



Siège social
3600, boul Casavant Ouest
Saint-Hyacinthe, Qc, J2S 8E3
Tel : (450) 773-1105
Fax : (450) 773-8461

Bureau de Québec
1140, rue Taillon
Québec, Qc, G1N 3T9
Tel : (418) 643-8903
Fax : (418) 643-8350

Projet de recherche: Rapport final

À propos de la qualité minérale de l'eau utilisée en érablière

Par: Johanne Dumont

Collaborateurs :
Élaine Colpron
Pierre Audesse
Joël Boutin



Dans l'établissement de bonnes pratiques de production, toutes les étapes de fabrication doivent être examinées. En érablière les sources d'eau sont de types variés comme les puits de surface, le concentré d'osmose inverse ou le condensat de hotte. De plus, la tuyauterie et les réservoirs dont on se sert pour les recueillir sont faits de divers matériaux (plastique, cuivre, acier galvanisé, etc.) qui ne sont pas toujours chimiquement inertes. L'analyse des prélèvements d'eau faits chez quelques producteurs au cours de la saison 1997, nous ont permis de vérifier comment la nature de ces matériaux peut influencer la qualité des différents types d'eau disponibles en érablière.

Le filtrat d'osmose a un pH suffisamment acide pour qualifier ces eaux de corrosives au sens des normes de l'eau potable. Cette acidité rend possible la dissolution de cuivre, de fer ou de zinc dépendant des matériaux avec lesquels le filtrat est en contact. Si le temps de contact est prolongé au-delà de 24 heures, les teneurs sont encore plus importantes et il y a un risque important que ses propriétés organoleptiques soient altérées. Cette eau n'est alors pas utilisable pour la dilution du sirop. De plus, pour éviter les problèmes de colmatage de membrane d'osmose inversée par les oxydes de métaux, on devra préférer les matières inertes comme l'acier inoxydable ou les plastiques alimentaires pour l'entreposage du filtrat et limiter la durée d'entreposage à quelques heures si on désire l'utiliser pour le rinçage des membranes.

Le condensat de hotte est aussi suffisamment acide pour être considéré corrosif. La teneur en matières solides dissoutes des condensats recueillis d'un dôme d'aluminium est si élevée que la sapidité de ces eaux est compromise. De même, les condensats de hotte recueillis sur l'acier inoxydable ont une teneur en fer plutôt élevée qui dépasse parfois le seuil acceptable de l'eau potable. L'utilisation d'un préchauffeur en cuivre amène des teneurs en cuivre dépassant les normes de l'eau potable. À cause de leurs piètres qualités minérale et organoleptique, les condensats de hotte ne peuvent être considérés comme de l'eau potable. L'usage qu'on peut faire de ces eaux est donc limité (lavage de plancher, récurage des casseroles d'évaporateur, etc.) et on devra s'assurer d'avoir à l'érablière une autre source d'eau qui rencontre les normes de l'eau potable.



Table des matières

Problématique	1
Objectifs du projet	1
Revue de littérature	1
Revue de littérature	1
Hypothèses	3
Protocole expérimental	3
Choix des points échantillonnés	3
Échantillonnage	4
Méthodes d'analyses	4
Résultats et discussion	4
Conclusion	7
Bibliographie	7

À propos de la qualité minérale de l'eau utilisée en érablière



Problématique

Dans l'établissement de bonnes pratiques de production, toutes les étapes de fabrication doivent être examinées. On accordera une attention particulière aux points critiques pouvant influencer la qualité du produit fini. L'eau potable pouvant entrer dans la composition du sirop d'érable, il est essentiel de connaître les facteurs influençant sa qualité dans le contexte de la production acéricole. Pour plusieurs étapes de la fabrication du sirop, dont l'opération du système d'osmose inversée, la qualité minérale de l'eau est aussi à surveiller. En effet, en érablière les sources d'eau sont de types variés comme les puits de surface, le concentré d'osmose inverse ou le condensat de hotte. De plus, la tuyauterie et les réservoirs dont on se sert pour les recueillir sont faits de divers matériaux (plastique, cuivre, acier galvanisé, etc.) qui ne sont pas toujours chimiquement inertes. Il importe donc de vérifier si ces facteurs peuvent influencer la qualité des différents types d'eau disponibles en érablière.



