

Marc-André Desjardins¹
Jean-François Bergeron²

¹AXOR experts-conseils inc.

²AXEAU inc.

Traitement des boues de fosses septiques par gel-dégel

1. Introduction

Au Québec, on estime à plus de 250 000 tonnes la quantité de boues de fosses septiques (BFS) vidangées annuellement. Selon le ministère de l'Environnement du Québec, cette production atteindrait le million de tonnes si toutes les installations étaient conformes et vidangées régulièrement. En vertu du *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées*, une vidange aux deux ans est exigée pour les résidences permanentes et une vidange aux quatre ans dans le cas des villégiatures.

Il existe plusieurs méthodes de traitement des BFS. L'une des méthodes les plus courantes consiste à recourir à des lagunes de sédimentation et d'infiltration. Cette méthode, dite de lagunage, exige la mise en place de deux séries de bassins opérés en alternance. Cette technique de traitement comporte toutefois des inconvénients en raison notamment du risque de contamination des eaux souterraines. Parmi les autres méthodes de traitement des BFS, l'utilisation de lits de séchage opérés en mode gel-dégel paraît une solution des plus intéressantes. Bien que l'idée de recourir à de tels lits de séchage pour déshydrater des BFS a été évoquée au Québec dès 1994 (Desjardins, 1994; Boulanger et Jalbert, 1994), il n'existe pas à ce jour en sol québécois, à notre connaissance, d'installations de ce type conçues spécifiquement pour le traitement de BFS. Cet état de fait résulte en partie de la méconnaissance du procédé de déshydratation par gel-dégel et aussi par le manque d'informations relatives à l'efficacité spécifique du gel-dégel pour des BFS. Le présent article vise à répondre au

moins partiellement à ces lacunes en fournissant des informations générales sur la déshydratation par gel-dégel ainsi que des résultats d'essais préliminaires de gel-dégel effectués avec des BFS.

2. Effet conditionnant du gel-dégel

L'effet conditionnant du gel-dégel sur les boues est connu depuis longtemps. Les principales conclusions tirées des recherches sur le gel-dégel des boues sont les suivantes (Roy et Desjardins, 1993) :

- Le gel-dégel est efficace pour tous les types de boues aqueuses en autant qu'elles aient complètement gelé. Il modifie irréversiblement la structure des boues et produit, après drainage, un résidu granulaire très perméable et peu odorant.
- L'efficacité du gel-dégel est accrue avec des boues dont la granulométrie des floccs est fine. Par ailleurs, elle n'est pas influencée par la siccité initiale des boues.
- L'efficacité du gel-dégel est inversement proportionnelle à la vitesse de congélation des boues. Plus le gel est rapide, moins le conditionnement est efficace. Par contre, l'efficacité du gel-dégel n'est pas affectée par la vitesse de décongélation.
- L'efficacité du gel-dégel est augmentée si, une fois les boues gelées, la température extérieure est très basse et la période précédant le dégel est prolongée. Une température trop basse

avant que les boues ne soient gelées peut toutefois diminuer l'efficacité du gel-dégel en raison de l'augmentation de la vitesse de congélation.

L'effet conditionnant du gel-dégel tient de la séparation solide-liquide qui s'effectue lors de la cristallisation de l'eau dans les boues. Les cristaux de glace en formation repoussent les impuretés qui sont ainsi concentrées ce qui favorise leur agglomération. Les floccs produits sont par la suite déshydratés et compactés sous l'effet de la progression de la glace vers ceux-ci. Après le dégel, le drainage de l'eau à travers les granules est très rapide, laissant un résidu final à l'apparence typique de café moulu.

3. Utilisation du gel-dégel pour le traitement des boues au Québec

Compte tenu du climat québécois, l'utilisation du gel-dégel naturel comme méthode de conditionnement des boues en vue de leur déshydratation constitue une alternative fort intéressante. Combinée à l'utilisation de lits de séchage, cette méthode de conditionnement permet l'obtention de siccités plus élevées qu'avec toute autre technique de déshydratation et ce, même pour des boues réputées difficiles à traiter telles que des boues chimiques (p. ex. boues d'alun). Un inventaire récent et non exhaustif des installations de lits de séchage au Québec (Desjardins et Wiseman, 2000) montre que le gel-dégel est maintenant largement utilisé pour conditionner les boues et faciliter leur déshydratation. Les boues traitées proviennent soit de stations d'épuration

mécanisées (boues activées, RBS, disques biologiques) ou encore d'étangs aérés (boues biologiques et/ou boues chimiques). Par ailleurs, au moins une installation a été conçue spécialement pour traiter des boues d'usine de filtration (Amos). Aucune installation conçue pour le traitement de BFS n'a toutefois été relevée bien qu'au moins un projet en ce sens soit actuellement considéré par une MRC. Le dossier de ce projet a récemment fait l'objet d'une demande de financement dans le cadre du Programme « Travaux d'infrastructures Canada-Québec » et est présentement en cours d'évaluation.

