Savez-vous vraiment ce que vous buvez?

Vicky Néron
795 Boul. Campbell
Chigougamau, Qc
G8P 1L4
dragonfly1986@hotmail.com

Virginie Emond
376 Mclean
Chibougamau, Qc
G8P 2M9
vilobab@hotmail.com

ABSTRACT

We noticed periods, that come back regularly, where a lot of people is affected by gastroenteritis in the cities of Chibougamau and Chapais. This periodicity of the epidemic urge us to question us on the quality of the consumption water in these two cities. So, we put foward this hypothesis: different samples of water, coming from the aqueduct systems of Chibougamau and Chapais, from a system of carbon filtration and a system of reverse osmosis filtration, weekly analyse during six weeks, respect the environmental norms of environment Québec concerning the concentration of chloride, the hardness, the pH, the turbidity, the rate of dissolved oxygen, the number of *E.*coli and the concentration of nitrates and nitrites for the human consumption. The experimentation methods referring to the tests of chloride, hardness, turbidity, dissolved oxygen, nitrates and nitrites were simplified thanks to the fact that the college had already a case, a portable water analysis laboratory, to do water analysis, including all of the necessary ingredients for those tests. As for the pH's test, we used a pH-meter. For the test of *E.*coli enumeration, we had a lot of problems finding an efficient and realizable protocole in our expiry, so we chose to do a filtration on membrane followed by a sowing on pad soaked of culture medium M-Endo or M-Fc. After six weeks of experimentation, we noticed certain redundancies in our results. The pH of the water coming from the filtration by reverse osmosis and by the coal filtration are always around the neutrality while the water coming from Chapais is the more acid. The water having the biggest turbidity is the one of Chapais while the one being the less turbid come from the filtration by reverse osmoses. The lowest concentration of chloride is reached too by the filtration by reverse osmoses. On the side of the hardness, the water of the college is the hardest one and the one of the osmosis is the least hard. The results of the test of the dissolved oxygen vary extremely so they are almost not analysable. The test that we did for the *E.*coli enumeration did not work so we have not results for this test. In conclusion, in order to obtain results easier analysable, it would be better to do the tests during a longer period.

MOTS CLÉS

Chimie des eaux, normes environnementales, analyses, *Escherichia coli*, eau de consommation

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'activité synthèse de programme en sciences et à la suite d'observations de certains épisodes d'épidémie de gastro-entérite à Chibougamau et à Chapais, le respect des normes environnementales d'environnement Québec pour ces deux municipalités fut remis en question concernant les normes suivantes :

-L'eau doit être exempte d'organismes pathogènes et d'organismes indicateurs d'une contamination fécale, telles les bactéries *Escherichia col*;

-La concentration des nitrates ne doit pas dépasser 5 mg/L ;

-La concentration de nitrites ne doit pas dépasser 3,2 mg/L ;

-Le pH de l'eau doit se situer entre 6,50 et 8,50;

-La turbidité ne doit pas excéder 5 UTN (unités de turbidité néphélémétriques);

-La dureté totale doit se situer entre 60 et 120 mg/L de $CaCO_3$;

-La concentration d'ions chlorures ne doit pas dépasser 250 mg/L;

(Internet 6)

Les tests suivants ont donc été effectués pendant six semaines sur des échantillons provenant de la rue Campbell à Chibougamau, d'une résidence près de la plage à Chibougamau (4^e rue), d'une résidence de Chapais (9^e rue), d'un système de filtration à osmose inverse, d'un système de filtration au charbon ainsi que du centre d'études collégiales à Chibougamau pour vérifier l'hypothèse, qui était que chacun des échantillons respectait les normes.

