PARTENAIRE D'INNOVATION

Diagnostic du lieu d'enfouissement de la MRC de Bellechasse portant sur la problématique de la qualité de l'air (odeurs et contaminants)

Par Nicolas Turgeon, ing. M.Sc.

Présentation du rapport final
Conseil de la MRC de Bellechasse

Saint-Lazare-de-Bellechasse, 16 mars 2016

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Plan de la présentation

- Contexte
- Présentation de l'équipe de travail
- Rappel du mandat
- Description du processus de génération d'H_2S dans les sites d'enfouissement
- Description des travaux et méthodologie
- Principaux résultats et discussion
- Conclusion et recommandations

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Contexte

- La MRC de Bellechasse est aux prises avec une importante problématique d'odeurs qui émanent de son lieu d'enfouissement technique (LET MRC Bellechasse) situé à Armagh
- L'utilisation pendant une période d'environ 30 mois (juin 2009 à janvier 2012) des résidus de matériaux secs provenant de débris CRD comme matériaux de recouvrement autorisé par le MDDELCC serait à l'origine du problème d'odeurs
- Le conseil de la MRC de Bellechasse doit répondre aux différentes questions des parties prenantes (Comité de vigilance, CISSS, MDDELCC, etc.) relativement à la problématique de nuisances olfactives et autres contaminants potentiels

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Mandat

Fournir aux intervenants de la MRC de Bellechasse des informations pertinentes relativement aux problématiques d'odeurs …

Description des travaux

- Activité 1 Revue documentaire
- Activité 2 Caractérisation et hiérarchisation des sources de contaminants gazeux sur site
- Activité 3 Modélisation de la dispersion atmosphérique (COV, H_2S, odeurs)
- Activité 4 Caractérisation de la qualité de l'air ambiant

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Équipe de réalisation

NOM	TITRE	FONCTION
MRC de Bellechasse		
David Loranger-King	Directeur, Service de la gestion des matières résiduelles	Responsable de projet
Christian Noël	Directeur général adjoint	Collaborateur
Alain Gaudreau et Serge Fournier	Préposés à l'enfouissement	Collaborateurs
Comite de vigilance		
Gene Bourgeau	Représentant de la municipalité d'Armagh et conseiller municipal	Représentant du comité de vigilance
Pauline Rodrigue	Représentante des citoyens du voisinage	Représentante du comité de vigilance
Comité de gestion des matières résiduelles		
Gilles Nadeau	Président du CGMR	Collaborateur
Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)		
Nicolas Turgeon ing. M. Sc.	Agent de recherche et coordonnateur	Responsable de projet, coordination des travaux et rédaction des documents techniques
Sylvain Savard chimiste, Ph. D.	Agent de recherche et coordonnateur	Responsable des laboratoires et conseiller senior
Stéphane Boucher	Technicien senior principal	Responsable de l'échantillonnage sur site
Éric Légaré	Technicien senior	Collaborateur
Mélanie Bouchard	Technicien senior	Analyse par chromatographie en phase gazeuse (GC-MS)
Stéphane Breton	Technicien senior principal	Analyse HPLC
Félix Létourneau	Technicien	Technologies et données industrielles
Consumaj Experts Conseils		
Denis Choinière, ing. M. Sc.	Directeur général	Expert modélisation AERMOD
David Giard, ing. M. Sc.	Ingénieur de projet	Expert modélisation AERMOD

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Normes québécoises (H_2S) : Air ambiant et RSST

- L'annexe K du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA), qui prescrit les normes de qualité de l'atmosphère, fixe la VL 4 minutes d'H_2S en air ambiant à 6 µg/m^3 (0,0043 ppm) et la VL 1 an à 2 µg/m^3 (0,0014 ppm)
- Les valeurs d'exposition du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) sont :
  VEMP = 10 ppm (14 mg/m^3)
  VECD = 15 ppm (21 mg/m^3)

VEMP : Valeur exposition moyenne pondérée (8 h)
VECD : Valeur d'exposition de courte durée (15 min)
VL : Valeur limite

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

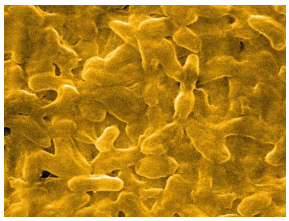
Formation du H_2S dans les sites d'enfouissement

$$SO_4^{2-} + 2C + 2H_2O \xrightarrow{BSR} H_2S + 2HCO_3^-$$

BSR : Bactéries sulfatoréductrices

Les principales sources de composés soufrés :

