



LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE DE L'EAU SOUTERRAINE

Décembre 1997

QU'EST-CE QUE LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE DE L'EAU?

L'eau utilisée à des fins de boisson et d'usage domestique, même l'eau provenant d'une réserve souterraine, devrait être traitée avant d'être consommée pour veiller à ce qu'elle soit salubre et d'apparence agréable. Le traitement biologique constitue une méthode innovatrice de traitement de l'eau. Cette méthode est utilisée en Europe depuis le début des années 1900 et elle intéresse de plus en plus les Nord-Américains.

Le traitement biologique comprend l'utilisation de micro-organismes d'origine naturelle qui se trouvent dans l'eau souterraine pour améliorer la qualité de l'eau. Dans des conditions idéales, y compris une quantité suffisante en oxygène, les organismes décomposent les matières dans l'eau comme le carbone organique dissous (COD) et le fer et améliorent donc la qualité de l'eau. Des filtres à sable ou à charbon sont utilisés pour favoriser la croissance de ces micro-organismes.

Dans le cadre de l'Entente Canada-Saskatchewan sur le plan vert en agriculture, deux ménages en Saskatchewan ont mis à l'essai un système résidentiel de traitement biologique de l'eau souterraine.

POURQUOI AVOIR RECOURS AU TRAITEMENT BIOLOGIQUE DE L'EAU?

Les procédés de traitement biologique conviennent particulièrement bien au traitement de certains problèmes courants dans les réserves d'eau souterraine des Prairies, notamment le fer, l'arsenic et le carbone organique dissous (COD), ainsi que la couleur et la turbidité (voir la fiche d'information *Les problèmes de qualité de l'eau dans les Prairies* de la série **La qualité de l'eau, ça compte!**).

Des recherches révèlent que le système de traitement biologique, qui comprend un filtre à sable lent et un filtre à charbon actif biologique (CAB), peut réduire efficacement le COD, la couleur et la turbidité, ainsi que le fer et l'arsenic. Le système biologique n'a pas réussi à abaisser les concentrations de manganèse aussi bien que prévu.

COMMENT LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE AMÉLIORE-T-IL LA QUALITÉ DE L'EAU?

Le traitement biologique de l'eau souterraine améliore la qualité de l'eau en réduisant la teneur en fer et en arsenic, qui sont des problèmes esthétiques et sanitaires, respectivement. Le procédé biologique diminue aussi la

couleur et la turbidité, ainsi que la concentration de COD, qui peut causer des problèmes de santé dans l'eau chlorée (voir la fiche *Les problèmes de qualité de l'eau dans les Prairies* de la série **La qualité de l'eau, ça compte!**). Une teneur moins élevée en COD peut également améliorer le goût et la couleur de l'eau et réduire la quantité de chlore nécessaire pour la désinfection.

QUELLES SONT LES COMPOSANTES DU SYSTÈME?

Le système de traitement biologique comporte trois composantes :

- Un filtre à sable lent par lequel l'eau s'écoule par gravité; il est conçu de façon à ce que les procédés biologiques s'établissent dans le filtre pour réduire les concentrations de fer et d'arsenic;
- Un filtre à charbon actif biologique (CAB) qui réduit les concentrations de manganèse et de COD;
- Un réservoir de 1 000 litres pour répondre à la demande de pointe de la résidence.

Le système a été conçu pour fonctionner en mode continu, de manière à fournir une eau non potable de grande qualité à l'ensemble de la résidence. À partir du réservoir d'entreposage l'eau passe par un adoucisseur afin d'en réduire la dureté pour le lavage et le bain. Une lampe de désinfection par rayons ultra-violet (UV) a été installée après l'adoucisseur sur un des systèmes de traitement de l'eau souterraine afin de régler des problèmes microbiologiques. Pour l'eau de boisson et de cuisson, une membrane d'osmose inverse (OI), comprenant une pompe d'appoint, a été installée à l'évier de cuisine de chaque site comme mesure de protection supplémentaire. Le dispositif d'OI réduit le sulfate, le sodium, les matières

dissoutes et la dureté, qui sont des paramètres que le filtre à CAB ne peut traiter. Le dispositif d'OI élimine aussi les micro-organismes de l'eau, y compris les bactéries, les virus et les parasites, pourvu qu'il soit utilisé et entretenu correctement.

QUELLE A ÉTÉ L'EFFICACITÉ DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE POUR LES RÉSERVES D'EAU SOUTERRAINE?

Le tableau 1 montre les résultats de l'échantillonnage effectué à l'un des deux systèmes de traitement de l'eau souterraine (l'eau contenant des concentrations plus élevées d'arsenic). Même si souvent le filtre à sable lent suffisait à réduire la concentration des paramètres cibles en dessous du but fixé, le filtre à CAB améliorait considérablement la qualité de l'eau.