Turbidité

La turbidité peut être définie comme étant l'inverse de la limpidité ou de la transparence d'une eau. Ainsi, une eau turbide sera plus ou moins trouble. Ce phénomène est dû à des particules (limon, argile, microorganismes) en suspension dans l'eau qui en modifient son apparence et font diffuser ou absorbent une partie de la lumière, ce qui diminue le pourcentage de transmission de la lumière au travers du liquide par rapport à une eau complètement limpide. Une turbidité élevée diminue de beaucoup l'efficacité du traitement au chlore. (Internet)

pH

Le potentiel d'hydrogène ou pH indique si l'eau est acide ou alcaline. Le pH est une valeur clef car il joue un rôle important dans les chaînes de réactions biochimiques de l'eau. Un pH normal se situe environ à 7,00. Un pH « acide » c'est-à-dire inférieur à 6,50 va avoir une action corrosive sur les métaux des canalisations comme le plomb des soudures.

Dureté

La dureté totale d'une eau est en fait l'addition de la dureté calcique et de la dureté magnésienne, ce qui donne la somme des ions calcium et magnésium en solution dans l'eau. Une eau trop douce sera beaucoup plus sensible aux phénomènes biologiques et chimiques susceptibles de faire varier son pH. L'eau trop douce peut également amener des problèmes touchant la santé humaine car on a constaté une corrélation inverse entre la dureté d'une eau et le taux de mortalité par défaillance cardiaque (Chimie des eaux, 1984). Par contre, une eau trop dure peut entartrer les canalisations. On dit également d'une eau dure qu'elle mousse difficilement et qu'elle laisse la peau rêche même après le rinçage. Ce phénomène s'explique par le fait que les ions calcium et magnésium réagissent avec le savon pour donner des sels de calcium et de magnésium insolubles qui précipitent en grumeaux. L'eau dure peut également entraîner l'entartrage des chaudières. La présence dans l'eau de sels minéraux,

calcium ou magnésium, n'entraîne aucun danger pour la santé. Mieux, la consommation d'une eau moyennement dure et donc bien équilibrée en sels minéraux, contribue à satisfaire nos besoins en calcium et magnésium.

Chlorures

Les chlorures augmentent fortement la corrosion puisqu'ils sont en fait des sels dissous dans l'eau. Les eaux chlorurées alcalines sont laxatives. Généralement les chlorures présents dans l'eau destinée à la consommation humaine n'ont pas de conséquences toxiques pour l'homme (Internet 2). Cependant, ils peuvent être préjudiciables aux personnes atteintes de maladies rénales ou cardio-vasculaires. Les chlorures sont très répandus dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCI) et de calcium ($CaCI_2$). La présence de l'ion chlorure (Cl^-) dans l'eau peut avoir diverses origines, telles que le passage à travers des terrains salés, la dissolution de dépôts de sel gemme ou encore le salage des routes.

Oxygène dissous

La concentration de l'eau en oxygène dissous est une mesure indirecte de l'indice de pollution de cette eau. En effet, cette concentration en oxygène déterminera le mécanisme d'auto-épuration de l'eau (soit aérobie ou anaérobie). Le phénomène d'auto-épuration s'explique par le fait qu'une certaine charge de pollution organique est éliminée sous l'action de microorganismes. Le taux d'oxygène détermine la nature des microorganismes présents dans l'eau et par conséquent le mode d'action qui éliminera la pollution organique. (Internet 7 et 8)

Nitrates et nitrites

Les nitrates et les nitrites sont des substances chimiques naturelles et ils sont des produits de l'oxydation de l'azote par les microorganismes de l'eau, du sol et des plantes. Pour que l'eau soit considérée comme bonne à la consommation humaine, la concentration en nitrates ne doit pas dépasser 5 mg/L d'eau et la concentration de nitrites ne doit pas être plus grande que 3,2 mg/L d'eau. Lorsque ces concentrations dépassent les normes, certains problèmes peuvent être ressentis par les humains mais aussi par le milieu aquatique. Si la concentration de nitrates dans l'eau est trop élevée, les personnes qui ingèrent l'eau peuvent souffrir de méthémoglobinémie ou de « maladie bleue », qui a comme symptômes l'essoufflement et la cyanose, car les nitrates se transforment en nitrites dans l'organisme pour ensuite interférer avec la capacité du sang à transporter l'oxygène. En milieu aquatique, une trop grande quantité de nitrates a des effets néfastes sur le développement des organismes durant les premiers stades de vie car il perturbe l'équilibre acido-basique et ils jouent sur la capacité du sang à transporter l'oxygène (Internet 4). Les nitrites peuvent également se combiner avec des amines et former des nitrosamines, suspectées d'être cancérigènes. L'eau de consommation n'apporte en général que 20% des nitrates ingérés (pour une eau contenant moins de 50 mg/L de nitrates) (Internet 3).

