





## NOTE AU LECTEUR

Le 12 janvier 2004, Dépôt Rive-Nord soumettait au ministre de l'Environnement du Québec son étude d'impact sur l'environnement pour le projet d'aménagement d'une cellule d'enfouissement technique à Saint-Thomas.

Dans le but de vérifier que l'étude d'impact satisfaisait les exigences de la directive intitulée : *Directive pour le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Saint-Thomas par Dépôt Rive-Nord inc.* et du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement*, le ministère de l'Environnement du Québec mena une consultation intra et interministérielle.

Aux termes de cette vaste consultation, le ministère de l'Environnement du Québec transmettait à Dépôt Rive-Nord, le 19 avril 2004, le document intitulé : *Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire à Saint-Thomas par Dépôt Rive-Nord inc. - Questions et commentaires*. Ce document joint à l'annexe A de la version révisée du rapport principal de l'étude d'impact regroupe sous forme de 152 questions et commentaires, numérotés de QC-1 à QC-152, les informations requises pour compléter l'étude d'impact. Par ailleurs, la direction du Suivi de l'état de l'environnement du MENV a révisé en juin 2004 les objectifs environnementaux de rejet (OER) pour le projet, lesquels sont fournis en Annexe B de la version révisée du rapport principal de l'étude d'impact.

Les réponses aux questions ou commentaires QC-1 à QC-122 inclusivement et les modifications apportées suite au changement des OER sont intégrées dans la version révisée du rapport principal de l'étude d'impact. Suite aux modifications apportées au contenu de l'étude d'impact, il est important de noter que les questions ou commentaires QC-89, QC-104 et QC-118 ne sont plus pertinents.

Quant aux réponses aux questions ou commentaires QC-123 à QC-152, associées aux rapports sectoriels destinées aux spécialistes du ministère de l'Environnement du Québec, elles sont présentées séquentiellement dans le présent rapport.



## TABLE DES MATIÈRES

NOTE AU LECTEUR.....	I
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTALE, VOLUME 1, VOLUME 2 ET VOLUME 3, AOÛT 2003, TECSULT.....	1
ÉCRAN PÉRIPHÉRIQUE D'ÉTANCHÉITÉ - ÉTUDE D'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE, AOÛT 2003, TECSULT .....	3
CELLULE D'ENFOUISSEMENT - ÉTUDE D'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE, AOÛT 2003, TECSULT .....	5
GESTION DES MATÉRIAUX ET DES APPORTS EN EAU, AOÛT 2003, TECSULT .....	11
COLLECTE, TRAITEMENT ET DISPOSITION DES EAUX DE LIXIVIATION – ÉTUDE D'INGÉNIERIE SOMMAIRE, VOLUME 1, VOLUME 2 ET VOLUME 3, SEPTEMBRE 2003, TECSULT .....	13

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A	RAPPORT DES ESSAIS DE COMPATIBILITÉ CHIMIQUE
ANNEXE B	PLAN 1241-3080-110 MODIFIÉ
ANNEXE C	PLAN 10624-7000-007



## ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTALE, VOLUME 1, VOLUME 2 ET VOLUME 3, AOÛT 2003, TECSULT

### *P. 4-8, Item 4.2.5.1 :*

**QC-123** *Le texte identifie la présence d'une couche de boue de désencrage à la base des déchets. Est-ce qu'on retrouve cette couche de boue de désencrage sur toute la superficie de la cellule C-3? Quelles sont les propriétés de cette couche et quel est le but recherché? Cette couche de boue est-elle présente aussi dans les autres cellules ?*

**Réponse :** Les boues de désencrage admises au lieu d'enfouissement sanitaire de Dépôt Rive-Nord proviennent d'une usine de papier de la MRC de Joliette. Ces boues sont constituées principalement d'argile et de fibres. Par leur consistance, l'enfouissement de ces boues avec les autres matières résiduelles admises pourrait perturber la circulation des camions dans la zone d'enfouissement. Pour éviter une telle situation, les boues de désencrage sont disposées à la base des cellules d'enfouissement sur une épaisseur uniforme d'environ 1 mètre. Les autres matières résiduelles sont par la suite disposées et compactées sur cette couche.

Des résidus de désencrage ont ainsi été disposés à la base de la cellule d'enfouissement C-2C et C-3.

### *Page 4-10, 2e paragraphe :*

**QC-124** *Est-ce que l'on a des données sur les températures rencontrées?*

**Réponse:** Aucune donnée sur les températures rencontrées au droit de la cellule C-3 n'a été recueillie. Cependant, selon la littérature, il semble que des températures de près de 70°C puissent être rencontrées à l'intérieur de cellules d'enfouissement de matières résiduelles.

### *Page 4-11, Item 4.2.6 :*

**QC-125** *Les forages F-8 à F-12 ont été réalisés à l'intérieur de la future cellule C-4 et ont démontré la présence de gaz naturel, dont une certaine quantité traverse les matières résiduelles pour se rendre sous la formation d'argile. Décrire la technique qui sera ou qui a été utilisée pour les colmater?*

**Réponse:** Un des forages profonds réalisés au centre de la future cellule C-4 (forage F-9) a déjà été colmaté en raison de la progression du front d'enfouissement de la cellule C-3. La procédure utilisée pour le colmatage complet de ce forage est la même qui sera utilisée pour le colmatage des forages F-8, F-10, F-11 et F-12. La procédure est la suivante :

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT  
Réponses aux questions et commentaires du MENV

1. Préparer un mélange de ciment-bentonite selon la procédure suivante :

Mélanger la bentonite en poudre avec de l'eau au moyen d'un malaxeur selon le ratio 1,7 kg de bentonite pour 25 litres d'eau;

Malaxer le mélange pendant au moins une heure avant d'ajouter le ciment;

Ajouter un sac (42,6 kg) de poudre de ciment Portland pour chaque unité de mélange eau-bentonite malaxée selon le ratio indiqué ci-haut. Le mélange de ciment-bentonite ainsi formé (42,6 kg de ciment pour 25 litres d'eau ou 42,6 kg de ciment pour 1,7 kg de poudre de bentonite) devrait donc respecter le ratio 4 kg de poudre de bentonite pour 100 kg de poudre de ciment;

Malaxer le mélange ciment-bentonite jusqu'à ce qu'il devienne homogène.

2. Utiliser une trémie pour injecter le mélange ciment-bentonite à l'intérieur du tube de PVC de 5 cm de diamètre. L'injection au moyen de la trémie est effectuée par le bas du puits, de façon à éviter toute ségrégation du mélange ciment-bentonite à travers l'eau accumulée à l'intérieur du puits. Celle-ci sera évacuée par la surface du puits au fur et à mesure que le mélange de ciment-bentonite sera injecté à l'intérieur du puits.
3. Attendre au moins 72 heures de cure du ciment-bentonite avant d'effectuer les travaux de coupe du puits. Ces travaux devront être effectués de façon à minimiser l'impact sur l'intégrité structurale du puits et à éviter toute perte d'étanchéité de ce dernier. Le puits sera coupé à environ 1 m sous le niveau d'exploitation prévu afin d'éviter toute interférence avec l'équipement et le matériel nécessaire aux travaux d'exploitation du site.



## ÉCRAN PÉRIPHÉRIQUE D'ÉTANCHÉITÉ - ÉTUDE D'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE, AOÛT 2003, TECSULT

Page 2-6, item 2.4 :

**QC-126** *En conclusion de la section, il est mentionné que des essais sont présentement en cours afin de vérifier la compatibilité chimique du coulis ciment-bentonite avec le lixiviat. Veuillez fournir les résultats de ces essais.*

**Réponse:** Le rapport des essais de compatibilité chimique réalisés sur des échantillons de ciment-bentonite par M. Guy Lefebvre de l'Université de Sherbrooke, est présenté à l'annexe A.

**QC-127** *Au dernier paragraphe, il est mentionné que pour des raisons de coûts, la technologie SB est privilégiée par rapport aux autres technologies, particulièrement pour l'écran en CB. Mettre en évidence en quoi la technologie SB présente des caractéristiques comparables d'étanchéité, de performance et de pérennité par rapport aux autres technologies. Enfin, veuillez expliquer davantage la position du Environmental Protection Agency (EPA) concernant l'utilisation d'un écran d'étanchéité périphérique en SB pour la construction d'un LET.*

**Réponse:** Dans le cas des écrans d'étanchéité en ciment-bentonite, il est à noter que le ciment Portland conventionnel ne permet généralement pas d'atteindre des valeurs de conductivité hydraulique inférieures à  $1 \times 10^{-6}$  cm/s. Des ciments spéciaux contenant du laitier de haut-fourneau, des cendres volantes et/ou de la fumée de silice sont habituellement utilisés pour construire des écrans d'étanchéité en ciment-bentonite dont la conductivité hydraulique doit être inférieure à  $1 \times 10^{-6}$  cm/s.

Dans le cas des écrans d'étanchéité en sol-bentonite, la conductivité hydraulique varie en fonction des sols et de la quantité de bentonite utilisée pour la formulation du remblai sol-bentonite et peut atteindre des valeurs de l'ordre de  $10^{-7}$  ou  $10^{-8}$  cm/s.

Concernant la durabilité d'un écran d'étanchéité construit en ciment-bentonite ou en sol-bentonite, la question de la compatibilité chimique de l'écran avec le lixiviat du site peut être soulevée. Dans le cas présent, des essais de compatibilité chimiques ont été réalisés à l'Université de Sherbrooke. Ces essais ont permis de démontrer qu'il n'y a aucun problème de compatibilité chimique avec le lixiviat du site et ce, autant pour la technologie d'écran en sol-bentonite que celle d'écran en ciment-bentonite. Ainsi, la durabilité de l'écran d'étanchéité ne peut être mise en doute pour ces deux technologies.

En ce qui a trait à la position de l'EPA concernant l'utilisation d'écrans périphériques d'étanchéité en SB pour l'aménagement d'un LET (ou d'un LES), il convient de mentionner que cet organisme, selon ses directives (Solid Waste

Disposal Facility Criteria – Technical Manual, (USEPA, 1993)), préconise deux approches pour l'aménagement de nouveaux lieux d'enfouissement sanitaires (LES) et l'agrandissement latéral de LES existants: l'application d'un concept standardisé ou l'application d'un concept de performance. Dans le premier cas, le concept standardisé prescrit l'emploi d'un système d'étanchéité à double niveau composé d'une couche de deux pieds (0,60 m) de sol caractérisé par une conductivité hydraulique d'au plus  $1 \times 10^{-7}$  cm/s, recouvert par une géomembrane flexible et un système de récupération du lixiviat. Dans le deuxième cas, le concept de performance doit permettre de démontrer les capacités de ce dernier à maintenir sous un niveau maximum, les concentrations de certains contaminants dans les eaux souterraines, à un endroit représentatif.

