

RENCONTRE D'INFORMATION

Présentation des résultats: essais
de matériaux de recouvrement,
MRC-Bellechasse



PRODUCTIVITÉ



COMPÉTITIVITÉ



EXPORTATION



ENVIRONNEMENT

Yann Le Bihan (CRIQ)
St-Lazare le 12 avril 2018

Objectifs

Le projet expérimental visait à mettre à l'essai sur le site du LET MRC Bellechasse situé à Armagh, trois (3) différents matériaux de recouvrement alternatifs et de comparer leur performance d'abattement du H_2S et des COV avec le matériau de recouvrement actuel (sable).

Collaboration entre le CRIQ, la MRC de Bellechasse, Englobe, La Ville de Québec et le 3RMCDQ (représenté par l'entreprise AIM Éco-centre),

NOVEMBRE 2016

- Localisation des points d'émissions
- Retrait de la couche végétale
- Mesure de la production de base + odeur
- Recouvrement par les matériaux à l'essai
- Mesure T=0
- Caractérisation des matériaux (Conductivité hydraulique, granulométrie, lixiviation etc)

JUIN-SEPTEMBRE 2017

- Suivi des émissions H₂S, COV, Méthane ponctuel³
- Mesure finale des odeurs.



Méthodologie



NOVEMBRE 2016

- Localisation des points d'émissions H₂S



Méthodologie



NOVEMBRE 2016

- Préparation des surfaces

Méthodologie



NOVEMBRE 2016

- Préparation des surfaces



Méthodologie



NOVEMBRE 2016

- Mesure des émissions COV et H₂S de base
(Chambre à flux statique de 3m x 3m)

Méthodologie



NOVEMBRE 2016

- Recouvrement à l'aide des matériaux à l'essai.
- Sable Témoin (20 cm), MIOM (10 cm), Résidus de⁸ béton 0-2.5 (10 cm), MRAB (15 et 30 cm).

Méthodologie



NOVEMBRE 2016

- Mesure des émissions CH_4 , COV et H_2S à $T=0$ sur matériaux de recouvrement (Chambre à flux statique de 3m x 3m)



Méthodologie



Juin à Septembre 2017 (7 sorties)

- Suivi des Mesures des émissions COV, CH₄ et H₂S

Résultats caractérisation des matériaux

Échantillons	Granulométrie % massique passant 0,08mm Maximum de 20% passant 0,08mm	Conductivité hydraulique cm/sec Minimum 1x10⁻⁴ cm/sec
MIOM	12,1	4,25 x 10 ⁻³
Béton 0-2,5	6,8	3,66x 10 ⁻³
MRAB	23,3	9,84 x 10⁻⁵
Témoin sable	8,4	5,66 x 10 ⁻⁴

- Le MRAB ne rencontre pas les critères du REIMR (variabilité inter-laboratoire, échantillonnage etc.)



Résultats caractérisation des matériaux (soufre total)

Échantillons	Soufre total % p/p
MIOM	0,80
Béton 0-2,5	0,12
Témoin sable	0,06
MRAB	<0,01
<i>Gypse à titre indicatif</i>	<i>18-22</i>
<i>Fraction fine ordures</i>	<i>1,9</i>

- La teneur en soufre des matériaux est inférieure à la teneur de la fraction fine des ordures ménagères.

Résultats caractérisation des matériaux-Test de lixiviation

SPLP-EPA 1312 (SOLIDE)-Pluie acide

	MRAB	Témoin sable	Béton 0-2,5	MIOM
Lixiviat				
Poids de l'échantillon (g)	20.0	19.9	20.2	20.0
Volume du fluide d'extraction (mL)	400	400	400	400
pH après 18 heures de mélange	7.45	6.94	11.8	11.3
pH du fluide d'extraction	4.21	4.21	4.21	4.21

- Les lixiviat du béton et des mâchefers demeurent alcalin, favorable à la rétention de certains métaux.