Objectifs du projet

Sans prétendre à une étude exhaustive des facteurs influençant la qualité de l'eau utilisée en érablière,

- vérifier si l'usage de divers équipements de cuivre, de fonte, d'aluminium ou d'acier galvanisé influence la qualité minérale du filtrat d'osmose et du condensat de hotte, utilisés comme source d'eau potable et/ou comme eau de rinçage des membranes d'osmose.



Revue de littérature

Revue de littérature

L'eau potable est une nécessité pour l'opération d'une érablière, soit pour laver et rincer l'équipement de récolte et de fabrication, soit pour diluer un sirop dont le taux de solides solubles dépasse les 66°Brix recommandés (Règlement sur les aliments, 1992). Selon les érablières, l'eau utilisée peut provenir de puits de surface, être du filtrat d'osmose ou du condensat d'évaporateur. Les équipements servant à recueillir et à entreposer cette eau sont aussi variables : tuyau de cuivre, tuyau de plastique, bassin galvanisé, d'acier inoxydable ou de fibre de verre.

Le filtrat d'osmose est une eau pratiquement exempte de tout minéral à la sortie de la membrane et est donc nécessairement acide. À cause de ce pH acide, le filtrat peut, par exemple, se contaminer de cuivre par son passage dans une tuyauterie. D'autre part, la vapeur s'échappant de l'évaporateur peut être condensée pour devenir l'approvisionnement en eau de l'acériculteur : c'est ce que nous appelons le condensat de hotte. Ses propriétés se rapprochent de celles de l'eau distillée. Moins acide que le filtrat

d'osmose, elle pourra l'être suffisamment pour se contaminer de cuivre lors de son passage dans une tuyauterie.

Tableau 1. Extraits des normes de qualité de l'eau potable

Propriétés ou éléments	Concentration maximale acceptable Mg/litre	Remarques
PH	6,5 à 8,5	À moins de 6,5, l'eau est considérée corrosive. À plus de 8,5, il y a des risques d'entartrage rapide des équipements.
Matières solides dissoutes totales	500	À plus de 500 mg/litre, la qualité organoleptique de l'eau n'est plus acceptable. Ces concentrations excessives peuvent provoquer de la corrosion et de l'entartrage.
Cd (cadmium)	0,005	Élément toxique
Cu (cuivre)	1,0	La concentration typique est de 0,05 à 0,50 mg/litre. À plus de 1,0 mg/litre, la qualité organoleptique de l'eau n'est plus acceptable.
Fe (fer)	0,3	À plus de 0,3 mg/litre, la qualité organoleptique de l'eau n'est plus acceptable.
Pb (plomb)	0,05	Élément toxique
Zn (zinc)	5,0	À plus de 5,0 mg/litre la qualité organoleptique de l'eau n'est plus acceptable.

Les normes de qualité de l'eau potable sont définies par le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement et par Santé Canada. Le Tableau 1 rapporte quelques-unes de ces recommandations (Recommandations pour la qualité des eaux au Canada, 1987).

En ce qui concerne les sources d'eau disponibles en érablière, le pH est une donnée à vérifier, étant donné la nature acide du filtrat d'osmose et du condensat de hotte. Les eaux acides pouvant être corrosives, leur pH devrait influencer le choix des matériaux avec lesquels elles sont mises en contact. À cet égard, la teneur en matières solides dissoutes totales sera un bon indice de l'effet de dissolution de ces eaux sur les matériaux avec lesquels elles sont en contact.

