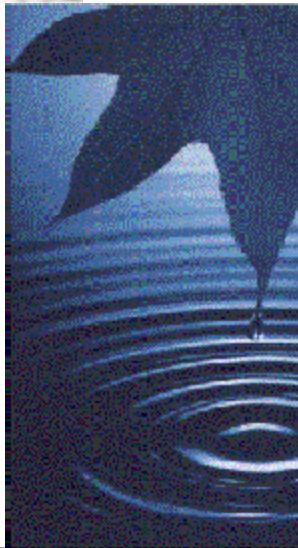




## 9<sup>e</sup> CONFÉRENCE NATIONALE SUR L'EAU POTABLE

Supporté par le Sous-  
comité fédéral-provincial  
de l'eau potable



*Assurer la qualité de l'eau potable -  
Les leçons des Prairies et d'ailleurs*

Les 16, 17 et 18 mai 2000  
l'hôtel-centre de conférences Ramada  
Regina (Saskatchewan)  
Canada

Organismes Promoteurs:

Santé Canada  
Environnement Canada  
Gestion de l'environnement et des  
ressources de la Saskatchewan  
SaskWater  
Ville de Regina  
Association canadienne des eaux  
potables et usées



# TABLE DES MATIÈRES

NUMÉRO DE SÉANCES	PAGE
-------------------	------

## **Séances technique**

Activités actuelles du programme de la qualité de l'eau de Santé Canada	1
Première séance - Normes et politiques (quatre présentations)	2
Deuxième séance - Exposition et dangers (quatre présentations)	8
Troisième séance - Les problèmes des Prairies et leurs solutions (trois présentations)	14
Quatrième séance - Contrôle et analyse (trois présentations)	18
Cinquième séance - Contrôle des micro-organismes et des sous-produits de désinfection (quatre présentations)	23
Sixième séance - Techniques de traitement novatrices (trois présentations)	27

## **Séances d'affichage**

P-01 à P-15	33
-------------	----

### DÉSENGAGEMENT:

Nous reproduisons fidèlement le texte des résumés qui nous ont été présentés par les conférenciers. Ces textes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

## PRÉSENTATIONS ORALES

### ACTIVITÉS ACTUELLES DU PROGRAMME DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE SANTÉ CANADA

par:

V.M. Morisset et K.S. Subramanian

Santé Canada  
Immeuble Jeanne Mance  
Parc Tunney, indice de l'adresse : 1912A  
Ottawa, Ontario, Canada K1A 0K9

La qualité de l'eau potable est une préoccupation continue pour tous les Canadiens. Nous utilisons tous chaque jour cette ressource des plus précieuses et nous nous attendons à ce que notre eau potable ne présente aucun danger, qu'elle soit propre et agréable au goût. Le Programme de la qualité de l'eau potable de Santé Canada examine les sujets qui préoccupent les Canadiens et les gouvernements provinciaux et territoriaux et veille à ce que les recommandations nécessaires soient mises en place.

Les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada* sont préparées en collaboration avec toutes les provinces et tous les territoires par le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable (sous-comité); Santé Canada fournit le secrétariat technique du sous-comité. Les premières recommandations détaillées pour la qualité de l'eau potable au Canada ont été publiées en 1968; la dernière édition (*Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada-6<sup>ème</sup> édition*) comprend des recommandations pour la qualité microbiologique pour plus de 80 paramètres physiques/chimiques et pour 78 paramètres radiologiques.

L'eau potable étant considérée comme une ressource naturelle, la responsabilité de fournir aux Canadiens une eau potable de qualité incombe généralement aux provinces/territoires. Les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada* sont utilisées par les provinces et les territoires comme base pour établir leurs propres objectifs, règlements ou recommandations exécutoires pour la qualité de l'eau potable. En tant que secrétariat du sous-comité, le Programme de la qualité de l'eau de Santé Canada joue un rôle de premier plan en réalisant des études à l'échelle nationale sur la qualité de l'eau potable et en menant des recherches sur les effets sur la santé et sur les techniques de traitement, ainsi qu'en évaluant les contaminants détectés dans l'eau potable. Les résultats de ces évaluations sont publiés dans les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Santé Canada est également responsable de la sécurité des produits qui entrent en contact avec l'eau potable et a présenté au Parlement une loi à ce sujet.

La plupart des exigences provinciales/territoriales exécutoires sur la qualité de l'eau potable sont basées sur des évaluations scientifiques réalisées par le Programme de la qualité de l'eau potable de Santé Canada afin d'être publiées dans les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Les sujets de préoccupation actuels qui seront examinés dans cette présentation comptent l'aluminium, l'arsenic, les sous-produits chlorés de désinfection (SPCD) et les toxines cyanobactériennes (microcystine-LR).

## **PREMIÈRE SÉANCE**

### **QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE DANS LES RÉGIONS RURALES DE LA SASKATCHEWAN - PROBLÈMES NOUVEAUX DANS LE DOMAINE DE L'EAU POTABLE**

par:

Joanne Sketchell et Nolan Shaheen

Sask Water, Water Resource and Infrastructure Management  
Victoria Place, 3<sup>rd</sup> Floor, 111 Fairford Street East, Moose Jaw, SK S6H 7X5

En Saskatchewan, une grande partie des résidents des zones rurales est desservie en eau domestique et potable par des approvisionnements en eau souterraine. En 1997, Sask Water a lancé un programme de consultation auprès des résidents des zones rurales afin de répondre à la préoccupation publique croissante concernant l'innocuité des approvisionnements en eau souterraine pour l'utilisation domestique et la consommation. Dans le cadre de ce programme, Sask Water a contrôlé plus de 500 puits, couvrant une variété d'aquifères, de types de puits et de profondeurs. Les résultats analytiques obtenus à ce jour ont permis d'identifier un certain nombre de paramètres dépassant les objectifs esthétiques/organoleptiques, ainsi qu'un certain nombre de questions d'ordre sanitaire nouvelles qui doivent être réglées si l'eau souterraine est utilisée comme approvisionnement en eau potable.

La majorité des approvisionnements en eau souterraine de la Saskatchewan connaissent des problèmes de niveaux élevés de matières totales dissoutes, de fer et de manganèse. Les données de contrôle ont également montré qu'un grand nombre des sources d'eau analysées présentent des niveaux élevés de sulfate, de sodium et de dureté totale. Dans la plupart des cas, un ou plusieurs objectifs esthétiques/organoleptiques établis pour l'eau potable ont été dépassés. Un certain nombre de paramètres d'ordre sanitaire ont également été identifiés; ils comprennent l'arsenic, le sélénium, les bactéries coliformes et les nitrates.

Bien qu'on dispose de nombreuses données sur la présence de carbone organique dissous dans les approvisionnements en eau surface, les composés organiques ne sont pas régulièrement contrôlés dans les approvisionnements en eau souterraine. Les résultats de ce programme de surveillance ont montré que les composés organiques étaient présents à des niveaux supérieurs à 5 mg/L dans un nombre important de puits, des concentrations atteignant 46 mg/L ayant été observées dans un approvisionnement.

Les résultats de ce programme fournissent la première évaluation approfondie de la qualité de l'eau souterraine dans les zones rurales de la Saskatchewan et ils constituent un élément important de la base des données provinciale sur l'eau souterraine. Cet article présente une vue d'ensemble des informations recueillies à ce jour sur la qualité de l'eau, en mettant en évidence les paramètres sanitaires et esthétiques/organoleptiques observés dans les approvisionnements en eau souterraine de la Saskatchewan. Les résultats font ressortir l'importance d'un contrôle régulier afin de fournir un traitement et une protection adéquats des approvisionnements en eau potable des zones rurales.

**ÉLABORATION D'UN PLAN D'ACTION EN CAS D'URGENCE POUR UN SERVICE  
PUBLIC ADVENANT LA NÉCESSITÉ DE FAIRE BOUILLIR L'EAU**

par:

L. Gammie, EPCOR Water Services; D. Pelletier, EPCOR Water Services;  
N. Fok, Capital Health

Edmonton, Alberta

L'identification de protozoaires tels que la *Giardia* et le *Cryptosporidium* devenant plus fréquente dans les eaux de surface et dans l'eau potable traitée, il est recommandé aux réseaux de distribution d'eau et aux conseils de santé de mettre en place des programmes pour faire face à la présence de ces organismes, d'élaborer des recommandations régissant la mise en place des « avis de faire bouillir l'eau » et de confirmer les conditions entraînant l'annulation de ces avis. La mise en place d'avis de faire bouillir l'eau est généralement la responsabilité légale de l'agent de soins de santé local, mais, en pratique, le processus se déroulera d'autant mieux que toutes les parties concernées connaîtront, à l'avance, les conditions de mise en place de ces avis et les conséquences pour ce qui est de faire face aux préoccupations des consommateurs, de la manière de s'y prendre avec les médias et de l'évaluation des stations de traitement d'eau et des données sur la qualité de l'eau.

AQUALTA, l'installation qui alimente Edmonton et les environs en eau, a entrepris une démarche en collaboration avec Capital Health, le conseil de santé locale, pour formuler de telles recommandations, à la suite de la détection de kystes de protozoaires dans certains échantillons d'eau potable en 1997, bien qu'on n'ait constaté aucune augmentation des cas de maladies d'origine hydrique dans la collectivité.

Le processus a compris l'établissement du Water Quality Advisory Committee en 1998 avec des représentants des conseils de santé locaux, de l'Alberta Environment (l'autorité de réglementation de l'eau), de l'Université de l'Alberta et des municipalités régionales alimentées par le réseau d'approvisionnement en eau potable Aqualta. Des sous-comités de ce groupe ont examiné plus en détail les questions liées à la qualité de l'eau et les communications. Ces groupes se sont réunis régulièrement et continueront de se réunir pour traiter les questions courantes.

Le groupe sur la qualité de l'eau a examiné les risques, la nécessité de plans d'action pour les réseaux d'approvisionnement en eau et pour les conseils de santé lorsque des problèmes de qualité de l'eau surviennent et il a formulé un ensemble de « recommandations sur les avis de faire bouillir l'eau » sur lequel toutes les parties ont été d'accord et qui entrera en vigueur au début de 1999. Les recommandations dressent la liste des raisons possibles pour mettre en place de tels avis, les paramètres de préoccupation avec les niveaux d'action intermédiaires correspondants, les niveaux d'urgence pour les avis de faire bouillir l'eau, ainsi que la justification pour annuler tout avis.

Le groupe des communications a examiné les moyens d'améliorer l'échange d'information entre toutes les parties concernées, de mettre au point un système de réponse rapide pour alerter les agences responsables de tout état d'urgence et de préparer du matériel d'information à envoyer au public si nécessaire. Le groupe a également examiné la préparation

de brochures d'information générale sur les maladies d'origine hydrique, les scénarios de risque de la *Giardia*/du *Cryptosporidium* et la transmission d'information aux groupes à risque élevé (les personnes immunodéprimées). Un certain nombre d'exercices de simulation ont été réalisés afin de confirmer la réalisabilité du plan relatif aux avis de faire bouillir l'eau.

Un avantage réel de tout le processus est que toutes les personnes concernées ont rencontré des personnes d'autres domaines et ont été exposées à divers points de vue. La communication s'en est trouvée fortement améliorée et le plan a été formulé à l'unanimité; il a rallié de façon appréciable toutes les parties. Les consommateurs et les parties concernées peuvent maintenant compter sur une action coordonnée rapide si un risque pour la santé publique se présentait. Le processus est fortement recommandé pour tous les réseaux d'approvisionnement en eau.

## **EXPÉRIENCE EN MATIÈRE D'ÉCHEC DES PRODUITS À SE CONFORMER AUX NORMES NSF**

par :

Stan Hazan, NSF International, Véronique Morrisset, Santé Canada

NSF International a travaillé avec Santé Canada pour compiler des informations statistiques importantes sur les résultats des tests de produits pour les compagnies souhaitant obtenir l'accréditation aux normes 60 et 61 de l'ANSI/NSF pour les additifs utilisés dans l'eau potable et aux normes 42, 44, 53, 58 et 62 de l'ANSI/NSF pour les installations de traitement d'eau potable.

Ces normes portent sur les effets sur la santé et les questions de toxicologie des produits utilisés pour recueillir, traiter, distribuer, stocker et filtrer l'eau potable, de la source municipale au robinet et aux filtres d'eau résidentiels. Les normes et les programmes d'accréditation qui y sont liés ont été utilisés pour protéger les consommateurs de niveaux potentiellement nocifs de contaminants dans l'eau potable.

Aux États-Unis, la loi rend obligatoire l'accréditation aux normes 60 et 61 dans plus de 85 % des États. Plusieurs provinces du Canada exigent également l'accréditation en vertu de directives ou de lois. Les normes sont maintenant largement acceptées dans les codes de plomberie au Canada et aux États-Unis. De plus, on fait référence à la norme 61 dans les normes de l'ANSI/ASME relatives aux produits de plomberie et on va y faire référence dans son équivalent, les normes de plomberie de la CSA.

Santé Canada a chargé NSF International d'examiner ses fichiers et dossiers et de faire des études sur les types de produits n'ayant pas obtenu l'accréditation initiale en raison du lessivage de contaminants (non de la performance des dispositifs), les contaminants à l'origine du problème et les niveaux auxquels on aurait rencontré ces contaminants dans l'eau potable si on avait laissé ces produits entrer sur le marché.

La présentation fournira des informations détaillées sur les défaillances initiales des produits liées aux substances de lixiviation et expliquera brièvement comment les normes et les programmes d'accréditation qui les accompagnent ont protégé la qualité de l'eau potable aux États-Unis et au Canada.

## LA DIRECTIVE EUROPÉENNE EN MATIÈRE D'EAU POTABLE - LA PERSPECTIVE DE L'ÉCOSSE

par:

Colin McLaren

The Scottish Executive  
Water Services Unit  
Edimbourg, Écosse

L'Union européenne a publié une nouvelle Directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine en décembre 1998. Les États membres disposent d'un délai de deux ans pour transposer cette directive en loi nationale et de cinq ans pour se conformer à l'ensemble des normes.

Les normes de la nouvelle directive qui posent le plus de difficultés pour les agences responsables de la gestion de l'eau en Écosse sont celles qui concernent les trihalométhanes et le plomb. La norme nationale actuelle pour les trihalométhanes est de 100 µg/l sur la base d'une moyenne mobile de 3 mois. En 1998, près de 50 % des approvisionnements en Écosse n'étaient pas conformes à la norme actuelle. La nouvelle directive établit une norme provisoire maximale de 150 µg/l à atteindre d'ici 2003 et une norme plus stricte de 100 µg/l à atteindre d'ici 2008. Il ne serait pas politiquement correct d'établir pour les THM une norme plus basse que celle qui existe déjà. Les nouveaux règlements établiront donc vraisemblablement, dès le début, une norme maximale de 100 µg/l. Comme on peut le constater à partir du taux de non-conformité en 1998, un travail énorme reste à faire pour atteindre la norme de 100 µg/l dans toute l'Écosse. Jusqu'à ce jour, le point de vue était que le contrôle de la formation des THM ne devait pas compromettre la désinfection. Le taux de non-conformité élevé pour les THM, quoique préoccupant, n'était donc pas le centre d'intérêt principal des agences responsables de la gestion de l'eau en Écosse. Toutefois, la position change et les nouveaux règlements renforcent la nécessité de réduire la formation de THM.

Bien que 50 % des approvisionnements de l'Écosse n'aient pas été conformes à la norme relative aux THM en 1998, il faut préciser que la grande majorité des approvisionnements non conformes étaient de petits approvisionnements en milieu rural desservant seulement quelques centaines de personnes. Les grandes agglomérations ont généralement une eau conforme à la norme. Les approvisionnements des milieux ruraux reçoivent souvent un traitement très rudimentaire et les eaux provenant des hautes-terres, très colorées, dont sont tirés les approvisionnements, réagissent avec le chlore pour former des THM. Une des solutions les plus avantageuses pour les petits approvisionnements en milieu rural est l'utilisation d'une station de traitement à membrane. Un certain nombre de stations de ce genre ont été installées en Écosse avec un grand succès. Toutefois, elles constituent une solution onéreuse qui ne profite qu'à un nombre relativement petit de personnes.

Les agences responsables de la gestion de l'eau en Écosse doivent se conformer aux nouvelles normes de la Directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine avant les dates spécifiées. Si elles ne le font pas, l'Écosse pourrait se voir imposer des amendes importantes par la Cour européenne de justice. Afin de s'assurer que les

agences responsables de la gestion de l'eau cherchent à se conformer à la directive, les ministres du gouvernement écossais leur demandent de s'engager à appliquer les mesures d'amélioration nécessaires. Si une agence ne respecte pas ses engagements, elle fera l'objet d'une poursuite.