L'approche du concept de performance a été établie par l'EPA de façon à permettre l'avènement d'innovations dans la conception des LES et également à tenir compte des conditions spécifiques à chacun des sites qui pourraient ne pas convenir à l'aménagement du concept standardisé. L'utilisation d'un écran d'étanchéité en sol-bentonite pour l'aménagement d'un LES s'inscrit donc à l'intérieur de cette dernière approche.

Par ailleurs, il convient d'ajouter que la technologie d'écran d'étanchéité en sol-bentonite est utilisée couramment par l'EPA pour le confinement et la restauration de LES existant, dont plusieurs présentant des fuites dans leur système d'étanchéité munis de géomembranes. Basé sur cette expérience, l'EPA considère les écrans d'étanchéité en sol-bentonite comme étant une technologie éprouvée qui permet l'aménagement d'un système de confinement efficace et durable.

## CELLULE D'ENFOUISSEMENT - ÉTUDE D'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE, AOÛT 2003, TECSULT

### Page 2-1, Note 4 :

**QC-128** *On retrouve en bas de page une note qui identifie un rapport intitulé « Modalités d'exploitation » réalisé par Tecslult en août 2003. Il serait utile de rendre ce rapport disponible.*

**Réponse:** Le rapport intitulé : Modalités d'exploitation préparé par Tecslult en août 2003, est joint au rapport de l'étude d'impact à titre de document complémentaire.

### Page 3-11, item 3.4 :

**QC-129** *Est-ce que les écarts observés dans les propriétés géotechniques (Cu, limites d'Atterberg...) provenant des essais réalisés au forage F-1 par rapport aux résultats de l'ensemble du dépôt argileux sont confirmés par les informations déduites des sondages au piézocône réalisés le long de l'axe de l'écran d'étanchéité à proximité du sondage F-1? Si oui, quels sont les impacts sur la stabilité des pentes de l'excavation?*

**Réponse:** Les informations déduites à partir des sondages au piézocône réalisés à proximité du sondage F-1 et ailleurs sur le site ont permis de conclure clairement que les valeurs de résistances au cisaillement non drainé obtenues au scissomètre Nilcon (Cu) au forage F-1 devaient être rejetées. Conséquemment, ces dernières valeurs n'ont pas été retenues pour la sélection des paramètres géotechniques sécuritaires et représentatifs à utiliser pour les analyses de stabilité des pentes d'excavation.

Par ailleurs, il a été vérifié que les valeurs de résistances au cisaillement non drainé obtenues au scissomètre Nilcon au forage F-1 n'étaient pas consistantes avec les valeurs de pression de préconsolidation ( $\sigma'_p$ ) et les valeurs de résistances au cisaillement non drainé déterminées au cône de laboratoire et ce, contrairement aux valeurs obtenues pour ces paramètres aux autres sondages.

À noter que les limites d'Atterberg et autres propriétés géotechniques obtenues pour les échantillons prélevés au forage F-1 sont similaires à celles obtenues aux autres sondages.

**QC-130**

*En ce qui concerne la stabilité des pentes d'excavation, l'initiateur mentionne que bien que les pentes d'excavation soient temporaires (malgré que ces dernières seront exposées pour des périodes relativement longues) le consultant analyse la stabilité des pentes à court et à long termes. Il vise des facteurs de sécurité contre la rupture supérieurs à 1,5 en condition non drainée (à court terme) et en condition drainée (à long terme). Un article de Leroueil (2001)<sup>1</sup> montre que l'ingénieur praticien doit user d'une grande prudence dans le dimensionnement des excavations. Une bonne connaissance de la stratigraphie du site et des conditions de perméabilité des sols, couplée à une expérience locale, demeurent pour l'instant des éléments essentiels pour la planification de travaux sécuritaires. Ainsi, selon cette étude, le coefficient de sécurité décroît assez rapidement de sa valeur à court terme (FCT) à sa valeur à long terme (FLT) et que 50 % de la différence entre les coefficients de sécurité à court et à long termes (FCT - FLT) est perdue en environ 20 % du temps nécessaire pour atteindre des pressions interstitielles à peu près stabilisées. Le temps pendant lequel on peut compter sur le coefficient de sécurité à court terme peut donc être très faible, en particulier dans les argiles molles.*

*Aussi, les résultats présentés à l'annexe B en ce qui concerne les analyses en contraintes effectives des pentes d'excavation, le requérant utilise pour le dépôt argileux, des paramètres géotechniques ( $c'=0$  kPa et  $\phi'=32^\circ$ ), bien que probablement sécuritaires, qui ne sont pas nécessairement représentatifs du dépôt d'argile. En fonction des paramètres géotechniques du dépôt, Lefebvre et al. (1981)<sup>2</sup> propose d'utiliser une cohésion de 7,5 kPa et un angle de friction (déterminé en fonction de la pré-consolidation) de l'ordre de 44. Quel est l'impact de ces paramètres sur les facteurs de sécurité des pentes?*

**Réponse:**

De façon sécuritaire, pour les dépôts argileux, les analyses de stabilité des pentes d'excavation ont été réalisées autant en condition non drainée (à court terme) qu'en condition drainée (à long terme). L'obtention de coefficients de sécurité supérieurs à 1,5 obtenus en utilisant cette approche élimine le besoin de déterminer le temps requis pour atteindre ou approcher l'équilibre des pressions interstitielles dans les dépôts argileux puisque tous les cas sont considérés.

Des paramètres géotechniques conservateurs considérés pour les dépôts argileux ont été établis sur la base d'essais de résistance au cisaillement en cellule triaxiale réalisés sur des échantillons intacts prélevés à différentes profondeurs. Dans la pratique, il est reconnu que, lorsque disponibles, les caractéristiques géotechniques obtenues pour le site à l'étude par des essais in situ et en laboratoire doivent être préférablement utilisées aux valeurs types déduites de corrélations citées dans la littérature telle que celles proposées par Lefebvre et al. (1981). Les valeurs proposées dans la littérature sont plutôt considérées dans le cadre d'études préliminaires pour lesquelles il y a peu ou pas de données disponibles. De plus, la considération d'une cohésion de 7,5 kPa et un angle de friction de l'ordre de  $44^\circ$  ne serait pas conservateur étant

<sup>1</sup> Leroueil et al. (2001). Natural slopes and cuts : movement and failure mechanism. Géotechnique 51, no 3, 197-243

<sup>2</sup> Lefebvre et al. (1981). Fourth Canadian Geotechnical Colloquium : Strength and slope stability in Canadian soft clay deposits Canadian geotechnical Journal, Vol. 18, 420-442.

donné les résultats des essais de résistance au cisaillement en cellule triaxiale obtenus (cohésion nulle et angle de friction de 32°) et aurait pour effet de surestimer les coefficients de sécurité vis-à-vis la stabilité des pentes.

**Page 4-1, dernier paragraphe :**

**QC-131** *Le texte avance que « ... certaines pentes seront exposées pour quelques années... ». Est-ce que l'on prévoit un recouvrement temporaire imperméable pour diminuer l'infiltration, l'émission de biogaz et assurer le respect de l'exigence de 500 ppm de méthane à la surface du lieu d'enfouissement?*

**Réponse:** Un recouvrement journalier sera mis en place sur le front d'avancement des déchets. Ce recouvrement journalier sera maintenu en place jusqu'à la mise en place des couches de déchets suivantes. La pente du front d'avancement des déchets (3 horizontal : 1 vertical) favorisera le ruissellement des eaux de précipitation, minimisant ainsi l'infiltration à l'intérieur des déchets. Le contrôle des émissions de biogaz sera effectué par le système de pompage de biogaz qui sera mis en place à l'intérieur des déchets et contribuera à y maintenir une pression négative. À cet effet, il convient de souligner les bons résultats obtenus par l'application de cette pratique depuis plusieurs années pour l'exploitation de la cellule d'enfouissement C-3.

**Page 5.1, Item 5.1 :**

**QC-132** *Est-ce que les puits d'observation localisés à l'intérieur de l'écran périphérique devront traverser des horizons de matières résiduelles? Si oui, comment seront-ils aménagés?*

**Réponse:** Parmi les puits d'observation situés à l'intérieur de l'écran périphérique d'étanchéité, seuls ceux situés le long du côté intérieur de l'écran seront conservés lors de la mise en place du recouvrement final. Les puits d'observation mis en place le long des pentes d'excavation temporaires seront démantelés au fur et à mesure que progresseront les travaux d'excavation des sous-cellules.

Les puits d'observation qui seront conservés (ceux situés le long du côté intérieur de l'écran) seront rehaussés de deux mètres et traverseront le recouvrement final conformément à la version modifiée du plan 1241-3080-110, fourni à l'annexe B. Tel qu'indiqué sur ce plan, seul une petite section de ces puits sera en contact avec les matières résiduelles.

**Page 6-1, Item 6.1.2 :**

**QC-133** *Compte tenu de la présence d'un recouvrement sablonneux sur le drain synthétique proposé, est-ce que ce dernier est recouvert d'un géotextile pour empêcher son colmatage par le sable?*

**Réponse:** Le drain synthétique qui sera utilisé dans le recouvrement final est muni d'un géotextile afin d'éviter son colmatage par le sable.

**Page 6-5, item 6.1.4 :**

**QC-134** *Quel est le coefficient sismique utilisé dans l'étude de stabilité du recouvrement contre le glissement?*

**Réponse:** Un coefficient sismique de 0,075 a été utilisé pour la vérification de la stabilité du recouvrement final contre le glissement. À cet effet, il faut noter qu'une erreur s'est glissée à la section 6.1.4 du rapport « Étude d'ingénierie détaillée – Cellule d'enfouissement ». Le coefficient de sécurité minimum pour les conditions pseudo-statiques est de 1,15 au lieu de 1,4.

**Page 6-6, item 6.1.5.1 :**

**QC-135** *Quel serait le facteur de sécurité des pentes en tenant compte des conditions hydrauliques défavorables, soit avec l'arrêt du système de pompage du lixiviat?*

**Réponse:** Le coefficient de sécurité minimum des pentes permanentes de la cellule d'enfouissement est 2,4 en considérant les déchets saturés jusqu'au niveau de la nappe d'eau souterraine à l'extérieur de l'enceinte créé par l'écran périphérique d'étanchéité.