Certains éléments retiennent notre attention parce qu'ils sont toxiques (le cadmium et le plomb). La teneur acceptable dépend alors de leur toxicité. D'autres éléments retiennent notre attention parce qu'ils sont les constituants d'équipement d'érablière : le cuivre, le fer et le zinc. Ces trois éléments ont la propriété d'influencer la qualité organoleptique de l'eau potable. On devra en tenir compte surtout si on utilise l'eau pour diluer le sirop. Leur présence peut aussi être contre-indiquée dans l'eau de rinçage des membranes d'osmose inversée, les oxydes de ces minéraux pouvant précipiter sur la membrane et ainsi la colmater (Merlo et al, 1993).



Hypothèses

- Le filtrat d'osmose inversée est une eau acide dont la qualité minérale dépend des matériaux avec lesquels elle est mise en contact. Un temps de contact prolongé avec du cuivre, de la fonte ou de l'acier galvanisé rend le filtrat inutilisable pour le rinçage des membranes d'osmose et comme source d'eau potable.
- Le condensat de hotte est une eau acide dont la qualité minérale dépend des matériaux sur lesquels elle est condensée et avec lesquels elle entre en contact après condensation. Ses propriétés physico-chimiques limitent son usage comme eau potable.



Protocole expérimental

Choix des points échantillonnés

Au printemps 1997, divers échantillons d'eau ont été prélevés chez plusieurs producteurs de la région des Appalaches. Cet échantillonnage représente des cas typiques et différents. Le Tableau 2 décrit brièvement les installations où l'eau a été échantillonnée. Chez les producteurs 2, 9 et 10, des échantillons ont été prélevés plusieurs fois au cours de la saison, en début, milieu et fin de saison. Chez les producteurs 21 et 23, un seul prélèvement a été effectué.

Tableau 2. Descriptions des points d'échantillonnage.

Numéro du producteur	Type d'eau utilisée et installation
2	Filtrat d'osmose acheminé par une tuyauterie de cuivre soudé à l'étain-plomb, jusqu'à un bassin d'acier inoxydable. Condensat d'évaporation en contact avec un dôme de hotte en aluminium et recueilli avec une tuyauterie de cuivre soudé à l'étain-plomb. Il y a aussi un préchauffeur de cuivre et un bassin d'acier galvanisé.
9	Filtrat d'osmose frais. Condensat d'évaporation en contact avec un dôme de hotte en aluminium et recueilli avec une tuyauterie de cuivre soudé à l'étain-plomb.
10	Filtrat d'osmose acheminé par une tuyauterie de cuivre soudé à l'étain-plomb, à l'aide d'une pompe en fonte jusqu'à un bassin d'acier inoxydable. Condensat d'évaporation recueilli par une feuille d'acier inoxydable, après avoir été en contact avec la tuyauterie de cuivre du serpentin. Le condensat est ensuite acheminé au réservoir par de la tuyauterie de cuivre.
21	Eau de puits de surface s'accumulant dans un coffre en sapin et acheminée par de la tuyauterie de plastique.
23	Eau de source recueillie dans un réceptacle en béton, acheminée par de la tuyauterie de plastique jusqu'à un réservoir de cèdre.

Échantillonnage

Chaque échantillon est prélevé en duplicata, sauf pour les filtrats dont on a prélevé qu'une seule bouteille. Les prélèvements ont été effectués à l'aide de bouteilles de plastique de 250 ml, préalablement traitées à l'acide nitrique et à l'eau ultra-pure. L'eau est congelée pour son expédition et son entreposage, pour éviter toute détérioration qui pourrait en modifier le pH.

Méthodes d'analyses

Le pH de l'eau est mesuré à la température de la pièce à l'aide d'un pH-mètre Radiometer-Copenhagen, muni d'une électrode combinée.

La teneur en matières solides dissoutes totales a été déterminée selon la méthode officielle pour l'eau (Standard methods for examination of water and waste water, 1992).