L'autre paramètre dans la nouvelle directive qui constitue une préoccupation pour l'Écosse est le plomb. La norme actuelle pour le plomb en Écosse est de 50µg/l dans un échantillon prélevé le jour au hasard. La directive impose une norme provisoire de 25µg/l à respecter avant 2003 et une norme finale de 10 µg/l à atteindre avant 2013. Il n'y a pas de conduites principales en plomb en Écosse, mais un grand nombre de conduites secondaires (les conduites qui relient les propriétés aux conduites principales) restent la propriété des agences responsables de la gestion de l'eau. De plus, un grand nombre des vieilles propriétés ont encore des conduites intérieures en plomb. Bien qu'il soit possible d'atteindre la norme provisoire de 25 µg/l par correction du pH et par ajout d'orthophosphates pour réduire le pouvoir dissolvant de l'eau avec le plomb, on estime qu'il est impossible d'atteindre la norme de 10 µg/l sans remplacer les conduites en plomb. Les coûts liés à un tel exercice sont énormes et bien que la directive donne un délai de 15 ans pour se conformer à la norme de 10 µg/l, l'importance du problème est telle que les agences responsables de la gestion de l'eau en Écosse planifient dès maintenant leurs programmes de remplacement des conduites en plomb.

Un paramètre qui n'est pas traité dans la Directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, mais qui constitue une préoccupation pour les agences responsables de la gestion de l'eau en Écosse est le cryptosporidium dans les approvisionnements en eau. Des règlements ont été adoptés en Angleterre et au pays de Galles en juillet 1999, établissant une norme de 1 oocyste par 10 litres pour le cryptosporidium. Le point de vue de l'Écosse a été que, bien que cela soit acceptable comme norme de traitement, cela protégeait peu la santé publique. On a pris la décision que la mesure la plus efficace pour protéger la santé publique serait d'exiger que les agences écossaises appliquent les recommandations du troisième rapport du groupe d'experts sur le cryptosporidium dans les approvisionnements en eau. Le rapport du groupe présidé par le professeur Bouchier a été publié en novembre 1998. L'une des principales recommandations du groupe était de procéder à l'évaluation des risques dans les approvisionnements en eau.

Les trois agences responsables de la gestion de l'eau et l'exécutif en Écosse ont convenu d'une méthode commune d'évaluation des risques. Une note a été attribuée à chacun des approvisionnements en eau après évaluation du risque de présence de cryptosporidium dans l'approvisionnement. Selon la note attribuée à un approvisionnement, les agences responsables de la gestion de l'eau doivent prendre des mesures en la matière avant les dates convenues. Dans les sites identifiés comme présentant un risque très élevé, un contrôle continu du cryptosporidium dans l'approvisionnement devra être réalisé jusqu'à ce que les mesures nécessaires pour remédier à la situation soient mises en application.

Ce ne sont que quelques défis auxquels va être confrontée l'industrie de l'eau en Écosse au cours des prochaines années. Ma tâche, en tant qu'agent de réglementation, consiste à veiller à ce que l'industrie relève ces défis.

## DEUXIÈME SÉANCE

### DANGERS DE GIARDIASE D'ORIGINE HYDRIQUE À PARTIR DES RÉSULTATS DE CONTRÔLE

par:

Peter M. Wallis<sup>1</sup>, D. Mattson<sup>2</sup>, David W. Eryou<sup>3</sup>, Michael Jones<sup>4</sup> et John Jamieson<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Hyperion Research Ltd., 1008 Allowance Ave. SE, Medicine Hat AB T1A 3G8

<sup>2</sup>City of Thunder Bay, 500 E. Donald St., Thunder Bay, ON P7E 5V3

<sup>2</sup>Eryou Barristers, 131 N. Court St., Thunder Bay, ON P7A 4V1

<sup>3</sup>Azimuth Environmental Consulting Inc., 122 Saunders Rd., Barrie ON L4M 6E7

<sup>4</sup>Dept. of Psychology, Lakehead University, 955 Oliver Rd., Thunder Bay, ON P7B 5E1

<sup>5</sup>Personne-ressource.

L'analyse des échantillons d'eau pour les kystes de *Giardia* et les oocystes de *Cryptosporidium* est encore un processus en évolution de sorte que les autorités en matière de santé publique hésitent à utiliser les données, car ses points forts et ses points faibles ne sont pas bien compris. La détection des kystes protozoaires consiste en un blocage des parasites sur des filtres et en l'énumération directe par microscopie. L'efficacité de la récupération des kystes dépend de la méthode et de la nature des autres matières particulaires présentes dans l'échantillon. Les estimations de concentration tendent donc à être faibles et variables. Les forces et les faiblesses des méthodes conventionnelles et des nouvelles méthodes 1622 et 1623 de l'EPA sont examinées. Les données de surveillance obtenues dans des conditions de poussées ou non sont utilisées pour calculer le risque à l'aide d'un modèle exponentiel et l'utilité de ces prédictions dans l'émission ou l'annulation d'avis de faire bouillir l'eau est examinée. La viabilité et l'infectiosité des parasites d'origine hydrique pour les humains sont difficiles à évaluer, mais on peut les compenser jusqu'à un certain point dans le modèle de risque. Les estimations de l'efficacité du traitement de l'eau doivent également être incorporées. Malgré ces difficultés, les prévisions du modèle de risque correspondent assez bien aux maladies d'origine hydrique dans la collectivité.

## EXPOSITION DES PERSONNES AUX SOUS-PRODUITS DE DÉSINFECTION HALOGÉNÉS

par:

Steve E. Hrudey<sup>1</sup>, Samantha Rizak<sup>2</sup>, Kenneth Froese<sup>1</sup> et al.

<sup>1</sup>University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

<sup>2</sup>Monash Medical School, Melbourne, Australie

Les études épidémiologiques qui essaient de déterminer les liens qui existent entre l'exposition aux sous-produits de désinfection et les effets nocifs pour la santé, allant du cancer de la vessie à des effets néfastes sur la reproduction, reposent sur la connaissance de l'état de la maladie d'une personne et sur l'exposition de cette personne aux agents dont on suppose qu'ils sont responsables. Lorsque l'exposition individuelle aux contaminants n'est pas directement mesurée, la capacité de l'épidémiologie de soutenir l'inférence causale est extrêmement limitée. Les preuves recueillies à ce jour lors d'études sur les sous-produits de la désinfection réalisées sur les humains n'ont pas permis de procéder à une évaluation sérieuse de l'exposition individuelle aux sous-produits de la désinfection.

Des études récentes sur le cancer (King et Marrett 1996) et les effets nocifs sur la reproduction (Waller et al. 1998, Gallagher et al. 1998) ont évalué l'exposition aux sous-produits de la désinfection en termes d'exposition estimée aux trihalométhanes à la station de traitement ou dans le réseau de distribution. Bien que ces études méritent d'être considérées comme constituant une amélioration importante par rapport aux études antérieures qui comparaient l'exposition de personnes desservies uniquement par des approvisionnements en eau de surface chlorée à celle de personnes desservies par des approvisionnements en eau souterraine non chlorée, elles restent loin de fournir une évaluation individualisée de l'exposition. De plus, à l'exception, peut-être, du bromodichlorométhane, les preuves toxicologiques sur les trihalométhanes ne semblent pas indiquer qu'il est probable que ces composés soient des agents responsables des effets nocifs étudiés. Par conséquent, la plus grande utilité des trihalométhanes dans les études épidémiologiques peut être leur utilisation comme substituts d'autres sous-produits de la désinfection.

Afin de pouvoir servir adéquatement de substituts pour d'autres sous-produits de la désinfection, les trihalométhanes doivent être corrélés à ces autres composés après formation et ils doivent suivre des schémas similaires de changement dans le réseau de distribution. Bien qu'il existe des preuves pour appuyer la corrélation entre les trihalométhanes et certains sous-produits de la désinfection halogénés, leur évolution similaire dans le réseau de distribution est beaucoup moins sûre (Chen and Weisel 1998).

Cette étude consiste en l'analyse de données sur les sous-produits de la désinfection obtenues dans quatre réseaux de distribution municipaux canadiens et dans des réseaux desservant la ville d'Adelaide en Australie, afin de déterminer la corrélation des acides haloacétiques et d'autres sous-produits de désinfection chlorés avec les trihalométhanes en fonction du temps de séjour, de la température, du pH, du résidu de chlore et du carbone organique dissous. Les implications des relations déterminées seront examinées en termes de viabilité des THM comme substitut pour mesurer l'exposition à d'autres sous-produits de désinfection chlorés. Ces résultats auront une application dans les études épidémiologiques futures et dans la réinterprétation des études achevées.



# VALIDATION DES MÉTHODES SÉROLOGIQUES DE DÉTECTION DU *CRYPTOSPORIDIUM* CHEZ LES HUMAINS

par:

Judith L. Isaac-Renton, William R. Bowie, Corinne Ong, Anna Li, Mohamad Khan,  
Mark McLean, Patrick J. Lammie et Jeff Priest

Department of Pathology and Laboratory Medicine, University of British Columbia, Vancouver,  
Colombie-Britannique, Vancouver Health Department, Vancouver Richmond Health Board, Vancouver,  
Colombie-Britannique, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Géorgie

## Historique

La cryptosporidiose est une préoccupation importante pour les approvisionnements en eau et pour les autorités de la santé publique dans le monde entier. Bien qu'il puisse se transmettre par plusieurs voies, le *Cryptosporidium* a récemment été déterminé comme étant une cause importante de maladies d'origine hydrique. Un certain nombre d'épidémies importantes de cryptosporidiose d'origine hydrique ont été signalées, par exemple à Swindon et Oxford en Angleterre, avec un nombre de personnes infectées estimé à 5000 et à Milwaukee au Wisconsin, avec plus de 400 000 personnes infectées. Certaines poussées importantes sont survenues dans des collectivités où le traitement de l'eau potable était conforme aux normes. Ces poussées ont attiré l'attention sur le fait que l'épidémiologie de cette infection est mal comprise.

On reconnaît largement que les analyses de laboratoire pour identifier ce parasite dans les fèces ne sont pas sensibles; les infections qui surviennent sont beaucoup plus nombreuses que celles qui sont détectées et signalées. Il semble que la détection de réponses anticorps spécifiques dans les échantillons de sang fournisse une estimation de la prévalence des infections par le *Cryptosporidium* chez les humains. Ce projet est destiné à valider un essai qui pourrait être utilisé pour déterminer l'exposition préalable d'une personne au *Cryptosporidium* et estimer la prévalence de l'infection dans la communauté.

De nouvelles informations sur ce projet comprendront l'estimation de l'utilité des anticorps du *Cryptosporidium* en tant que marqueurs d'une infection récente, une estimation de la sensibilité et, si possible, de la spécificité du CDC ELISA et du miniblôt et une évaluation, à l'échelle de la population, de la séroprévalence des anticorps du *Cryptosporidium* dans les cas de poussée et autres.

## Objectifs

Les objectifs spécifiques de ce projet sont :

- 1) La détermination de la sensibilité du nouveau CDC ELISA et de l'essai immunoblôt (miniblôt)
- 2) La détermination de la spécificité des essais ELISA et immunoblôt.
- 3) L'analyse des changements de réactivité des anticorps avec le temps chez les personnes chez lesquelles on a confirmé en laboratoire une cryptosporidiose.
- 4) L'évaluation de l'utilité de la salive dans la détection des anticorps du *Cryptosporidium*.
- 5) La comparaison des résultats des essais ELISA et immunoblôt.

6) L'évaluation de l'essai ELISA à l'échelle de la population.

Résultats préliminaires (les essais doivent être terminés en décembre 1999 et l'analyse finale sera disponible après cette date). La comparaison inter-laboratoire de l'essai ELISA IgG des anticorps du *Cryptosporidium* aux antigènes 27 kDa et 17 kDa a montré une excellente corrélation. Les valeurs médianes des cas de cryptosporidiose obtenues à l'aide de l'essai ELISA IgG ont été calculées pour chaque période de prélèvement (temps de recouvrement) pour les sérums de la cinétique. Les valeurs de pointe ont été observées dans l'intervalle de 1-10 semaines après le déclenchement de la maladie. En général, une chute de ce qui semble être un « niveau de base » a été constatée avant la période de 51-60 semaines. L'analyse des cas de toxoplasmose et de giardiase à l'aide de l'essai ELISA IgG sur le *Cryptosporidium* a montré une faible corrélation entre les essais. Les échantillons de salive analysés par l'essai ELISA IgG pour les deux anticorps du *Cryptosporidium* ont montré un faible taux de positivité. Des changements avec le temps ont été constatés dans les quelques échantillons de salive positifs durant la période de recouvrement. Le temps de demi-vie des réponses des anticorps sériques aux anticorps du *Cryptosporidium* calculé pour un cas était d'environ 52 semaines pour l'antigène 27 kDa et d'environ 22 semaines pour l'antigène 17 kDa. Une analyse supplémentaire de ces résultats sera réalisée.

Ce projet est financé par l'American Water Works Association Research Foundation.

## L'ACIDE TRICHLOROACÉTIQUE COMME BIOMARQUEUR DE L'EXPOSITION DES ÊTRES HUMAINS AUX SOUS-PRODUITS DE DÉSINFECTION VOLATILS

par:

Barbara Ells<sup>1</sup>, Kenneth Froese<sup>1</sup>, Samantha Rizak<sup>2</sup>, Martha Sinclair<sup>2</sup> et Steve E. Hrudey<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

<sup>2</sup>Monash Medical School, Melbourne, Australie

La chloration produit une large gamme de sous-produits de désinfection, volatils et non volatils. Les trihalométhanes sont les sous-produits de désinfection volatils les plus rencontrés dans l'eau potable et les acides haloacétiques sont les sous-produits de désinfection non volatils les plus identifiés jusqu'ici. Lorsqu'ils sont ingérés, les sous-produits de désinfection sont absorbés dans les intestins et transportés directement vers le foie. L'étude a montré que les trihalométhanes ingérés étaient rapidement métabolisés dans le foie et que, par cette voie d'exposition, on ne les rencontre donc pas dans la circulation sanguine. La détection des trihalométhanes dans la circulation générale a été attribuée à l'absorption par inhalation ou par voie cutanée, des voies d'exposition qui évitent la premier passage par le foie et le métabolisme rapide correspondant.

L'absorption des acides haloacétiques à la suite d'une exposition par inhalation ou par voie cutanée est négligeable, ce qui fait de l'ingestion la seule voie d'exposition importante pour ces sous-produits de désinfection dans l'eau potable. Il semblerait que l'acide trichloroacétique ait un temps de demi-vie moyen dans le corps d'environ 3 jours, ce qui en fait un candidat potentiel comme marqueur biologique de l'exposition humaine aux sous-produits de désinfection non volatils. Les marqueurs biologiques de l'exposition permettent d'effectuer une mesure objective de l'exposition individuelle aux sous-produits de désinfection, ce qui n'est pas le cas dans les autres études épidémiologiques sur les sous-produits de désinfection actuellement disponibles.

Cette étude consiste en l'évaluation à l'échelle pilote de bénévoles parmi nos collaborateurs de recherche, qui consomment de façon tout à fait normale de l'eau du robinet contenant des niveaux facilement détectables d'acides haloacétiques. Les niveaux urinaires d'acide trichloroacétique et d'autres acides haloacétiques détectables seront comparés aux niveaux de ces mêmes acides dans des échantillons d'eau potable consommés, grâce à un journal quotidien précisant la manière dont les bénévoles ont utilisé leur eau potable (consommation de l'eau du robinet froide, de boissons chaudes, etc.). Une fois que des schémas stables d'excrétion auront été établis, on utilisera l'eau embouteillée, qui ne contient pas d'acides haloacétiques pour vérifier si l'acide trichloroacétique détecté dans l'urine rend compte des niveaux d'exposition dans l'eau potable. Les résultats de l'essai pilote mentionné seront utilisés pour concevoir un essai sur le terrain à plus grande échelle qui fournira des informations importantes sur la variabilité de l'absorption et de l'excrétion humaines des marqueurs biologiques potentiels de l'exposition humaine aux sous-produits de désinfection non volatils. Ces observations permettront par la suite d'évaluer de façon adéquate l'exposition individuelle afin que l'on puisse, lors des études épidémiologiques futures, commencer à vérifier les hypothèses causales relatives aux sous-produits de désinfection qui provoquent des effets nocifs sur la reproduction.