- Les résidus de gypse ($CaSO_4$)
- Le soufre contenu dans la matière organique (nourriture et papier)
- Les biosolides (boues de station d'épuration des eaux usées)



http://www.ecosociosystemes.fr/soufre.html

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Facteurs qui influencent la production d'H_2S par les BSR

- Teneur en eau des déchets
- Température (28 °C et 32 °C)
- pH (5,5 - 9,0)

L'enfouissement de panneaux de gypse est interdit :

- Angleterre depuis 2005;
- Vancouver depuis 2009

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 1 : Revue documentaire

- Stratégie de recherche
- Repérage de l'information
- Analyse des titres et résumés en collaboration avec les représentants de la MRC de Bellechasse
- Sur un total de 79 documents, 24 ont été jugés très pertinents

    1) Santé et environnement : 17 documents
    2) Qualité de l'air : 3 documents
    3) Contrôle et mitigation : 4 documents

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 2 : Caractérisation et hiérarchisation des sources de contaminants gazeux sur site

- Première visite (repérage) : 9 juillet 2015
- Précampagne d'échantillonnage : 13 août 2015
- Campagne d'échantillonnage : 31 août 2015
- Travaux supplémentaires : 8 décembre 2015

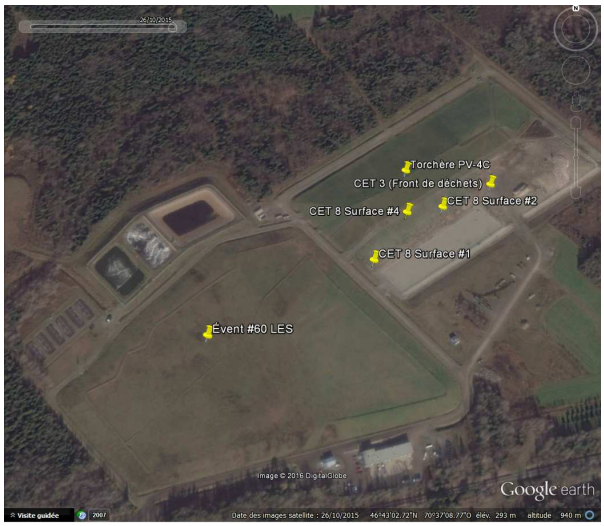
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Description des sources (points de prélèvement)

- Sources fixes : Torchères LET et Évents LES
- 4 sources surfaciques : dont 3 situées dans le talus Sud-Est du LET (CET 8) et une au front de déchet (CET 3)

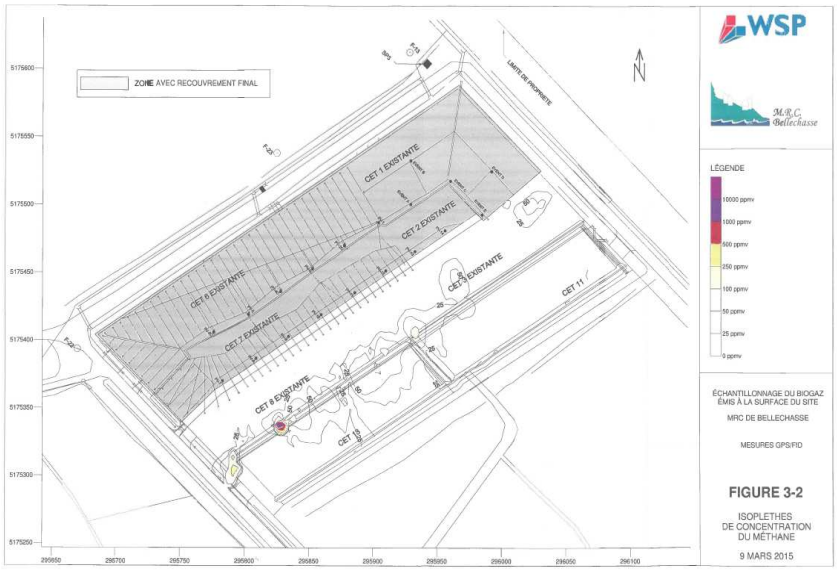
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Localisation des sources d'émission LET MRC Bellechasse



©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Localisation des sources d'émission surfaciques



Source : WSP (2015). Lieu d'enfouissement technique d'Armagh, Évaluation de la migration verticale du biogaz, rapport technique no 151-01908-00–Mars 2015, 13 p. + annexe

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Modélisation de la dispersion atmosphérique (odeurs et contaminants)