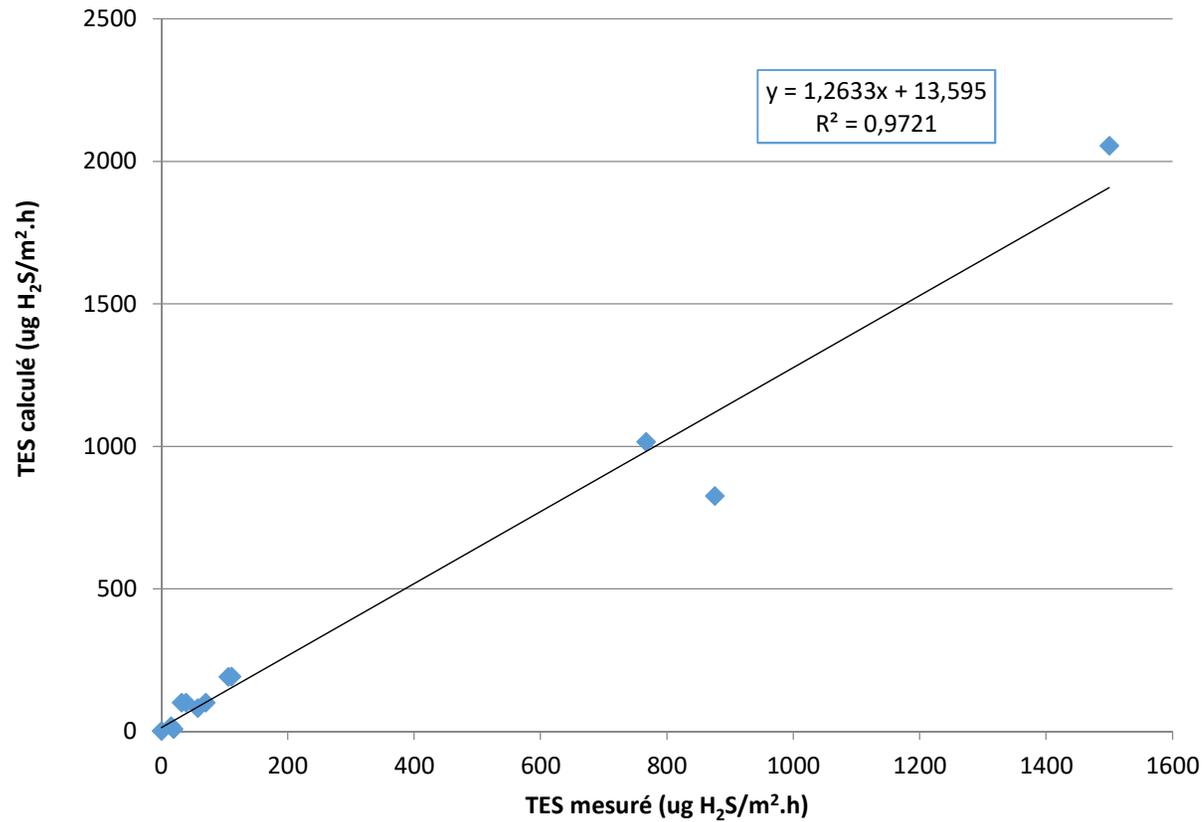


Résultats caractérisation des lixiviats

- La teneur en phénols des lixiviats est $< 0,1$ mg/L pour tous les matériaux.
- Tous les COV mesurés (35) dans les lixiviats sont sous le seuil de détection pour tout les matériaux.
- La concentration du Zn a été sous le seuil de détection des appareils < 0.2 mg/L.