## TROISIÈME SÉANCE

### RECONNAÎTRE ET CORRIGER LES PROBLÈMES DE GOÛT DE L'EAU POTABLE

par:

Trevor Satchwill<sup>1,3</sup>, Susan B. Watson<sup>2</sup>, Elisabeth Dixon<sup>3</sup> et Edward McCauley<sup>2</sup>

<sup>1</sup> City of Calgary Engineering and Environmental Services Dept., Waterworks Division, Glenmore Waterworks Laboratory (#35), P.O. Box 2100  
Calgary, AB T2P 2M5

<sup>2</sup> Dept. of Biosciences, University of Calgary, 2500 University Drive N. W.  
Calgary, AB T2N 1N4

<sup>3</sup> Dept. of Chemistry, University of Calgary, 2500 University Drive N. W.  
Calgary, AB T2N 1N4

Les approvisionnements en eau potable sont souvent touchés par des épisodes saisonniers de goûts et odeurs (G/O) provoqués par les composés organiques volatiles (COV) provenant de proliférations d'algues. Le traitement et le contrôle des COV durant ces périodes sont importants pour les responsables des stations de traitement, car la confiance du consommateur en l'innocuité des approvisionnements en eau potable est influencée par les perceptions esthétiques/organoleptiques, telles que le goût et l'odeur. Dans le Glenmore Reservoir (Calgary, Alberta), qui est pauvre en nutriments, les chrysophytes *Uroglena americana* et *Dinobryon spp.* sont connus pour produire, durant les périodes de prolifération, des composés qui ont une odeur de poisson. Ces composés, particulièrement les diénals insaturés (2,4-heptadiénal, 2,4-decadiénal et 2,4,7-décatriénal), résultent de la décomposition enzymatique des acides gras polyinsaturés intracellulaires. Là où la prévention des épisodes de prolifération est impossible, des stratégies améliorées de traitement de l'eau visent l'élimination physique des algues ou l'absorption et l'oxydation des composés responsables de G/O résultants. La flottation à l'air dissous (FAD) a été utilisée de façon efficace pour éliminer la matière particulaire et elle est capable d'éliminer les algues entières durant le processus de traitement. La production de composés responsables de G/O provoquée par la lyse des cellules peut être réduite au minimum par l'élimination des cellules. Les résultats préliminaires de cette étude seront présentés. La FAD a été comparée à la sédimentation par gravité conventionnelle (SGC) en utilisant un dispositif de floculation en laboratoire avec coagulation à l'aide de sulfate d'aluminium. La chloration a été utilisée comme moyen d'oxydation afin d'examiner les changements de niveaux des composés responsables de G/O et des sous-produits de la désinfection (SPD). Des eaux d'essai naturelles et synthétiques contenant des espèces de chrysophyte ont été utilisées. L'efficacité du traitement a été évaluée en termes d'élimination des particules en mesurant la turbidité, la numération des particules et l'énumération taxonomique des algues. L'analyse des saveurs par la méthode des profils a été utilisée pour contrôler les changements d'importance et de caractère de l'odeur. Les changements de niveau des constituants solubles ont été déterminés en tant que paramètres composites en utilisant du carbone organique total (COT) et en tant que composés organiques spécifiques. Les composés responsables de G/O ont été quantifiés par microextraction liquide-solide/chromatographie en phase gazeuse–spectrométrie de masse, tandis que la production de SPD tels que les trihalométhanes (THM) et les acides haloacétiques (AHA) a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse.

**LES TOXINES DES CYANOBACTÉRIES : ÉLABORATION ET ÉVALUATION DE  
MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE MICROCYSTINES DANS LES  
RÉSERVES D'EAU DU CANADA**

par:

Michèle Giddings<sup>1</sup>, Abdel-ilah Sadiki<sup>1</sup>, Joanne Sketchell<sup>2</sup> et Tim Macaulay<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Environmental Health Directorate, Health Canada, Ottawa

<sup>2</sup> Sask Water, Moose Jaw, Saskatchewan

<sup>3</sup> Saskatchewan Health, Regina, Saskatchewan

Les microcystines, des toxines puissantes qui touchent le foie, sont naturellement produites par de nombreuses espèces d'algues bleu-vert (cyanobactéries). Ces algues se développent dans des masses d'eau peu profondes, chaudes, se déplaçant lentement ou calmes, qui sont communes dans tout le Canada. De nombreux approvisionnements en eau de fermes situées en milieu rural qui sont utilisés à des fins domestiques et pour la consommation animale sont sujets à des proliférations répétées d'algues bleu-vert, en particulier durant les mois chauds de l'été. Bien que la plupart des espèces d'algues bleu-vert soient capables de produire des toxines, ce n'est pas le cas de toutes. Lorsqu'il y a présence d'algues bleu-vert, la concentration de toxines varie considérablement dans la masse d'eau et avec le temps. Les microcystines sont extrêmement stables et peuvent persister pendant de longues périodes une fois qu'elles ont été libérées dans l'approvisionnement en eau.

Au cours de l'été 1993, la microcystine-LR, une toxine cyanobactérienne, a été identifiée dans le réseau de distribution d'eau potable de la ville de Winnipeg. La découverte a incité le Department of Environment du Manitoba à demander à Santé Canada d'émettre un « avis sanitaire d'urgence » pour cette toxine. À la suite de l'émission de cet avis, le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable a commencé la formulation d'une recommandation pour ces toxines dans l'eau potable. Une recommandation de 1,5 µg/L a été proposée en 1998 pour la microcystine-LR dans l'eau potable. Néanmoins, un certain nombre de lacunes dans la base des données ont été identifiées durant le processus de formulation de la recommandation. La lacune la plus importante était l'absence de données d'exposition pour les populations à risque, en raison de l'absence de méthodes analytiques et d'essais sur le terrain faciles à utiliser et abordables pour l'identification des toxines. Très peu de laboratoires au Canada sont capables de quantifier les toxines bleu-vert dans l'eau et le coût de l'analyse par échantillon est élevé.

À la demande de Saskatchewan Health et avec la participation d'un certain nombre de provinces et d'agences non gouvernementales, Santé Canada a commencé à mettre au point une méthode de laboratoire (HPLC-UV) qui pourrait être utilisée par les laboratoires et les agences provinciaux pour le contrôle régulier de ces toxines dans tous les approvisionnements d'eau. En plus de l'absence de méthodes de contrôle régulier de laboratoire pour quantifier les niveaux de toxines, nous avons besoin d'un essai sur le terrain facile à utiliser afin de déterminer rapidement la présence ou l'absence de ces toxines dans les proliférations. Ces méthodes ont été mises au point en collaboration avec le Protein phosphatase bioassay laboratory de l'Université d'Alberta, et des études sur les sources d'eau ont été réalisées dans diverses provinces au cours des étés 1998 et 1999.

La présentation sera centrée sur les résultats des études, la mise au point, l'évaluation et l'essai de la méthode d'analyse et de la trousse prototype d'essai sur le terrain. L'applicabilité de la méthode d'analyse et de la trousse d'essai sur le terrain pour le contrôle régulier sera discutée. Le succès et l'application de ces deux méthodes offriront une approche plus rigoureuse et plus rentable pour la gestion du risque lié aux toxines d'algues bleu-vert pour les humains et pour le bétail.

## LA MATIÈRE ORGANIQUE DISSOUTE DANS LES APPROVISIONNEMENTS EN EAU DES ZONES RURALES

par:

H.G. Peterson, R.D. Robarts, T. Preston, A.V. Zhulidov et M. Kumagai

Safe Drinking Water Foundation, PNUE-OMS GEMS/Eau, Scottish Universities Research and Reactor Centre,  
Centre for Preparation and Implementation of International Projects on Technical Assistance (Russie), Lake Biwa  
Research Institute (Japon)

La teneur en matière organique dissoute (MOD) dans les approvisionnements en eau des zones rurales peut être plusieurs fois supérieure à celle des approvisionnements en eau potable des villes. Ces différences peuvent parfois être extrêmes comme ça a été le cas pour la collectivité rurale de Weldon qui présentait une teneur en MOD supérieure à 40 mg/L. En revanche, l'approvisionnement en eau de la ville de Calgary présente une teneur en MOD d'environ 1 mg/L. Les approvisionnements en eau de surface des zones rurales de la Saskatchewan dépassent généralement 10 mg COD/L. Ceci est préoccupant, car si cette eau est convenablement désinfectée à l'aide de chlore, les niveaux de sous-produits de désinfection dépasseront de loin les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. En plus de présenter des problèmes liés à la formation de sous-produits de désinfection, il devient également plus difficile de produire une eau dans laquelle les microbes ont été inactivés, car le chlore réagit avec la MOD au lieu d'agir sur les microbes. Une quantité importante de MOD peut être utilisée par les microbes, ce qui rend l'eau biologiquement instable. Cela engendre une revivification bactérienne dans les réseaux de distribution et une perte potentielle de chlore résiduel. Réduire ces niveaux élevés de matière organique dissoute constitue un défi. La filtration conventionnelle à l'aide de produits chimiques n'élimine qu'une petite fraction du COD. Des doses élevées de coagulant (coagulation accrue), lorsqu'elles sont optimisées, peuvent engendrer des taux d'élimination de COD relativement élevés (jusqu'à 50 %), mais atteindre un niveau cible de 5 mg COD/L exigera un traitement supplémentaire. On a montré que l'adsorption sur charbon actif en grains (CAG) conventionnelle n'est pas durable pour la plupart de ces approvisionnements en eau qui présentent des niveaux élevés de COD, la saturation du CAG par le COD se produisant en l'espace d'un ou deux mois. L'utilisation de la filtration biologique sur charbon actif constitue une voie plus prometteuse pour régler ce problème. Les membranes sont également prometteuses si le potentiel de colmatage élevé des sources d'eau des Prairies peut être réduit. Pour trouver des techniques de traitement optimales, il est nécessaire de caractériser la matière organique dissoute en termes de distribution selon la taille moléculaire et de propriétés chimiques. La Safe Drinking Water Foundation en a fait un domaine de recherche prioritaire.

## QUATRIÈME SÉANCE

### **EXAMEN DES CONDITIONS DE DÉCLENCHEMENT DE LA NITRIFICATION DANS UN SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'EAU TRAITÉE AUX CHLORAMINES SERVANT DE BANC D'ESSAI**

par:

Katarina D.M. Pintar<sup>1, 2</sup>, Robin M. Slawson<sup>1</sup>, Peter M. Huck<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NSERC Industrial Research Chair in Water Treatment  
Department of Civil Engineering, University of Waterloo

<sup>2</sup>Department of Biology, University of Waterloo

Avec la récente promulgation de la nouvelle composante sur les désinfectants/sous-produits de désinfection du Surface water treatment rule (SWTR) des États-Unis et avec la baisse des niveaux maximaux de contaminants (MCL) pour les THM au Canada, certaines installations passent actuellement du chlore libre aux chloramines pour contrôler les sous-produits de la désinfection (SPD). Dans ces installations de traitement d'eau utilisant les chloramines, on a constaté que l'ammoniac favorisait la croissance des bactéries nitrifiantes autotrophes, principalement les bactéries oxydantes de l'ammoniac, dans les réseaux de distribution d'eau. Des épisodes de nitrification peuvent engendrer une diminution du résidu de désinfectant, une augmentation des bactéries hétérotrophes et, dans certains cas, des épisodes de revivification de « germes opportunistes » tels que les coliformes. Les études semblent indiquer que les épisodes de nitrification sont déclenchés par certains facteurs, qui comprennent la température de l'eau, le temps de rétention et les niveaux de résidu de chlore.

Un examen des conditions de déclenchement de ces épisodes a commencé en juin 1998, avec une étude destinée à vérifier si la nitrification se produisait dans un système de distribution non chloraminé, à petite échelle. Des réacteurs annulaires de laboratoire (réacteur à débit continu) fonctionnant avec de l'eau du robinet modifiée ont été utilisés comme systèmes de distribution pour cette étude. On a tout d'abord passé l'eau du robinet dans une colonne de charbon actif en grains (CAG) pour éliminer tout résidu de chlore, puis dans une colonne de traitement biologique sur charbon actif, afin d'éliminer de l'eau du robinet toute matière organique facilement biodégradable. Les niveaux de matière organique biodégradable (MOB) et de résidus de chloramine dans les réacteurs ont été rigoureusement contrôlés et manipulés selon les conditions expérimentales choisies à l'avance. Tel que prévu, les essais préliminaires avec la MOB dans l'eau du robinet modifiée n'ont pas fourni de preuves concluantes d'une nitrification dans les réacteurs non chloraminés en laboratoire.

Après l'étude préliminaire, une expérience a été lancée en janvier 1999 afin de déterminer si les bactéries oxydantes de l'ammoniac (BOA) étaient indigènes dans l'eau du robinet. On a passé une solution à 1 mg/L de sulfate d'ammonium dans une colonne de traitement biologique sur charbon actif à un débit de 1 mL/min afin de sélectionner les bactéries oxydantes de l'ammoniac dans la colonne. On a constaté que, sur une période de trois mois, le niveau de nitrite augmentait dans l'effluent de la colonne et que les niveaux de bactéries oxydantes de l'ammoniac augmentaient également. Les niveaux de

bactéries hétérotrophes diminuaient à mesure que les niveaux de BOA augmentaient, ce qui semble indiquer une interaction compétitive dans la colonne.

Les expériences actuelles examinent les effets de la température, du temps de rétention et du résidu de chlore sur l'incidence de la nitrification, selon un plan factoriel à deux niveaux, en utilisant quatre systèmes avec réacteurs annulaires. L'étude sera réalisée sur une période prolongée afin de permettre la formation de colonies de BOA. L'alimentation en ammonium est maintenue dans la colonne de traitement biologique sur charbon actif de manière à garantir une inoculation adéquate des BOA dans le système. La température est examinée en tant que condition de déclenchement dans une gamme élevée (20-25°C) et dans une gamme basse (10-15°C). Les réacteurs sont chloraminés avec des résidus maintenus à 0,05-0,1 mg/L et à 0,2-0,3 mg/L. Le temps de rétention dans tous les réacteurs est fixé à 6 heures et le substrat de croissance choisi est le chlorure de polyvinyle. Ces variables ont été choisies pour simuler une portion de la conduite de distribution à échelle réelle en bout de conduite.

L'un des objectifs de cette étude est de mieux prédire l'occurrence d'épisodes de nitrification, en comprenant les effets de certaines conditions de déclenchement sur la population nitrifiante dans un réseau de distribution. Ces informations seront utiles à l'avenir pour prédire et peut-être éviter les épisodes de nitrification dans les réseaux de distribution d'eau à échelle réelle.

**ANALYSE DES MATIÈRES PARTICULAIRES EN SUSPENSION ET EN DÉPÔT DANS  
UN SYSTÈME CANADIEN DE DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE**

par:

Vincent Gauthier<sup>1\*</sup>, Ben Barbeau<sup>1</sup>, Julienne Douki<sup>1</sup>, Karine Julienne<sup>1</sup>,  
Patrick Laurent<sup>1</sup>, Robert Millette<sup>2</sup>, Michèle Prévost<sup>1</sup>

<sup>1</sup>École Polytechnique de Montréal, Chaire industrielle en eau potable du CRSNG, Département des génies civil, géologique et des mines, CP 6079, Succ. centre-ville, Montréal (Québec), Canada, H3C 3A7

<sup>2</sup>Ville de Montréal, Usine de traitement Atwater, 3161 rue Joseph, Verdun (Québec), Canada, H4G 1H8

\*Auteur-ressource : tél. : 1(514)340 4711 ext 5927, téléc. : 1(514)340 5918,  
courriel : [vincent.gauthier@eau.civil.polymtl.ca](mailto:vincent.gauthier@eau.civil.polymtl.ca)

La matière particulaire est présente sous différentes formes (en suspension, déposée) dans les réseaux de distribution d'eau potable. Sous forme de matière particulaire, sa concentration est généralement faible dans des conditions normales de débit (Gauthier *et al.*, 1997), mais elle peut augmenter considérablement lors d'épisodes de remise en suspension des dépôts. Cela résulte de perturbations hydrauliques indésirables (rupture de conduites, débits nécessaires à la lutte contre le feu, pointes de consommation). La nature des dépôts remis en suspension peut être évaluée en caractérisant la qualité de l'eau lors des procédures de vidange. Dans la plupart des cas examinés (de Rosa, 1993; Maier *et al.*, 1997), les dépôts remis en suspension ont été associés à une contamination microbienne et/ou chimiques de l'eau. De plus, avec les dépôts meubles, les bactéries (LeChevallier *et al.*, 1987) et la matière organique s'accumulent dans les réseaux de distribution (Schreiber *et al.*, 1994) et ces dépôts peuvent constituer, pour les micro-invertébrés et les macro-invertébrés, un réservoir d'aliments ainsi qu'un refuge contre les désinfectants dans les réseaux de distribution d'eau potable (Van Lieverloo *et al.*, 1997; Gauthier *et al.*, 1999).