- Résultats de l'activité 2
- Principe de précaution pour l'élaboration des scénarios de modélisation
- Réalisée en collaboration avec Consumaj Experts Conseils
- Modèle AERMOD (reconnu par le MDDELCC)
- Données de base pour la modélisation
  - ◊ Localisation/topographie/grille des récepteurs
  - ◊ Sources d'émissions
  - ◊ Contaminants
  - ◊ Taux d'émission
  - ◊ Données météorologiques

CRIQ PARTENAIRE D'INNOVATION

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

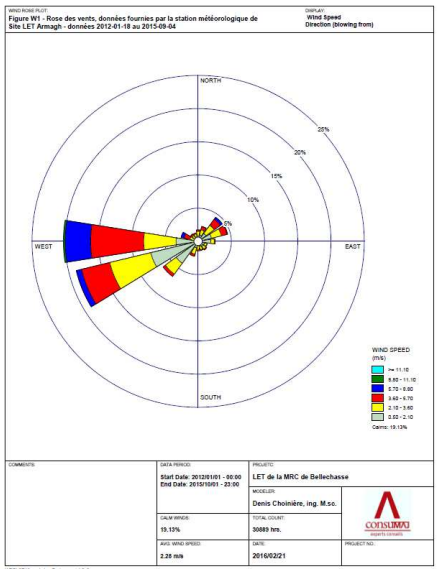
Activité 3 : Contaminants identifiés

- Odeurs + 48 contaminants présents dans les sources d'émissions considérées

CAS-108-67-8	1,3,5 trimethylbenzene	CAS-100-41-4	Éthylbenzène
CAS-610-72-0	2,5 Dimethylbenzaldehyde	CAS-75-69-4	Fluorotrichlorométhane
CAS-622-96-8	4 ethyltoluene	CAS-50-00-0	Formaldéhyde
CAS-75-07-0	Acétaldéhyde	CAS-142-82-5	Heptane normal
CAS-67-64-1	Acétone	CAS-66-25-1	Hexaldéhyde normal
CAS-64-17-5	Alcool éthylique	CAS-110-54-3	Hexane normal
CAS-67-63-0	Alcool isopropylique	CAS-590-86-3	Isovaleraldehyde
CAS-123-72-8	Aldéhyde butyrique	CAS-179601-23-1	m,p-xylène
CAS-123-38-6	Aldéhyde propionique	CAS-80-62-6	Méthacrylate de méthyle
CAS-110-62-3	Aldéhyde valérique	CAS-78-93-3	Méthyl éthyl cétone
CAS-100-52-7	Benzaldéhyde	CAS-108-10-1	Méthyl isobutyl cétone
CAS-71-43-2	Benzène	CAS-91-20-3	Naphtalène
CAS-108-90-7	Chlorobenzène	CAS-529-20-4	O-Tolualdehyde
CAS-75-00-3	Chloroéthane	CAS-127-18-4	Perchloroéthylène
CAS-75-01-4	Chlorure de vinyle	CAS-115-07-1	Propylène
CAS-110-82-7	Cyclohexane	CAS-7783-06-4	Sulfure d'hydrogène
CAS-156-59-2	Dichloro-1,2 éthylène (cis)	CAS-109-99-9	Tétrahydrofurane
CAS-76-14-2	Dichloro-1,2 tétrafluoro-1,1,2,2 éthane	CAS-108-88-3	Toluène
CAS-106-46-7	Dichloro-1,4 benzène	CAS-71-55-6	Trichloro-1,1,1 éthane
CAS-75-27-4	Dichlorobromométhane	CAS-76-13-1	Trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane
CAS-75-71-8	Dichlorodifluorométhane	CAS-79-01-6	Trichloroéthylène
CAS-75-09-2	Dichlorométhane	CAS-95-63-6	Triméthyl-1,2,4 benzène
CAS-75-15-0	Disulfure de carbone	CAS-95-47-6	Xylène (ortho-)
CAS-1634-04-4	Éther de méthyle et de butyle tertiaire	CAS-106-42-3	Xylène (para-)

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Données météorologiques



©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

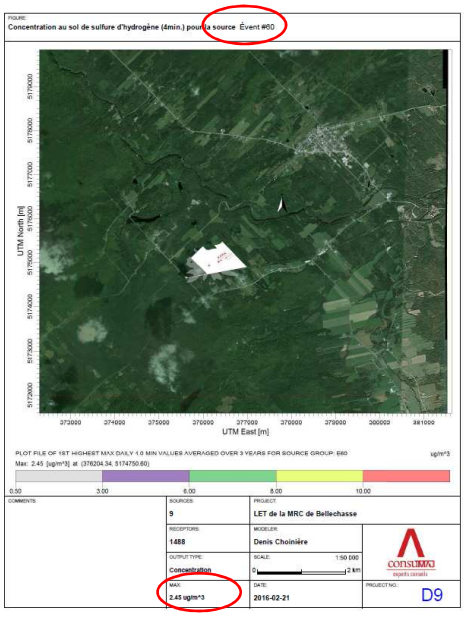
Activité 3 : Résultats (Scénario PDC : 9 sources combinées)