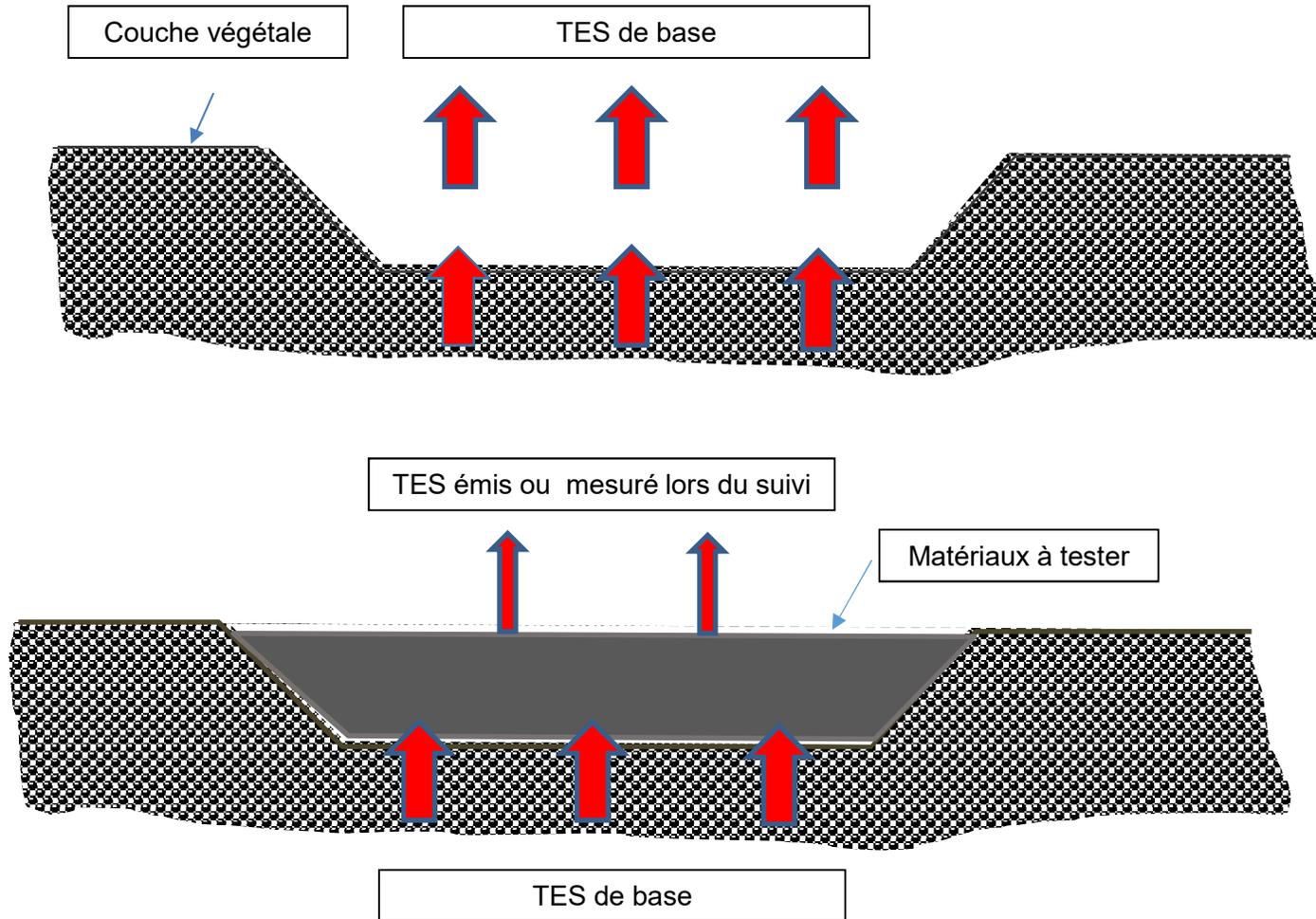
Résultats validation CFS



$TES\ théorique\ réel = 1,263 \times TES(mesuré) + 13.59$



Résultats



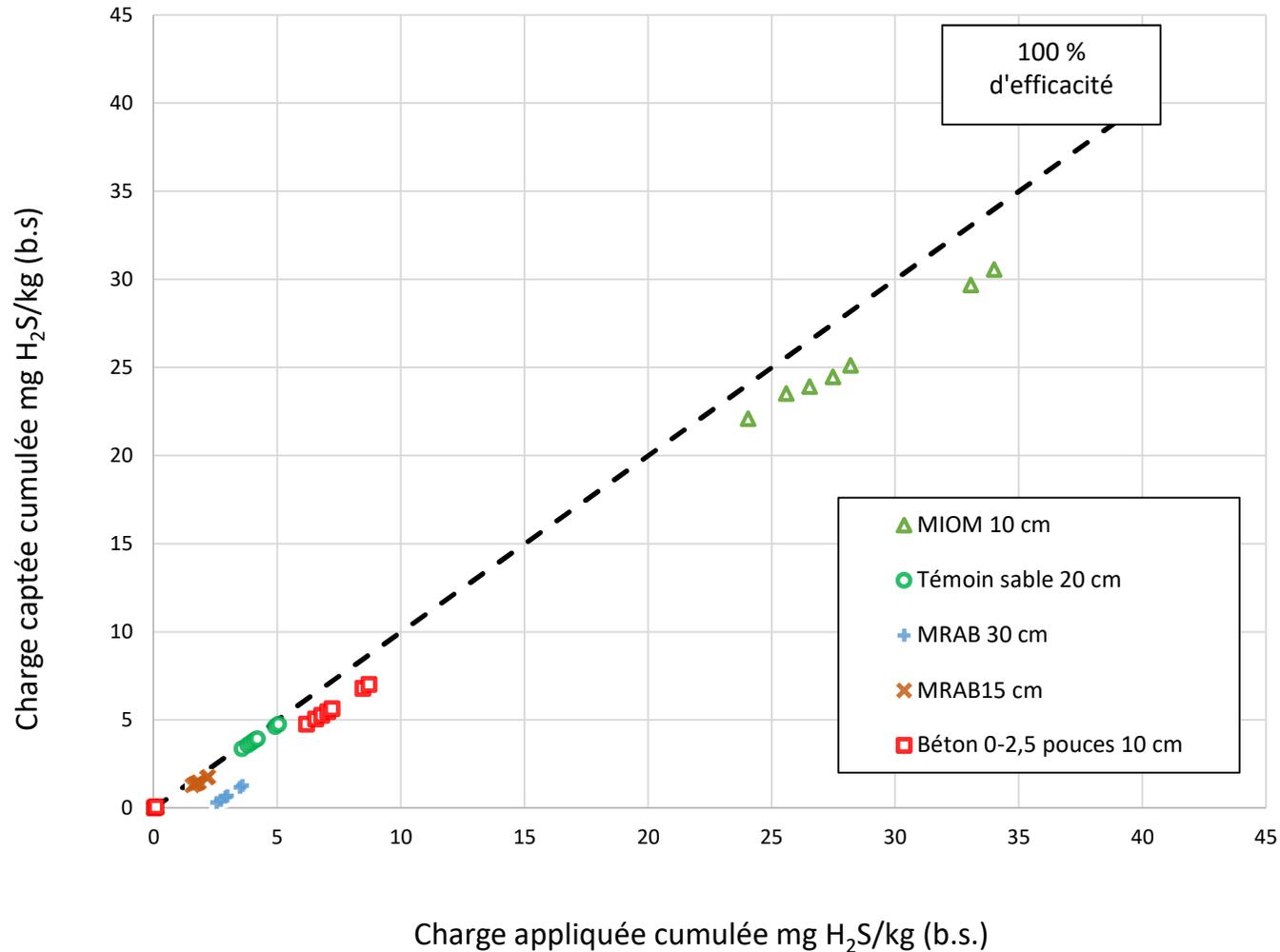
- Il faudra définir comme hypothèse que le taux d'émission demeure constant pour un site spécifique pour toute la durée du projet.
- une relation linéaire a été utilisée afin d'extrapoler le TES émis entre deux (2) TES mesurés.