4. Essais de gel-dégel avec des boues de fosses septiques

Afin d'évaluer de façon sommaire l'efficacité spécifique du gel-dégel pour des BFS, des essais de gel-dégel ont été effectués à la station d'épuration de Saint-Gabriel-de-Brandon. Les essais ont été réalisés entre le 7 et le 21 février 2002 avec des BFS provenant d'installations septiques

résidentielles de la région de Lanaudière. Dans le but de simuler le gel-dégel sur lit de séchage, des colonnes en CPV transparent de 15 cm de diamètre ont été utilisées. Tel que montré à la figure 1, les colonnes étaient dotées à leur base d'un bouchon étanche muni d'une vanne. Un filtre granulaire constitué de couches successives de sable et de gravier a été disposé au fond de chacune des colonnes.

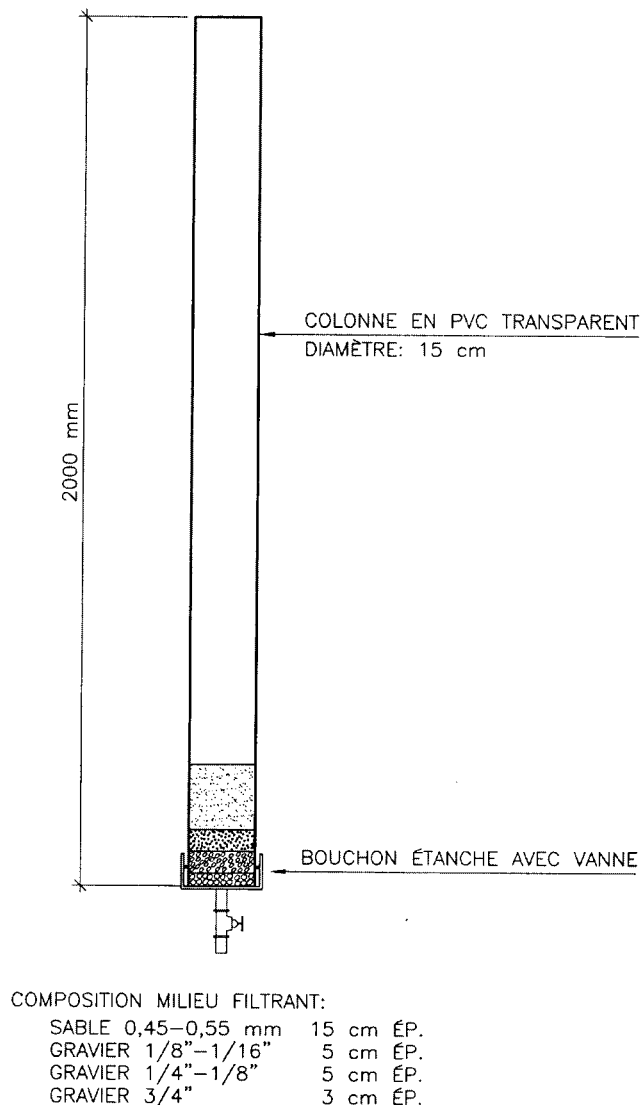
En tout, trois essais ont été réalisés. Chaque essai comportait les étapes suivantes :

1. Homogénéiser les boues brutes et prélever un échantillon afin de mesurer la siccité initiale des boues de même que le pourcentage de matières volatiles;
2. Verser le volume requis de boues brutes préalablement homogénéisées dans la colonne en PVC (dans le cas présent, 16,4 litres de boues étaient versés pour une hauteur correspondante de boues appliquées de 90 cm);