Pour l'analyse des minéraux, 50 ml d'eau sont pipetés dans un ballon volumétrique de 100 ml, auquel on ajoute 2 ml d'acide nitrique avant d'ajuster à la jauge avec de l'eau ultra-pure. La verrerie est préalablement traitée à l'acide nitrique et à l'eau ultra-pure avant son usage. Les minéraux sont dosés par ICP avec une limite de quantification de 0,2 mg/litre. Le cadmium, le cuivre, le fer, le plomb et le zinc sont dosés à cette même limite de quantification.



Résultats et discussion

Comme référence, nous avons analysé deux types d'eau, une eau de source et une eau de puits de surface. Les résultats d'analyses de ces eaux sont donnés au Tableau 3. L'eau de source est conforme aux normes de l'eau potable pour les minéraux à l'étude de même que pour le pH et la teneur en matières solides dissoutes totales. L'échantillon de puits de surface a une teneur en cuivre supérieure à la norme de l'eau potable. Les données recueillies (voir «remarques») ne nous permettent pas de confirmer la provenance de ce cuivre. Pour toutes les analyses présentées dans les Tableaux 3, 4 et 5, les résultats de cadmium et de plomb n'y sont pas rapportés, étant inférieurs à la limite de quantification dans tous les cas.

Tableau 3. Analyses de différents types d'eau.

Producteurs	Date	pH	S.d.t. ⁽¹⁾ (mg/L)	Teneur en minéraux (mg/L)			Remarques
				Cu	Fe	Zn	
21	97-04-02	7,1	62,7	0,33	<0,2	<0,2	Eau de source arrivant dans un espace en béton et acheminée dans un réservoir en cèdre par un tuyau de plastique.
23	97-04-02	7,6	89,5	<u>1,19</u>	<0,2	<0,2	Eau de puits de surface s'accumulant dans un coffre en sapin et arrivant à la cabane par un tuyau de plastique.

(1) S. d. t. : matières solides dissoutes totales

Note : Les résultats soulignés dépassent les seuils acceptables de l'eau potable (voir tableau 1).

Le Tableau 4 présente les résultats d'analyses des filtrats d'osmose. Presque tous les filtrats ont un pH inférieur à 6,5 et sont donc considérés comme étant corrosifs. La teneur en matières solides dissoutes totales est variable mais toujours en deçà du seuil acceptable. La teneur en cuivre dépasse aussi le plus souvent la norme pour l'eau potable, sauf pour le filtrat à la sortie de la membrane. Les séjours de plus de 24 heures ont un effet plus important, la teneur en cuivre atteignant alors 10,3 mg/L. La teneur en fer demeure le plus souvent inférieure à la limite de quantification (<0,2mg/L). L'utilisation de pompe de fonte amène une augmentation de la teneur en fer, assez importante pour dépasser la norme de l'eau potable.

Tableau 4. Analyses des filtrats d'osmose inversée.