Tableau VI. Caractéristiques des matériaux de recouvrements

Matériaux	Épaisseur mise en place (m)	Volume de matériaux couvrant 1 m ² (m ³)	Masse volumique sèche (kg/m ³)	Masse sèche de matériaux couvrant 1 m ² (kg)
MIOM CRIQ 65167	0,1	0,1	1469	147
Béton 0-2,5 CRIQ 65168	0,1	0,1	1480	148
MRAB CRIQ 65169	0,15	0,15	1675	251
MRAB CRIQ 65169	0,30	0,30	1675	502
Témoin sable CRIQ 65170	0,20	0,20	1634	327

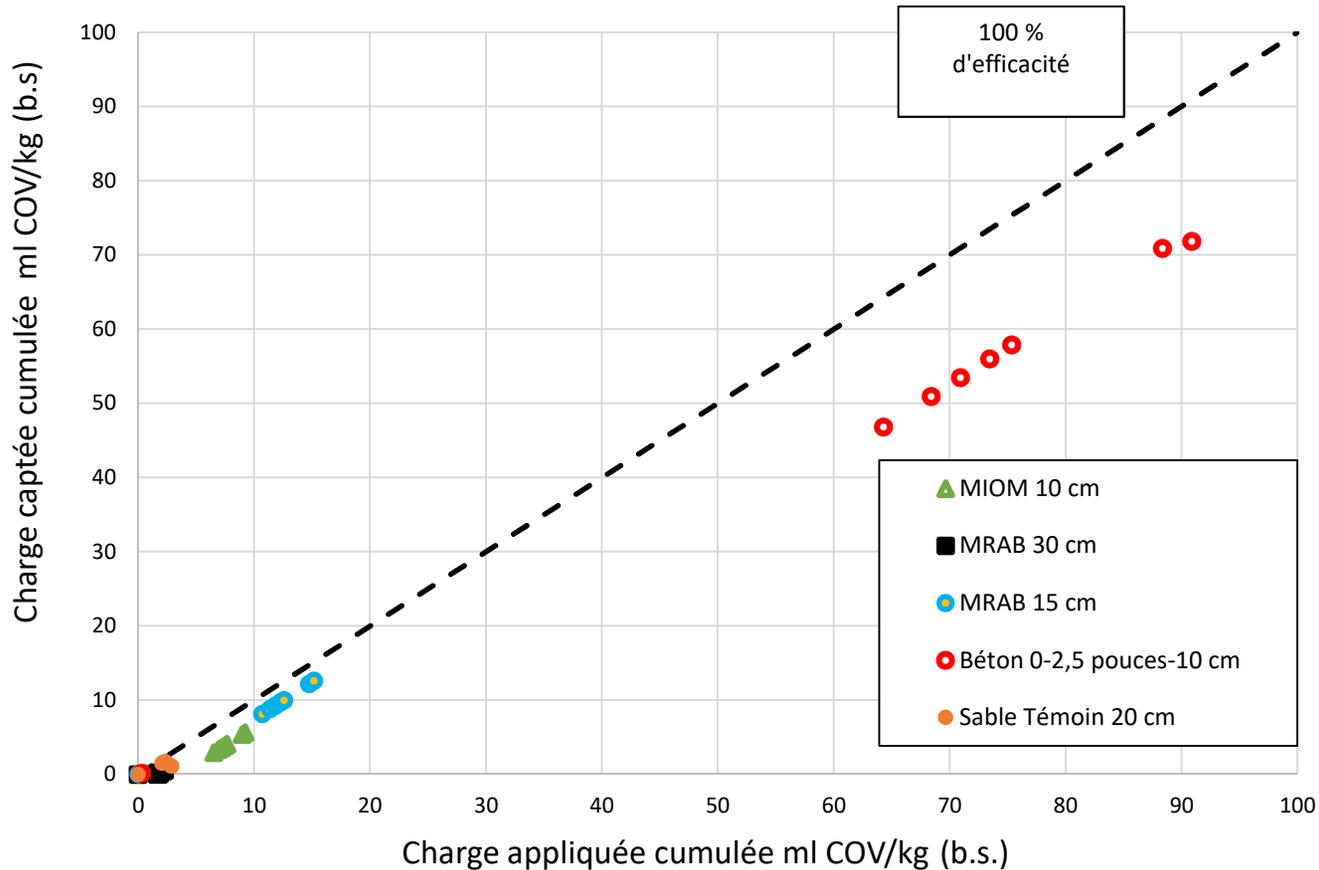
Date (aaaa-mm-jj)	Météo	Orientation des vents	Pression Atmosphérique (kpa)	Température (°C) min et max	Vitesse vent km/h min et max
Mesure avant recouvrement					
2016-11-21	Faible neige	NE et NNE	ND	-1 et 2	5 et 21
2016-11-22	Neige et vent	E et ENE	ND	-2 et 1	10 et 47
Mesure après recouvrement					
2016-11-24	Couvert	ONO et OSO	ND	-4 et -1,6	5 et 18
2017-06-14	Ensoleillé	N et ESE	99,22 et 99,33	11 et 15	5 et 18
2017-06-27	Ensoleillé	OSO et NE	98,88 et 99,07	12 et 18	1,5 et 13
2017-07-05	Ensoleillé	SE et ENE	99,62 et 99,75	21 et 23	5 et 11
2017-07-13	Ensoleillé	OSO et ONO	99,30 et 99,40	19 et 21	5 et 8
2017-07-19	Ensoleillé	NNE et NNO	98,54 et 98,84	24 et 26	6 et 11
2017-08-29	Ensoleillé	OSO et SSO	99,80 et 100,5	19 et 22	2 et 6
2017-09-06	Couvert pluie	ENE et NO	98,61 et 98,75	14 et 15	3 et 10

Résultats captation du H₂S des matériaux



- Le MIOM ainsi que le béton 0-2,5` ont reçu la plus grosse charge de H₂S et ont présenté des performances de captage > 83%. 19

Résultats captation des COV des matériaux



- Le MRAB-15 cm et le béton 0-2,5” semblent les plus efficaces
- Interférence mesurée (COV) avec la machinerie lourde circulant dans le secteur



Efficacité de captage de H₂S des différents matériaux et charge maximale appliquée pendant l'étude.

Matériaux	Efficacité de captage	Charge maximale appliquée mg H ₂ S/kg matériau
Sable Témoin 20 cm	94%	5,1
MIOM 10 cm	91%	31,6
Béton 0-2,5''	83%	10,1
MRAB 15 cm	82%	2,21
MRAB 30 cm	57%	5,4

Le MIOM ainsi que le béton 0-2,5'' ont reçu la plus grosse charge de H₂S et ont présenté des performances de captage de H₂S > 83%.

Efficacité de captage de COV des différents matériaux et charge maximale appliquée pendant l'étude.

Matériaux	Efficacité de captage	Charge maximale appliquée ml COV/kg matériaux
Sable Témoin 20 cm	50%	2,9
MIOM 10 cm	47%	9,2
Béton 0-2,5''	73%	91,9
MRAB 15 cm	76%	15,2
MRAB 30 cm	7%	2,3

Les matériaux tels que le Béton 0-2,5'' et le MRAB 15 cm, ont présenté les meilleures efficacités de captage (>73%) pour les charges les plus élevées.