3. Deux heures après l'application des boues, noter la hauteur totale liquide dans la colonne et la position de l'interface des boues décantées (étant donné qu'une partie du liquide des boues pénétrait à l'intérieur du filtre granulaire, la hauteur totale liquide dans la colonne était inférieure à 90 cm);
4. Faire geler les boues;
5. Une fois les boues gelées, noter la hauteur totale des boues dans la colonne et faire dégeler les boues;
6. Une fois les boues dégelées, noter à nouveau la hauteur totale liquide dans la colonne et la position de l'interface des boues décantées. Observer les aspects du surnageant et des boues;
7. Ouvrir la vanne à la base de la colonne et noter le temps nécessaire pour compléter le drainage des boues (temps requis pour que le niveau du liquide dans la colonne atteigne la surface du sable);

Figure 1

Colonne d'essai



8. Une heure après que le drainage des boues soit complété, noter l'épaisseur des boues drainées et prélever un échantillon afin de mesurer la siccité finale ainsi que le pourcentage de matières volatiles. Observer la texture des boues.

Les résultats des essais sont présentés au tableau 1. La siccité initiale des boues brutes variait entre 2,40 % et 3,78 %. Quant au pourcentage de matières volatiles des boues brutes, il se situait entre 58,0 %

et 74,7 %. La hauteur initiale de boues appliquées était de 90 cm pour tous les essais. Suite à l'application des boues, une partie du liquide pénétrait dans le filtre granulaire jusqu'à ce que celui-ci soit plus ou moins colmaté par les particules fines contenues dans les boues. Ainsi, avant le gel des boues, la hauteur totale liquide dans les colonnes variait entre 64 cm et 69 cm alors que la hauteur de l'interface des boues décantées variait entre 15 cm et 51 cm. Le surnageant au-dessus des boues (avant le gel) était très turbide.

Compte tenu des contraintes de temps disponible pour réaliser les essais, la durée pendant laquelle les colonnes ont été exposées à un gel intense n'a pas été la même pour tous les essais. Ainsi, dans le cas de l'essai n°1, la période de gel des boues a été de 4 jours alors que cette même période a été limitée à 2 jours dans le cas des essais n°2 et n°3. Après le dégel des boues, une séparation très nette entre les boues décantées et le surnageant a été observée lors de chacun des essais. Le surnageant était aussi moins turbide qu'avant le gel des boues, particulièrement dans le cas de l'essai n°1. La hauteur totale liquide dans les colonnes (après dégel des boues) variait entre 61 cm et 67 cm alors que la hauteur de l'interface des boues décantées variait entre 13 cm et 41 cm.

Le temps de drainage des boues a été particulièrement court lors de l'essai n°1, soit de seulement 2 minutes, et un peu plus long lors des essais n°2 et n°3, soit respectivement de 23 et de 35 minutes, ce qui laisse supposer que le gel des boues a été moins poussé pour ces deux derniers essais en raison de la période moins longue allouée pour le gel des boues (2 jours au lieu de 4). En ce qui a trait à la siccité finale des boues drainées, elle variait entre 21,7 % et 28,6 %, les valeurs maximales de siccité ayant été obtenues dans le cas des essais n°2 et n°3. Ceci permet de conclure que même si le gel des boues a possiblement été moins poussé pour ces deux derniers essais, il a, de toute évidence, été suffisant malgré tout pour conditionner adéquatement les boues et permettre l'obtention de siccités élevées immédiatement après drainage. Outre leur consistance très solide, il est intéressant de noter par ailleurs que les boues drainées (après gel-dégel) présentaient une autre caractéristique plutôt surprenante, soit l'absence d'odeur (les boues dégageaient tout au plus une odeur terreuse), tranchant ainsi de façon singulière avec l'odeur très forte dégagée par les boues brutes. Ce phénomène d'atténuation des odeurs suite au gel-dégel a déjà été observé pour d'autres types de boues et se voit à nouveau confirmé dans le cas des BFS, ce qui constitue une propriété très intéressante compte tenu que ces boues sont normalement très nauséabondes.