Actuellement, des efforts croissants sont consacrés à limiter le nombre de particules qui pénètrent dans les réseaux de distribution par la mise en place de compteurs de particules à la sortie des unités de filtration. Cependant, des efforts limités ont été alloués à la détermination de la concentration (en mg/L) et de la nature (organique/minérale/biologique) de la matière particulaire dans les réseaux de distribution. Ce projet a été conçu pour prendre en considération la plupart des aspects des particules dans le réseau de distribution de Montréal (Québec). Les particules en suspension ont été caractérisées dans l'eau traitée et dans l'eau de distribution dans des conditions de débit normales après filtration de 10 à 150 L sur des filtres en fibre de verre ou à membrane. Des dépôts meubles ont également été prélevés (a) par pompage au fond des réservoirs lors de l'inspection et (b) par remise en suspension lors des procédures de vidange des conduites.

Les résultats montrent que dans des conditions de débit normales, la concentration en particules en suspension est inférieure à 100 mg/L dans l'eau traitée et dans l'eau de distribution et que la matière organique (mesurée sous forme de matières volatiles en suspension) représente la fraction la plus importante (40 à 64 %) de ces particules. Durant les épisodes de turbidité importante de l'eau brute, les concentrations de particules en suspension dans l'eau traitée peuvent augmenter d'un facteur de 3 à 4 qui correspond à la pénétration de certaines particules minérales dans le réseau de distribution, principalement des composés de silicium/aluminium et de fer. Dans les réservoirs de distribution, la quantité

de dépôts accumulés a été faible et ces derniers étaient principalement composés de matière minérale (>80 % du poids sec). L'examen microbiologique n'a révélé la présence de bactéries coliformes que dans quelques cas et des résultats similaires ont été obtenus pour les dépôts dans les conduites. L'analyse chimique détaillée des différents types de particules a indiqué des différences – principalement dans la teneur en fer des particules - entre les emplacements situés en amont et en aval des réseaux de distribution et entre les dépôts dans les réservoirs et dans les conduites.

De façon générale, dans des conditions de débit normales, les particules en suspension ont été détectées en faible quantité par rapport aux matières totales dissoutes et à la matière organique. Cependant, elles représentent plusieurs douzaines de tonnes de matière par an, dont une fraction est susceptible de s'accumuler par décantation dans le réseau de distribution, créant ainsi des conditions favorables pour la revivification microbienne et pouvant entraîner une dégradation de la qualité de l'eau.

## LA SURVEILLANCE DES PATHOGÈNES – UN VIEIL HÉRITAGE DU DERNIER MILLÉNAIRE

par:

Martin J. Allen  
AWWA Research Foundation, Denver, CO

Jennifer L. Clancy  
Clancy Environmental Consultants, Inc., St Albans, VT

Eugene W. Rice  
Environmental Protection Agency des É.-U., Cincinnati, OH

À la fin du dernier millénaire, le concept prédominant dans les agences de réglementation, les organisations de santé publique et dans le milieu de l'eau potable du monde entier était que la santé publique ne pourrait être garantie qu'en surveillant les pathogènes. Ce concept reste, car il est (1) exigé par les règlements, les représentant élus et les responsables des installations; (2) demandé par les consommateurs et les groupes d'intérêt; (3) soutenu par la croyance que la surveillance protège la santé publique, et (4) considéré comme un signe de prise de responsabilités. Toutefois, l'expérience acquise jusqu'à ce jour jette un doute sur le fait que la surveillance des pathogènes dans le contexte de la protection de la santé publique devienne une réalité, même durant le nouveau millénaire. Pendant les dix dernières années, des millions de dollars ont été consacrés au développement d'une méthode sensible, spécifique et reproductible pour l'analyse du *Cryptosporidium*, mais nous attendons toujours. Le même scénario devrait-il se reproduire pour d'autres pathogènes préoccupants ou n'est-il pas temps de « demander que la marchandise soit livrée » maintenant?

Étant donné le caractère énorme des questions techniques et administratives liées à la surveillance des protozoaires et d'autres pathogènes--et l'expérience du Information Collection Rule de l'infortuné US-EPA ainsi que la situation de Sydney, en Australie--les spécialistes de l'eau potable et les agences de réglementation responsables de la santé doivent abandonner toute idée de contrôle comme moyen prétendu de protéger la santé publique. Les professionnels de l'approvisionnement en eau doivent recourir à la protection des bassins hydrographiques, à l'optimisation des procédés et au bon état des réseaux de distribution comme stratégie de protection de la santé publique. Les agences de réglementation nationales doivent accepter le fait que la surveillance des pathogènes n'est pas une option pratique pour garantir l'obtention d'une eau potable saine.

Cette présentation décrit les obstacles considérables inhérents à la surveillance des pathogènes ainsi que des approches plus pratiques pour assurer la protection de la santé publique.

CINQUIÈME SÉANCE

**INACTIVATION DES PARASITES ENKYSTÉS AU MOYEN D'UNE RADIATION  
ULTRAVIOLETTE À PRESSION MOYENNE DE L'EAU POTABLE**

par:

G.R. Finch<sup>1</sup>, S. Craik<sup>1</sup>, K. Bircher<sup>4</sup>, J. Bolton<sup>3</sup>, L.L. Gyürék<sup>1</sup>, N.F. Neumann<sup>2</sup>, M. Belosevic<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Alberta, Department of Civil & Environmental Engineering,  
Edmonton, Alberta T6G 2M8

<sup>2</sup>University of Alberta, Department of Biological Sciences

<sup>3</sup>Bolton Photosciences, Inc., Ayr, Ontario

<sup>4</sup>Calgon Carbon Corporation, Markham, Ontario

L'action des rayonnements ultraviolets à moyenne pression sur la *Giardia* et le *Cryptosporidium* enkystés a été étudiée à l'aide d'un instrument de laboratoire à faisceau collimaté et en utilisant l'infectiosité chez des modèles animaux pour l'essai d'inactivation. Les résultats montrent que la *Giardia* et le *Cryptosporidium* sont rapidement inactivés par les UV à moyenne pression, avec une inactivation de 2,5 log pour les deux parasites à des doses d'UV inférieures à 40 mJ/cm<sup>2</sup>. On a également montré que les UV inactivaient les parasites de façon efficace pour une large gamme de températures.

Des courbes dose d'UV-réponse des parasites ont été tracées pour une gamme de doses d'UV; elles peuvent aider à mettre en place des critères pour l'application des UV dans l'eau potable.

**ÉVALUATION EN CONDITIONS RÉELLES DE LA DÉSINFECTION DE L'EAU EN VUE  
D'ÉLIMINER LES KYSTES DE GIARDIA À LA VILLE DE BRANTFORD : ÉQUILIBRE  
ENTRE L'INACTIVATION ET LA FORMATION DE SOUS-PRODUITS DE  
DÉSINFECTION**

par:

Elia M. Edwards<sup>1</sup>, William B. Anderson<sup>1</sup>, Susan A. Andrews<sup>2</sup> et Peter M. Huck<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NSERC Chair in Water Treatment

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering

University of Waterloo

Waterloo, Ontario N2L 3G1

Les amendements de 1986 de la Safe Drinking Water Act (SDWA) exigent que l'Environmental Protection Agency (US-EPA) des États-Unis procède à l'évaluation régulière des règlements nationaux relatifs à l'eau potable pour les réseaux publics d'approvisionnement en eau qui utilisent des eaux de surface ou des eaux souterraines en contact direct avec des eaux de surface. Dans le cadre de cet engagement continu, le Surface Water Treatment Rule (SWTR), qui fait partie de la SDWA, a été promulgué en 1989 pour réglementer la turbidité, les kystes de *Giardia lamblia* (*G. lamblia*), les virus, la *Legionella* et les numérations de bactéries hétérotrophes. Très récemment, en 1998, la Phase 1 – Disinfectants and Disinfection By-products Rule (D/DBPR) a été promulguée pour réglementer la formation de sous-produits de désinfection (SPD), tels que les trihalométhanes (THM) et les acides haloacétiques (AHA), qui résultent des pratiques de traitement. Bien qu'il n'existe pas actuellement de tels règlements au Canada, une certaine forme de recommandations plus rigoureuses sera probablement adoptée dans un avenir relativement proche. En attendant, les règlements américains fournissent des points de référence utiles pour que les installations canadiennes évaluent leurs performances.

Des expériences ont été réalisées à la station de traitement d'eau de la ville de Brantford, située au sud de l'Ontario, afin d'évaluer les capacités de traitement de la configuration du procédé et des stratégies de traitement de se conformer aux recommandations du SWTR pour la désinfection et l'élimination physique des kystes de *G. lamblia*. D'autres stratégies d'optimisation de la performance des divers procédés de traitement sont en cours d'étude. Cette étude comprend l'évaluation de la capacité de ces stratégies de se conformer aux règlements du D/DBPR concernant la formation de SPD lors de la désinfection chimique.

Le SWTR exige qu'une recommandation minimale de 3,0 log d'inactivation/élimination des kystes de *G. lamblia* pour le traitement d'ensemble soit respectée dans toutes les collectivités utilisant une eau de surface comme source d'eau. Toutefois, la véritable recommandation dépend de la concentration de l'eau de source en kystes de *G. lamblia*. Avec cinq stations d'épuration des eaux usées, plusieurs décharges industrielles et des kilomètres de terres agricoles en amont de la prise d'eau de la station de traitement d'eau de la ville de Brantford, la recommandation pour le traitement d'ensemble sera probablement plus élevée pour cette station. Dans tous les cas, un minimum de 0,5 log d'inactivation des kystes de *G. lamblia* devrait être atteint par la désinfection.

## FORMATION DE BROMATE ET STRATÉGIES DE CONTRÔLE

par:

Ron Hofmann, aspirant au doctorat<sup>1</sup>

Dr. Robert C. Andrews

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, University of Toronto

35 St. George St., Toronto, Ontario M5S 1A4

Tél. : 416-978-3220, téléc. : 416-978-6809, courriel : hofmann@enviro.civ.utotonto.ca

Le bromate se forme lorsque l'eau potable contenant du bromure est désinfectée à l'ozone. En raison de sa toxicité signalée, le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable envisage de recommander une limite pour sa concentration admissible dans l'eau potable. Une telle limite existe déjà aux États-Unis (10 mg/L) et dans plusieurs pays européens. Par le passé, seules les eaux contenant des concentrations élevées de bromure ( $\gg 50+$  mg/L) pouvaient approcher ou dépasser une telle limite réglementaire, mais comme la désinfection à l'ozone commence à viser le *Cryptosporidium*, un pathogène très résistant, il se peut que les doses d'ozone augmentent et que la formation de bromate dans les eaux contenant du bromure, même à des concentrations relativement faibles, commence à atteindre des niveaux inacceptables. Il se peut alors que la nécessité de contrôler la formation de bromate se généralise beaucoup plus.

Cette étude examine l'efficacité de l'ammoniac à contrôler le bromate dans une vaste gamme de conditions de traitement. Le système azote ammoniacal-bromure-ozone a été modélisé pour un système d'eau pure; à cela, se sont ajoutés des essais en laboratoire pour déterminer la cinétique des réactions pertinentes. Des simulations sur ordinateur ont été utilisées pour prédire l'effet de l'ammoniac sur la formation de bromate et les résultats prédits ont été comparés aux résultats mesurés lors des essais d'ozonation en laboratoire dans un système d'eau pure. Les résultats ont reflété l'importance du rôle du pH dans la formation du bromate. Les éléments-clés du mécanisme de formation du bromate dépendent du pH - le bromure ( $\text{OBr}^-$  c.  $\text{HOBr}$ ), l'ammoniac ( $\text{NH}_4^+$  c.  $\text{NH}_3$ ) et les bromamines ( $\text{NHBr}_2$  c.  $\text{NH}_2\text{Br}$ ) - et leur spéciation, sur laquelle influe le pH, influe à son tour fortement sur la formation de bromate. Le rapport entre l'ammoniac et le bromure a également été un facteur-clé dans la détermination du niveau de bromate formé. De plus grandes quantités d'ammoniac pourraient être plus efficaces pour empêcher la formation de bromate à court terme; toutefois, un rapport élevé entre l'ammoniac et le bromure entraînerait la formation de plus de composés intermédiaires plus instables, tendant ainsi à empêcher l'inhibition de la formation de bromate à long terme.

Les tendances importantes constatées lors des essais en laboratoire et de modélisation ont été donc testées en installation pilote. Avec les résultats des essais en laboratoire, cette étude fournit à l'industrie du traitement de l'eau des conseils pratiques d'utilisation de l'ammoniac pour réduire au minimum le bromate.

**MAINTIEN DE LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE - RÉSUMÉ DES PROJETS DE  
RECHERCHE SUR LE *CRYPTOSPORIDIUM* ET LES SOUS-PRODUITS DE  
DÉSINFECTION**

par:

Kenan Ozekin, Misha Hasan et Frank Blaha

American Water Works Association Research Foundation  
6666 W. Quincy Ave.  
Denver, CO 80235

Fournir une eau potable ne présentant aucun danger devient de plus en plus difficile, car les fournisseurs d'eau reconnaissent que les approvisionnements en eau sont contaminés par des pathogènes difficiles à détecter et parfois difficiles à traiter. Un certain nombre de poussées d'origine hydrique de *Cryptosporidium* sont survenues dans le monde entier, au cours des 15 dernières années, là où la source était directement liée à l'eau potable. Les agences de l'eau et les agents de la santé publique sont donc de plus en plus préoccupés par la manière de protéger la source d'eau et d'optimiser les procédés de traitement afin de prévenir de telles occurrences et de protéger la santé publique. D'un autre côté, l'eau potable reflète les défis que présente l'augmentation des niveaux de désinfection nécessaires pour réduire les risques de maladies microbiennes, tout en imposant des normes plus strictes sur les sous-produits de ces procédés de désinfection. Pour répondre à ce besoin, l'American Water Works Association Research Foundation (AWWARF) a consacré des efforts considérables à définir les besoins en recherche et les questions concernant le contrôle des sous-produits de désinfection (SPD) et du *Cryptosporidium* dans l'eau potable.

En réalité, le *Cryptosporidium* et les SPD chlorés ont été identifiés par les abonnés de l'AWWARF, lors d'une enquête sur les installations d'approvisionnement en eau, comme la question prioritaire, chaque année de 1995 à 1999. En consultant des groupes concernés, formés de chercheurs et de responsables d'installations d'approvisionnement en eau, et en se concentrant particulièrement sur les besoins en recherche sur le *Cryptosporidium* et les SPD, l'AWWARF a pu préparer des programmes de recherche pluriannuels destinés à répondre à ces besoins. Les groupes concernés ont évalué les recherches passées et en cours sur le *Cryptosporidium* et les SPD et ils ont établi des calendriers de recherche pluriannuels afin de mieux combler le manque de données. Dans cet article, les objectifs des recherches passées et en cours sur le *Cryptosporidium* et les SPD seront présentés ainsi que leurs résultats complets.

## SIXIÈME SÉANCE

### ÉVALUATION DU RENDEMENT DES FILTRES DANS LES USINES DE TRAITEMENT DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE

par:

K.C. O'Leary, J.D. Eisnor, L.A. Maddison et G.A. Gagnon  
Department of Civil Engineering  
Dalhousie University, Halifax, Nouvelle-Écosse

L'augmentation de l'intérêt porté à la prévention des épidémies d'origine hydrique telles que la cryptosporidiose et la giardiase a conduit l'industrie de l'eau à considérer la numération des particules comme outil supplémentaire pour contrôler la performance du traitement. Actuellement, dans le Canada atlantique, très peu de stations de traitement d'eau utilisent les compteurs de particules. Les données sur les distributions granulométriques dans l'eau brute et traitée, sur l'efficacité de l'élimination et sur les défaillances potentielles dans la protection contre les pathogènes sont donc très limitées.

En réponse au besoin d'information sur l'élimination des particules, une étude sur les capacités d'élimination des particules de diverses stations de traitement de la Nouvelle-Écosse a été entreprise. L'étude évaluera les stations qui utilisent la filtration et comprendra les collectivités dont la population se situe entre 5 000 et 250 000 habitants. Chaque installation utilise une des nombreuses options de traitement, qui comptent la filtration directe, la floculation avec décantation, la filtration sous pression et la floculation avec flottation à l'air dissous. L'étude est actuellement en cours et elle comprendra certainement au moins cinq installations.