Contaminant	Temps d'exposition	Concentration (µg/m³) Initiale de l'air	Maximale permise	Maximale modélisée	Maximale modélisée + l'initiale de l'air	% de la concentration maximale permise	% de la conc. Max. permise moins initial dans l'air	Facteur de sécurité sur l'estimation des concentrations au sol (Fs)*	Référence
Acétone	4 min	170	8600	51	221	3%	1%	165	norme
Acétone	Annuel	4	380	0.544	4.54	1%	0%	691	norme
Alcool éthylique	4 min	0	340	2.27	2.27	1%	1%	150	norme
Alcool isopropylique	4 min	0	7800	234	234	3%	3%	33	norme
Benzaldéhyde	4 min	0	200	0.02	0.02	0%	0%	10 000	norme
Benzaldéhyde	Annuel	0	100	0.68E-06	0.68E-06	0%	0%	1.47E+08	norme
Benzène	24 h	3	10	0.287	3.29	33%	4%	24	norme
Chlorobenzène	Annuel	0.3	8.5	0.00237	0.302	4%	0%	3 460	norme
Chloroéthane	4 min	0	10900	0.837	0.837	0%	0%	13 023	norme
Chloroéthane	Annuel	0	500	0.0066	0.0066	0%	0%	75 758	norme
Chlorure de vinyle	Annuel	0.03	0.05	0.0105	0.0405	81%	53%	2	norme
Cyclohexane	4 min	40	1435	17	57	4%	1%	82	Critère
Dichloro-1,2 éthylène (cis-)	4 min	0	336	0.91	0.91	0%	0%	369	critère
Dichloro-1,2 éthylène (cis-)	Annuel	0	0.2	0.00387	0.00387	2%	2%	52	critère
Dichloro-1,4 benzène	4 min	0	730	4.75	4.75	1%	1%	154	norme
Dichloro-1,4 benzène	Annuel	0	160	0.0639	0.0639	0%	0%	2 504	norme
Dichlorobromométhane	Annuel	0.03	0.08	0.08E-06	0.03	38%	60%	2	critère
Dichlorométhane	1 h	6	14000	8.73	14.7	0%	0%	1 603	norme
Dichlorométhane	Annuel	1	3.6	0.228	1.23	34%	9%	11	norme
Disulfure de carbone	4 min	0	25	1.3	1.3	5%	5%	19	norme
Éther de méthyle et de butyle tertiaire	4 min	0	180	0.0371	0.0371	0%	0%	4 852	norme
Éthylbenzène	4 min	140	740	22.3	162	22%	4%	27	norme
Éthylbenzène	Annuel	3	200	0.0868	3.09	2%	0%	2 270	norme
Formaldéhyde	15 min	3	37	0.0588	3.06	8%	0%	578	norme
Heptane normal	4 min	60	2740	25.8	85.8	3%	1%	104	critère
Hexane normal	4 min	140	5300	16.2	156	3%	0%	319	norme
Hexane normal	Annuel	3	140	0.097	3.1	2%	0%	1 412	norme
Méthacrylate de méthyle	4 min	0	200	0.0455	0.0455	0%	0%	4 396	norme
Méthyl éthyl cétone	4 min	1.5	740	148	150	20%	20%	5	norme
Méthyl isobutyl cétone	4 min	0	400	1.27	1.27	0%	0%	315	norme
Naphtalène	4 min	5	200	0.207	5.21	3%	0%	942	norme
Naphtalène	Annuel	0	3	0.00443	0.00443	0%	0%	677	norme
Perchloroéthylène	Annuel	1	2	0.00176	1	50%	0%	568	norme
Propylène	Annuel	3	3400	0.113	3.11	0%	0%	30 062	critère
Sulfure d'hydrogène	4 min	0	6	58.1	58.1	968%	968%	0	norme
Sulfure d'hydrogène	Annuel	0	2	0.835	0.835	42%	42%	2	norme
Tétrahydrofurane	1 h	0	1470	1.36	1.36	0%	0%	1 081	Critère
Toluène	4 min	260	600	68.2	328	55%	20%	3	norme
Trichloro-1,1,1 éthane	1 h	0	7200	0.00308	0.00308	0%	0%	2 337 662	Critère
Trichloroéthylène	Annuel	0.3	0.4	0.00723	0.307	77%	7%	14	norme
Triméthyl-1,2,4 benzène	4 min	140	590	0.96	141	24%	0%	469	Critère
Triméthyl-1,2,4 benzène	Annuel	3	15	0.00545	3.01	20%	0%	2 202	Critère
Triméthyl-1,3,5 benzène	4 min	140	590	1.78	142	24%	0%	253	Critère
Triméthyl-1,3,5 benzène	Annuel	3	15	0.0136	3.01	20%	0%	882	Critère