**Page 6.6, item 6.1.5.2 :**

**QC-136** *Est-ce que l'analyse de stabilité pseudo-statique des pentes de la cellule d'enfouissement a été réalisée? Quel est le coefficient sismique utilisé? Joindre les figures des résultats.*

**Réponse:** La situation jugée la plus critique suite à un séisme important est celle correspondant à une perte significative de résistance des sables saturés adjacents à la cellule. Pour cette condition, l'analyse pseudo-statique n'est pas applicable.

À noter que l'analyse pseudo-statique a été utilisée lorsque applicable, soit pour le recouvrement final. Un coefficient de sécurité minimum de 1,15 a alors été obtenu, tel que présenté à l'article 6.1.4 de l'Étude d'ingénierie détaillée – Cellule d'enfouissement (voir QC-134).

**QC-137** *L'analyse de stabilité dynamique de la cellule d'enfouissement a été réalisée pour un séisme de récurrence 1 : 475 ans. Étant donné les changements proposés au Code national du bâtiment qui sera en vigueur en 2005, ne devrions-nous pas considérer un séisme de récurrence 1 : 2500?*

**Réponse:** Dans le cas où la résistance résiduelle, soit la résistance minimale du matériau, est considérée pour tenir compte de l'effet d'un séisme, la période de récurrence du séisme de conception n'a aucune incidence. En effet, à partir du moment où il est admis que le matériau subit une perte de résistance d'importance à la suite d'un séisme suffisamment important et que sa résistance résiduelle est considérée, la prise en compte d'un séisme d'une plus grande magnitude n'a pas d'effet additionnel.

**Page 6-7, Item 6.1.5.2 :**

**QC-138** *Quel serait le facteur de sécurité post-sismique des pentes de la cellule d'enfouissement en tenant compte des conditions hydrauliques défavorables, soit avec l'arrêt du système de pompage du lixiviat?*

**Réponse:** Le coefficient de sécurité minimum post-sismique des pentes permanentes de la cellule d'enfouissement en considérant les déchets saturés jusqu'au niveau de la nappe à l'extérieur de la cellule est de 1,4. Cette valeur est obtenue en considérant une résistance résiduelle de 10 kPa pour le sable saturé situé à moins de 15 m de la surface du terrain naturel. À noter que la résistance résiduelle correspond à la résistance minimale du sable.

**Page 7-3, Item 7.3 :**

**QC-139** *On propose d'implanter des puits d'échantillonnage comportant une crépine à partir du sommet de la couche d'argile jusqu'à 1,5 mètre de la surface. Une telle installation aura comme conséquence de permettre un mélange des eaux près de la surface avec celles en profondeur. Est-ce le but recherché? Pourquoi ne pas implanter des puits d'échantillonnage à des niveaux différents pour connaître l'étendue d'un éventuel panache de contamination avec la profondeur?*

**Réponse:** En raison de l'épaisseur importante de l'horizon situé au-dessus de la couche d'argile, l'objectif visé par les puits d'observation environnementaux est la détection en plan d'anomalies au périmètre de l'écran périphérique d'étanchéité. Suite à la détection d'anomalies dans un des puits d'observation, des puits à niveaux multiples pourront être mis en place afin de déceler verticalement l'origine de la fuite ainsi que son ampleur.

**Page 8-1, Item 8.1 :**

**QC-140**      *Veillez corriger les valeurs limites de l'azote ammoniacal et du nickel qui devraient être de 1,5 et 0,02 mg/l respectivement.*

**Réponse:**      Les valeurs limites de l'azote ammoniacal et du nickel pour le programme de suivi de la qualité des eaux souterraines ont été corrigées dans la liste présentée à la page 7-11 de l'Étude d'impact révisée.

**Dessin 1241-3080-107-2 :**

**QC-141**      *On a prévu implanter des puits d'observation à tous les 120 mètres à une distance de 7,5 mètres de l'écran. Aucune des coupes effectuées sur ce dessin ne les montre. Ils devraient normalement être conservés. Comment seront-ils aménagés compte tenu de la proximité des matières résiduelles et la mise en place du recouvrement final?*

**Réponse:**      Voir réponse à la question QC-132.



## **GESTION DES MATÉRIAUX ET DES APPORTS EN EAU, AOÛT 2003, TECSULT**

**Page 3-5, Note 9 :**

**QC-142** *La note de bas de page identifie un rapport intitulé « Suivi environnemental 2001 – L.E.S. Ste-Geneviève-de-Berthier/St-Thomas » produit par HGE en juillet 2002. Il serait nécessaire de le rendre disponible. Ce document pourrait être mis à jour et complété pour répondre à la demande formulée précédemment sur la page 2-27 du Rapport principal.*

**Réponse:** Le rapport intitulé : Suivi environnemental 2001 – L.E.S. Ste-Geneviève-de-Berthier/St-Thomas , produit par HGE en juillet 2002 est joint au rapport de l'étude d'impact à titre de document complémentaire.



**COLLECTE, TRAITEMENT ET DISPOSITION DES EAUX DE LIXIVIATION –  
ÉTUDE D'INGÉNIERIE SOMMAIRE, VOLUME 1, VOLUME 2 ET VOLUME 3,  
SEPTEMBRE 2003, TECSULT**

*Page 3-4, Hauteur d'eau maximum dans la couche drainante :*

**QC-143** *La vérification de la hauteur d'eau maximum dans la couche drainante a été faite pour des sous-cellules fermées. Faire la même vérification pour des cellules ouvertes et démontrer qu'en tout temps la hauteur d'eau demeurera localisée sous le niveau des matières résiduelles.*

**Réponse:** La vérification de la hauteur d'eau maximum dans la couche drainante est d'abord faite pour des sous-cellules fermées (recouvrement final mis en place) en utilisant le débit maximum journalier (0,35 mm/d) de lixiviat, calculé par le programme HELP pour 35 ans de données météorologiques

La vérification de la hauteur d'eau maximum dans la couche drainante du fond de la sous-cellule est ensuite réalisée pour des sous-cellules ouvertes. Le débit maximum de lixiviat produit par une sous-cellule ouverte surviendra dans les premiers mois d'exploitation, lorsque l'épaisseur des déchets est relativement faible. Cette faible épaisseur de déchet ne favorise pas un tamponnement important des événements pluvieux. Le débit maximum journalier (1,88 mm/d) de lixiviat utilisé résulte d'une modélisation par le programme HELP pour 35 ans de données météorologiques, avec une hauteur de déchets de 3 mètres dans la sous-cellule.

Pour la vérification de la hauteur d'eau maximum dans la couche drainante sur les pentes d'excavation, il est considéré qu'il n'y a aucun déchet sur la couche drainante et que toute la précipitation se retrouve dans la couche drainante. Le débit maximum journalier utilisé (76 mm/d) correspond à une pluie d'une durée de 24 heures ayant une période de récurrence de 25 ans. Pour cette vérification, il est considéré que la conductivité hydraulique de la couche drainante est de 0,1 cm/s, car le colmatage progressif de celle-ci par la formation de solides biologiques ou de précipités chimiques n'est pas encore débuté.

Les résultats des calculs sont montrés au tableau 1.

**TABLEAU 1: HAUTEUR D'EAU MAXIMALE AU FOND DE LA CELLULE**

Condition	Pente du fond (S) (%)	Longueur (L) (m)	Lixiviat (r) (mm/d)	Débit de lixiviat (r) (cm/s)	Conductivité hydraulique (K) (cm/s)	Hauteur d'eau max (Ymax) (mm)	Remarques
Cellule fermée Fond de la sous-cellule	2,0	65	0,35 <sup>(1)</sup>	4,14E-07	0,1	13	Mise en place de la couche drainante
					0,01	112	Conception long terme
Cellule fermée Pente moyenne d'excavation	25	100	0,36 <sup>(2)</sup>	4,16E-07	0,1	2	Mise en place de la couche drainante
					0,01	18	Conception long terme
Cellule ouverte Fond de la sous-cellule	2,5 <sup>(3)</sup>	65	1,88	2,17E-06	,01	52	Mise en place de la couche drainante
Cellule ouverte Pente moyenne d'excavation	25	100	76	8,79E-05	0,1	356	Mise en place de la couche drainante

- (1) Débit maximum journalier de lixiviat généré par HELP pour 35 années de données météorologiques, cellule fermée.  
 (2) Débit maximum journalier de lixiviat généré par HELP pour 35 années de données météorologiques, plus le débit d'infiltration (86 l/d/m.lin.) par l'écran périphérique d'étanchéité.  
 (3) Pente du fond de la cellule au début de la mise en place des déchets dans une sous-cellule.

L'examen des résultats permet de constater que :

### Cellule fermée

Pour la plus longue distance de drainage au fond du LET et pour une conductivité hydraulique de la couche drainante comprise entre 0,10 et 0,01 cm/s, la hauteur d'eau maximum varie de 13 à 112 mm, ce qui est inférieur à l'épaisseur de la couche drainante (500 mm);

Pour les pentes d'excavation d'une sous-cellule en bordure de l'écran périphérique, la hauteur d'eau maximum varie de 2 à 18 mm dans la couche drainante, ce qui est également inférieur à l'épaisseur de la couche drainante.

### Cellule ouverte

Pour la plus longue distance de drainage au fond du LET et pour une conductivité hydraulique de la couche drainante de 0,10 cm/s, la hauteur d'eau maximum est de 52 mm, ce qui est inférieur à l'épaisseur de la couche drainante (500 mm);

Pour les pentes d'excavation d'une sous-cellule en bordure de l'écran périphérique, la hauteur d'eau maximum dans la couche drainante est de 356 mm, ce qui est également inférieur à l'épaisseur de la couche drainante.

La conception de la couche drainante rencontre donc les exigences de l'article 24 du Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles.