L'équipement utilisé pour analyser l'eau comprend une paire de turbidimètres (Compagnie HACH, modèle 1720D) et de compteurs de particules (Compagnie HACH, modèle 1900). L'équipement est monté sur une plate-forme portable et se transporte facilement dans différentes stations. Les données sur les particules sont recueillies en ligne et en temps réel pour l'eau brute et l'eau filtrée. Les compteurs de particules enregistrent également les numérations de particules (par nombre et par taille) qui ont été discrétisées en tailles appropriées.

L'analyse des résultats permettra d'examiner la performance de toutes les installations de traitement. Une attention particulière sera accordée au mûrissement, au vieillissement et à l'efficacité d'élimination des filtres au cours du cycle du filtre. L'analyse se concentrera également sur la relation entre la turbidité et la numération des particules, plus particulièrement sur la capacité de la numération des particules de mesurer de façon appropriée la performance du filtre durant les étapes chronométrées telles que le lavage à contre-courant.

Des résultats préliminaires ont été obtenus dans une station de filtration directe qui utilise l'alun et des polymères anioniques pour la coagulation, la floculation horizontale et la filtration sur anthracite/sable. La turbidité typique de l'eau brute à la station est de 0,45 UNT et l'objectif de la station est de produire une eau dont la turbidité est inférieure à 0,1 UNT. La figure 1 montre le nombre total de particules (de diamètre  $>2 \text{ mm}$ ) par mL pour l'eau brute et l'eau traitée au cours d'un cycle complet du filtre (96 heures). La numération des particules est allée de 1 200 à 1 600 particules/mL pour l'eau brute

et de 3 à 200 particules/mL pour l'eau filtrée. Durant la première moitié du cycle du filtre, l'efficacité de l'élimination a été d'au moins 2 log pour les particules ayant un diamètre supérieur à  $>2 \text{ } \mu\text{m}$ . Durant la seconde moitié du cycle du filtre, l'efficacité a progressivement baissé à 1 log d'élimination.

Les résultats préliminaires de cette étude indiquent que les compteurs de particules sont capables de déceler la dégradation de la performance des filtres en termes d'élimination en log des particules dont la taille est supérieure à  $2 \text{ } \mu\text{m}$ . D'un point de vue pratique, la dégradation de la performance de la filtration est significative, car les ingénieurs concepteurs revendiquent souvent 2 log d'élimination pour la *Giardia lamblia* lors d'une filtration rapide. Ces résultats laissent entendre que les longs cycles de filtre, qui respectent les faibles recommandations sur la turbidité, pourraient compromettre la capacité d'un filtre à éliminer les pathogènes potentiellement nocifs.

**ÉLIMINATION DE L'ARSENIC (III ET V) DE L'EAU POTABLE AU MOYEN DE LA  
FILTRATION AUX SABLES VERTS MANGANÈSE ET AU TRAITEMENT PAR  
ÉCHANGE D'IONS**

par:

O. S. Thirunavukkarasu,<sup>1</sup> T. Viraraghavan,<sup>2</sup> K. S. Subramanian<sup>3</sup> et J. Aruldoss<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Étudiant de doctorat, Faculty of Engineering, University of Regina, Regina

<sup>2</sup> Professeur, Faculty of Engineering, University of Regina, Regina

<sup>3</sup> Directeur, Bureau de la sécurité des produits, Santé Canada, Ottawa

<sup>4</sup> Environmental engineer, Stantec Consulting Ltd., Calgary, Alberta.

L'arsenic, un élément relativement peu abondant dans la croûte terrestre, est rencontré en quantités mesurables dans les sols et les roches et il est généralement combiné à d'autres minéraux dans les roches. Il se situe au douzième rang des éléments les plus abondants dans le corps humain. L'arsenic est un métalloïde du groupe V, son numéro atomique est le 33 et sa masse atomique est de 74,92. Il est présent sous différentes formes selon le pH et le potentiel d'oxydation de l'eau. Il se présente sous forme d'arséniate (As(V)) dans des conditions aérobiques, alors qu'il se trouve sous forme d'arsénite (As(III)) dans des conditions anaérobiques ou réductrices. L'arsenic présente de graves problèmes pour les humains et les autres organismes vivants en raison de sa toxicité et il est classé comme substance cancérigène de classe A par l'US-EPA. On a signalé dans la documentation diverses méthodes de traitement, telles que la coagulation-décantation, l'adsorption sur l'alumine, l'adsorption sur l'hydroxyde ferrique amorphe et l'osmose inverse, qui sont capables d'éliminer l'arsenic de l'eau potable. La précipitation-coagulation chimique est une méthode simple, dans laquelle des produits chimiques sont ajoutés à l'eau pour former des précipités ou des floccs contenant de l'arsenic, qui sont ensuite éliminés par décantation. Les inconvénients des méthodes chimiques sont la production de grandes quantités de boues qui contiennent de l'arsenic (dangereux dans la nature) qui posera de sérieux problèmes d'élimination en toute sécurité. La promulgation d'une norme moins élevée pour l'arsenic dans le monde entier nécessite l'adoption de techniques de traitement avancées pour atteindre un faible niveau d'arsenic dans l'eau potable. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'efficacité de l'oxydation au  $\text{KMnO}_4$  suivie d'une filtration sur sables verts de manganèse, y compris l'influence de l'ajout de Fe (III) sur la réduction de la concentration de l'As (sous forme d'As(III) et d'As(V)) à un niveau inférieur au niveau de contaminant maximal actuel qui est de 25 mg/L. L'élimination de l'arsenic à l'aide de résines échangeuses d'ions sous forme de cuivre a également été étudiée. Des études isothermes par lots ont été réalisées en variant la masse des sables verts de manganèse de 0,25 à 2,3 g pour l'élimination de l'As(III) ajouté à de l'eau du robinet. Dans le cas des résines échangeuses d'ions, la masse a varié de 0,25 à 2 g pour l'élimination de l'As(III) ajouté à l'eau du robinet. Des études sur colonne ont été réalisées à différentes vitesses de filtration. Deux colonnes de 4" de diamètre et de 6 pieds de haut ont été utilisées dans cette étude. L'eau a été pompée dans un réservoir de 55 gallons et le débit a été ajusté à l'aide d'un régulateur pour obtenir une vitesse de filtration de 2,75 à 4 gpm/pi<sup>2</sup> pour les sables verts de manganèse et de 3 à 3,5 gpm/pi<sup>2</sup> pour les résines échangeuses d'ions. Les études ont été réalisées en mode intermittent et continu pour la filtration sur sables verts de manganèse. Dans les deux modes, du fer a été ajouté à un ratio particulier (ratio Fe: As de 7:1, 10:1 et 20:1) pour étudier l'effet sur l'élimination de l'As. Les résultats de l'étude ont montré que la présence de fer accroissait l'élimination de l'arsenic. Une diminution maximale de la concentration d'arsenic (sous forme d'As(V)) de 93,4 % a été

obtenue avec les sables verts de manganèse en mode continu à un ratio Fe: As de 20:1. La capacité des sables verts d'éliminer l'arsenic par pied cube de sable a été de 3,30 g/pi<sup>3</sup> à un ratio Fe: As de 20:1 et c'est la plus élevée qu'on ait obtenue. L'élimination de l'As(V) par échange d'ions a été faible avec une efficacité d'élimination de 42,53 % et une capacité de lit pour l'arsenic de 0,54 g/pi<sup>3</sup>. La raison de cette faible performance pourrait être attribuée aux vitesses de filtration élevées qui entraînent un temps de contact plus bas pour aider à éliminer l'As. L'analyse des coûts préliminaires pour que les petits réseaux de distribution d'eau (0,25 MGD) atteignent la CML pour l'arsenic en utilisant les sables verts a permis de déterminer un coût de 18370 \$/an pour le fonctionnement et l'entretien de la station. Les résultats de ces études ont montré que les sables verts de manganèse peuvent être utilisés de façon efficace pour l'élimination de l'arsenic dans les petits réseaux de distribution d'eau.

**RÉDUCTION DES SOUS-PRODUITS DE LA DÉSINFECTION, DU CARBONE ORGANIQUE DISSOUS ET DE LA COULEUR AU  
MOYEN DE MEMBRANES DE  
MICROFILTRATION IMMERGÉES**

par:

D. Mourato, Ph.D, S. Lenhardt, G. Best, B.Sc. et M. Singh, M.Eng, ZENON Environmental Inc.,  
S. Basu, Ph.D. Stanley Consulting Group Ltd.

La matière organique naturelle (MON) présente dans l'eau brute peut non seulement donner une couleur à l'eau, mais également engendrer des risques pour la santé associés aux sous-produits de désinfection (SPD). Les SPD les plus rencontrés dans l'eau potable sont les trihalométhanes (THM) et les acides haloacétiques (AHA) qui se forment lorsque la MON réagit avec le chlore ou avec des désinfectants à base de chlore. Afin de prévenir la formation de SPD, l'US-EPA a proposé un Disinfectants-Disinfection Byproduct Rule (D/DBPR) à deux phases. La phase 1, qui a pris fin en novembre 1998, a établi un niveau maximal de contaminants (MCL) de 0,080 mg/l pour les trihalométhanes totaux (THMT) et de 0,060 mg/l pour les acides haloacétiques (AHA5). Suivra la phase 2 du D/DBPR, qui doit établir des niveaux moins élevés pour les contaminants.

La coagulation accrue a été identifiée comme étant la meilleure technique disponible pour se conformer aux exigences de la phase 1 du D/DBPR en ce qui a trait à la réduction du carbone organique total (COT) et à l'élimination des précurseurs de sous-produits de désinfection. Avec la coagulation accrue, on obtient une réduction de la MON, de la couleur et du COT en utilisant une dose de coagulant plus élevée que celle qui serait utilisée pour l'élimination de la turbidité. Le pH de l'eau brute est également communément optimisé pour maximiser l'efficacité du procédé.

L'utilisation de membranes de microfiltration immergées avec la coagulation accrue a été récemment mise au point et appliquée pour l'élimination des précurseurs de sous-produits de désinfection, de la couleur et du COT dans le traitement de l'eau potable. Avec ce procédé, les étapes de coagulation-floculation-décantation-filtration d'une station de traitement conventionnelle sont remplacées par un processus de coagulation-microfiltration dans un réservoir unique. La coagulation-microfiltration accrue comporte trois étapes : 1) un mélange rapide, 2) une coagulation/adsorption de la MON et 3) une microfiltration. Une concentration élevée de matières solides est maintenue sur la membrane dans le réservoir pour favoriser l'adsorption de la matière organique sur les floes. Par la suite, les propriétés de barrière du microfiltre sont utilisées pour séparer les petits floes non décantés, les précipités et les particules colloïdales.

Par rapport au traitement conventionnel, cette nouvelle méthode de traitement de l'eau entraîne une plus grande élimination de la couleur et du COT et nécessite moins de coagulant. L'utilisation de doses de produits chimiques plus faibles engendre beaucoup moins de résidus à traiter et réduit les coûts d'élimination. Le procédé nécessite également une surface d'encombrement moins importante, car il présente un temps de rétention hydraulique plus faible avec la nécessité de former uniquement des floes dont la taille dépasse celle des pores de la membrane.

Cette présentation exposera l'utilisation de membranes de microfiltration immergées avec le procédé de coagulation accrue

pour la réduction des trihalométhanes, des acides haloacétiques, du COD et de la couleur. Les résultats obtenus en installation pilote et en grandeur réelle pour un certain nombre d'applications efficaces du procédé seront également présentés et comparés avec les données de rendement signalées dans les installations de traitement conventionnelles utilisant la coagulation accrue.

PRÉSENTATIONS D’AFFICHES  
P-01 à P-15

P-01 **ÉVALUATION DES TECHNIQUES POUR LE RETRAIT DES SOUS-PRODUITS DE LA DÉSINFECTION DE L’EAU POTABLE AU POINT DE L’UTILISATION**

par:

Frank M. Benoit, Guy L. LeBel et Brian Jay

Section des recherches, Laboratoire sur la sécurité des produits, Santé Canada, Centre d’hygiène du milieu

On a terminé récemment une étude préliminaire sur l’efficacité de l’aération, de l’ébullition, de l’entreposage et de la filtration pour l’élimination des sous-produits de la chloration (SPC) présents dans l’eau potable au point d’utilisation. Chacune des techniques a été appliquée à deux endroits dans chacun des réseaux de distribution d’eau potable qui utilisent différents désinfectants secondaires (chlore ou chloramines). La série de composés surveillés comprenait du chlore résiduel et 21 SPC communs, dont 8 acides haloacétiques, 4 trihalométhanes, 4 haloacétonitriles, 2 halocétones, de l’hydrate de chloral, de la chloropicrine et du chlorure de cyanogène.

La filtration s’est révélée la seule technique efficace pour l’élimination de la série complète de SPC. Un filtre à pression en particulier a réussi à éliminer plus de 99 p. 100 de tous les SPC, mais il y avait un écart considérable entre les filtres à pression (N = 3) des différents fabricants (le taux d’élimination variait entre 48 et plus de 99 p. 100). Le seul filtre à égouttement (N = 1) qui a été essayé a réussi à éliminer 54 p. 100 des SPC. Les résultats limités obtenus dans cette étude représentent l’efficacité des filtres neufs uniquement (traités avec 10 L d’eau) et ne peuvent être extrapolés pour toute la durée des filtres.

Les échantillons d’eau ont été conservés dans des contenants ouverts et fermés dans un réfrigérateur et à la température de la pièce et prélevés périodiquement sur une période de huit jours. Dans le meilleur des cas, on a enregistré au bout de huit jours une réduction moyenne de 60 p. 100 des SPC totaux présents dans l’eau conservée dans un contenant ouvert, gardé à la température de la pièce. Dans le pire des cas, on a enregistré au bout de huit jours une réduction moyenne de 13 p. 100 des SPC totaux présents dans l’eau conservée dans un contenant fermé gardé au réfrigérateur. Les taux d’élimination des différents groupes de SPC ont varié considérablement. Seulement 21 p. 100 des AHA ont été éliminés après un entreposage de huit jours à la température de la pièce dans un contenant ouvert alors que 99 p. 100 des THM et la totalité des HAN l’ont été. De même, 8 p. 100 seulement des AHA ont été éliminés après un entreposage de 8 jours dans un contenant fermé dans le réfrigérateur alors que 94 p. 100 des THM et 60 p. 100 des HAN l’ont été. À l’inverse, l’hydrate de chloral a augmenté de 10 et de 21 p. 100 respectivement au cours de l’entreposage dans des contenants fermés à 4° et à 21°.

Faire bouillir l’eau pendant une période de 2 à 5 minutes dans une bouilloire ou une casserole réduit le niveau moyen des SPC totaux de 66 p. 100. Cependant 4 p. 100 seulement des AHA ont été éliminés, alors que plus de 96 p. 100 des autres SPC l’ont été. Il ne semble pas y avoir eu formation d’autres SPC après l’ébullition. L’aération au moyen d’un

aérateur de robinet ou d'un mélangeur a permis une réduction moyenne globale de 1 à 5 p. 100 de tous les SPC et s'est révélée la technique la moins efficace.

L'efficacité des techniques mises à l'essai n'avait aucun rapport avec l'endroit où les échantillons étaient prélevés dans le réseau de distribution d'eau potable ni avec le désinfectant secondaire utilisé. Les techniques qui réussissaient à réduire les SPC réussissaient également à réduire le chlore résiduel.

## P-02 CONSTANTES PHYSIQUES ET CHIMIQUES IMPORTANTES POUR L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION À CERTAINS SOUS-PRODUITS DE LA DÉSINFECTION

par:

Karina A.M. Bodo, Steve E. Hrudey, Kenneth L. Froese  
University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

Les propriétés physico-chimiques clés des composés qui présentent un intérêt pour les études sur la santé humaine peuvent fournir des informations essentielles pour l'évaluation de l'exposition et du risque. Deux de ces propriétés sont la constante de distribution octanol/eau ( $K_{oe}$ ) et la constante de la loi d'Henry ou la constante de distribution air/eau ( $K_{ae}$ ). La  $K_{oe}$  est la mesure du degré de distribution du composé concerné entre les phases eau et octanol, la phase octanol constituant un substitut des phases lipidiques qui se trouvent dans le corps humain et dans l'environnement. La  $K_{oe}$  est donc une mesure qui peut aider à évaluer les voies d'exposition probables; elle aide par exemple à déterminer si l'ingestion ou l'absorption par voie cutanée sont les voies d'exposition les plus probables et si un composé est susceptible de se distribuer dans les tissus adipeux ou d'être excrété dans l'urine. La  $K_{ae}$  est une mesure similaire qui fait intervenir les phases air et eau et qui indique la tendance d'un composé présent dans l'eau à se volatiliser.