Source : Consumaj Experts Conseils, 2016

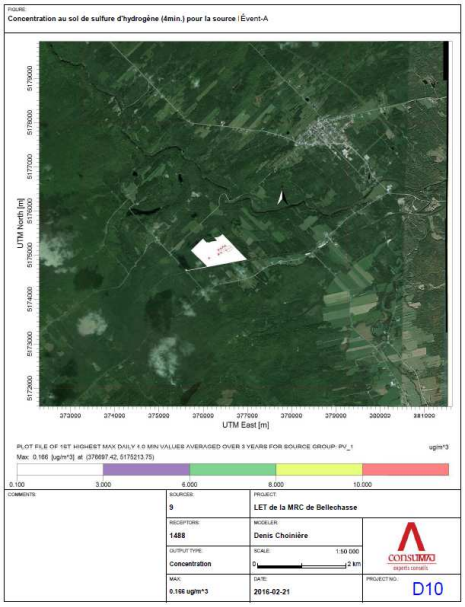
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Impact potentiel H_2S (source fixe)



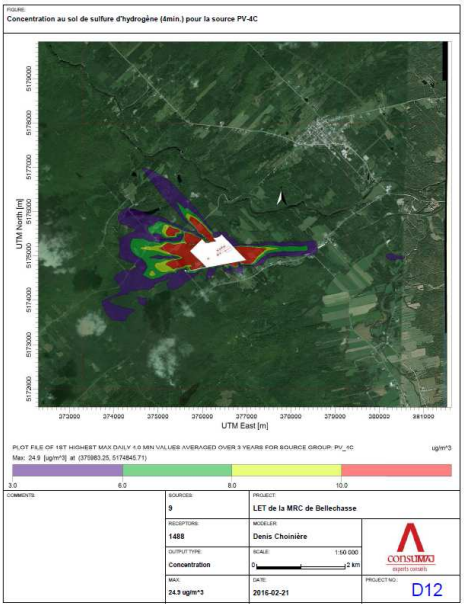
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Impact potentiel H_2S (source fixe)



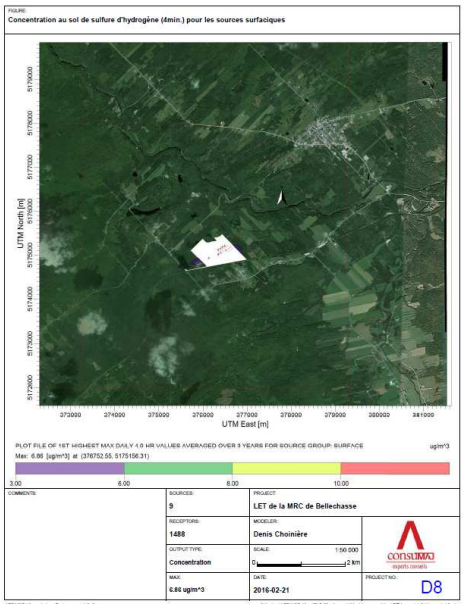
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Impact potentiel H_2S (source fixe)



©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Impact potentiel H_2S (surfaces)



©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Résultats modélisation odeur

Notion de percentile : La concentration au percentile 98, à un point récepteur donné, est la valeur de la concentration d'odeur telle que 98 % des concentrations calculées à ce point, lui sont inférieures, et (100-98) % des valeurs de concentrations calculées, lui sont supérieures.