tableau 1

Résultats des essais de gel-dégel

	ESSAI NOS :	1	2	3
Siccité initiale des boues brutes		3,78 %	2,40 %	3,16 %
Pourcentage de matières volatiles des boues brutes		74,7 %	71,4 %	58,0 %
Hauteur totale liquide avant gel des boues		68 cm	64 cm	69 cm
Hauteur interface des boues décantées avant gel des boues		51 cm	15 cm	31 cm
Durée de la période de gel des boues		4 jours	2 jours	2 jours
Hauteur totale des boues gelées		73 cm	66 cm	72 cm
Hauteur totale liquide après dégel des boues		62 cm	61 cm	67 cm
Hauteur interface des boues décantées après dégel des boues		41 cm	13 cm	20 cm
Temps de drainage		2 min	23 min	35 min
Épaisseur des boues drainées (après gel-dégel)		15 cm	7 cm	11 cm
Siccité finale des boues drainées (après gel-dégel)		21,7 %	28,5 %	28,6 %
Pourcentage de matières volatiles des boues drainées (après gel-dégel)		76,4 %	47,6 %	45,8 %

Ces excellents résultats démontrent clairement que les BFS, comme toutes les boues aqueuses, réagissent très bien au conditionnement par gel-dégel. Combinée à l'utilisation de lits de séchage, cette méthode de conditionnement appliquée à des BFS permet d'obtenir des siccités supérieures à 20 % immédiatement après drainage des boues. Étant donné qu'en pratique, les boues ne sont généralement pas enlevées des lits de séchage immédiatement après leur drainage et qu'une période de séchage d'une ou deux semaines, voire davantage, est généralement allouée, il est possible d'affirmer que des siccités supérieures à 30 % pourront facilement être obtenues grâce à l'évaporation, pendant la période de séchage, d'une partie de l'humidité résiduelle contenue dans les boues. La durée de cette période de séchage peut en outre être ajustée en fonction de la siccité finale désirée. L'expérience montre que les lits de séchage permettent d'atteindre des siccités très élevées pour la plupart des types de boues si la période de séchage est suffisamment longue.

5. Conclusions

Bien qu'à priori très intéressante, la possibilité d'utiliser le gel-dégel pour déshydrater des BFS n'a, à notre connaissance, pas été exploitée au Québec jusqu'à maintenant, ou très peu. Cette

situation résulte en partie de la méconnaissance du procédé de déshydratation par gel-dégel et aussi par le manque de données sur la performance spécifique du gel-dégel pour des BFS. Combinée à l'utilisation de lits de séchage, le gel-dégel permet l'obtention de siccités plus élevées qu'avec toute autre technique de déshydratation. Afin de vérifier l'efficacité du gel-dégel avec des BFS, des essais de gel-dégel en colonnes ont été réalisés. Ces essais ont permis de démontrer que les BFS, comme toutes les boues aqueuses, réagissent très bien au conditionnement par gel-dégel. Les résultats obtenus révèlent en effet des siccités supérieures à 20 % immédiatement après drainage des boues. Par ailleurs, il a également été possible d'observer un autre effet du gel-dégel : il diminue fortement, voire totalement, les odeurs dégagées par les boues, ce qui, dans le cas des BFS, s'avère très intéressant compte tenu que ces boues sont normalement une source importante de mauvaises odeurs.

6. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier toutes les personnes qui ont collaboré à la réalisation des essais et plus particulièrement M. Yves Fréchette, opérateur de la station d'épuration de Saint-Gabriel-de-Brandon, M. Sylvain Lafrenière de la compagnie Entreprise Vacuum St-Gabriel, et M. Yvon

Lafortune, technicien pour la firme AXEAU inc.

7. Références bibliographiques

- Boulanger, D. et J.-M. Jalbert (1994). *La gestion des boues de fosses septiques*. Congrès de l'Association des inspecteurs municipaux de l'environnement du Québec, 26 mars 1994, Québec, 15 p. + annexes.
- Desjardins, M.-A. (1994). *Conditionnement et déshydratation de boues d'étangs aérés facultatifs à l'aide du gel-dégel naturel*. Thèse de doctorat, Université de Montréal, École Polytechnique, Département de génie civil, 291 p.
- Desjardins, M.-A. et J. Wiseman (2000). *Les lits de séchage : Règles et pratiques de conception*. Dans : Compte-rendu – Salon des technologies environnementales du Québec 2000, 29, 30 et 31 mars 2000, Hôtel Gouverneur de Saint-Hyacinthe, St-Hyacinthe, p.411.

Roy, N. A. et M.-A. Desjardins (1993). *Le conditionnement des boues d'étangs aérés facultatifs par gel-dégel naturel*. Sciences et techniques de l'eau, vol. 26 (1), février, pp. 23-28. 