Le filtre à sable lent a réduit efficacement les concentrations de fer et d'arsenic. Le filtre à CAB a abaissé efficacement le COD à moins de 1 mg/l. Combinés, les filtres à sable lent et à CAB ont diminué la couleur et la turbidité.

Tableau 1 : Qualité de l'eau souterraine à un site ayant une concentration élevée en arsenic après chaque étape du système de traitement biologique

Paramètre	Buts de l'IQES	Avant le filtre à sable	Après le filtre à sable	Après le filtre à CAB	Après la membrane d'OI
Fer (mg/l)	< 0,3	4,34	0,01	0,01	0,07
Manganèse (mg/l)	< 0,05	0,322	0,247	0,212	0,002
Arsenic (mg/l)	< 0,025	0,029	0,002	0,002	<0,001
COD (mg/l)	< 5	4,3	4,002	0,628	0,072
Couleur (TCU)	< 15	33	8	4	3
Turbidité (NTU)	< 1	39,4	0,3	0,2	0,2

NOTE : les zones ombrées indiquent que les résultats ont atteint le but fixé.

Le système de traitement biologique a amélioré la qualité de l'eau en éliminant :

- de 85 % à 90 % du COD;
- de 87 % à 90 % de la couleur;
- 93 % de l'arsenic (dans la réserve d'eau où la teneur en arsenic dépassait le seuil autorisé de 0,025 mg/l);
- plus de 99 % de la turbidité;
- de 34 % à 94 % du manganèse;
- plus de 99 % du fer.



Un filtre à sable biologique a réduit les teneurs élevées en fer et en arsenic, qui surviennent naturellement dans l'eau du puits profond

Le système de traitement biologique n'a pas réduit la teneur en manganèse de manière constante. Le fabricant du dispositif continue de chercher à améliorer la capacité du système d'abaisser les concentrations de manganèse.

La membrane d'OI installée à l'évier de cuisine a donné d'excellents résultats en ce qui a trait à la réduction de la plupart des paramètres, y compris le manganèse et d'autres paramètres inorganiques comme la dureté et la quantité totale de matières dissoutes.

À l'origine, la lampe de désinfection par rayons UV avait été installée avant l'adoucisseur et elle est devenue inefficace en raison de l'accumulation de dépôts de calcaire. La lampe à rayons UV a bien désinfecté l'eau lorsqu'elle a été remplacée et installée après l'adoucisseur.

L'eau souterraine non traitée ne contenait pas d'organismes coliformes, qui indiquent la présence d'organismes biologiques. On a décelé des organismes coliformes dans les filtres à sable et à CAB, ce qui n'est

pas surprenant car ces filtres ne sont pas hermétiques. Cependant, en général, les organismes coliformes avaient été éliminés ou étaient présents en concentrations très faibles après le passage de l'eau par la membrane d'OI.

COMBIEN EST-CE QUE LE SYSTÈME A COÛTÉ ET PENDANT COMBIEN DE TEMPS EST-CE QU'IL A ÉTÉ UTILISÉ?

Chaque système de traitement a pu répondre à tous les besoins en eau d'une résidence. À un site, le système a même pu approvisionner deux ménages en eau domestique, y compris l'eau de boisson et de cuisson (un volume total de 1 700 l/jour ou 380 gallons par jour). Le système a coûté environ 7 000 \$, ce qui comprenait les filtres à sable et à CAB, le réservoir et le dispositif d'OI pour l'évier de cuisine, ainsi que divers autres éléments comme une pompe à air. De l'équipement supplémentaire, notamment un adoucisseur et un dispositif de désinfection, a entraîné des coûts additionnels de 3 000 \$. L'eau souterraine des deux sites devait être adoucie pour le lavage et le bain afin de réduire les concentrations de calcaire et de magnésium qui rendent l'eau dure.

Les systèmes des deux sites ont fonctionné pendant deux ans. À l'un des sites, on a dû remplacer le charbon après environ 18 mois, car le calcium a colmaté le filtre. Des méthodes d'utilisation améliorées comme le lavage à contre-courant ou la régénération pourraient régler ce problème.

Photo
L'ajout d'un adoucisseur réduira la dureté de l'eau. La lampe à rayons UV a été installée après l'adoucisseur pour désinfecter l'eau souterraine.



L'ajout d'un adoucisseur réduira la dureté de l'eau. La lampe à rayons UV a été installée après l'adoucisseur pour désinfecter l'eau souterraine

QUELLES SONT LES MESURES DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN NÉCESSAIRES POUR LES SYSTÈMES BIOLOGIQUES?