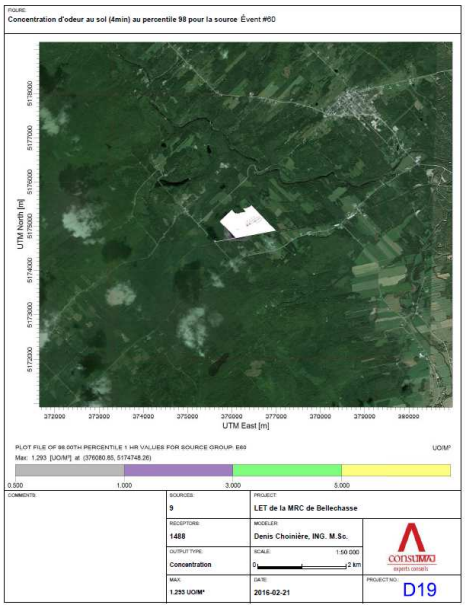
Par exemple, si le percentile 98 à un point A est de 1 UO/m³, cela signifie que 2 % du temps (175 h/an), les concentrations sont supérieures à 1 UO/m³.

Comme par définition, 1 UO/m³ correspond au seuil de perception du nez humain pour 50 % de la population. Cela signifie qu'à l'extérieur de cette zone, l'odeur n'est perçue que pendant moins de 2 % du temps et que par moins de 50 % de la population.

Règle générale, des odeurs égales ou supérieures à 1 UO/m³, à plus de 1 % du temps, peuvent causer des plaintes, mais les plaintes critiques surviennent lorsqu'on atteint 3 UO/m³ à 2 % du temps (98 % percentile)

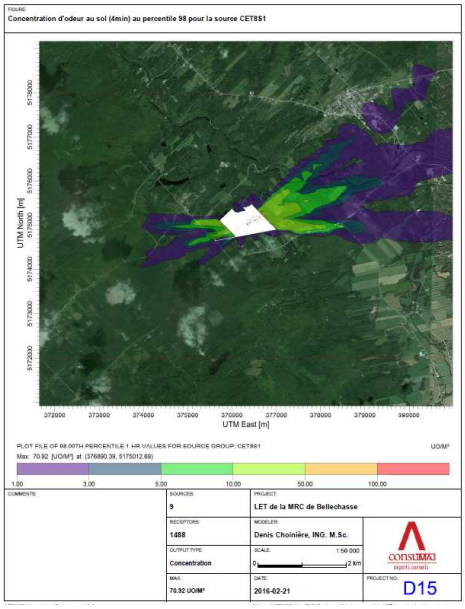
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Impact potentiel Odeur (source fixe)



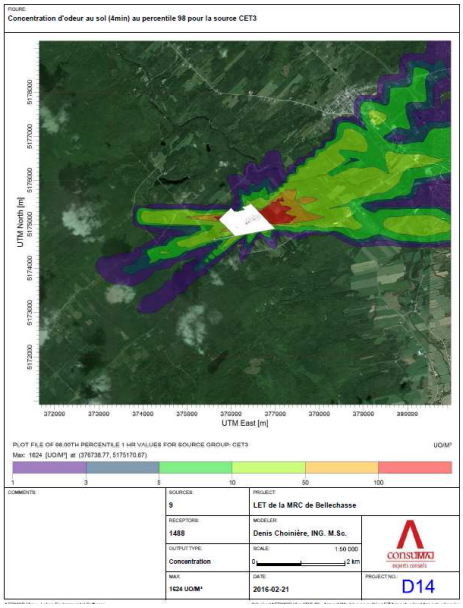
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Impact potentiel Odeur (surface)



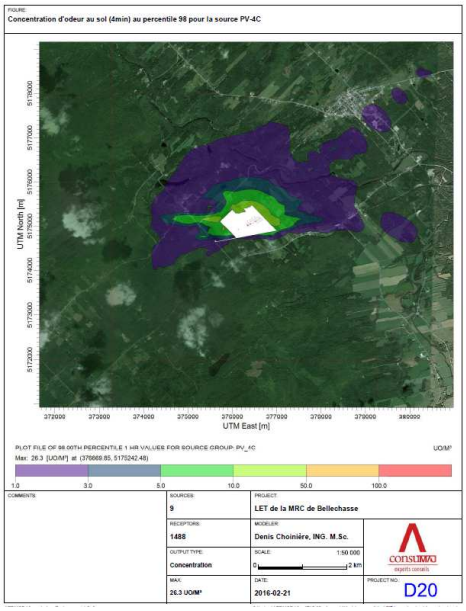
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Résultats modélisation odeur (surface)