Producteur	Date	pH	S.d.t. ⁽¹⁾ (mg/L)	Teneur en minéraux (mg/L)			Remarques
				Cu	Fe	Zn	
2	97-03-31	<u>6,2</u>	25,6	<u>3,17</u>	<0,2	<0,2	Filtrat ayant séjourné dans un tuyau de cuivre.
2	97-03-31	6,5	48,1	<u>3,14</u>	<0,2	<0,2	Filtrat passant par un tuyau de cuivre et entreposé dans un bassin d'acier galvanisé. Le filtrat est à 35 °C.
2	97-04-19	<u>5,6</u>	8,6	<u>1,58</u>	<0,2	<0,2	Filtrat ayant séjourné dans un tuyau de cuivre.
2	97-04-19	<u>5,8</u>	12,4	<u>1,94</u>	<0,2	<0,2	Filtrat passant par un tuyau de cuivre et entreposé dans un bassin d'acier galvanisé.
2	97-04-29	<u>5,9</u>	10,1	<u>3,54</u>	<0,2	1,12	Filtrat ayant la même origine que l'échantillon précédent ayant séjourné plus de 24 heures dans un bassin galvanisé.
2	97-04-29	<u>5,9</u>	15,3	<u>10,3</u>	<u>0,73</u>	<0,2	Filtrat ayant séjourné dans un tuyau de cuivre plus de 24 heures. Le fer peut provenir d'une pièce en fonte.
9	97-04-22	6,6	125,4	0,23	<0,2	<0,2	Filtrat frais à la sortie de la membrane.
10	97-03-30	<u>5,9</u>	17,6	<0,2	<0,2	<0,2	Filtrat frais à la sortie de la membrane.
10	97-03-30	6,5	34,3	<u>2,63</u>	0,20	<0,2	Filtrat passant par un tuyau de cuivre, pompé à l'aide d'une pompe en fonte et entreposé dans un bassin d'acier inoxydable.
10	97-04-18	<u>5,9</u>	18,2	0,39	<0,2	<0,2	Filtrat d'osmose dans un tuyau de cuivre.
10	97-04-18	7,9	30,3	0,26	<0,2	<0,2	Filtrat d'osmose entreposé dans un bassin d'acier inoxydable après un parcours dans un tuyau de cuivre sous la hotte.
10	97-04-29	<u>5,8</u>	154,9	0,44	0,20	<0,2	Filtrat passant par un tuyau de cuivre, pompé à l'aide d'une pompe en fonte et entreposé dans un bassin d'acier inoxydable.
10	97-04-29	<u>5,6</u>	55,8	<u>1,29</u>	<0,2	<0,2	Filtrat d'osmose dans un tuyau de cuivre.

(1) S. d. t. : matières solides dissoutes totales

Note : Les résultats soulignés dépassent les seuils acceptables de l'eau potable (voir tableau 1).

Un séjour de plus de 24 heures dans un bassin d'acier galvanisé amène aussi l'augmentation de la teneur en zinc. La norme étant moins stricte pour cet élément, la teneur en zinc alors atteinte ne rend pas cette eau non potable.

Le Tableau 5 présente les résultats d'analyses des condensats de hotte. Le pH de ces eaux est généralement moins acide que le filtrat d'osmose mais plusieurs échantillons sont considérés corrosifs. Chez les producteurs où le dôme de la hotte est en aluminium (producteurs 2 et 9) la teneur en matières solides dissoutes totales est élevée et dépasse le seuil acceptable de l'eau potable (500 mg/L) pour trois des cinq échantillons. Ces eaux ont probablement une sapidité douteuse et ne devraient pas être utilisées comme eau potable. Bien que la toxicité de l'aluminium soit discutable (Buclez, 1997), il aurait été intéressant de mesurer la teneur en aluminium mais ce type d'analyse exige des précautions et des infrastructures particulières (Skelly et Di Stefano, 1988).

Lorsqu'un préchauffeur en cuivre est utilisé, la teneur en cuivre du condensat dépasse la norme de l'eau potable pour quatre des six échantillons. Le condensat recueilli sur une feuille d'acier inoxydable a une teneur en fer détectable qui dépasse même la norme acceptable pour l'un des échantillons.

Tableau 5. Analyses des condensats de hotte.

Producteurs	Date	pH	S.d.t. ⁽¹⁾ (mg/L)	Teneur en minéraux (mg/L)			Remarques
				Cu	Fe	Zn	
2	97-04-03	6,9	<u>508</u>	<u>13,6</u>	<0,2	<0,2	Condensat provenant du dôme de la hotte en aluminium et du préchauffeur en cuivre, recueilli dans un tuyau de cuivre.
2	97-04-19	<u>6,3</u>	403	0,48	<0,2	<0,2	
2	97-04-29	7,2	<u>848</u>	0,95	<0,2	<0,2	
9	97-03-31	6,7	139	0,55	<0,2	<0,2	Condensat provenant du dôme de la hotte en aluminium sans préchauffeur de cuivre, recueilli dans un tuyau de cuivre.
9	97-04-22	7,8	<u>988</u>	0,53	<0,2	<0,2	
10	97-04-03	<u>5,9</u>	82,8	<u>7,16</u>	<0,2	<0,2	Condensat du préchauffeur de cuivre, recueilli sur une feuille d'acier inoxydable et circulant ensuite dans un tuyau de cuivre.
10	97-04-18	<u>6,1</u>	16,6	<u>7,22</u>	<u>0,51</u>	<0,2	
10	97-04-29	<u>6,9</u>	45,1	<u>1,29</u>	0,20	<0,2	

