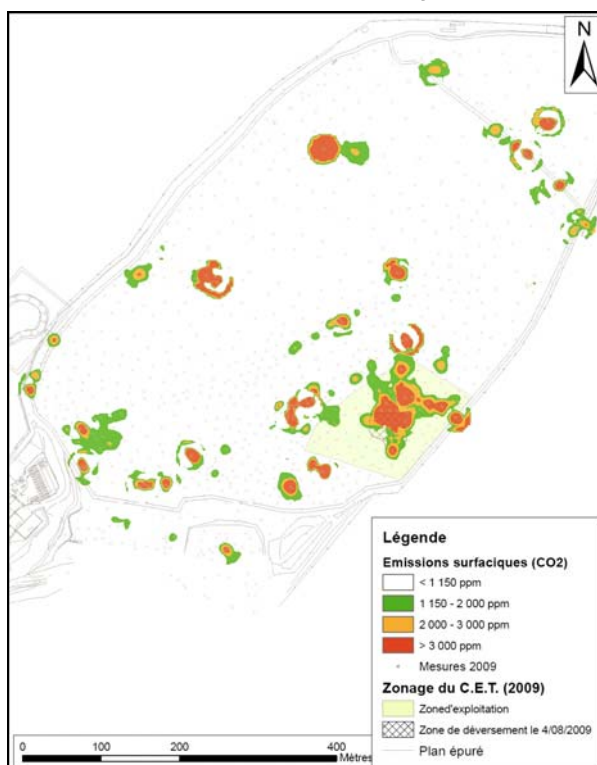


Figure 9 : Emissions surfaciques en CO₂ (2009)

Ces cartes sont également utilisées en vue de définir la stratégie d'échantillonnage de mesures des flux. Il en résulte des zones émissives (voir Figure 8), considérées comme homogènes, à partir desquelles est élaboré le plan d'échantillonnage prévisionnel de cartographie des flux.

1.3 Cartographie des flux.

Suite à la reconnaissance qualitative au FID portable, des zones de fuites ont été identifiées par contours et regroupées dans des zones plus vastes et cohérentes. Au total, six zones de dégazage ont été délimitées. Leurs contours sont localisés sur la Figure 8. La zone numéro 3 a été écartée de l'analyse ultérieure parce qu'elle est située sur l'ancienne décharge, et ne concerne dès lors pas directement l'étude du C.E.T. actuel. Les 5 zones restantes couvrent une surface totale de 98.287 m², correspondant à 28,06 % de la surface du site. Le détail de la superficie de ces 5 zones est donné au Tableau 1. Comme le montre ce Tableau 1, le plan d'échantillonnage théorique prévoyait un minimum de 300 mesures de concentration à la cloche Odotech couplée à l'Ecoprobe et de 60 mesures de flux avec la chambre Ineris (également couplée à l'Ecoprobe).

Tableau 1 : Superficie des zones de dégazage et nombres d'échantillons à collecter

Zone	Superficie (m ²)	Nbre de mesures de flux	Nbre de mesures de concentration
1	28 661	15	75
2	4 036	8	38
4	51 187	20	104
5	10 329	9	45
6	4 074	8	38
TOTAL	98 287	60	300

La campagne de mesures de flux et de concentration a eu lieu du 22 au 25 septembre 2009. En pratique, 317 mesures de concentration ont finalement été réalisées à la cloche Odotech (soit 17 de plus que le minimum théorique) et 68 mesures de flux avec la chambre Ineris. Pour chacune d'elles, l'évolution temporelle de la concentration a été mesurée pendant 2 minutes avec un pas de temps d'une demi-seconde. Trois mesures ont été systématiquement effectuées, à savoir le CO₂, le CH₄ et les hydrocarbures totaux ("TP").

Dans le but de produire une cartographie localisant de manière aussi précise que possible les zones de dégazage (cartes d'isoconcentrations), le set de données a fait l'objet d'un traitement statistique et géostatistique complexe. Ce travail a été réalisé par Kidova - Ephesia¹.

Pour les trois gaz, les relations entre flux et pentes de concentration sont très fortes et linéaires (coefficients de variation supérieurs à 0,9 sur les données non transformées).