**Page 3-10, Item 3.3.4 :**

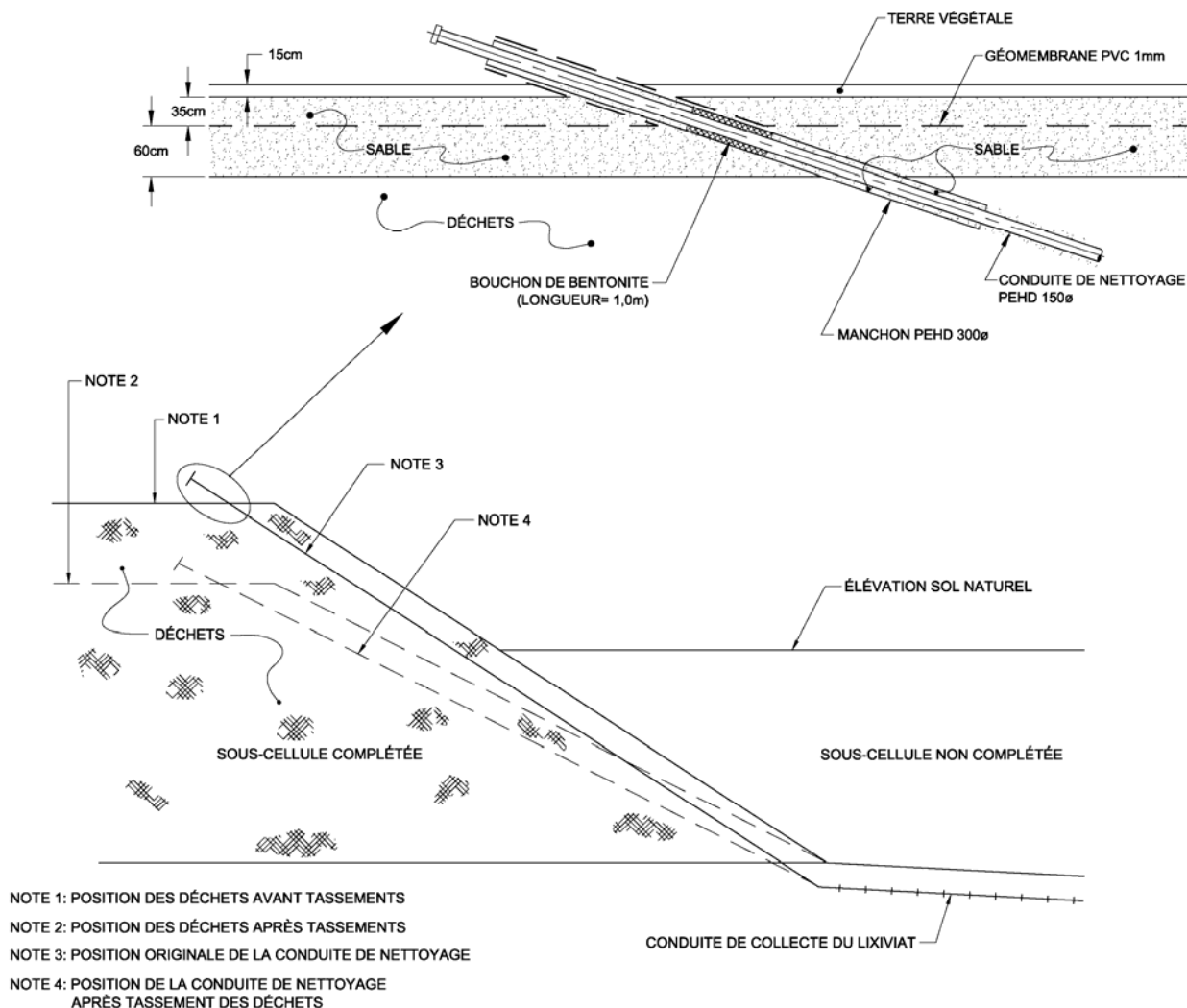
**QC-144**

*Il serait utile de fournir sous forme de croquis dans le texte et sous forme de détail sur les plans, la façon dont seront réalisées les conduites de nettoyage éloignées de l'écran. Compte tenu des tassements prévisibles dans la masse de matières résiduelles, comment peut-on être assuré qu'elles demeureront opérationnelles pendant toute la vie utile du lieu d'enfouissement?*

**Réponse:**

Une conduite de nettoyage subira des tassements pouvant varier tout au long de celle-ci, en raison de la hauteur variable de déchets sous la conduite. Tel qu'illustré schématiquement à la figure 1, le tassement se traduira par un allongement apparent de la conduite. Pour contrer cet allongement et réduire les contraintes dans la conduite, des joints d'expansion sont placés à environ tous les 30 mètres. Ces joints d'expansion incluront des manchons permettant le glissement et la réduction des contraintes dans la conduite. Les joints d'expansion seront constitués de manchons en PEHD de 250 mm de diamètre, de classe DR-6.3, (diamètre intérieur de 181mm) dans lequel seront insérés deux sections de la conduite de nettoyage (diamètre extérieur de 168 mm). Un espace d'environ 300 mm sera laissé entre les deux extrémités de la conduite de nettoyage pour en permettre l'expansion. Un géotextile entourant le joint d'expansion empêchera les particules de sol de pénétrer à l'intérieur de la conduite de nettoyage.

FIGURE 1 : CONDUITE DE NETTOYAGE À L'INTÉRIEUR DE LA CELLULE



Page 4-7, 1<sup>er</sup> paragraphe :

QC-145

*Bien qu'en théorie, d'après le modèle HELP, aucune eau de percolation ne soit produite, on admet ici qu'un «... certain volume d'eaux de percolation sera recueilli au fond des sous-cellules à cause de chemins préférentiels présents dans les déchets. La station de traitement devra donc être en opération dès le début de l'exploitation du site. ». Quels sont les aménagements qui seront opérationnels dès le début de l'exploitation?*

Réponse:

Le bassin-tampon, les 4 étangs, les installations de chauffage de l'effluent et la biofiltration seront opérationnels dès le début de l'exploitation de la sous-cellule 1. Cependant, les équipements de désinfection ne seront pas requis initialement. Durant les premières années d'exploitation, le long temps de rétention dans les

étangs favorisera l'élimination naturelle des coliformes. Un suivi régulier des coliformes à la sortie du système de traitement permettra de déterminer le moment où les équipements de désinfection devront être installés. Ainsi, lorsque la moyenne mensuelle en coliformes fécaux de l'effluent dépassera les 75 UFC/100 mL, les équipements de désinfection seront mis en place.

**Page 4-59, 2e paragraphe :**

**QC-146** *Le système de chauffage des eaux de lixiviation en traitement et le système de biofiltration seront intégrés dans le bâtiment de service des étangs. Est-ce que ce procédé est susceptible de générer des odeurs?*

**Réponse:** Dans le cadre du procédé de biofiltration projeté, les eaux brutes entrent par le fond et les eaux traitées sortent par le haut du filtre, ce qui minimise l'émission de mauvaises odeurs. Le chauffage de l'effluent à 20 °C durant la période hivernale peut favoriser l'émission de certaines odeurs au travers les biofiltres. En conséquence, le dessus des biofiltres sera donc fermé et ventilé. Un suivi des rejets à l'atmosphère sera effectué et un système de traitement d'odeurs sera installé dans l'éventualité où cette situation constituerait une source d'impact significative.

**Page 4-79, Item 4.5.3 :**

**QC-147** *Voir remarque faite aux pages 3-93 et 3-94 du rapport principal.*

**Réponse: Dignes**

Les digues du bassin tampon et des étangs seront constituées de sable provenant du site de Dépôt Rive-Nord. Avant l'aménagement des digues, le sol naturel aura auparavant été consolidé.

**Imperméabilisation**

Le fond et les parois des bassins de traitement (incluant le bassin tampon) étant composés de sable, leur imperméabilisation sera assurée par un système à double membrane synthétique d'étanchéité constitué de 2 géomembranes en HDPE de 1,5 mm d'épaisseur chacune. Un réseau de captage placé entre les deux membranes permettra de surveiller l'étanchéité du système d'imperméabilisation.

Conformément à l'article 55 du PREMR, toutes les composantes du système d'imperméabilisation feront l'objet d'une vérification de leur étanchéité et ce, avant leur mise en opération et à tous les 3 ans par la suite.

**Page 4-91, Item 4.5.5.3 :**

**QC-148** *On y précise qu'« en cas de fermeture accidentelle d'une vanne située sur le circuit du réseau inter-étang, un trop-plein vers l'émissaire permet d'éviter le débordement des étangs et du bassin tampon. ». En aucun cas il ne devrait y avoir de rejet d'eaux de lixiviation non traitées à l'environnement, on devra donc prévoir une autre procédure pour prévenir cette éventualité.*

**Réponse:** En cas de fermeture d'une vanne située sur le circuit du réseau inter-étang, le niveau d'eau des étangs montera jusqu'à ce qu'une sonde de haut-niveau dans le bassin tampon enclenche une alarme et arrête automatiquement les pompes de lixiviat alimentant le bassin tampon ainsi que les pompes alimentant l'étang no 1. Il est à noter qu'une conduite de trop-plein est prévue reliant le bassin tampon à l'étang no 1. Cependant, il n'y a aucun trop-plein qui permettrait à l'eau acheminée au traitement de se déverser directement à la rivière sans subir un traitement complet.

**Page 5-7, Item 5.1.3.4.2 :**

**QC-149** *Il manque du texte à la fin du dernier paragraphe.*

**Réponse:** Une erreur d'impression s'est produite dans certaines copies du rapport. Le dernier paragraphe de la page 5-7 se lit comme suit :

Aucune prise d'eau potable n'est répertoriée. La prise d'eau de Berthierville est située dans le fleuve à environ 100 m en amont de la rivière. Lors d'étés particulièrement secs, il est possible qu'un certain prélèvement d'eau ait lieu pour l'arrosage des champs (pomme de terre). Aucun usage récréatif n'a été constaté (baignade, pêche, navigation).

**Page 5-28, 3e paragraphe :**

**QC-150** *Le texte peut laisser croire que seules les MES feront l'objet d'un suivi. Il y aurait lieu de préciser que la vérification de plusieurs autres paramètres se fera au moins 3 fois par an.*

**Réponse:** Les eaux de ruissellement non contaminées des pentes d'excavation feront l'objet d'un suivi. Elles seront ainsi analysées au moins trois fois par an, conformément à l'article 45 du PREMR.



**Page 5-40, Item 5.5.2.2 :**

**QC-151** *La station de traitement est située à proximité des cellules C-1 et C-2, il est donc probable que la qualité des eaux souterraines soit affectée par les matières résiduelles de ces cellules. Il serait donc nécessaire d'implanter les piézomètres de surveillance préalablement à la construction du système de traitement pour être en mesure d'établir le bruit de fond actuel si on voulait être en mesure de détecter toute contamination provenant des installations de traitement.*

**Réponse:** Afin de suivre la qualité des eaux souterraines à proximité des ouvrages de traitement, quatre nouveaux puits d'observations seront installés : 1 en amont et 3 en aval des étangs, tel que montré au plan 10624-7000-007, joint à l'annexe C.

Tel qu'exigé à l'article 57 du Projet de règlement, chacun des 4 nouveaux puits d'observation de la station de traitement fera l'objet d'un programme d'échantillonnage et d'analyse environnemental à raison d'au moins trois fois par année pour les deux premières années du suivi.