Ces mesures peuvent être utilisées pour étudier les effets sur la santé humaine des sous-produits de désinfection (SPD) dans l'eau potable. De nombreuses études épidémiologiques ont examiné les effets nocifs possibles sur la santé humaine liés à l'exposition à des produits formés durant la désinfection de l'eau à l'aide de désinfectants à base de chlore. Plusieurs études ont conclu qu'il existait un lien, mais elles ont été basées sur des évaluations inadéquates de l'exposition. Si une étude épidémiologique repose sur une quantification inadéquate et imprécise de l'exposition au contaminant, sa capacité à déterminer un lien causal solide est considérablement limitée. Il est donc nécessaire, pour les futures études épidémiologiques, de chercher à améliorer la détermination de l'exposition. Les marqueurs biologiques de l'exposition constituent une solution possible à ce problème.

Cependant, il faudra répondre à certaines questions avant de pouvoir trouver un ou plusieurs marqueurs biologiques représentatifs. La première question est quel est ou quels sont les produits chimiques qui sont les agents causaux? Les trihalométhanes et les acides haloacétiques sont ceux qui ont reçu le plus d'attention, mais l'évaluation approfondie de l'exposition humaine individuelle à ces contaminants a été limitée. L'évaluation approfondie de l'exposition doit déterminer comment ces composés pénètrent dans le corps, c.-à-d., les voies et les modes d'exposition. Les voies d'exposition comptent l'inhalation, l'ingestion et la voie cutanée lors de diverses utilisations de l'eau. De plus, il est important de déterminer la destination de ces composés dans le corps aux fins de l'échantillonnage des marqueurs biologiques. Les destinations pouvant présenter un intérêt pour l'échantillonnage en vue de l'évaluation de l'exposition comptent l'haleine et certains liquides organiques tels que le sang et l'urine.

La  $K_{oe}$  et la  $K_{ae}$  fournissent d'importants prédicteurs pour répondre à ces questions. La connaissance des propriétés physiques et chimiques des composés étudiés peut être d'une aide précieuse pour la prédiction des voies d'exposition et de la distribution possible dans le corps, ainsi que pour la conception d'études pharmacocinétiques pour examiner l'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion des contaminants. Un exercice sur papier peut déterminer les

voies d'exposition les plus importantes, sur la base des concentrations probables de ces composés dans diverses phases et l'évolution probable de la distribution lors des différentes utilisations de l'eau. Ces propriétés physiques et chimiques peuvent également être utilisées pour prédire l'évolution probable de la distribution dans le corps.

Bien que les valeurs de  $K_{oc}$  et de  $K_{ac}$  soient connues pour de nombreux SPD, elles ne sont pas connues pour certains SPD communs, dont plusieurs acides haloacétiques, halocétones et haloacétonitriles. Comme on ignore actuellement quels sont les SPD qui peuvent avoir des effets nocifs sur la santé, il serait prudent de développer des outils pour étudier autant de SPD que possible lors d'une étude épidémiologique. L'objectif de cette étude est donc de combler le manque de données sur les valeurs de  $K_{oc}$  et de  $K_{ac}$  pour différents SPD. Les valeurs de ces paramètres physico-chimiques ont été expérimentalement déterminées en utilisant la méthode du flacon sous agitation et elles sont présentées sur cette affiche. Elles sont comparées aux valeurs calculées à l'aide d'un logiciel d'estimation mis au point par l'Environmental Sciences Centre de la Syracuse Research Corporation. Des exemples de valeurs calculées sont présentés dans le tableau ci-dessous. La connaissance de ces paramètres physico-chimiques, en plus de ceux qu'on connaît déjà, aidera à étudier de façon méthodique les marqueurs biologiques de l'exposition afin de les utiliser lors des études épidémiologiques qui examinent le lien entre l'exposition aux SPD et les effets nocifs sur la santé.

P-03 **BIOFILTRATION DES ÉLÉMENTS TOXIQUES ET RADIOACTIFS AU MOYEN DE  
L'AZOLLA**

par:

N. Cohen-Shoel<sup>1</sup>, D. Ilzyer<sup>2</sup>, H. Zafrir<sup>2</sup>, I. Gilath<sup>2</sup> & E. Tel-Or<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agriculture, Rehovot, Israël;

<sup>2</sup>Soreq, Nuclear Research Center, Yavne 81800, Israël

L'objectif de notre étude est de tester et d'améliorer la fixation et l'absorption, sur un filtre biologique à base d'azolla, des métaux radioactifs à l'état de traces suivants : Sr, Zr, Cs, U et Ru. Elle a prouvé que le filtre biologique à base d'azolla présentait une grande affinité avec ces ions (Ilzyer et al, 1998a; Tel Or et al, 1997). Cette étude se penche sur le mécanisme de fixation sur la colonne d'azolla en examinant la concentration optimale de l'ion, l'influence du pH, les ions compétitifs, etc. (Ilzyer et al, 1998a; Ilzyer et al, 1998b; Tel Or et al, 1997)

Nous pensons que les groupements carboxyliques de la pectine présente dans la paroi cellulaire de l'azolla sont en grande partie responsables de la fixation des métaux lourds sur le filtre biologique à base d'azolla. L'hypothèse a été prouvée à l'aide des expériences suivantes : le traitement de l'azolla avec de la pectinase a réduit la capacité de fixation de l'ion Sr sur l'azolla; la méthylation de la biomasse de l'azolla, connue pour bloquer les groupements carboxyliques de la pectine par estérification, a également considérablement réduit la fixation de l'ion Sr.

La biomasse de l'azolla est un outil puissant et pratique pour décontaminer les métaux lourds et les éléments radioactifs avec une grande capacité de polissage. Notre étude vise à développer des utilisations applicables pour les agences de protection de l'environnement et à simplifier le contrôle de gestion de l'eau.

**P-04 FILTRATION BIOLOGIQUE POUR LE TRAITEMENT DES SOURCES D'EAU  
SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES DANS LES PRAIRIES**

par:

Darrell Corkal et Hans G. Peterson

Administration du rétablissement agricole des Prairies, 11 Innovation Blvd., Saskatoon,  
WateResearch Corp., 11 Innovation Blvd, Saskatoon

Le Water Quality Section du Saskatchewan Research Council a été l'un des premiers, en collaboration avec la Napier University (Écosse) et l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP), à utiliser la filtration biologique pour traiter les approvisionnements en eau de surface en Saskatchewan. Grâce à une bourse de recherche de la Napier University, l'étude de l'élimination de la matière organique dissoute par traitement biologique sur charbon actif a commencé. La teneur en matière organique dissoute des réservoirs d'eau de surface a été enregistrée dans toute la Saskatchewan. Les niveaux élevés réguliers de matière organique dissoute (>10 mg/L) saturaient rapidement le pouvoir de rétention du charbon actif en grains (CAG) alors que l'activité biologique sur le CAG montrait des capacités prometteuses d'élimination du COD. En 1993, le premier réacteur biologique à la ferme (composé d'un filtre à sable et d'un filtre à CAG) en grandeur réelle a été construit pour traiter l'eau provenant de réservoirs d'eau de surface. Le filtre est toujours en service avec les matériaux installés à l'origine. Plusieurs autres filtres pour le traitement des eaux de surface ont été installés partout en Saskatchewan. En 1995, la filtration biologique a été étendue au traitement du fer, du manganèse, de l'arsenic ainsi que du COD dans les approvisionnements en eau souterraine. Plusieurs installations de traitement d'eau souterraine ont été mises en place avec succès pour l'élimination du fer, de l'arsenic et du COD, mais avec moins de succès pour l'élimination du manganèse. La performance à long terme des installations de traitement d'eau de surface et d'eau souterraine sera présentée. On croit que le traitement biologique des approvisionnements en eau de surface et en eau souterraine dans les Prairies canadiennes offre des solutions à long terme pour le traitement durable des approvisionnements en eau de source qui sont difficiles à traiter. Le matériau filtrant n'a pas besoin d'être remplacé régulièrement (contrairement au CAG) et l'utilisation de produits chimiques est très réduite, ce qui fait du traitement biologique un traitement également rentable. Les défis auxquels on doit encore faire face comptent l'élimination du manganèse et l'optimisation de la conception du réacteur. Il est également recommandé que, à des fins de consommation, l'eau traitée par filtration biologique soit filtrée par un système à membrane, tel qu'une membrane de nanofiltration ou d'osmose inverse. Les problèmes de prolifération de bactéries dans les installations à membrane au point d'utilisation suscitent toutefois des préoccupations quant à leur pertinence pour une utilisation dans les exploitations agricoles. La filtration biologique peut également constituer un traitement efficace de l'eau de surface et de l'eau souterraine pour d'autres applications liées à l'eau, telles que la consommation par le bétail et l'utilisation de l'eau à des fins industrielles et pour l'irrigation.

## P-05 ÉLIMINATION DES NITRATES DE L'EAU POTABLE

par:

A. Darbi<sup>1</sup>, T. Viraraghavan<sup>2</sup>, D. Corkal<sup>3</sup> et R. Butler<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Étudiant de doctorat, Faculty of Engineering, University of Regina, Regina, Saskatchewan, Canada

<sup>2</sup> Professeur, Faculty of Engineering, University of Regina, Regina, Saskatchewan, Canada

<sup>3</sup> Coordonnateur de la recherche sur la qualité de l'eau, ARAP, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

<sup>4</sup> Water Quality Engineer, PFRA, Manitoba, Canada

De nombreuses agences responsables de l'eau sont confrontées à des problèmes d'augmentation des concentrations de nitrate dans les eaux souterraines. La raison principale de l'augmentation des concentrations de nitrate dans l'eau souterraine est la pratique agricole qui consiste à appliquer abondamment des engrais industriels ou du fumier sur les terres. La contamination des eaux souterraines par des concentrations excessives de nitrate est un problème de santé publique important. On dispose de nombreuses données sur la menace de méthémoglobinémie qui sont reflétées par la norme américaine de 10 mg/L d'azote de nitrate dans l'eau potable. Une large gamme de procédés physico-chimiques tels que l'échange d'ions, l'osmose inverse, l'électrodialyse, les procédés de dénitrification chimique et biologique est actuellement formulée pour l'élimination du nitrate de l'eau potable. Bien que les systèmes d'élimination du nitrate/azote soient utilisés dans le traitement des eaux usées, il n'existe pas de système spécifique pour l'élimination du nitrate dans le cadre du traitement de l'eau potable au Canada, particulièrement dans les systèmes de traitement au point d'utilisation dans les zones rurales. On n'a réalisé que des études limitées sur l'élimination du nitrate de l'eau potable au Canada. Environ 45 % de la population de la Saskatchewan, dont environ 23 % (230 000) vivent dans des zones rurales, utilisent l'eau souterraine à des fins de consommation. L'eau utilisée provient de plus de 48 000 puits privés dans des régions où l'application de produits chimiques agricoles est considérable. On a obtenu de Sask. Environment des données sur les concentrations de nitrate dans différents réseaux de distribution d'eau souterraine dans toute la Saskatchewan. Trois grands réseaux de distribution - Alida, Eyebrow et Ruddell - présentent des niveaux moyens de nitrate qui dépassent la CMA de 45 mg/L. On propose que l'efficacité d'élimination du nitrate de l'osmose inverse, de l'échange d'ions et des systèmes de dénitrification biologique soient testés. L'osmose inverse (OI) et l'électrodialyse (ED) peuvent séparer de façon efficace le nitrate de l'eau souterraine. Ce sont des procédés éprouvés et fiables pour le dessalement de l'eau de mer et de l'eau saumâtre et pour la production d'eau ultra-pure à partir d'eau du robinet. Les membranes OI disponibles dans le commerce sont généralement extrêmement sélectives pour les sels inorganiques. L'OI et l'ED ne peuvent pas séparer le nitrate de manière sélective. Les procédés réduisent la concentration de tous les solides dissous. La dénitrification biologique (procédé au soufre/chaux) est basée sur une dénitrification autotrophe par *Thiobacillus denitrificans*, où le nitrate est transformé en azote gazeux dans des conditions anoxiques. Le soufre joue le rôle de donneur d'électrons et la chaux est utilisée pour maintenir le pH. Un réacteur à lit fixe anaérobique peut réaliser une dénitrification autotrophe par le soufre. Le réacteur peut être fortifié à l'aide de cultures dénitrifiantes qui se développeront et se concentreront en laboratoire. Une série d'expériences de laboratoire sera réalisée afin d'examiner l'effet de certaines variables. Les variables à examiner comptent l'effet du rapport soufre:chaux sur la performance du réacteur, l'effet du taux de charge du nitrate sur la capacité d'élimination de ce dernier et l'effet du temps de rétention hydraulique. Les données fournies par la

Saskatchewan Environment and Resource Management (SERM), la Saskatchewan Water Corporation et l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP) seront examinées afin de déterminer l'étendue du problème du nitrate dans les eaux souterraines. Des données du Manitoba et de l'Alberta seront également examinées. Une évaluation en laboratoire de l'OI, de l'échange d'ions et des systèmes biologiques sera réalisée. L'étape finale de l'étude consisterait en l'installation sur le terrain des systèmes choisis et en une surveillance. Les résultats préliminaires d'essais par lots sur le procédé soufre/chaux, réalisés sur une période de 14 jours en utilisant un rapport soufre:chaux de 3:1 avec une concentration initiale de 34 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L sous forme d'azote dans l'échantillon, ont montré que l'efficacité d'élimination du nitrate était proche de 100 %.

**P-06 L'UTILISATION D'UN ESSAI DE FLOCCULATION POUR RÉDUIRE ET AUGMENTER  
PROPORTIONNELLEMENT LA FLOCCULATION PONDÉRÉE AUX SABLES VERTS**

par:

Christian Desjardins, Boniface Koudjonou, Raymond Desjardins, Jean François Beaudet

École Polytechnique de Montréal, Chaire industrielle en eau potable du CRSNG, Département des génies civil, géologique et des mines, CP 6079, Succ. centre-ville, Montréal (Québec), Canada, H3C 3A7

### **HISTORIQUE ET OBJECTIFS**

Depuis le début des années quatre-vingt-dix, la technologie de la floculation pondérée est utilisée dans la production de l'eau potable. Cette technique novatrice utilise du microsable comme base pour la formation de floccs, ce qui entraîne une augmentation de la densité du floc et de la rapidité de la décantation. Cela engendre des vitesses de charge hydraulique élevées (jusqu'à 60 m/H) et réduit par conséquent les besoins en surface. De plus, ce procédé dynamique produit une eau de qualité plus stable que les systèmes conventionnels. Les deux objectifs de cette étude sont premièrement de mettre au point un essai de floculation capable de simuler la station en grandeur réelle et deuxièmement de prédire et d'optimiser le rendement en grandeur réelle par des simulations en laboratoire.

### **DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL**

Le dispositif expérimental consiste en un équipement pour essais de floculation avec six bechers de 1 litre. La procédure conventionnelle de l'essai de floculation a été adaptée aux paramètres de ce nouveau concept, en particulier l'injection de microsable et de polymères. L'étude a consisté en des expériences en laboratoire suivies d'une validation en grandeur réelle dans trois stations de traitement d'eau potable utilisant le procédé de floculation pondérée appelé ACTIFLO®.

### **RÉSULTATS**

Pour atteindre le premier objectif, les conditions respectives de diverses stations de traitement d'eau utilisant la floculation pondérée ont été simulées en laboratoire. Les résultats liés à la qualité de l'eau décantée obtenus en laboratoire ont ensuite été comparés aux données obtenues en grandeur réelle. Les comparaisons ont été basées sur l'élimination de la turbidité, de la matière organique naturelle et de l'absorbance UV. Les caractéristiques de l'eau décantée produite en utilisant la procédure modifiée de l'essai de floculation ont montré une bonne simulation en laboratoire de ce procédé appliqué à trois stations différentes de production d'eau (variation de moins de 9 %).

Dans un second temps, une conception expérimentale utilisant une approche statistique a permis d'optimiser la méthode en réduisant le nombre d'essais et en identifiant les principaux paramètres qui contrôlent la floculation pondérée, ainsi que de déterminer l'importance de chaque paramètre sur la qualité de l'eau. En plus des quantités de microsable et de polymères utilisées, les principaux paramètres sont la dose de coagulant et le pH de la coagulation, comme pour la coagulation-floculation-décantation conventionnelle. Pour les eaux qui ne coagulent pas facilement (faible SUVA), il est difficile de déterminer un paramètre qui a un effet prépondérant. Pour atteindre le second objectif, les conditions préliminaires de simulation en laboratoire ont été testées dans une station en grandeur réelle.