La partie cartographique de l'étude (cokrigage) se focalise donc sur le CO₂. La méthodologie resterait applicable aux autres gaz, à condition de disposer de données mieux structurées spatialement.

1.4 Cartographie des flux en CO₂

Les flux sont estimés par cokrigage en utilisant les données de pentes de concentration comme variable auxiliaire. La carte des flux de CO₂ estimés par cokrigage est présentée à la Figure 10 et, sur le fond de plan du C.E.T.

La valeur maximale estimée est égale à 7,85 ml/m².min. La variance est généralement faible, sauf dans la partie située à l'extrême ouest de la zone 4. L'utilisation des données de concentration, en particulier dans les zones à faible densité de mesure de flux, permet de contraindre significativement la variable flux : l'ampleur des zones à fort dégazage s'en trouve réduite, de même que la variance de krigeage.

¹ D'Or D. (Ephesia Consult), Garcia M. (Kidova) (2009), "Rapport de la partie II : Détermination d'un protocole d'échantillonnage et d'une méthodologie d'estimation et de cartographie des flux de biogaz et application sur le C.E.T. de Mont-Saint-Guibert. Rapport ISSeP 2009002

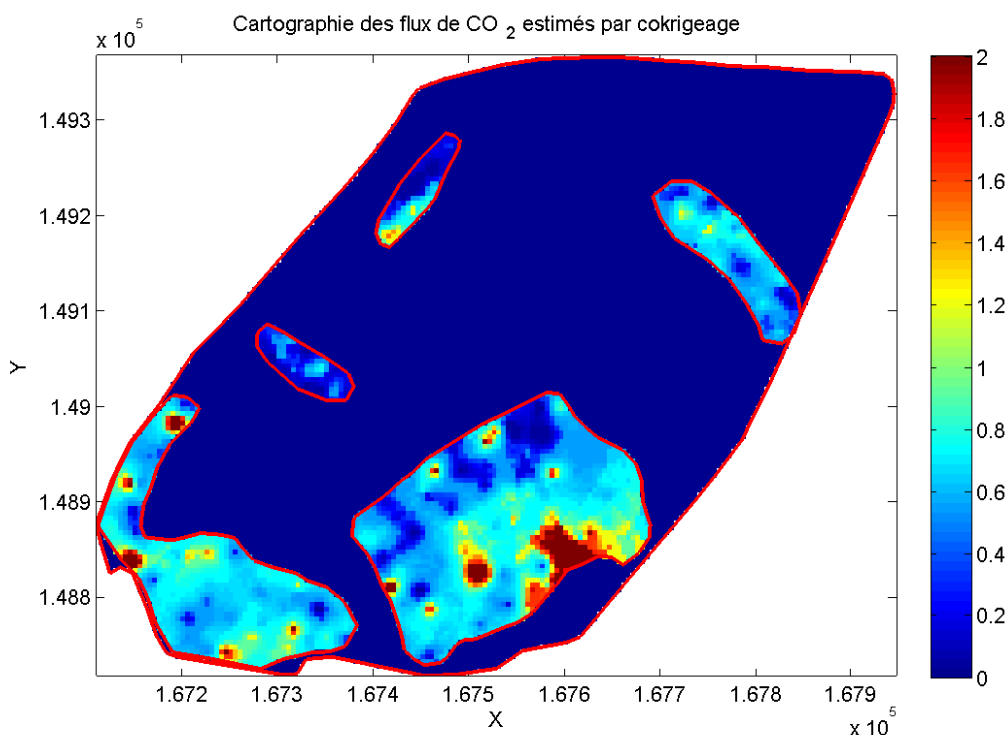


Figure 10 : Carte des valeurs estimées de flux de CO₂ (en ml/m².s) par cokrigeage avec les pentes de concentration (source : Kidova-Ephesia).

1.5 Estimation du flux global moyen

Vu que seul le CO₂ a permis l'obtention d'une carte avec suffisamment de robustesse, Kidova - Ephesia a choisi d'utiliser une technique ne tenant pas compte de l'arrangement spatial des valeurs mais uniquement de leur histogramme de fréquence.