Comme ces nouveaux puits seront installés entre les cellules d'enfouissement C-1 et C-2A existantes, il y a lieu d'établir avant l'aménagement des étangs de traitement le bruit de fond actuel de la qualité des eaux souterraines. Or, à proximité de ces cellules, il existe déjà plusieurs piézomètres de surveillance qui nous permettraient d'établir ce bruit de fond. Ainsi, des analyses sont déjà effectuées 2 fois par année (en mai et en octobre) sur les eaux recueillies aux piézomètres P-6, P-8 R, P-9, P-12, P-14, P-15, P-18, P-24, P-32, P-33 ABC, P34 ABC, P-35 ABC, P-41, P-42, P-203 C et P-204 ABC. De plus, des analyses seront dorénavant effectuées sur les eaux du piézomètre P-1 situé justement entre les cellules C-1 et C-2A. Les résultats de ces diverses données permettront donc de définir le bruit de fond de la qualité des eaux du secteur.

**Plan 10624-7000-007 :**

**QC-152** *On observe la présence de conduites de transport de lixiviat qui sont situées à l'extérieur du mur sur de très grandes distances. Détailler leur construction, leur niveau d'étanchéité et la fréquence des mesures d'étanchéité prévues en regard du risque de contamination de la nappe que ces conduites comportent.*

**Réponse:** Les conduites de transport de lixiviat, implantées à l'intérieur ou à l'extérieur de l'écran d'étanchéité périphérique seront fabriquées en polyéthylène haute densité (PEHD) de classe DR-11 avec raccords soudés par thermo-pressage.

Conformément à l'article 55 du PRÉMR, des essais pour vérifier l'étanchéité des conduites situées à l'extérieur de l'écran d'étanchéité seront effectués avant leur mise en service et à chaque année par la suite.



**ANNEXE A**  
**RAPPORT DES ESSAIS DE COMPATIBILITÉ CHIMIQUE**

---

Le 9 décembre 2003

Monsieur Luc Demers  
TECSULT  
85, rue Sainte-Catherine ouest  
Montréal (Québec) H2X 3P4

**Objet: Essais d'immersion et essais de circulation sur un mélange ciment - bentonite**

Monsieur,

La présente est pour vous transmettre les résultats de deux essais d'immersion et de deux essais de circulation sur des échantillons de ciment - bentonite afin d'en évaluer la compatibilité chimique avec les lixiviats d'un site d'enfouissement. Les essais ont été réalisés dans une chambre froide où la température était maintenue à 8°C ( $\pm 0.5^\circ$ ).

Les essais ont été réalisés selon les instructions que vous nous avez transmises le 31 janvier 2003. Les procédures suivies pour la préparation des échantillons et la réalisation des essais ainsi que la chronologie des différentes étapes sont présentées à l'Annexe 1 aux items numérotés A-1 à A-6. Douze échantillons d'un même mélange ciment - bentonite ont été fabriqués selon les proportions et les procédures présentées à l'Annexe 1 (A-1 à A-3), dont quatre qui ont été envoyés au laboratoire Quéformat comme prévu.

Deux lixiviats de site d'enfouissement sanitaire, désignés comme L-102 et L-104, ont été utilisés dans le programme d'essais. Les lixiviats ont d'abord été filtrés sur le tamis 30 $\mu$ m avant d'être utilisés dans les essais. Comme montré au tableau 1, le lixiviat L-102 contenait environ 40 g/L de solides totaux, dont la moitié était constituée de solides volatils. Le lixiviat L-104 ne contenait qu'environ 20 g/L de solides totaux avec seulement 3 ou 4 g/L de solides volatils.

Les essais d'immersion ont été réalisés en triplicata avec des échantillons de 100 mm de diamètre et 40 mm de hauteur. Trois échantillons ont donc été immergés dans le lixiviat L-102 et trois dans le lixiviat L-104 après dans chacun des cas, une première immersion dans l'eau pour une période de 53 jours. La dégradation des échantillons due à une éventuelle attaque chimique a été suivie par observation visuelle et par la détermination de la masse de chacun des échantillons à environ toutes les deux semaines, selon la procédure reproduite à l'Annexe 1 (A-5).

Les données d'essais et un graphique montrant l'évolution de la masse des échantillons sont présentés aux figures 1 et 2 pour les échantillons immergés dans les lixiviats L-102 et L-104, respectivement. Visuellement, aucune fissuration ou autre détérioration n'a été observée durant ou après immersion dans l'un ou l'autre des lixiviats pendant une période de six mois et une semaine (du 22 mai au 1<sup>er</sup> décembre 2003). Il faut noter que les deux lixiviats ont été changés pour des lixiviats frais après environ quatre mois d'immersion (23 septembre 2003). Aucun des échantillons n'a, de plus, montré de perte de masse confirmant que les échantillons n'ont subi aucune désagrégation. Un léger gain de masse d'environ 2.5% a, au contraire, été systématiquement observé pour tous les échantillons quel que soit le lixiviat (Fig. 1 et 2). Il faut noter qu'environ la moitié de ce gain de masse s'est produit durant la période d'immersion dans l'eau. Aucune attaque chimique des échantillons n'a donc été détectée, ni par observation visuelle, ni par le suivi de la masse.

Pour les essais de circulation avec mesure de la perméabilité, les échantillons ont été préparés directement dans les moules en plexiglass de 100 mm de diamètre par 100 mm de hauteur utilisés dans les essais et installés par la suite dans des perméamètres en acier inoxydable (perméamètre à paroi rigide). Des pierres poreuses aussi en acier inoxydable ont été placées à chaque extrémité des échantillons. Aucun papier-filtre n'a été utilisé. Les échantillons ont ensuite été consolidés sous une contrainte verticale de 50 kPa. La perméabilité a été mesurée, sans contre-pression, sous un gradient hydraulique d'environ 15, d'abord avec de l'eau comme fluide de circulation et ensuite, avec les lixiviats L-102 et L-104. La procédure (Annexe 1, A-6) est identique à celle suivie lors des essais réalisés en 2002 sur des échantillons de mélange sol - bentonite.

Les données des deux essais sont présentées à l'Annexe 2. La période de circulation a été de 9.4 semaines avec de l'eau et de 23 semaines avec le lixiviat. Bien que les deux échantillons aient été préparés au même moment et de la même façon (Annexe 1), et ensuite soumis au même gradient hydraulique, il n'y a eu circulation avec de l'eau ou du lixiviat qu'à travers un seul des échantillons. L'évolution des perméabilités au cours des différentes périodes de l'essai est présentée à la figure 3, pour l'essai où il y a eu circulation, soit celui avec le lixiviat L-104. Même dans cet essai, la circulation a été sporadique au début de la période avec de l'eau, la circulation d'eau sous un gradient de 15 cessant après 5 jours d'écoulement et demeurant nulle durant une période de 23 jours malgré des purges répétées aux deux extrémités de l'échantillon. Comme aucune circulation d'eau n'avait été observée dans l'autre essai, les deux cellules ont été démontées, les pierres poreuses nettoyées et les essais de circulation furent redémarrés après la réapplication de la charge verticale de 50 kPa (Annexe 2).

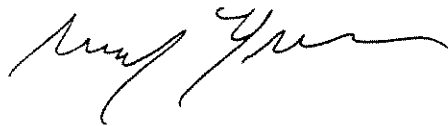
Aucun écoulement ne fut observé après redémarrage de l'essai qui n'avait montré aucun débit auparavant. Par contre, un écoulement régulier fut observé après redémarrage de l'essai qui avait montré un écoulement sporadique auparavant. L'écoulement s'est poursuivi avec un coefficient de perméabilité d'environ  $2.5 \times 10^{-7}$  cm/s (Fig. 3) durant une période de 4 semaines,

soit jusqu'à ce que l'eau soit remplacée par le lixiviat comme fluide de circulation. Le coefficient de perméabilité a diminué sensiblement à la suite du remplacement de l'eau par le lixiviat L-104, (Fig. 3), mais a ensuite augmenté au cours des deux mois suivants pour se maintenir au voisinage de  $1 \times 10^{-7}$  cm/s, sauf pour une certaine augmentation notée au cours des trois semaines suivant le remplacement du lixiviat par un lixiviat frais. Il faut noter que les perméabilités présentées à la figure 3 et discutées ici ont été ramenées à 20°C (Annexe 2).

Comme noté précédemment, aucun écoulement ne fut observé à travers l'échantillon testé avec le lixiviat L-102 ni avant ni après le remplacement avec un lixiviat frais. On ne peut invoquer ici la charge en solides plus grande dans le lixiviat L-102 par rapport au lixiviat L-104, car il n'y avait pas plus d'écoulement avec de l'eau comme fluide de circulation.

Les caractéristiques des échantillons à la fin des essais de circulation et des essais d'immersion sont présentés aux tableau 2 et ne permettent pas, a priori, de déceler des différences significatives entre les différents échantillons. La teneur en eau finale des deux échantillons préparés dans des moules de 100 mm de hauteur et utilisés dans les essais de circulation est cependant plus élevée que pour les échantillons de 40 mm de hauteur utilisés dans les essais d'immersion.

Nous demeurons à votre disposition pour tout renseignement additionnel et vous prions d'accepter, Monsieur, l'expression de nos meilleures salutations.