Eschérichia coli

Les *Escherichia* coli sont des bacilles qui forment environ 90% des coliformes fécaux (Internet 5). Les normes concernant *Escherichia* coli sont très strictes : il ne doit pas y avoir du tout d' *Escherichia* coli dans un échantillon d'eau. La présence de cette bactérie dans l'eau de consommation a plusieurs effets sur la personne qui en consomme : elle peut causer la diarrhée, des nausées, des crampes abdominales et de la fièvre (Internet 5). C'est pourquoi dès que la

présence de cette bactérie est détectée l'eau doit être bouillie avant d'être consommée.

Fonctionnement des systèmes de filtration à osmose inverse et au charbon

Premièrement, le système de filtration par osmose inverse s'appelle en fait « Ultrefiner Reverse Osmosis Drinking Water Filtration System » et est fabriqué par la compagnie Rainsoft. Il fonctionne comme suit : l'eau de la valve de distribution pénètre tout d'abord dans le système. L'eau passe ensuite dans le pré-filtre qui retire les particules et adoucit l'eau. L'eau entre ensuite dans le processus d'osmose inverse et est filtrée à travers une membrane semi-perméable. Pour ce qui est du système de filtration au charbon, le « Hydrefiner Drinking Water System » de la même compagnie, l'eau passe tout simplement à travers un bloc de charbon compressé activé ayant une porosité de 4 microns et est ainsi filtrée des particules indésirables. (Internet 9)

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les paramètres à étudier furent tout d'abord déterminés. Pour ce faire, des recherches ont été effectuées afin de déterminer quelles caractéristiques de l'eau de consommation allaient être examinées sur les échantillons. Quelques tests furent choisis pour être effectués durant les six semaines d'expérimentation :

Chlorures
Ce test visait à vérifier la concentration de chlorures présente dans chaque échantillon. Un test du laboratoire d'analyse d'eau portatif (valise contenant plusieurs tests dont les réactifs et les protocoles sont fournis) utilisant un dosage fut choisi. En fait, la non-basicité de l'échantillon devait être vérifiée vérifier à l'aide de phénolphtaléine avant d'ajouter un réactif réagissant au chlore. Le titrage fut ensuite effectué jusqu'à ce que tout le chlore soit dosé. Un changement de couleur du jaune au brun-orangé indiquait la fin de cette étape.

Dureté
Ce test faisait également partie du laboratoire d'analyse d'eau portatif et fonctionnait sur le même principe que le test du chlorure. Des réactifs réagissant aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} furent ajoutés et un titrage visant à neutraliser ces ions fut ensuite effectué. Un changement de couleur du rouge au bleu indiquait la fin du titrage.

Oxygène dissous
Certaines complications furent rencontrées avec ce test, car les échantillons devaient absolument être fixés à l'aide de quelques produits (solution de sulfate de manganèse, iodide de potassium alcalin et poudre d'acide sulfamique). Cette tâche fut donc confiée aux personnes qui prenaient les échantillons pour nous à chaque semaine en leur donnant les produits nécessaires. Une fois les échantillons fixés, le test de l'oxygène dissous fut effectué. Il consistait à ajouter tout d'abord un indicateur d'amidon. Ensuite, un titrage a été effectué jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'amidon. Un changement de couleur du bleu à l'incolore indiquait la fin de cette étape

Nitrates et nitrites
Ces deux tests fonctionnaient sur le même principe et nécessitaient l'usage d'un colorimètre. Premièrement, l'appareil devait être ajusté avec l'échantillon d'eau à analyser (seulement l'eau du C.E.C.C., puisque les réactifs étaient en quantité très limitée) pour que celui-ci indique 100% de transmittance. La moitié de l'échantillon fut ensuite remplacée par un réactif composé d'acides et un agent pour qu'une couleur se développe en présence de nitrates ou de nitrites, selon le cas, fut ajouté. Le tube fut

ensuite remis dans le colorimètre qui indiquait le changement de couleur car la lumière est moins transmise si des particules se colorent dans l'eau.