Cette technique, appelée "technique du rééchantillonnage" ou "bootstrap", a été mise en œuvre pour estimer le flux global moyen des trois gaz à l'échelle du C.E.T. Kidova - Ephesia a testé trois variantes du bootstrap et montré que l'utilisation d'un jeu de données combinant mesures de flux et mesures de concentrations, avec une relation concentration-flux définie une fois pour toutes, était optimale.

Sans entrer dans les détails, la technique du bootstrap consiste à générer artificiellement des jeux de données simulés équivalents au jeu réel. Ici, Kidova - Ephesia a réalisé 1.000 jeux (déterminé arbitrairement).

Le but étant de calculer un "flux global moyen", il y a lieu de calculer pour chaque réalisation une seule valeur de flux, qui sera relative à la totalité de la surface du C.E.T. Pour y parvenir, le bootstrap est réalisé de manière individuelle sur chaque zone. Ce flux moyen local est considéré comme caractéristique de la zone. Le "flux global moyen" est alors la moyenne des flux de chaque zone, pondérée par les surfaces relatives de ces zones rapportées à la surface totale du C.E.T. (y compris la partie à flux considéré comme nul). Ce calcul est réitéré 1.000 fois pour chacun des trois jeux de données réelles (CO₂, CH₄ et TP). On obtient trois distributions de flux globaux moyens dont les statistiques sont présentées au Tableau 2.

Tableau 2 : Statistiques (bootstrap) sur les flux globaux moyens en CO₂, CH₄ et TP (en ml/m².s)

	CO ₂	CH ₄	TP
Moyenne	0,3931	0,2324	0,2189
Écart type	0,1180	0,0994	0,0982
Coefficient de variation	0,3002	0,4274	0,4484
Quantiles			
0,025	0,2052	0,0696	0,0558
0,25	0,3033	0,1572	0,1456
0,75	0,4700	0,2959	0,2777
0,95	0,6504	0,4467	0,4294

A titre d'information, les valeurs de flux peuvent être comparées aux valeurs guides de l'agence de l'environnement britannique

² UK-Environmental Agency (2004), "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions", EA guidelines_TGN07_Monitoring LFG surface emissions.pdf, sur : <http://www.environment-agency.gov.uk/>.

UK-EA².

Il est très important de souligner que ces valeurs guides britanniques s'appliquent exclusivement à des zones réhabilitées définitivement ou provisoirement et que leur utilisation suppose au préalable, le respect de conditions sur les mesures de concentration dans l'air à la surface des couvertures (1.000 ppm à proximité des puits de dégazage et 100 ppm ailleurs).

Les seuils de flux sont alors fixés comme suit :

- ❖ Zone réhabilitée définitivement : 0,001 mg CH₄/m².s, soit 0,0014 ml/m².s ;
- ❖ Zone réhabilitée provisoirement : 0,1 mg CH₄/m².s, soit 0,14 ml/m².s.

Ils doivent être respectés individuellement par toutes les valeurs moyennes de flux de méthane mesurées dans chaque zone considérée par le plan d'échantillonnage.

A Mont-Saint Guibert, les flux globaux moyens calculés (tant en CH₄ qu'en TP) sur l'ensemble du C.E.T. sont supérieurs à la valeur guide pour les zones réhabilitées provisoirement. Ils sont toutefois du même ordre de grandeur que ce seuil. Par ailleurs, le calcul intègre la cellule en exploitation non encore recouverte d'un capping de type "réhabilitation provisoire". Or la contribution au flux global de cette cellule en exploitation est majeure.

A l'inverse, les zones à l'intérieur desquelles le flux mesuré est assimilé à zéro, représentées en bleu dans la Figure 10, sont tributaires du seuil de détection de l'appareillage utilisé (200 ppm en concentration). Il est certain que le flux moyen réel de ces zones n'est pas strictement nul, mais, à l'heure actuelle, il n'est pas possible d'en évaluer précisément la contribution au dégazage global.