---

Guy Lefebvre  
Professeur de génie civil

**TABLEAU 1. Caractéristiques des lixiviats**

<b>Lixiviat</b>	<b>Date</b>	<b>Solides totaux g/L</b>	<b>Solides volatils g/L</b>
L-102, comme reçu	22.04.2003	39.18	18.93
L-102, filtré au 30µm	22.04.2003	39.70	19.36
L-102, comme reçu	04.08.2003	44.92	21.39
L-102, filtré au 30µm	04.08.2003	43.75	19.58
L-104, comme reçu	22.04.2003	21.62	3.84
L-104, filtré au 30µm	22.04.2003	20.76	3.84
L-104, comme reçu	04.08.2003	21.52	4.52
L-104, filtré au 30µm	04.08.2003	15.71	3.01

**TABLEAU 2. Caractéristiques des échantillons**

ÉCHANTILLON	Teneur en eau au démontage	Degré de saturation final (1) (%)	Indice des vides final (1)	Masse humide initiale (g)	Masse humide finale (g)	$\Delta H/H$ final sous 50 kPa (%)	Masse volumique finale (g/ml)
<b>Circulation</b>							
L-102	416.2	99.13	12.13	905.66	902.03	1.07	1.1359
L-104	396.1	99.22	11.52	896.50	897.35	0.92	1.1436
<b>Immersion</b>							
L-102 A	359.5	99.42	10.45	342.61	351.17		1.1597
L-102 B	355.3	99.44	10.33	342.08	349.87		1.1617
L-102 C	363.6	99.42	10.57	346.47	354.18		1.1581
L-104 A	346.3	99.25	10.08	341.51	349.65		1.1637
L-104 B	347.4	99.26	10.11	346.13	352.98		1.1633
L-104 C	352.0	99.34	10.24	335.41	343.44		1.1621

(1)  $D_r = 2.89$  (valeur considérée par Quéformat)

Le volume final a été mesuré à 20°C en pesant l'échantillon dans l'eau et dans l'air



Essai de dégradation par immersion

Lixiviat L-102

Date	Heure	Masse (A) (g)	$\Delta m$ (A) (g)	Masse (B) (g)	$\Delta m$ (B) (g)	Masse (C) (g)	$\Delta m$ (C) (g)	Moyenne (g)	Remarque
2003-04-16	14:00	342,61	0	342,08	0	346,47	0	0	eau
2003-05-22	13:45	347,59	4,98	346,21	4,13	350,52	4,05	4,39	eau
2003-05-26	09:00	349,84	7,23	347,61	5,53	352,21	8,74	7,17	Lixiviat L-102 premier cycle
2003-06-16	08:50	349,84	7,23	348,34	6,26	352,7	9,23	7,57	
2003-07-02	08:40	350,12	7,51	348,45	6,37	352,86	9,39	7,76	
2003-07-28	09:15	350,42	7,81	349,02	6,94	353,2	9,73	8,16	
2003-08-18	19:50	350,85	8,24	349,38	7,3	353,62	10,15	8,56	
2003-09-09	08:50	350,92	8,31	349,5	7,42	353,56	10,09	8,61	
2003-09-23	11:00	351,06	8,45	349,73	7,65	353,76	10,29	8,80	
2003-10-02	13:55	351,41	8,8	349,97	7,89	353,95	10,48	9,06	
2003-10-14	08:43	351,33	8,72	349,94	7,86	353,92	10,45	9,01	
2003-10-24	09:00	351,3	8,69	349,95	7,87	353,97	10,5	9,02	
2003-11-03	11:22	351,43	8,82	350,15	8,07	354,14	10,67	9,19	
2003-11-17	08:40	351,68	9,07	350,5	8,42	354,8	11,33	9,61	
2003-12-01	09:40	352,26	9,65	350,91	8,83	355,22	11,75	10,08	Lixiviat L-102 deuxième cycle

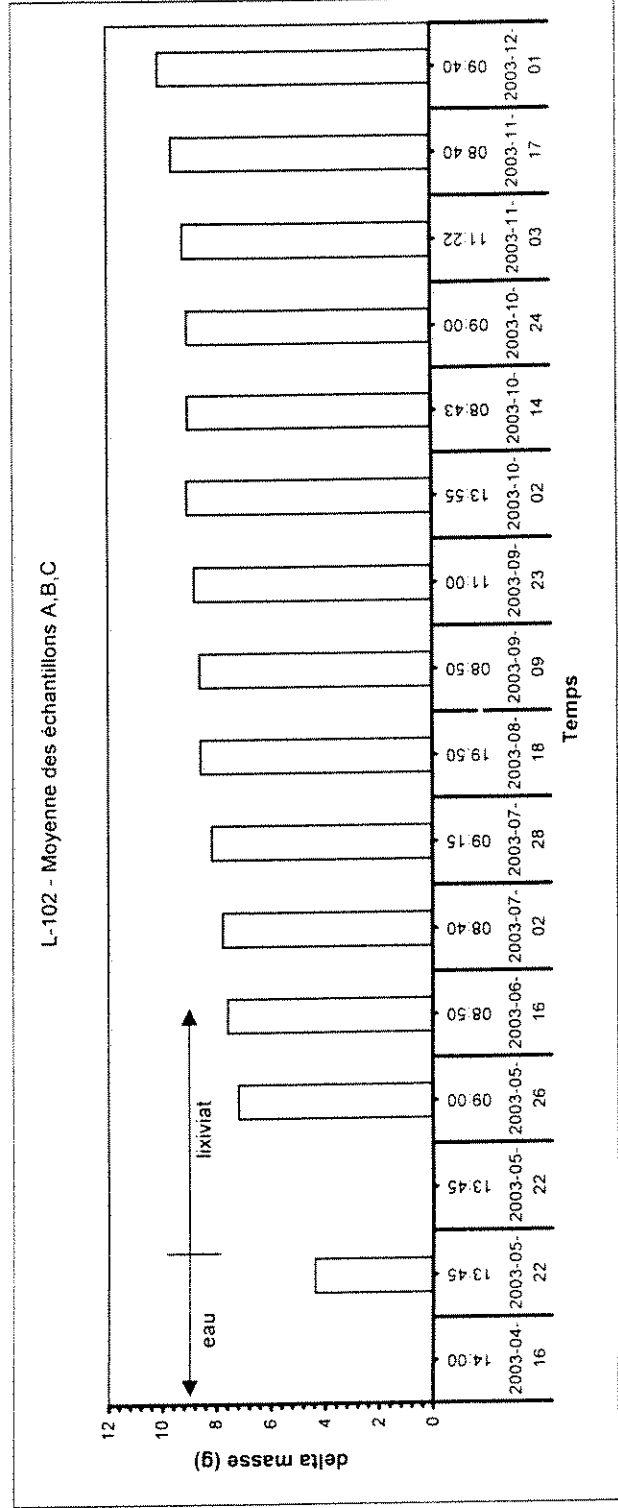


Fig 1. Essai de dégradation par immersion dans le lixiviat L-102. Données d'essais et variation de la masse des échantillons.

Essai de dégradation par immersion

Lixiviat L-104

Date	Heure	Masse (A) (g)	$\Delta m$ (A) (g)	Masse (B) (g)	$\Delta m$ (B) (g)	Masse (C) (g)	$\Delta m$ (C) (g)	Moyenne (g)	Remarque
2003-04-16	14:00	341,51	0	346,13	0	335,41	0	0	eau
2003-05-22	14:15	344,62	3,11	349,45	3,32	339,41	4	3,48	eau
2003-05-22	14:15								Lixiviat L-104 premier cycle
2003-05-26	09:05	346,8	5,29	350,78	4,65	340,86	5,45	5,13	
2003-06-16	09:00	348,53	7,02	351,84	5,71	342,3	6,89	6,54	
2003-07-02	08:45	348,71	7,2	352,15	6,02	342,57	7,16	6,79	
2003-07-28	09:05	349,19	7,68	352,35	6,22	342,87	7,46	7,12	
2003-08-18	19:50	349,3	7,79	352,84	6,71	343,1	7,69	7,40	
2003-09-09	08:50	349,21	7,7	352,76	6,63	343,15	7,74	7,36	
2003-09-23	11:00	349,21	7,7	352,61	6,48	343,16	7,75	7,31	
2003-10-02	14:02	349,41	7,9	352,9	6,77	343,37	7,96	7,54	Lixiviat L-104 deuxième cycle
2003-10-14	08:43	349,58	8,07	353,09	6,96	343,52	8,11	7,71	
2003-10-24	09:10	349,84	8,33	353,23	7,1	343,64	8,23	7,89	
2003-11-03	11:25	349,97	8,46	353,4	7,27	343,83	8,42	8,05	
2003-11-17	08:50	350,33	8,82	353,75	7,62	344,05	8,64	8,36	
2003-12-01	09:55	350,68	9,17	354,04	7,91	344,35	8,94	8,67	

L-104 - moyenne des échantillons A,B,C

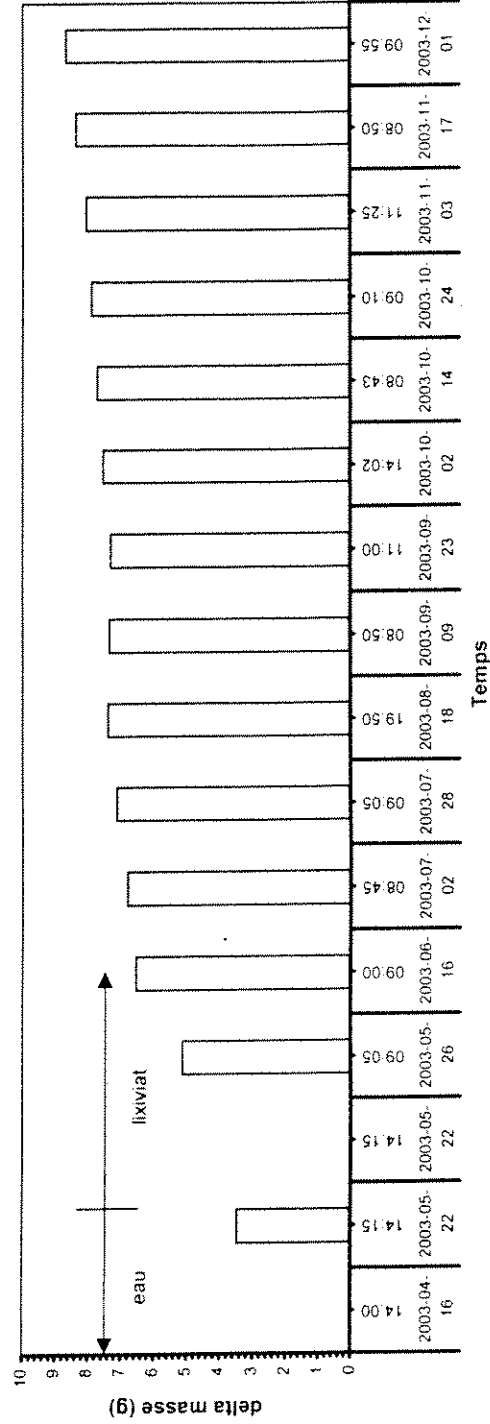


Fig 2. Essai de dégradation par immersion dans le lixiviat L-104. Données d'essais et variation de la masse des échantillons.