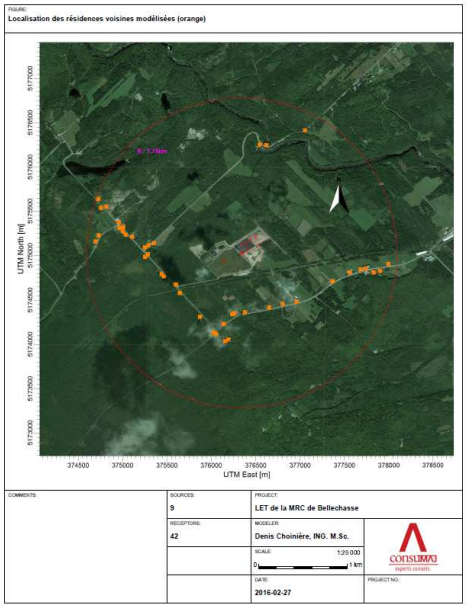
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Résultats modélisation odeur (fixe)



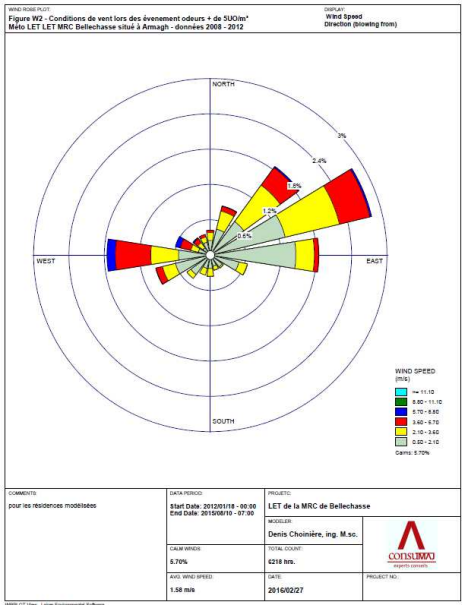
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Résultats complémentaires modélisation



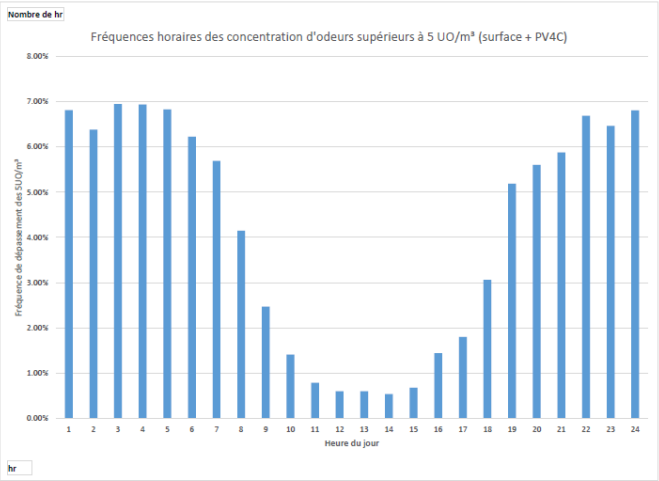
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Conditions de vent lors d'événement odeurs



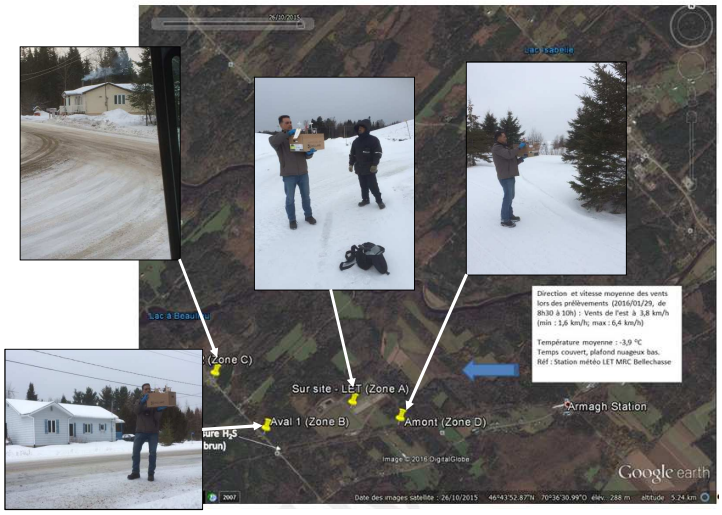
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 3 : Fréquences horaires des événements odeurs



©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 4 : Caractérisation de la qualité de l'air ambiant aux environs du LET MRC Bellechasse



©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 4 : Caractérisation de la qualité de l'air ambiant aux environs du LET MRC Bellechasse

- 67 COV analysés
- 11 détectés en amont du site (zone D), 14 en aval 1(zone B), 6 en aval 2 (zone C) et 11 sur site-LET (zone A)
- Aucun dépassement des normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (valeur limite : VL 4 minutes) n'a été observé pour les prélèvements effectués à l'extérieur des limites de propriété du LET MRC Bellechasse (Amont zone D; Aval 1 zone B et Aval 2 zone C)
- Acrylonitrile, acétaldéhyde et acroléine < LDM
- H_2S < LDM (4 µg/m^3) pour toutes les sources échantillonnées à l'extérieur du LET