Turbidité
Pour effectuer ce test, qui mesure en fait la clarté de l'eau, il fallait, à l'aide du colorimètre, comparer la transmittance des échantillons à celle d'une eau supposément parfaitement claire, de l'eau déionisée.

pH
Pour mesurer la quantité d'ions H_3O^+ en solution dans les échantillons, un pH-mètre fut utilisé.

Eschérichia coli
Pour le dénombrement des bactéries *E.coli* présentes, la méthode de filtration sur membrane fut choisi. Deux milieux de culture différents furent utilisés, soit M-Endo et M-Fc, et le test fut effectué sur des échantillons plus ou moins dilués de l'eau du C.E.C.C.. Un test de vérification de nos milieux de culture dû être effectué à la suite de l'absence de résultat. Pour ce faire, la bactérie *E.coli* fut ensemencée sur les milieux de culture qui ont été préalablement rendus solides (géloses). Les protocoles détaillés de toutes les analyses se retrouvent en annexe.

RÉSULTATS

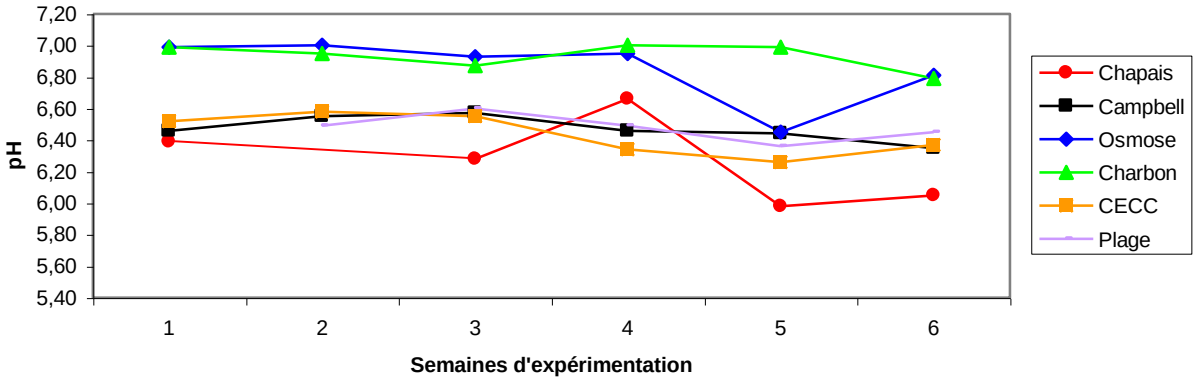

Figure 1 : Tendance du pH

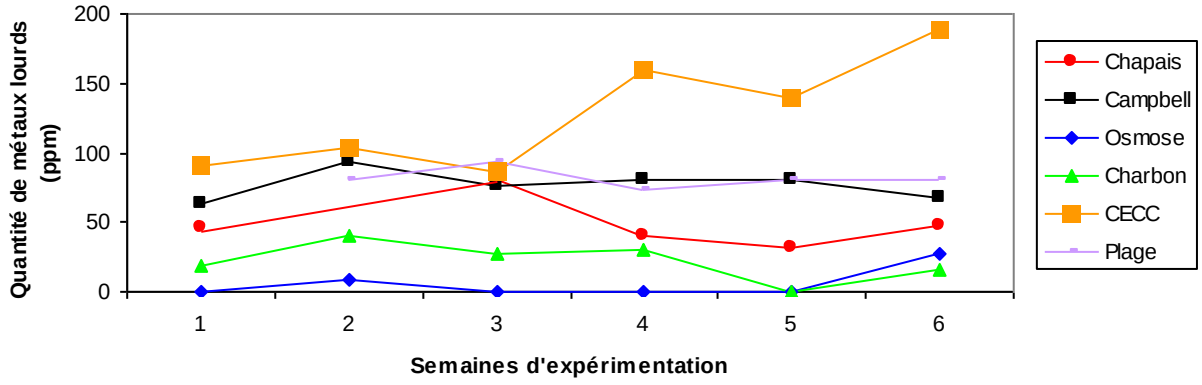

Figure 2 : Tendance de la dureté

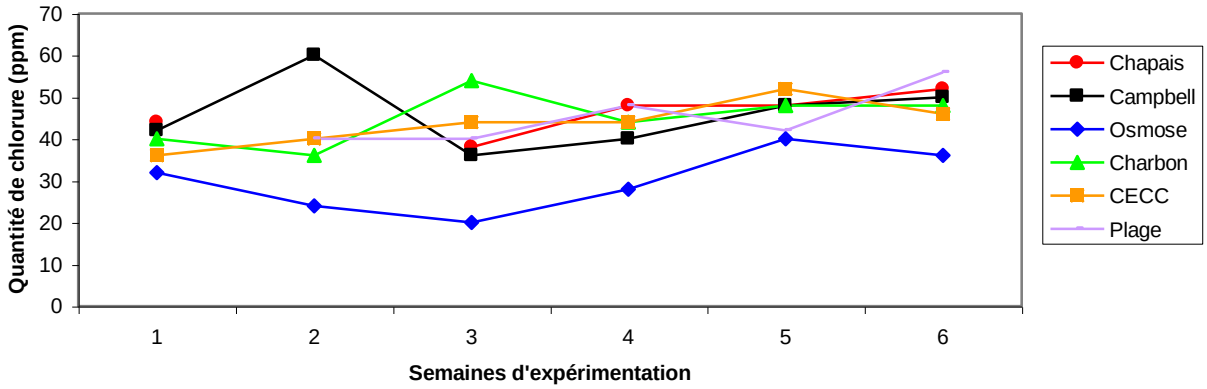

Figure 3: Tendance de la concentration en chlorures