# L-104

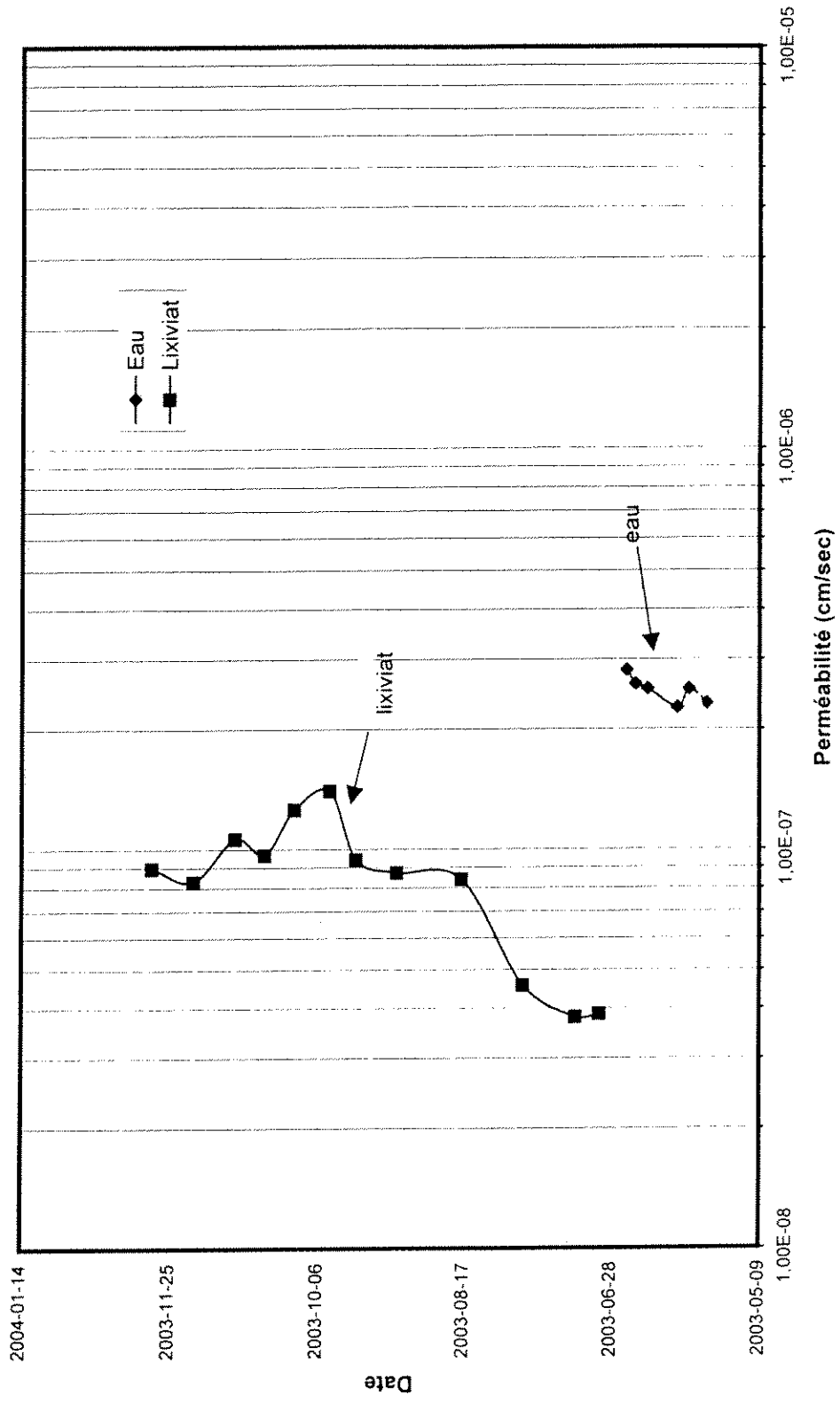


Fig 3. Evolution de la perméabilité ramenée à 20°C pour l'essai de circulation avec le lixiviat L-104

# ANNEXE 1

Essais d'immersion et de circulation  
Sur un mélange ciment – bentonite

Procédures de laboratoire

## A-1 Proportions des constituants du mélange Ciment/Bentonite

Eau = 6928.9 g

Bentonite = 346.3 g B/E = 5% (Bara Kade 90)

Ciment = 1039 g C/E = 15% ( 80% de laitier de haut fourneau et 20% de ciment type 10)

Aquafix = 10.4 g R/E = 0.15% (retardateur de prise agissant aussi comme fluidifiant et défloculant de Liquid Earth Support Inc.)

Note : Le ciment et la bentonite ont été fournis par le laboratoire Quéformat et le retardateur de prise par le fournisseur à la demande de TECSULT.

## A-2 Mélange

- 1) Mélanger la bentonite et l'eau.
- 2) Laisser hydrater pendant une période minimale de 12 heures.
- 3) Ajouter le ciment et le retardateur de prise et malaxer dans un mélangeur de type Hobart.
- 4) Placer le mélange dans deux types de moule, soit 6 moules de 100 mm de diamètre par 100 mm de hauteur et 6 moules de 100 mm de diamètre par 40 mm de hauteur.

## A-3 Chronologie

- 1) Fabrication de douze moules en plexiglass. ( Mars 2003 )
- 2) Mélange de la bentonite et de l'eau et hydratation. (2003/04/07)
- 3) Ajout du ciment et du retardateur de prise et homogénéisation. (2003/04/08)
- 4) Cure accélérée en eau chaude à 65°C pour une période de 7 jours de quatre échantillons moulés de 100 mm de hauteur et de six échantillons moulés de 40 mm de hauteur. (2003/04/09 au 2003/04/16)
- 5) Cure normale en chambre humide pour une période de 90 jours de deux échantillons moulés de 100 mm de hauteur. (2003/04/09 au 2003/06/08)
- 6) Envoi au laboratoire Quéformat de deux échantillons moulés de 100 mm de hauteur après la cure accélérée. (2003/04/16)
- 7) Début des essais d'immersion pour les six échantillons de 40 mm de hauteur. (2003/04/16)
- 8) Début des essais de circulation avec de l'eau pour les deux autres échantillons de 100mm de hauteur provenant de la cure accélérée. (2003/04/17)
- 9) Changement de l'eau pour du lixiviat pour les essais d'immersion. (2003/05/22)
- 10) Envoi au laboratoire Quéformat des deux échantillons de 100 mm de hauteur provenant de la cure normale en chambre humide. (2003/06/08)
- 11) Démontage et remontage des cellules de circulation pour vérification. (2003/05/23)
- 12) Changement de l'eau pour le lixiviat pour les essais de circulation. (2003/06/23)
- 13) Changement de lixiviat pour les essais de circulation et d'immersion. (2003/09/23)
- 14) Les échantillons des essais d'immersion sont ramenés à la température de la pièce. (2003/12/01)

- 15) Mesure des masses des six échantillons d'immersion. (2003/12/03)
- 16) Les échantillons des essais de circulation sont ramenés à la température de la pièce. (2003/12/04)
- 17) Mesure des masses des deux échantillons de circulation. (2003/12/08)

#### A-4 Traitement du lixiviat

À la réception des lixiviats, une perte au brûlage est effectuée après homogénéisation du liquide. Le lixiviat est préfiltré sur un tamis de 75 $\mu$ m et filtré sur un tamis de 30 $\mu$ m. Une perte au brûlage est ensuite effectuée sur le filtrat. Le filtrat est conservé en chambre à température contrôlée à 8°C.

#### A-5 Essai d'immersion

Ce programme d'essais a pour but d'évaluer la compatibilité chimique du mélange avec deux échantillons de lixiviat, soit le L-102 et le L-104 prélevés au site d'enfouissement sanitaire de St-Thomas par les consultants HGE.

- 1) Extraire les échantillons de leur moule.
- 2) Peser les six échantillons et placer par groupe de trois sur une grille perforée dans deux plat en acier inoxydable.
- 3) Submerger les échantillons avec de l'eau.
- 4) Placer les échantillons dans une chambre à température contrôlée à 8° C  $\pm$ 0.5°.
- 5) Déterminer le changement de poids en fonction du temps
  - a) Soulever la grille perforée et laisser égoutter.
  - b) Essuyer l'excédent de liquide à l'aide d'un papier.
  - c) Peser les échantillons.
- 6) Après environ sept semaines, remplacer l'eau par le lixiviat L-102 et L-104 dans chacun des plats.
- 7) Répéter l'étape 5 à environ toutes les deux semaines.
- 8) Changer les lixiviats des deux plats et répéter l'étape 7.

#### A-6 Essai de circulation

Ce programme d'essai a pour but d'évaluer la perméabilité du mélange à l'eau et l'évolution de la conductivité hydraulique de ce mélange pour deux échantillons de lixiviat, soit le L-102 et le L-104 prélevés au site d'enfouissement sanitaire de St-Thomas par les consultants HGE.

- 1) Assembler les deux perméamètres avec les deux échantillons moulés directement dans leurs cellules.
- 2) Placer les deux perméamètres ainsi assemblés dans une chambre à température contrôlée à 8° C  $\pm$ 0.5°.
- 3) Consolider les échantillons jusqu'à une contrainte effective verticale de 50 kPa.
- 4) Brancher la burette à charge constante à la partie inférieure des perméamètres.

- 5) Purger la pierre poreuse au bas des perméamètres.
- 6) Remplir le réservoir du haut des perméamètres avec de l'eau.
- 7) Mesurer la conductivité hydraulique en appliquant un gradient d'environ 15.
- 8) Vidanger l'eau des deux perméamètres après une certaine période.
- 9) Remplir les burettes avec les lixiviats.
- 10) Mesurer la conductivité hydraulique à interval d'environ deux semaines sous un gradient d'environ 15.