Résultats émissions ponctuelles du CH₄ mesurées dans la chambre à flux statique de 3mx3m

Échantillons	CH ₄ ppm mesure ponctuelle	
	Avant recouvrement	Moyenne estivale
MIOM 10 cm	132	71
Béton 0-2,5 10 cm	61	66
MRAB 30 cm	114	10
MRAB 15 cm	51	22
Témoin sable 20 cm	455	366
Blanc de terrain (moy)	6,6	

- Les plus faibles concentrations de CH₄ ont été mesurées avec le MRAB.

Résultats émissions olfactives mesurées sur les différents matériaux

Échantillons	Unité odeur/m ³ air	
	22 nov. 2016	6 sept 2017
	Avant recouvrement	Final
MIOM 10 cm	563	358
Béton 0-2,5 10 cm	245	Non-mesuré
MRAB 30 cm	32	28
Témoin sable 20 cm	26	81

- Le site où le MIOM a été étudié a généré les gaz les plus odorants et le recouvrement a réussi à diminuer les odeurs de $\pm 200\text{UO}$;
- Le mélange de MRAB n'a pas modifié de façon marquée les concentrations d'odeurs.
- La concentration d'odeur dégagée au banc d'essai du sable témoin a augmenté pendant le suivi.

Résultats végétalisation de la surface des différents matériaux (5 juillet 2017)



Résultats du lessivage de la surface des différents matériaux

Matériaux	Date	Épaisseur de matériaux (cm)			Écart par rapport à la cible
		Pied de pente	Centre	Haut de la pente	
MIOM 10 cm	22 nov. 2016	Mise en place			
	27 juin 2017	11	10	9	-30%, +130%
	29 août 2017	23	10,5	7	
Béton 0-2,5'' 10 cm	22 nov. 2016	Mise en place			
	27 juin 2017	11,5	9,5	10	-15%, +60%
	29 août 2017	16	8,5	12	
MRAB 30 cm	22 nov. 2016	Mise en place			
	27 juin 2017	30	25,5	29	-26%, +10%
	29 août 2017	27	22	33	
MRAB 15 cm	22 nov. 2016	Mise en place			
	27 juin 2017	10,5	15	13,5	-43%, +13%
	29 août 2017	17	16,5	15	
Sable Témoin 20 cm	22 nov. 2016	Mise en place			
	27 juin 2017	21	20,5	17	-25%, +15%
	29 août 2017	23	17	15	

Conclusions

- pH des lixiviats de Béton et de MIOM > 9,5. Cas du LET de St-Joachim à Saint-Tite-des-Caps où le pH=7,29.
- Certains métaux mesurés dans le lixiviat sont sous la limite de détection analytique. Les concentrations de Cr, B, Mn et Ni sont, en général, sous les concentrations mesurées. Le MIOM semble générer du plomb (Pb) à des seuils supérieurs à la limite de détection.
- Les bancs d'essai avec le MIOM ainsi que le béton 0-2,5 pouces ont présenté des performances de captage de H₂S > 83 %.
- Les matériaux tels que le Béton 0-2,5 po et le MRAB de 15 cm ont présenté les meilleures efficacités de captage de COV (> 73 %).
- Les teneurs les plus faibles en CH₄ après recouvrement ont été mesurées pour le matériau MRAB.
- Le site où le MIOM a été étudié a généré les gaz les plus odorants et le recouvrement a réussi à diminuer les odeurs de ± 200 UO.
- Le MRAB a permis une croissance rapide et dense de certaines plantes.
- Dans tous les cas, les recouvrements sont demeurés en place et aucune ordure n'a été visible pour toute la durée du projet.
- La concentration du Zn a été sous le seuil de détection des appareils < 0.2 mg/L.

Recommandations

- Il serait recommandé de vérifier les capacités du MRAB et du béton en laboratoire, sous des conditions contrôlées.
- Faire un essai à pleine échelle en phase 2. Utiliser une quantité de MIOM ou de béton d'environ 20 cm suivi d'une couche de MRAB, également de 20 cm, pour recouvrir une superficie plus importante (+/- 5000 m²) du talus sud-est de la cellule CET8. Faire un suivi ponctuel.