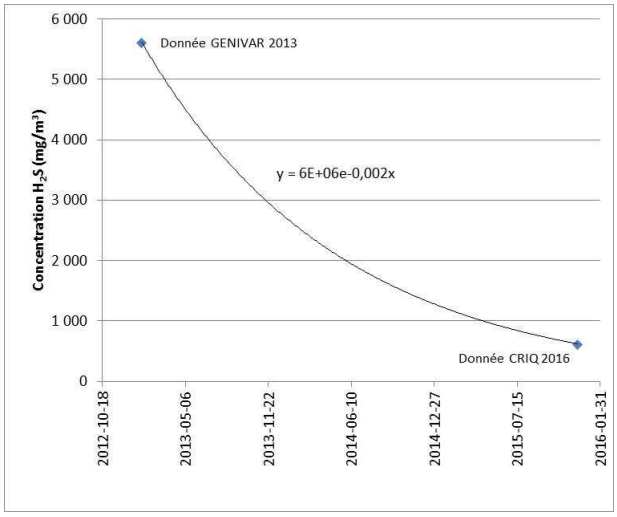
©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Activité 4 : Caractérisation de la qualité de l'air ambiant sur site (LET MRC Bellechasse)

- Prélèvement a été effectué à proximité du talus sud-ouest du LET, là où des odeurs d'H_2S (œufs pourris) étaient perceptibles au moment de l'échantillonnage
- Le prélèvement effectué sur site – LET (zone A) montre une concentration de 61 µg/m^3
- Tous les autres COV détectés sur cet échantillon prélevé sur site sont inférieurs aux valeurs limites de la qualité de l'atmosphère du RAA (VL 4 minutes)

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Évolution de la concentration d'H_2S à la torchère PV-2C (LET MRC Bellechasse)



©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Conclusion

- L'analyse des différents articles montre clairement que les émissions atmosphériques de contaminants et d'odeurs provenant des sites d'enfouissement constituent un enjeu de santé publique important
- Les problèmes de nuisances olfactives liées aux émissions non contrôlées de sulfure d'hydrogène (H_2S) provenant des activités d'enfouissement de matériaux CRD contenant des résidus de gypse ($CaSO_4$) sont très bien documentés
- Caractérisation et hiérarchisation des sources d'émission : quatre (4) visites réalisées entre le 9/07/15 et la 8/12/15
- Sources fixes : torchères passives LET, évents LES
- Sources surfaciques : talus sud-est CET 8 et front d'enfouissement CET 3

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Conclusion

- La modélisation AERMOD montre **l'impact potentiel** sur les riverains en regard des normes et critères de qualité de l'atmosphère du MDDELCC des différentes sources d'émissions surfaciques (talus sud-est CET 8 et CET 3) par rapport aux **odeurs** et au **H_2S**
- Révèle aussi l'importance d'un bon fonctionnement des torchères (particulièrement PV-4C et PV 6C)
- La modélisation des COV (incluant l'acétaldéhyde, l'acrylonitrile et l'acroléine) montre que les concentrations au sol de tous les contaminants émis par les différentes sources (48 COV détectés), additionnées aux concentrations initiales de chacun des contaminants retrouvés dans l'air ambiant, respectent les normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDELCC)
- Travaux supplémentaires : échantillonnage de l'air ambiant (29/01/2016)

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Recommandations

- Suivi et optimisation des torchères passives existantes afin de garantir leur bon fonctionnement en tout temps
- Bonifier le suivi opérationnel par un suivi environnemental mensuel pour la caractérisation des gaz d'enfouissement aux torchères
- Mettre en œuvre un projet de démonstration technologique visant l'utilisation de matériaux de recouvrement alternatifs pour le contrôle des émissions atmosphériques surfaciques identifiées (talus sud-est de la cellule CET8 et front d'enfouissement - cellule CET 3)

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Recommandations (suite)

- Valider auprès du MDDELCC l'admissibilité au volet de crédits compensatoires (protocole nº 2) du SPEDE d'un projet visant l'installation d'un système de captage actif et d'une torchère à flamme invisible
- Évaluer la pertinence d'optimiser le système de destruction thermique des gaz d'enfouissement actuel par l'ajout ou le déplacement de torchères passives
- Poursuivre la collaboration et le partage d'informations entre les différentes parties prenantes

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016

Merci.

Des questions?

©CRIQ - Tous droits réservés, 2016