(1) S. d. t. : matières solides dissoutes totales

Note : Les résultats soulignés dépassent les seuils acceptables de l'eau potable (voir tableau 1).



Conclusion

Le filtrat d'osmose a un pH suffisamment acide pour qualifier ces eaux de corrosives au sens des normes de l'eau potable. La nature acide du filtrat le rend vulnérable aux contaminations minérales et on devra donc être vigilant dans le choix des matériaux avec lesquels le filtrat entre en contact. Cette acidité rend donc possible la dissolution de cuivre, de fer ou de zinc dépendant des matériaux avec lesquels le filtrat est en contact. Si le temps de contact est prolongé au-delà de 24 heures, les teneurs sont encore plus importantes et il y a un risque important que ses propriétés organoleptiques soient altérées. Cette eau n'est alors pas utilisable pour la dilution du sirop. De plus, pour éviter les problèmes de colmatage de membrane d'osmose inversée par les oxydes de métaux, on devra :

- préférer les matières inertes comme l'acier inoxydable ou les plastiques alimentaires à l'acier galvanisé pour l'entreposage du filtrat
- limiter la durée de l'entreposage à moins de 24 heures
- réserver le filtrat ayant séjourné dans les tuyaux de cuivre pour des usages moins critiques comme le récurage de casserole.

Le condensat de hotte peut aussi être suffisamment acide pour être considéré corrosif. La teneur en matières solides dissoutes des condensats recueillis d'un dôme d'aluminium est si élevée que la sapidité de ces eaux est compromise. De même, les condensats de hotte recueillis sur l'acier inoxydable peuvent avoir une teneur en fer assez élevée dépassant le seuil acceptable de l'eau potable. L'utilisation d'un préchauffeur en cuivre amène des teneurs en cuivre dépassant les normes de l'eau potable. À cause de leurs piètres qualités minérale et organoleptique, les condensats de hotte ne peuvent être considérés comme de l'eau potable. L'usage qu'on peut faire de ces eaux est donc limité (lavage de plancher, récurage des casseroles d'évaporateur, etc.) et on devra s'assurer d'avoir à l'érablière une autre source d'eau qui rencontre les normes de l'eau potable.



Bibliographie

- Buclez B., 1997. L'aluminium au contact des aliments et la santé. Ann. fals. exp. chim., no.940, pp.207-216.
- Merlo C.A., Rose W.W., Ewing N.L., 1993, IN : Membrane Filtration Handbook / Selection Guide, Section 6, Other considerations in working with membranes systems and food process streams, pp.77-78. National Food Processors Association, bulletin 45-L, 1st edition.
- Recommandations pour la qualité des eaux au Canada. Mars 1987. Pp.1-6 à 1-14. Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement.
- Règlements sur les aliments, 1992. Chapitre 8. Produits de l'érable et leurs succédanés. P. 114. Éditeur officiel du Québec.
- Skelly E.M., DiStefano F.T., 1988. Clean room and microwave digestion techniques : Improvement in detection limits for aluminum determination by GF-AAS. Applied Spectroscopy, vol. 42, no.7, pp. 1302-1306.
- Standard methods for the examination of water and waste water. Method 2540-B. P. 2-54. American public health association, Washington, 18th edition, 1992.