Les résultats ont montré de très bonnes simulations, proches des conditions de fonctionnement optimales, mais des écarts significatifs entre la simulation et la station en grandeur réelle lorsque des conditions non optimales étaient appliquées.

L'aspect dynamique du procédé assure la production d'eau décantée de qualité relativement stable, probablement en raison de l'élimination satisfaisante des micro-flocs qui sont très souvent responsables de la dégradation de la qualité de l'eau décantée. Le temps de contact n'a pas été un facteur important pour le procédé qu'il s'agisse d'eau chaude (20° C) ou d'eau froide (moins de 3° C).

#### PERTINENCE POUR L'INDUSTRIE

La principale application de la procédure modifiée de l'essai de floculation serait de prédire la performance de tout système utilisant le concept de la floculation pondérée sous toutes conditions sans avoir recours aux essais en grandeur réelle ou en installation pilote qui demandent plus de temps et d'énergie. Les avantages ne seraient pas seulement d'ordre économique, mais incluraient également la mobilité de la méthode et la prédiction de la performance avant que des essais à plus grande échelle ne soient envisagés.

**P-07 DÉTECTION DES ACTINOMYCÈTES PRODUCTEURS DE GOÛT ET D'ODEUR DANS  
L'EAU POTABLE ET L'EAU BRUTE AU MOYEN D'UNE NOUVELLE  
IMMUNOFLUOROMICROSCOPIE UTILISANT DES ANTICORPS POLYCLONAUX**

par:

Paul Fox, Andrew C. Scott et Garry A. Palmateer

GAP EnviroMicrobial Services Inc., London, Ontario, Canada N6E 1P5

Des actinomycètes filamenteux responsables de problèmes de goûts et odeurs dans les stations de traitement d'eau ont été détectés et énumérés en utilisant un anticorps polyclonal nouveau couplé à l'immunofluoromicroscopie. L'anticorps a été généré spécifiquement pour les goûts et odeurs qui engendrent des isolats environnementaux et contre les souches ATCC (*Streptomyces griseus* et *Streptomyces odorifera*). Une méthode rapide de 4 heures a été développée pour prélever et analyser rapidement les échantillons d'eau brute et traitée afin de déterminer le nombre relatif d'actinomycètes présents dans les échantillons. L'anticorps polyclonal a détecté de façon efficace des actinomycètes isolés dans 4 réseaux de distribution d'eau en Ontario ainsi que dans le Nil en Égypte. Les isolats de l'Ontario ont tous été isolés lorsque des problèmes de goûts et odeurs sont survenus dans les réseaux de distribution. Aucune réactivité croisée n'a été détectée avec les bactéries Gram négatif et Gram positif (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* et *Alcaligenes faecalis*) ou avec *Rhodococcus coprophilus* et *Nocardia amarae*.

# P-08 NOUVELLE MÉTHODE D'ANALYSE RAPIDE, SPÉCIFIQUE ET SENSIBLE DES ACIDES HALOACÉTIQUES ET D'AUTRES SOUS-PRODUITS DE DÉSINFECTION POLAIRE DANS L'EAU POTABLE

par:

Barbara Ells, Kenneth L. Froese, Steve E. Hrudey  
Department of Public Health Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canada T6G 2G3

David Barnett, Randy Purves, Roger Guevremont  
Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Canada K1A 0R6

## Introduction

Nous avons montré qu'une nouvelle technique d'analyse combinant la spectrométrie de masse à ionisation par électronébulisation à injection directe avec la séparation des ions basée sur la mobilité ionique en phase gazeuse dans un champ électrique (ESI-FAIMS-MS) peut permettre la détermination quantitative, sensible et extrêmement rapide de composés polaires tels que les acides haloacétiques, le chlorate et le bromate dans l'eau potable. On a montré, lors d'études récentes, que l'ionisation par électronébulisation (ESI) permettait la détermination directe des AHA dans des échantillons d'eau et de plasma (Hashimoto et Otsuki 1998; Brashear et al. 1997), ainsi que des SPD polaires plus grands (Richardson et al. 1999). Bien qu'on estime que l'analyse à l'aide de la ESI soit possible, elle n'est pas pratique en raison de l'intense bruit de fond des ions générés par l'ionisation du solvant et des sels, qui interfère avec la détection du composé à analyser. La spectrométrie de masse en tandem a également été utilisée pour éliminer l'effet du bruit de fond élevé par Brashear et al. (1997) qui ont signalé des limites de détection faibles (en ppb) pour les AHA chlorés dans le plasma.

## ESI-FAIMS-MS

La spectrométrie de mobilité ionique à oscillogramme asymétrique de haute résolution (FAIMS) est une technique à débit continu qui sépare les ions sous pression atmosphérique et à température ambiante (Purves et al. 1998, Guevremont et Purves 1999). La FAIMS est basée sur le changement de la mobilité des ions dans des champs électriques élevés. Le changement de mobilité dans des champs électriques élevés semble dépendre de la taille de l'ion, de son interaction avec le gaz environnant et de sa rigidité structurale. La technique peut éliminer le continuum complexe des ions de fond de l'électronébulisation, ce qui limite généralement les niveaux de détection plus faibles des petits ions (en dessous de  $m/z$  200) et la limite de détection de ces ions peut être améliorée d'un facteur de plus de 100.

## Méthodes

Une solution étalon concentrée d'acide haloacétique a été diluée de façon appropriée dans un mélange méthanol:eau du robinet à un rapport de 9:1 contenant 0,2 mM d'acétate d'ammonium. Afin d'évaluer l'amélioration du rapport entre le signal et l'intensité des ions de fond, il est utile de comparer les spectres de masse obtenus à l'aide de la ESI-MS conventionnelle avec ceux obtenus à l'aide du nouveau système en tandem ESI-FAIMS-MS. La figure 1 présente les spectres de masse d'une solution contenant les neuf acides chloro et bromoacétiques dans un mélange méthanol:eau du robinet à un rapport de 9:1 (v/v) contenant 0,2 mM d'acétate d'ammonium. Les acides monobromoacétique (AMBA)

et trichloroacétique (ATCA)<sup>1</sup> sont en solution à des concentrations respectives de 400 ng/mL et 200 ng/mL. Le tracé supérieur, à la figure 1 (a), obtenu en utilisant la ESI-MS conventionnelle, a été verticalement allongé de manière à ce que l'ion de l'AMBA ( $m/z$  -137) soit en grandeur réelle. Les ions(-)fragments, tels que ceux qui peuvent provenir de la perte de CO<sub>2</sub> par les acides contenant du bromure (p. ex., l'acide bromochloroacétique ( $m/z$  -171)), se superposent sur d'autres acides (p. ex., l'acide dichloroacétique ( $m/z$  -127)), rendant la quantification difficile en présence de divers acides haloacétiques en solution. Le tracé inférieur, à la figure 1 (b), a été obtenu en utilisant la ESI-FAIMS-MS à DV=-3300 V et CV=18,0 V. Le spectre est considérablement simplifié par rapport à celui obtenu par ESI-MS, avec uniquement l'ATCA, l'AMBA et le Br<sup>-</sup> ( $m/z$  -79 et -81, provenant de la fragmentation de l'AMBA au niveau de l'interface du spectromètre de masse) et quelques ions de fond transmis à cette CV. On constate qu'il n'y a pas de superposition du signal de l'ATCA présenté à la figure 1 avec celui des ions dimères acétates, comme c'est le cas avec la ESI-MS (figure 1 (a)), et que la distribution des isotopes prévue pour l'ion est très apparente. L'abondance générale de ces ions a augmenté avec la ESI-FAIMS-MS en raison des mécanismes de concentration des ions. Cette concentration et la baisse du signal de fond conduisent à une amélioration de la détection de ces composés en solution aux niveaux les plus bas. D'après la figure 1 (a), la limite de détection la plus basse de l'AMBA serait de l'ordre de 200 ng/mL, alors que la limite de détection de l'AMBA obtenue à l'aide de la FAIMS (Figure 1(b)) descend à environ 2 ng/mL.

En utilisant la ESI-FAIMS-MS, les limites de détection déterminées à ce jour pour les AHA et l'ABCA réglementés se situent entre 0,5 et 4 ppb dans une solution mélange méthanol:eau du robinet à un rapport de 9:1 (v/v) sans préconcentration nécessaire de l'échantillon. Des méthodes de préconcentration ont été décrites dans la documentation et une concentration supplémentaire d'au moins 10 à 200 fois semble être réalisable.

Cette méthode présente des possibilités très réelles pour accroître la sensibilité pour de nombreux contaminants polaires dans les eaux de surface, souterraine et potable. Cela a déjà été démontré pour le chlorate et le bromate. Cette technique présente un grand potentiel pour augmenter de façon significative la capacité de production d'un grand nombre d'échantillons pour l'analyse des contaminants polaires dans l'eau. Nous pensons que la technique sera facilement automatisée et qu'elle permettra l'analyse de centaines d'échantillons par jour. Dans l'ensemble, cette technique promet d'être très pertinente pour l'industrie de l'eau potable.

---

<sup>1</sup> Il est à noter que c'est toujours l'ion *acétate* correspondant qui est analysé; toutefois, les composés à analyser sont appelés acides protonés afin de simplifier les choses.

**P-09 TECHNOLOGIES DE CONTRÔLE DU TRAITEMENT DE L'EAU ET RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ASSOCIÉS  
AU CHLOROFORME : UNE ÉTUDE DE CAS À TERRE-NEUVE**

par :

Rehan Sadiq, Tahir Husain\*, Sudip Kar

Faculty of Engineering and Applied Sciences, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Terre-neuve, Canada

\* Pour toute correspondance, veuillez communiquer avec le Dr Tahir Husain,

Courriel : [thusain@engr.mun.ca](mailto:thusain@engr.mun.ca)

Tél. : 709-737-8781, Téléc. : 709-737-4042

Le chlore est le désinfectant le plus couramment utilisé pour le traitement de l'eau et, lorsqu'il entre en contact avec des précurseurs organiques, il produit des trihalométhanes (THM). Les formes communes de trihalométhanes comprennent le chloroforme ( $\text{CHCl}_3$ ), le dichlorobromométhane ( $\text{CHBrCl}_2$ ), le dibromochlorométhane ( $\text{CHClBr}_2$ ) et le tribromométhane ( $\text{CHBr}_3$ ). Le chloroforme est le THM le plus couramment rencontré et à la concentration la plus élevée. Une méthode associant la micro-extraction liquide-solide à la chromatographie gazeuse sur colonne capillaire munie d'un détecteur à spectrométrie de masse (CG/SM) a été utilisée pour déterminer la concentration de THM dans les échantillons d'eau. Une étude a été réalisée à Terre-Neuve afin d'estimer les niveaux de chloroforme dans les approvisionnements en eau potable dans différentes localités de la province. Un nombre limité d'échantillons d'eau potable a été prélevé à Clarenville et à St. John's. La période de prélèvement des échantillons a été divisée en deux phases. La première série d'échantillons a été prélevée en juillet 1998 et la seconde durant les mois d'octobre et novembre 1998, et cela constitue respectivement les périodes d'échantillonnage estivale et hivernale. En raison du manque d'informations dans les données recueillies, une analyse statistique a été réalisée afin d'évaluer les variations et les incertitudes dans les résultats. Des simulations bootstrap ont été réalisées pour calculer la variation possible dans les données recueillies. On a constaté que la distribution normale s'avérait la meilleure parmi les différentes distributions candidates. Pour chaque groupe de données soumis à la méthode bootstrap, des simulations Monte Carlo ont été réalisées. Le risque pour la santé humaine associé au chloroforme a été évalué pour les deux collectivités à l'aide de la relation dose-effet du chloroforme. Le risque excédentaire de cancer à vie pour les humains à Clarenville et St. John's a respectivement varié entre  $0,5 \times 10^{-4}$  et  $1,2 \times 10^{-4}$  et zéro et  $3 \times 10^{-5}$ . Toutefois, le risque moyen correspondant dans les collectivités de Clarenville et St. John's a respectivement été de  $8,1 \times 10^{-5}$  et  $8,1 \times 10^{-6}$ . Afin de déterminer la probabilité de dépassement de la recommandation de 100 ppb dans l'eau potable proposée par Santé Canada (1998), 0,25 million de simulations ont été réalisées à l'aide de simulations bootstrap et de la méthode Monte Carlo. La probabilité estimée de dépassement de cette recommandation a été de 100 % et 2,45 % pour Clarenville et St. John's, respectivement. Le dépassement très important des normes de santé a mis en évidence la nécessité de mettre en place des mesures correctives. Le charbon actif en grains (CAG) a été considéré comme une technique de traitement viable pour réduire les risques potentiels. L'efficacité de traitement de la technique proposée utilisant le CAG a été considérée comme la variable aléatoire et une distribution appropriée a été choisie pour calculer les risques révisés après le traitement.

**P-10 COMPARAISON DANS TROIS COLLECTIVITÉS DES MÉTHODES D'ANALYSE DE  
L'EAU POUR ÉTABLIR LA QUANTITÉ DE KYSTES DE GIARDIA ET D'OOCYSTES DE  
CRYPTOSPORIDIUM DANS LES SOURCES BRUTES D'EAU POTABLE**

par:

Lorraine McIntyre, Joe Fung, Judith L. Isaac-Renton, Corinne Ong et Mohamad Khan

Centre d'épidémiologie de la Colombie-Britannique, Vancouver, Colombie-Britannique, Department of Pathology and  
Laboratory Medicine, University of British Columbia, Vancouver, Colombie-Britannique

### Historique

Lors d'une étude sur l'évaluation des méthodes de quantification des oocystes de *Cryptosporidium* et des kystes de *Giardia* dans des sources d'eau brute destinées à la production d'eau potable en Colombie-Britannique, 156 filtres ont été prélevés et analysés dans 3 sites différents dans la province, toutes les deux semaines durant une année. Cette évaluation a comparé 2 types de filtres différents (filtres en bobine en polypropylène et filtres à capsule envirochek), 2 types de méthodes de clarification (la centrifugation traditionnelle en gradient au Percoll-Saccharose et la séparation immunomagnétique) et 2 méthodes de lecture des culots purifiés (membranes d'acétate de cellulose avec coloration directe sur microplaquettes). La viabilité des organismes récupérés a été évaluée à l'aide de colorants vitaux d'acide nucléique, soit l'iodure de propidium (sur des membranes d'acétate de cellulose), le 4=,6-diamidino-2-phénylindole (DAPI) et le SYTO-59 (sur microplaquettes). L'eau échantillonnée a été partagée entre les 2 filtres et la filtration a été effectuée simultanément. Un volume supplémentaire d'eau embouteillée de 200 ml a été analysé pour détecter les coliformes totaux et fécaux et les organismes indicateurs d'*E. coli* (Ec) et de *C. perfringens* (Cp) afin de caractériser les échantillons d'eau potable prélevés au moment de la filtration de l'eau. D'autres paramètres de la qualité de l'eau tels que le pH, la turbidité et l'alcalinité ont été fournis par le service de santé ou l'installation de distribution d'eau participants.

### Résultats

L'analyse des données préliminaires semble indiquer que (les prévisions sont basées sur l'examen initial des données) :  
Les filtres en bobine ont permis de détecter, plus fréquemment et en quantités plus importantes, les kystes et les oocystes  
La séparation immunomagnétique n'a pas accru la récupération de façon significative par rapport à la clarification PS  
La coloration sur microplaquettes de culots purifiés d'un site a permis d'identifier un plus grand nombre de Crypto; aucune différence n'a été décelée dans la récupération de la Giardia.

Le pourcentage de viabilité obtenu en utilisant de l'iodure de propidium était sensiblement différent de celui obtenu avec le DAPI et le SYTO-59; les pourcentages d'oocystes et de kystes viables ont été plus élevés lorsque la coloration a été réalisée avec de l'iodure de propidium.

Les pourcentages de viabilité des organismes récupérés par séparation immunomagnétique ont été nettement moins élevés.  
La turbidité, le pH, le Cp et l'Ec étaient liés à un nombre de kystes/oocystes plus élevé?

Cette étude s'achèvera en février 2000. L'analyse des données finales sera disponibles après cette date.

Ce projet est financé en partie par le District régional de Vancouver, le District régional de la capitale et Santé Canada.