- Le système de traitement biologique est facile à utiliser et a une très bonne endurance. Pour assurer le bon fonctionnement du système, il est essentiel de l'utiliser et de l'entretenir correctement.
- Il faut un bon système d'alimentation en air pour fournir de l'oxygène aux microbes dans les filtres à CAB.
- Le filtre à sable lent doit être lavé à contre-courant manuellement en utilisant un jet d'air et d'eau pour

enlever les matières accumulées et prévenir ainsi toute perte de productivité. Il faut laver le filtre à contre-courant environ toutes les deux à huit semaines ou après environ de 30 000 à 40 000 l d'eau (de 6 000 à 9 000 gallons).

- Le filtre à CAB doit être lavé à contre-courant à l'aide d'un jet d'air et d'eau environ tous les deux à cinq mois ou après environ de 40 000 à 60 000 l d'eau (de 9 000 à 13 000 gallons). Un lavage à contre-courant pourrait être nécessaire plus souvent si le filtre commence à se colmater.
- La régénération des pièces calcifiées pourrait être nécessaire, mais les procédés adéquats doivent être suivis.

EST-CE QU'IL Y A DES RESTRICTIONS RELATIVES AU TRAITEMENT BIOLOGIQUE DE L'EAU?

- Le traitement biologique transforme l'ammonium en nitrate. Si la source d'eau a une forte teneur en nitrates, le traitement biologique pourrait en accroître la teneur à des concentrations supérieures aux *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Toutefois, un dispositif d'OI réduirait la teneur en nitrates à un niveau sécuritaire.
- Le traitement biologique de l'eau ne vise pas à réduire la dureté ou les concentrations de matières dissoutes, de calcium, de magnésium, de sodium ou de sulfate, qui sont une source courante de problèmes dans l'eau souterraine.
- Le fer peut passer à travers le filtre de sable si celui-ci est saturé.
- Le calcium peut s'accumuler dans le filtre à charbon. À la source d'eau souterraine où cela s'est produit, le charbon a été remplacé et la fréquence de lavage à contre-courant a été rajustée à tous les deux à trois

mois. La régénération des pièces carbonées pourrait être nécessaire plus tard comme mesure d'entretien.

- Comme avec tous les autres systèmes de traitement de l'eau, l'eau traitée doit être désinfectée (à l'aide de méthodes comme la chloration, la filtration sur membrane ou la distillation) avant d'être utilisée à des fins de boisson et de cuisson.

VUE D'ENSEMBLE

Les systèmes de traitement biologique qui ont été étudiés représentaient de bons systèmes de traitement à barrière multiple pour les réserves d'eau souterraine ayant des problèmes de fer, d'arsenic et de carbone organique dissous. En combinaison avec un adoucisseur et un dispositif à osmose inverse installé à l'évier de cuisine, les systèmes ont fourni une eau domestique de qualité élevée et une eau de boisson et de cuisson sécuritaire pour les exploitations agricoles individuelles. Les procédés de traitement biologique pourraient s'avérer utiles pour traiter les réserves d'eau souterraines des particuliers ou des collectivités. Les deux producteurs ayant participé à l'étude ont été satisfaits du traitement offert par le système biologique.

Toutefois, il faut étudier de manière plus approfondie les systèmes de traitement biologique afin de :

- déterminer la quantité d'eau traitée que le système est capable de fournir (débit);
- déterminer la performance à long terme des systèmes;
- déglorifier les problèmes de pénétration du fer et d'accumulation du calcium. Le fabricant du système continue de chercher des moyens d'améliorer le taux d'élimination du manganèse du système.

Pour plus de renseignements sur la qualité de l'eau dans les régions rurales des Prairies et sur la technologie de traitement :

- **communiquez avec votre bureau local de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies** (l'ARAP est une direction générale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada);
- lisez les autres fiches de la série **La qualité de l'eau**, ça compte! de l'ARAP;
- obtenez un exemplaire de la publication Rural Prairie Water Quality: Searching for Solutions for On-farm Users auprès de l'ARAP;
- lisez le Prairie Water News, que vous pouvez obtenir de l'ARAP ou par Internet à l'adresse www.quantumlynx.com/water;

AUTEURS : H. Peterson, Safe Drinking Water Foundation et D. Corkal, ARAP

FINANCEMENT : La présente publication a été financée en partie par le truchement de l'Entente Canada-Saskatchewan sur le plan vert en agriculture et du Fonds d'innovation agroalimentaire Canada-Saskatchewan.

APPROBATION : Le présent document ne doit en aucun cas être considéré comme une approbation par l'ARAP ou par Agriculture et Agroalimentaire Canada des produits et services qui y sont mentionnés.