## ANNEXE 2

Essais de circulation avec mesures de la perméabilité  
sur un mélange ciment – bentonite

Données d'essais



Tecult

Mélange ciment-bentonite-retardateur de prise "Aquafix"

Cellule #9 appareil #1 (Lixiviat L-102)

Perméabilité à l'eau

Température= 8 Celcius  
H=9,8168 cm  
Aire= 81,249 cm<sup>2</sup>  
Heau=147 cm

M de l'éch. = 905,66 g (17/04/03)  
M de l'éch. = 908,99 g (23/05/03)  
M de l'éch. = 902,03 g (04/12/03)

Date	Heure	Charge (lbs)	Contrainte (kPa)	dt	défect. (.01 mm)	Hauteur éch. (cm)	Masses béccher vide	Masses béccher avec lixiviat	Perméabilité (cm/sec)	Remarques
2003-04-17		2,43	1,33		124	9,8168				
2003-04-18	15:30	27,23	14,91		123	9,8178	169,42			eau dans la burette
2003-04-19	10:30	52,03	28,48		129	9,8118	169,42			pas d'écoulement
2003-04-20	09:00	76,83	42,06		133	9,8078	169,42			pas d'écoulement
2003-04-22		91,23	49,94		136	9,8038	169,42			pas d'écoulement
2003-04-24		91,23	49,94		137	9,8038	169,42			pas d'écoulement
2003-04-29	09:05	91,23	49,94		137	9,8038	169,42			pas d'écoulement circulation b+h
2003-04-30	08:40	91,23	49,94		137	9,8038	169,42			pas d'écoulement circulation b+h
2003-05-01										
2003-05-02	09:00	91,23	49,94		137	9,8038	169,42			purge du bas
2003-05-05										
2003-05-05	08:40	91,23	49,94		137	9,8038	169,42			pas d'écoulement
2003-05-06	13:20	91,23	49,94		137	9,8038	169,42			pas d'écoulement
2003-05-13	08:40	91,23	49,94		137	9,8038	169,42			purge le bas et le haut
2003-05-15										
2003-05-20										
2003-05-22	11:10	91,23	49,94		137	9,8038	169,42			pas d'écoulement
	13:15	52,03	28,50		138	9,8028				déchargement de l'échantillon
	15:20	27,23	14,91		137	9,8038				
		2,43	1,33		137	9,8038				
		2,43	1,33		137	9,8038				
2003-05-23	08:50									démontage et saturation des pierres
2002-05-23	09:10									Échantillon+cell.+o-ring= 1493,85 g
2002-05-23	09:10									Échantillon+cel.= 1489,44 g
2003-05-23	11:30	27,23	14,91		138	9,8028				rechargement
2003-05-24		52,03	28,48		143	9,7978				
2003-05-25	11:45	76,83	42,06		153	9,7878				
2003-05-26	08:35	91,23	49,94		151	9,7898	175,68			pas d'écoulement
2003-05-27	09:05	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-06-02	16:12	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-06-06	16:30	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-06-16	08:43	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-06-20	09:52	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-06-23	08:48	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-06-23	09:10	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			change eau pour lixiviat (22/04/2003)

Tecsuult  
 Mélange ciment-bentonite-retardateur de prise "AquaFix"  
 Cellule #9 appareil #1 (Lixiviat L-102)

Perméabilité avec le lixiviat L-102

Date	Heure	Charge (lbs)	Contrainte (kPa)	dt	défect. (.01 mm)	Hauteur éch. (cm)	Masse bécber vide	Masse bécber avec lixiviat	Perméabilité (cm/sec)	Remarques
2003-06-23	09:15	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-07-02	08:36	91,23	49,94		154	9,7868	175,68			pas d'écoulement
2003-07-10	08:25	91,23	49,94		155	9,7858	175,68			pas d'écoulement
2003-07-28	08:45	91,23	49,94		155	9,7858	175,68			pas d'écoulement
2003-08-18	19:50	91,23	49,94		158	9,7828	175,68			pas d'écoulement
2003-09-09	08:50	91,23	49,94		158	9,7828	175,68			pas d'écoulement
2003-09-23	11:15	91,23	49,94		171	9,7698	175,68			changement de lixiviat (4/08/03)
2003-09-23	16:00									
2003-09-24	08:34	91,23	49,94		199	9,7418	175,68			pas d'écoulement
2003-10-02	13:37	91,23	49,94		199	9,7418	175,68			pas d'écoulement
2003-10-14	08:43	91,23	49,94		201	9,7398	175,68			pas d'écoulement
2003-10-24	08:50	91,23	49,94			9,9408	175,68			pas d'écoulement
2003-11-03	11:13	91,23	49,94		210	9,7308	175,68			pas d'écoulement
2003-11-17	08:34	91,23	49,94		213	9,7278	175,68			pas d'écoulement
2003-12-01	09:25	91,23	49,94		215	9,7258	175,68			pas d'écoulement
2003-12-03	12:10	91,23	49,94		229	9,7118	175,68			pas d'écoulement
2003-12-03	13:20	52,03	28,48		231	9,7098				Démontage
2003-12-03	15:45	27,23	14,91		231	9,7098				
2003-12-03	16:00	2,43	1,33		231	9,7098				

Tecsuil

Mélange ciment-bentonite-retardateur de prise "Aquafix"

Cellule #10 appareil #2 (Lixiviat L-104)

Température= 8 Celcius  
H=9,7508 cm  
Aire= 81,217 cm<sup>2</sup>  
Heau= 147 cm

M de l'éch. = 896,5 g (17/04/03)  
M de l'éch. = 900,92 g (23/05/03)  
M de l'éch. = 897,35 g (04/12/03)

Perméabilité à l'eau

Date	Heure	Charge (lbs)	Contrainte (kPa)	dt (sec.)	défect. (.01 mm)	Hauteur éch. (cm)	Masse bécher vide	Masse bécher avec lixiviat	Perméabilité (cm/sec) (à 8°C)	Perméabilité (cm/sec) (à 20°C)	Remarques
2003-04-17		2,43	1,33		107	9,7508					
2003-04-18	15:30	27,23	14,91		108	9,7498					eau dans la burette
2003-04-19	10:30	52,03	28,50		113	9,7448	166,08				pas d'écoulement
2003-04-20	9:00	76,83	42,08		119	9,7388	166,08				pas d'écoulement
2003-04-22		91,23	49,96		123	9,7348	166,08				pas d'écoulement
2003-04-24	9:00	91,23	49,96		123	9,7348	166,08				écoulement
2003-04-29	9:05	91,23	49,96		146	9,7118	166,08	376,08	9,89E-07	1,36E-06	hypothèse 48 hrs
2003-04-30	8:40	91,23	49,96		146	9,7118	166,08		6,59E-07	9,09E-07	hypothèse 72hrs
2003-05-01									3,95E-07	5,45E-07	hypothèse 5 jours
2003-05-02	9:00	91,23	49,96		146	9,7118	166,08				pas d'écoulement circulation b+h
2003-05-05											pas d'écoulement circulation b+h
2003-05-05	8:40	91,23	49,96		146	9,7118	166,08				purge du bas
2003-05-06	13:20	91,23	49,96		146	9,7118	166,08				pas d'écoulement
2003-05-13	8:40	91,23	49,96		146	9,7118	166,08				pas d'écoulement
2003-05-15											purge le bas et le haut
2003-05-20	11:10	91,23	49,96		146	9,7118	166,08				pas d'écoulement
2003-05-22	13:15	52,03	28,50		147	9,7108					déchargement de l'échantillon
	15:20	27,23	14,91		144	9,7138					
		2,43	1,33		142	9,7158					
		2,43	1,33		139	9,7188					
					139	9,7188					
2003-05-23	8:50	2,43	1,33		140	9,7178					démontage et saturation des pierres
2003-05-23	9:10				142	9,7158					Échantillon+Cell.+O-ring=1486,72
2003-05-23	9:10				161	9,6968					Échantillon+Cell.=1482,05
2003-05-23	11:30	27,23	14,91		161	9,6968	162,7				rechargement
2003-05-24		52,03	28,50		161	9,6968	162,7				
2003-05-25	11:45	76,83	42,08		161	9,6968	162,7				
2003-05-26	8:35	91,23	49,96		161	9,6968	162,7	180,98	1,68E-07	2,32E-07	écoulement
2003-05-27	9:05	91,23	49,96	88200,00	161	9,6968	162,7	285,39	1,83E-07	2,53E-07	écoulement
2003-06-02	16:12	91,23	49,96	544020,00	162	9,6958	166,08	232,8	1,64E-07	2,26E-07	écoulement
2003-06-16	16:30	91,23	49,96	346680,00	162	9,6958	162,74	354,81	1,83E-07	2,53E-07	écoulement
2003-06-16	8:43	91,23	49,96	835980,00	162	9,6958	166,08	243,99	1,89E-07	2,60E-07	écoulement
2003-06-20	9:52	91,23	49,96	349740,00	163	9,6948	166,08	230,44	2,05E-07	2,82E-07	écoulement
2003-06-23	8:48	91,23	49,96	255360,00	164	9,6938					changement eau pour lixiviat (22/04/2003)
2003-06-23	9:10	91,23	49,96	1320,00	164	9,6938					

Tecsalt

Mélange ciment-bentonite-retardateur de prise "Aquafix"

Cellule #10 appareil #2 (Lixiviat L-104)

Perméabilité avec lixiviat L-104

Date	Heure	Charge (lbs)	Contrainte (kPa)	dt (sec.)	défect. (.01 mm)	Hauteur éch. (cm)	Massé béccher vide	Massé béccher avec lixiviat	Perméabilité (cm/sec) (à 8°C)	Perméabilité (cm/sec) (à 20°C)	Remarques
2003-06-23	10:20	91,23	49,96	4200,00	164	9,6938	162,74	192,82	2,03E-07	2,80E-07	
2003-07-02	8:36	91,23	49,96	771360,00	173	9,6948	166,14	186,25	2,76E-08	3,81E-08	écoulement turquoise
2003-07-10	8:25	91,23	49,96	690540,00	176	9,6818	162,74	229,83	3,32E-08	4,58E-08	écoulement
2003-07-28	8:45	91,23	49,96	1556400,00	178	9,6798	166,17	302,32	6,10E-08	8,41E-08	écoulement
2003-08-18	19:50	91,23	49,96	1854300,00	183	9,6748	162,74	311,85	6,34E-08	8,75E-08	écoulement
2003-09-09	8:50	91,23	49,96	1861200,00	185	9,6728		265,5	6,83E-08	9,42E-08	écoulement
2003-09-23	11:15	91,23	49,96	1218300,00	187	9,6708					changement de lixiviat (4/08/03)
2003-09-23	16:00	91,23	49,96	17100,00							pas d'écoulement
2003-09-24	8:34	91,23	49,96	59640,00	190	9,6678	162,74	252,08	1,02E-07	1,41E-07	écoulement
2003-10-02	13:49	91,23	49,96	710100,00	190	9,6678	166,14	281,13	9,14E-08	1,26E-07	écoulement
2003-10-14	8:43	91,23	49,96	1018440,00	190	9,6678	162,78	237,86	7,03E-08	9,70E-08	écoulement
2003-10-24	8:50	91,23	49,96	864420,00	190	9,6678	166,17	249,26	7,71E-08	1,06E-07	écoulement
2003-11-03	11:13	91,23	49,96	872580,00	190	9,6678	162,83	252,2	6,03E-08	8,31E-08	écoulement
2003-11-17	8:34	91,23	49,96	1200060,00	192	9,6658	166,22				écoulement
2003-12-01	9:25	91,23	49,96	1212660,00	190	9,6678	162,82	263,63	6,50E-08	8,97E-08	écoulement
2003-12-03	12:20	91,23	49,96		197	9,6608					Démontage
2003-12-03	13:20	52,03	28,50		195	9,6608					
2003-12-03	15:45	27,23	14,91		195	9,6628					
2003-12-03	16:00	2,43	1,33		195	9,6628					



**ANNEXE B**  
**PLAN 1241-3080-110 MODIFIÉ**

---



**ANNEXE C**  
**PLAN 10624-7000-007**

---