Recommandations (superficie approximative de 5000 m²)



**Merci.
Des questions?**

Yann.lebihan@criq.qc.ca

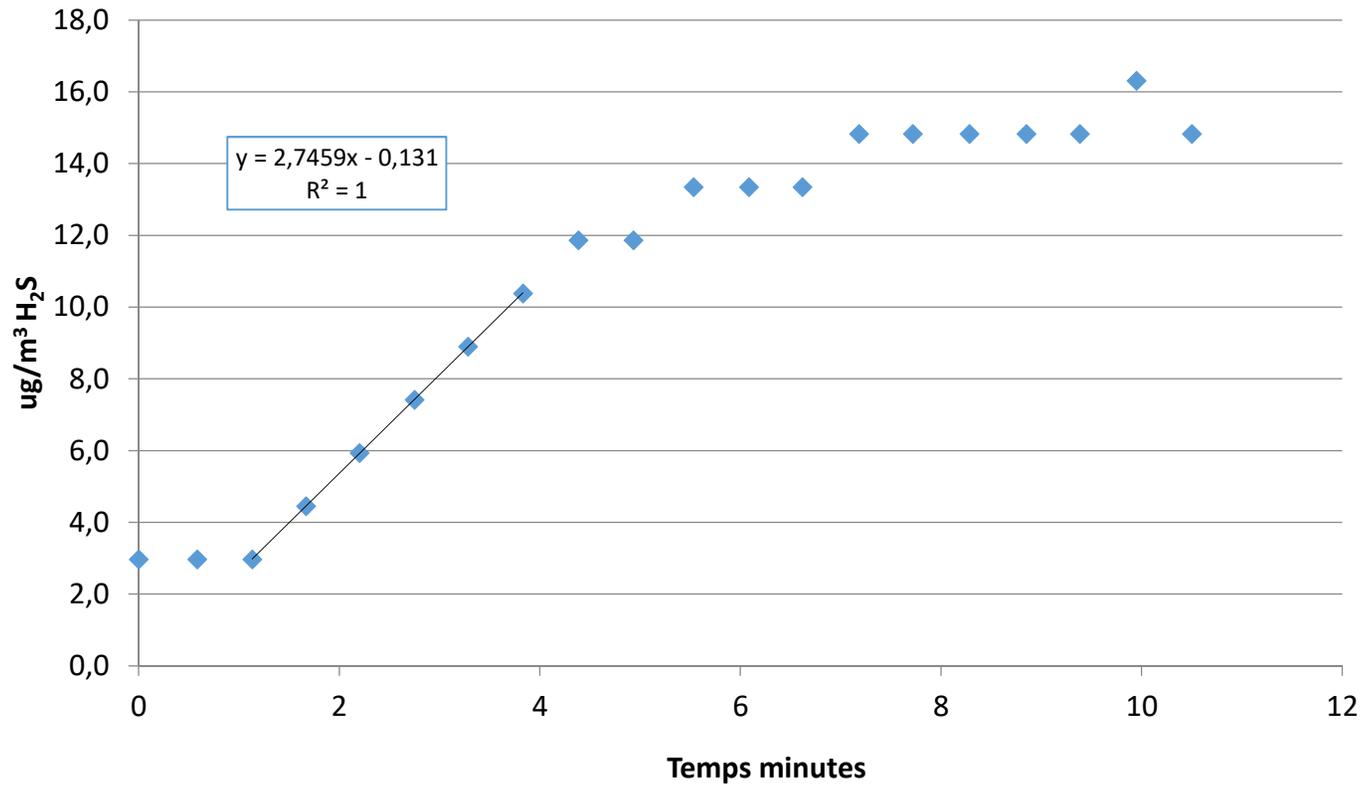
Informations complémentaires

$$TES \text{ calculé} = \frac{\text{Débit de gaz injecté (m}^3/\text{h)} \times \text{Concentration H}_2\text{S (u g/m}^3\text{)}}{S}$$

$$TES \text{ mesuré} = \frac{V}{A} \times \frac{dC}{dT}$$



Résultats calculs



$$TES \text{ mesuré} = \frac{V}{A} \times \frac{dC}{dT}$$



$$\text{Charge gazeuse émise} = \frac{\left(\int_0^t \text{TES émis} \times 24h \right)}{1000 \times \text{masse de matériau sec sur } 1 \text{ m}^2}$$

$$\text{Charge captée cumulée} = (\text{Charge gaz. appliquée}_t \text{ (éq8)} - \text{Charge gaz. émise}_t \text{ (éq9)})$$