Au final, en l'absence de méthodes de calcul plus précises et/ou d'un appareillage de mesure plus sensible, le résultat obtenu peut être considéré comme une bonne approximation du flux global du C.E.T.; ce dernier ne semble pas excessif au vu de l'état d'avancement actuel de la réhabilitation provisoire.

AUTOCONTROLES CETEM (Source : Déclaration environnementale 2009)

La Figure 11 et la Figure 12 sont extraites des déclarations environnementales 2007 et 2009 de Shanks. Chaque année, les mesures sont réalisées aux mêmes endroits et ces valeurs sont reportées sur carte telles quelles, sans traitement statistique.

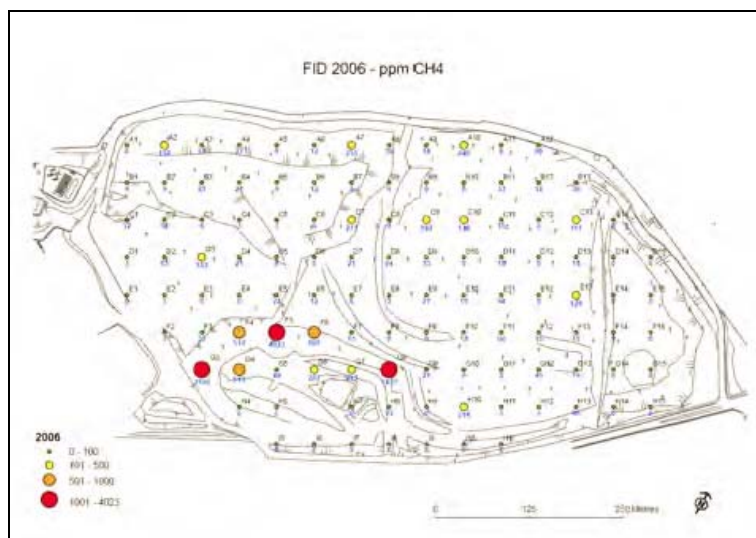


Figure 11 : Emissions passives en méthane (CETeM 2006)

En 2008, le nombre de valeurs observées respectivement supérieures à 1.000 ppm, 500 ppm et 100 ppm de CH₄, sur l'ensemble des points de mesure, est établi à 1, 3 et 9. Les résultats obtenus permettent répondre à l'objectif prioritaire fixé par Shanks sur les émissions passives (fixé à 3, 6 et 10 respectivement).

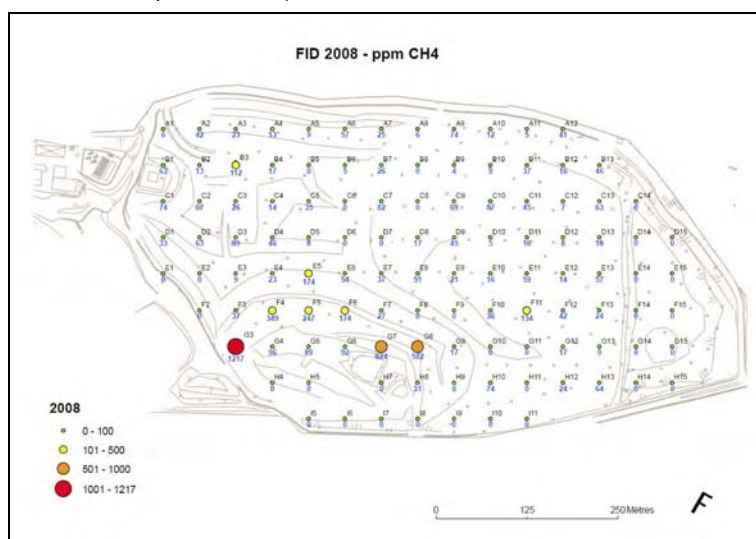


Figure 12 : Emissions surfaciques en méthane (CETeM 2008)

En périphérie de la zone d'enfouissement, on constate que la pose du capping périphérique provisoire permet de maîtriser les émissions passives à ce niveau. Les spots de concentration en méthane les plus élevés restent localisés principalement au niveau du talus séparant les cellules biodégradables et non-biodégradables.