## P-11 LA MATIÈRE ORGANIQUE DISSOUTE DANS LES APPROVISIONNEMENTS EN EAU DES ZONES RURALES

par:

H.G. Peterson, R.D. Robarts, T. Preston, A.V. Zhulidov et M. Kumagai

Safe Drinking Water Foundation, PNUE-OMS GEMS/Eau, Scottish Universities Research and Reactor Centre,  
Centre for Preparation and Implementation of International Projects on Technical Assistance (Russie), Lake Biwa  
Research Institute (Japon)

La teneur en matière organique dissoute (MOD) dans les approvisionnements en eau des zones rurales peut être plusieurs fois supérieure à celle des approvisionnements en eau potable des villes. Ces différences peuvent parfois être extrêmes comme ça a été le cas pour la collectivité rurale de Weldon qui présentait une teneur en MOD supérieure à 40 mg/L. En revanche, l'approvisionnement en eau de la ville de Calgary présente une teneur en MOD d'environ 1 mg/L. Les approvisionnements en eau de surface des zones rurales de la Saskatchewan dépassent généralement 10 mg COD/L. Ceci est préoccupant, car si cette eau est convenablement désinfectée à l'aide de chlore, les niveaux de sous-produits de désinfection dépasseront de loin les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. En plus de présenter des problèmes liés à la formation de sous-produits de désinfection, il devient également plus difficile de produire une eau dans laquelle les microbes ont été inactivés, car le chlore réagit avec la MOD au lieu d'agir sur les microbes. Une quantité importante de MOD peut être utilisée par les microbes, ce qui rend l'eau biologiquement instable. Cela engendre une revivification bactérienne dans les réseaux de distribution et une perte potentielle de chlore résiduel. Réduire ces niveaux élevés de matière organique dissoute constitue un défi. La filtration conventionnelle à l'aide de produits chimiques n'élimine qu'une petite fraction du COD. Des doses élevées de coagulant (coagulation accrue), lorsqu'elles sont optimisées, peuvent engendrer des taux d'élimination de COD relativement élevés (jusqu'à 50 %), mais atteindre un niveau cible de 5 mg COD/L exigera un traitement supplémentaire. On a montré que l'adsorption sur charbon actif en grains (CAG) conventionnelle n'est pas durable pour la plupart de ces approvisionnements en eau qui présentent des niveaux élevés de COD, la saturation du CAG par le COD se produisant en l'espace d'un ou deux mois. L'utilisation de la filtration biologique sur charbon actif constitue une voie plus prometteuse pour régler ce problème. Les membranes sont également prometteuses si le potentiel de colmatage élevé des sources d'eau des Prairies peut être réduit. Pour trouver des techniques de traitement optimales, il est nécessaire de caractériser la matière organique dissoute en termes de distribution selon la taille moléculaire et de propriétés chimiques. La Safe Drinking Water Foundation en a fait un domaine de recherche prioritaire.

## P-12 RETRAIT DU FER ET DU MANGANÈSE DE L'EAU POTABLE - LA MÉTHODE DES PRAIRIES

par:

Elmer Sommerfeld

AWI Filter Optimization  
Suite 202, 7260 - 12 Street SE  
Calgary, AB T2H 2S5

Durant plusieurs décennies, dans l'Ouest canadien, on a fréquemment utilisé un procédé unique d'élimination du fer et du manganèse (Fe/Mn), à savoir l'oxydation du Fe/Mn soluble par ajout de permanganate de potassium suivi d'une séparation solides/liquides par filtration à travers des sables verts de manganèse.

Les études réalisées au cours des dix dernières années ont permis d'identifier certaines des raisons pour lesquelles tant de stations traditionnelles avaient des difficultés à réduire le Fe/Mn à des niveaux inférieurs à 0,3 mg/L et 0,05 mg/L, respectivement. Dans la plupart des cas, le manganèse était plus difficile que le fer à réduire à des niveaux faibles.

Presque toutes les sources d'eau souterraine dans l'Ouest canadien contiennent des ferrobactéries. Dans certaines eaux de puits, près des trois-quarts du fer étaient déjà biologiquement oxydés ou envahis par des colonies de ferrobactéries. Dans la plupart des cas où des résidus importants de fer oxydé ont été détectés, du manganèse oxydé a également été détecté, bien que le manganèse ait été plus présent que le fer sous forme colloïdale. D'autres bactéries, allant des *Pseudomonas fluorescens* aux espèces réductrices de sulfate, étaient également abondantes. Certaines espèces peuvent être gênantes pour les procédés de traitement de l'eau.

Là où des ferrobactéries sont présentes, il n'est pas inhabituel d'identifier huit espèces de Fe/Mn. Des méthodes ont été développées pour identifier rapidement les espèces de Fe/Mn sur le terrain. Cette information peut aider à choisir des procédés d'élimination appropriés pour les essais pilotes. Par exemple, si les données sur les espèces indiquent des pourcentages importants de Fe/Mn dans les colonies de bactéries filtrables, l'utilisation du permanganate de potassium ou d'ozone peut être rayée de la liste des choix de procédés. Les oxydants forts stressent les bactéries, ce qui les pousse à libérer le Fe/Mn qu'elles retenaient. À son tour, le Fe/Mn peut être difficile à éliminer sans qu'une autre étape de traitement, telle que l'agglomération des particules à l'aide d'un filtre polymère, ne soit ajoutée.

Comme les vastes zones des prairies ont été, il y a longtemps, le fond de la grande mer intérieure, des niveaux de carbone organique total allant jusqu'à 16 mg/L ont été détectés dans certaines eaux souterraines. Dans ces eaux, le Fe/Mn se comporte souvent comme s'il était complexé avec de la matière organique. En présence de carbone organique, un procédé d'oxydation/filtration directe sans augmentation du temps de séjour pour que l'oxydation puisse s'effectuer peut ne pas produire de niveaux faibles de résidus de Fe/Mn ou peut engendrer des niveaux élevés de Fe/Mn colloïdal dans l'eau traitée. Le carbone organique indique également la présence possible de sulfure d'hydrogène, dont l'élimination peut devenir nécessaire afin de prévenir la réduction des supports de dioxyde(s) de manganèse.

On a formulé des procédés d'élimination qui peuvent utiliser deux procédés ou plus dans une chaîne de traitement et un corps de filtre. Par exemple, l'oxydation contrôlée du fer en utilisant l'oxygène atmosphérique et un temps de contact calculé, suivie de l'adsorption du manganèse sur du pyrolusite en ajoutant des doses précises d'hypochlorite de sodium afin de limiter le développement de colonies de bactéries, est simple à réaliser, utilise un seul produit chimique et peut réduire le niveau de Fe/Mn à l'état de traces. Selon la chimie de l'eau brute, une vitesse élevée du processus d'adsorption du Fe/Mn a été utilisée avec succès à des vitesses allant jusqu'à 40 m/h (17 gpm(Amér.)/pi. ca.).

La réduction du Fe/Mn à des niveaux de trace produit souvent une eau potable avec une turbidité allant de 0,1 à 0,5 UTN, moins de 50 particules totales par mL >2 mm, une couleur vraie extrêmement faible et une eau sans goûts et odeurs.

par:

P. T. Srinivasan<sup>1</sup> et T. Viraraghavan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Étudiant de doctorat, Faculty of Engineering, University of Regina, Regina, Canada S4S OA2

<sup>2</sup> Professeur, Faculty of Engineering, University of Regina, Regina, Canada S4S OA2

La matière organique naturelle (MON) est un terme utilisé collectivement pour définir la matrice complexe de la matière organique présente dans les eaux naturelles. C'est une matière très peu définie qui comprend de nombreux composés organiques, mais qui contient plusieurs groupements fonctionnels tels que le carboxyle, le phénoxy et les radicaux hydroxyles qui peuvent participer à la formation de complexes métalliques durant la coagulation des eaux naturelles à l'aide de sels coagulants à base de métaux tels que l'Al ou le Fe. La MON est assimilée au carbone organique dissous. Les acides fulvique et humique représentent une fraction importante du COD. L'aluminium présent dans l'alun ainsi que l'aluminium naturellement présent dans l'eau brute prennent diverses formes (spéciation) durant le traitement de l'eau potable. L'utilisation d'un coagulant contenant de l'aluminium peut faire augmenter ou diminuer la concentration d'aluminium dans l'eau traitée, selon sa spéciation dans l'eau brute et les changements qui s'opèrent dans les espèces pendant le traitement de l'eau.

La documentation signale que la matière organique naturelle (MON) ou le carbone organique dissous (COD), à des concentrations modérées à élevées, interfèrent fortement avec la précipitation de l'aluminium et peuvent avoir un effet marqué sur la solubilité et la spéciation de l'Al. Le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable recommande, pour les stations utilisant un traitement conventionnel à l'aide de coagulants à base d'aluminium, qu'une recommandation opérationnelle de 100mg/L d'aluminium total soit appliquée. Dans le contexte actuel des études sur les effets de l'aluminium sur la santé, il est prudent de maintenir les niveaux d'aluminium le plus bas possible et d'examiner comment les substances universellement présentes dans toute source d'eau potable telles que la MON peuvent avoir des conséquences sur la teneur en aluminium de l'eau traitée dans une station de traitement.

La documentation semble indiquer que la MON ou le COD jouent un rôle important durant la coagulation dans une station de traitement d'eau, et pour certaines caractéristiques de qualité de l'eau, selon la quantité d'alun ajoutée lors de la coagulation, la MON présente dans l'eau brute modifie la spéciation de l'aluminium. La nature exacte du changement des espèces d'Al n'a pas été signalée dans une station de traitement d'eau en fonction. Les auteurs ont examiné l'influence de la MON sur la teneur en aluminium de l'eau potable à la Buffalo Pound Water Treatment Plant, en Saskatchewan.

Les objectifs de la présente étude sont i) de réaliser des expériences à la station de traitement à l'échelle pilote située sur le site principal de la station de BPWTP, en changeant uniquement les doses d'alun afin de déterminer comment un type de carbone organique (de base) présent dans l'eau brute peut influencer sur les niveaux d'aluminium dans l'eau traitée et ii) de réaliser des essais de floculation afin d'examiner les changements dans les espèces d'aluminium dans l'eau décantée (avant filtration) en enrichissant le carbone organique total présent dans l'eau brute par ajout d'acide fulvique obtenu auprès de l'International Humic Substances Society (IHSS), et ceci en variant les doses d'alun.

Durant la présente étude, l'aluminium a été fractionné en huit formes différentes. Ces formes sont i) l'aluminium total; ii) l'aluminium en suspension iii) l'aluminium particulaire iv) l'aluminium soluble + colloïdal v) l'aluminium soluble vi) l'aluminium organique vii) l'aluminium inorganique et viii) l'aluminium organique. Les résultats de la présente étude ont montré que, selon la quantité d'alun ajoutée lors de la coagulation, le carbone organique dissous présent dans l'eau brute modifiait la spéciation de l'Al. Les expériences réalisées à la station de traitement à l'échelle pilote, ont montré que, lorsque le ratio alun/COD était de 5,3, la plus grande partie de l'aluminium total présent dans l'eau filtrée se trouvait sous forme d'aluminium particulaire. Une telle augmentation du niveau d'aluminium particulaire n'a pas engendré d'augmentation de la turbidité de l'eau traitée. L'aluminium organique soluble a également augmenté lorsque le ratio alun/COD a été de 5,3. L'étude de la spéciation de l'Al réalisée lors des essais de floculation a montré que l'aluminium lié à la matière organique augmentait deux fois (par rapport aux niveaux dans l'eau brute) dans l'eau traitée lorsque le ratio alun/COD = 1,44. Si une agitation et une décantation adéquates ainsi qu'un pH optimal (pH proche de la solubilité théorique minimale de l'Al) sont maintenus pendant la coagulation à l'alun, les essais de floculation montrent qu'il est possible d'éviter l'augmentation de l'aluminium soluble et de l'aluminium lié à la matière organique. Les résultats des essais de floculation ont également montré qu'un ratio alun/COD d'au moins 7, 7 devrait être maintenu dans la station principale afin de respecter la recommandation opérationnelle de 100 mg/L pour l'aluminium total proposée par Santé Canada.

**P-14 GOÛT ET ODEUR DE CHRYSOPHYTE : PROLIFÉRATION D'ALGUES SOUS LA GLACE AU RÉSERVOIR DE GLENMORE**

par:

S. Watson, T. Satchwill, E. McCauley, E. Hargesheimer

En général, le goût et l'odeur d'algue sont liés à l'efflorescence algale. Certains taxons ont cependant la capacité de produire une biomasse considérable à basse température et à un niveau de lumière peu élevé sous la couverture de glace et peuvent fabriquer un nombre de cellules suffisant pour altérer la qualité de l'eau. Cette étude présente brièvement les espèces d'algues donnant une odeur à l'eau qui ont connu une éclosion à l'hiver et au début du printemps dans le réservoir de Glenmore, importante source d'eau potable oligo-mésotrophe pour la ville de Calgary. Au cours de ces deux périodes d'éclosion, nous avons surveillé la qualité de l'eau brute au moyen d'analyses sensorielles, chimiques et microscopiques. Nous avons procédé à des tests en laboratoire pour évaluer les deux méthodes de traitement largement utilisées (FAD et CGS) pour la suppression de l'odeur et de la biomasse algales. Nous nous sommes intéressés particulièrement à la dernière éclosion, qui est survenue en décembre 1999 et qui a provoqué dans le réservoir une augmentation du dinobryon sous la glace et une intensification de l'odeur de l'eau de source due à la production de di-, tétra- et décadial ainsi que de di-, tétra-, hepta- et décatrienal.

## P-15 LA DÉSINFECTION AUX ULTRAVIOLETS (UV) : LA MEILLEURE TECHNOLOGIE SUR LE MARCHÉ?

par:

Harold Wright, Jim Cosman et Bill Cairns

Trojan Technologies Inc.  
London, Ontario

La désinfection aux rayons ultraviolets (UV) est un procédé qui présente toutes les qualités pour constituer l'une des meilleures techniques disponibles pouvant être combinée avec d'autres dans des procédés à barrières multiples pour la production d'eau potable. Cet article examine le fondement de cette déclaration, y compris les informations, nouvelles et anciennes, pertinentes pour la formulation de recommandations et de règlements pour la conception et le fonctionnement de systèmes aux UV destinés au traitement de l'eau. Ces questions sont examinées en vue de montrer que les UV constituent une technique intéressante et rentable pour réduire le risque lié aux agents pathogènes tels que la *Giardia* et le *Cryptosporidium* et aux sous-produits de la désinfection (SPD) tels que les composés organochlorés ou le bromate formés lors de la désinfection à l'aide de produits chimiques. Ces questions sont les mêmes que celles auxquelles l'Environmental Protection Agency des É.-U. est confrontée dans sa préparation de la prochaine série de négociations de règlements.

La sensibilité relative de différents microbes aux UV et la gamme réduite de doses d'UV nécessaires pour couvrir ces sensibilités sont fondamentales pour déterminer le rôle stratégique des UV, lorsqu'ils sont combinés à d'autres procédés de traitement, nouveaux et/ou modifiables, qui offrent des approches à barrières multiples efficaces pour réduire les risques liés aux agents pathogènes. La gamme de la sensibilité des microbes aux UV et celle de la sensibilité des microbes au chlore sont comparées et utilisées pour définir d'autres procédés optionnels rentables permettant de réduire le risque lié aux microbes.

La sensibilité aux UV des oocystes de *Cryptosporidium* et des kystes de *Giardia* et la résistance de ces organismes aux désinfectants chimiques mettent en relief la nécessité de mettre en place des stratégies non seulement rentables, combinant la désinfection chimique et la désinfection à l'aide d'UV pour contrôler les pathogènes, mais également efficaces pour réduire de façon considérable la formation de sous-produits. Le point d'équilibre entre la dose d'UV et la dose de désinfectant chimique sera établi en déterminant de combien la dose de désinfectant chimique doit être diminuée pour contrôler la formation de sous-produits dans l'eau concernée et de combien la dose d'UV doit être augmentée pour permettre le contrôle des pathogènes cibles qui ne sont pas éliminés par le désinfectant chimique. Des exemples de contrôle des sous-produits par désinfection efficace sont illustrés pour la combinaison des UV avec l'ozone et avec des désinfectants à base de chlore.

La rentabilité des UV dépend du choix de pathogène cible pour la conception, des doses d'UV résultantes nécessaires pour inactiver ces organismes aux niveaux de risque cibles et des facteurs de sécurité imposés par les autorités de réglementation pour les doses d'UV afin de compenser les incertitudes. Le présent débat porte sur le choix de pathogène cible aux fins de la conception, et des données qui plaident en faveur d'un facteur de sécurité nettement inférieur à celui qui est actuellement recommandé pour compenser les incertitudes liées à l'inactivation des microbes aux UV sont présentées. Il est également indiqué que l'insensibilité de la désinfection à l'aide d'UV au pH et à la température élimine certaines incertitudes que présente le traitement à l'aide de désinfectants chimiques. Enfin, les facteurs de sécurité propres à la conception des systèmes aux UV sont examinés.