Jour	Nov. 2016			Juin 2017		Juillet 2017			Août 2017	Sept. 2017
	21	22	24	14	27	05	13	19	29	06
	Ligne de base			1	203	216	224	232	238	279
MIOM 10 cm										
TES mesuré µg H ₂ S/m ² .h (éq.5)	522,5	604,5	0,0	71,0	0,0	578,0	0,0	47,0	0,0	46,0
TES corrigé µg H ₂ S/m ² .h (éq.6)	673,5	777,1	13,6	103,3	13,6	743,6	13,6	79,0	13,6	71,7
TES mesuré µL COV/m ² .h (éq.5)	197,0	190,0	211,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Méthane (CH ₄) ppm	131,5	130,7	67,6	82,3	52,2	65,8	10,7	114,2	52,2	117,5
Béton 0-2,5" 10 cm										
TES mesuré µg H ₂ S/m ² .h (éq.5)	187,0	0,0	0,0	45,0	0,0	18,7	0	0,0	0,0	0,0
TES corrigé µg H ₂ S/m ² .h (éq.6)	215,7	13,6	13,6	71,7	13,6	37,2	13,6	13,6	13,6	13,6
TES mesuré µL COV/m ² .h (éq.5)	1953,0	202,0	1063,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2162,0
Méthane (CH ₄) ppm	61,2	46,0	75,4	47,6	56,7	78,0	51,5	35,0	73,1	117,5
MRAB 15 cm										
TES mesuré µg H ₂ S/m ² .h (éq.5)	53,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0
TES corrigé µg H ₂ S/m ² .h (éq.6)	80,5	13,6	13,6	13,6	13,6	57,9	13,6	13,6	13,6	13,6
TES mesuré µL COV/m ² .h (éq.5)	553,0	50,0	267,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Méthane (CH ₄) ppm	-	51,2	105,0	19,7	16,0	42,3	15,8	17,7	13,8	24,0
MRAB 30 cm										
TES mesuré µg H ₂ S/m ² .h (éq.5)	197,0	0,0	244,0	97,0	0,0	0,0	36,3	0,0	0,0	0,0
TES corrigé µg H ₂ S/m ² .h (éq.6)	262,4	13,6	321,8	136,1	13,6	13,6	59,4	13,6	13,6	13,6
TES mesuré µL COV/m ² .h (éq.5)	98,4	101,0	219,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	369,0*	0,0
Méthane (CH ₄) ppm	114,1	31,4	68,7	15,0	4,8	2,5	33,1	3,8	3,6	4,5
Témoin sable 20 cm										
TES mesuré µg H ₂ S/m ² .h (éq.5)	180,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TES corrigé µg H ₂ S/m ² .h (éq.6)	240,9	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
TES mesuré µL COV/m ² .h (éq.5)	137,0	74,0	69,0	0,0	30031,0*	0,0	239,0	53607,0*	1096,0*	336,0
Méthane (CH ₄) ppm	454,9	17,9	500,3	481,9	561,9	488,1	372,2	81,7	441,8	137,0
Blanc de terrain Route d'accès										
H ₂ S suivi (ppm)				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
COV suivi (ppb)				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CH ₄ (ppm)			3,8	4,7	4,4	4,6	3,1	4,8	21,6	3,1

	UNITÉ	MRAB	TÉMOIN SABLE	BÉTON 0-2,5	MIOM	LIXIVIAT BRUT LET MRC BELLECHASSE (2017-06-19)
N° Bordereau						SP3
		65169	65170	65168	65167	
Lixiviat						
Poids de l'échantillon (g)	n/a	20,0	19,9	20,2	20,0	
Volume du fluide d'extraction (mL)	n/a	400	400	400	400	
pH après 18 heures de mélange	n/a	7,45	6,94	11,8	11,3	7,12
pH du fluide d'extraction	n/a	4,21	4,21	4,21	4,21	
Aluminium (Al)	mg/L	0,64	0,34	2,7	12	
Argent (Ag)	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Arsenic (As)	mg/L	0,015	< 0,004	< 0,004	< 0,004	
Baryum (Ba)	mg/L	0,014	0,008	0,092	0,18	
Bore (B)	mg/L	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,96
Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,0004
Calcium (Ca)	mg/L	11	< 2	180	110	
Chrome (Cr)	mg/L	< 0,007	< 0,007	0,029	< 0,007	0,039
Cobalt (Co)	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cuivre (Cu)	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,35	
Etain (Sn)	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Magnésium (Mg)	mg/L	2	< 1	< 1	< 1	
Manganèse (Mn)	mg/L	0,02	0,05	< 0,01	< 0,01	2,95
Mercure (Hg)	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0001
Molybdène (Mo)	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Nickel (Ni)	mg/L	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,019
Plomb (Pb)	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,16	< 0,0001
Potassium (K)	mg/L	17	< 1	10	32	
Sélénium (Se)	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Uranium (U)	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Zinc (Zn)	mg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,085
Toluène	ug/L	< 1	< 1	< 1	< 1	18,4
Xylène	ug/L	< 1	< 1	< 1	< 1	1,9
Benzène	ug/L	< 1	< 1	< 1	< 1	0,5
Éthylbenzène	ug/L	< 1	< 1	< 1	< 1	0,9
Fluorure (F)	mg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	
Phénols-4AAP	mg/L	0,10	0,09	0,09	0,08	0,006