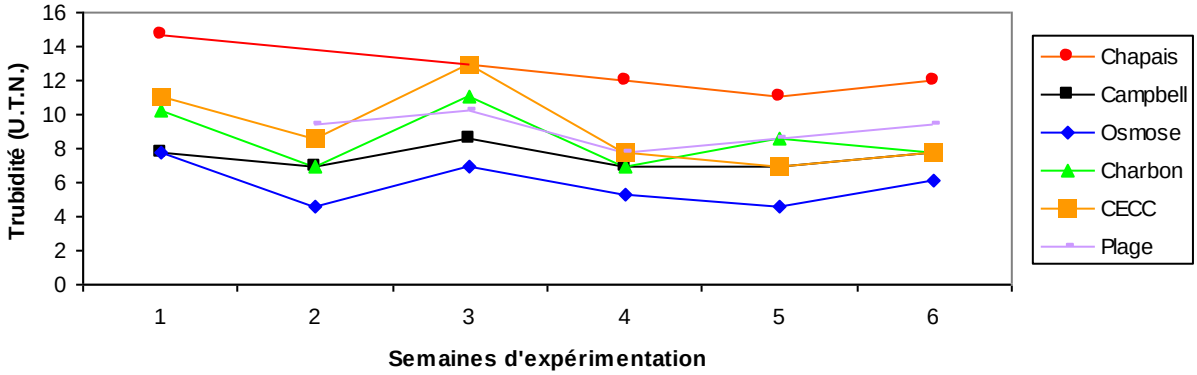

Figure 4 : Tendance de la turbidité

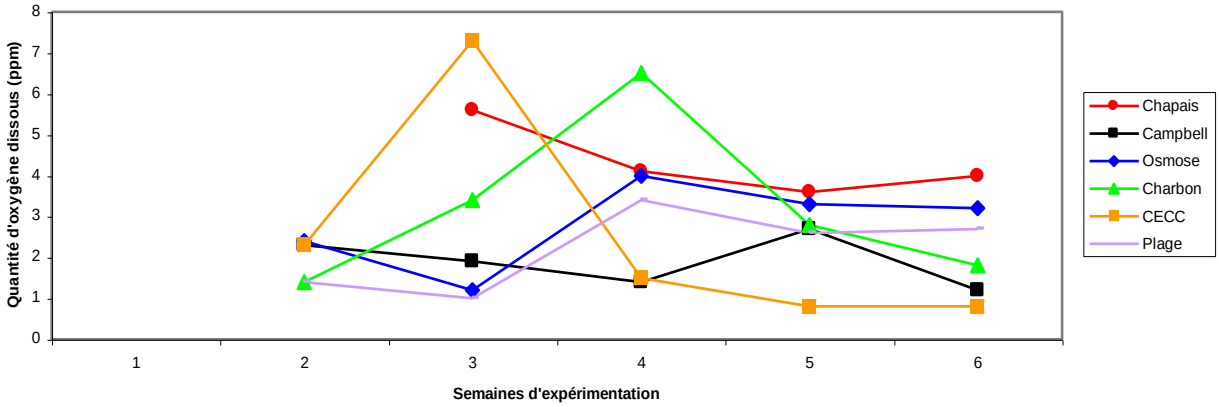

Figure 5 : Tendance de la concentration en oxygène dissous

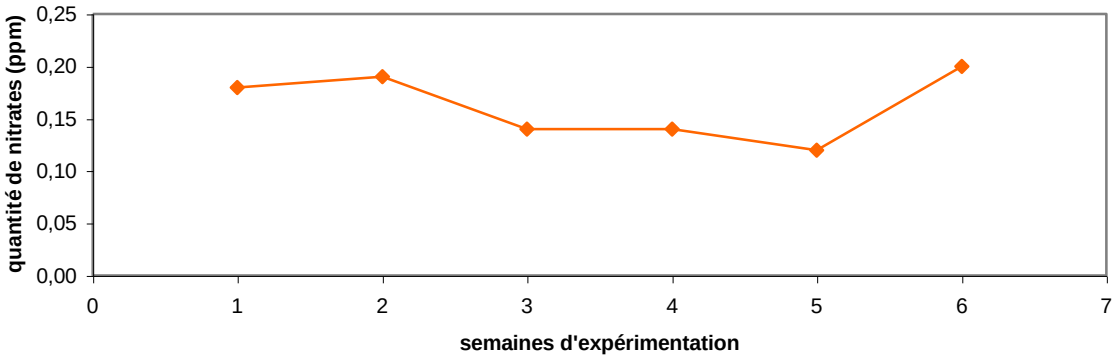

Figure 6 : Tendance de la concentration en nitrates au C.E.C.C.

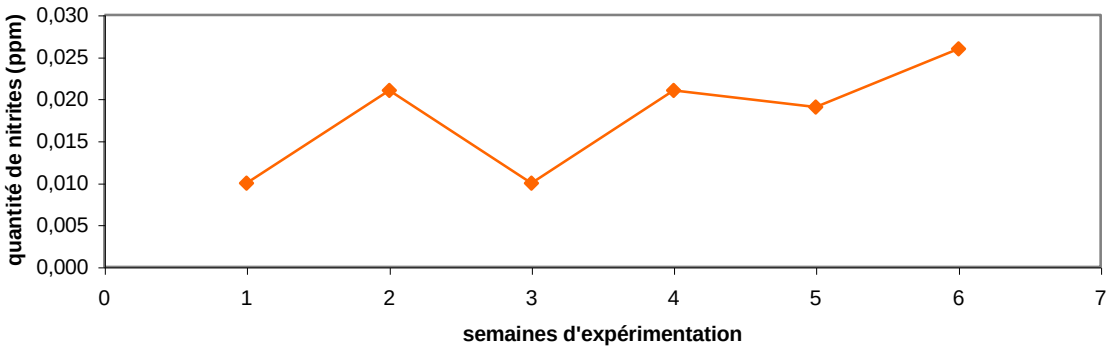

Figure 7 : Tendance de la concentration en nitrites au C.E.C.C.

DISCUSSION

À la lumière des résultats obtenus, l'hypothèse peut être confirmée ou infirmée pour chacun des paramètres étudiés :
En ce qui concerne le pH, l'échantillon provenant de Chapais ne respecte généralement pas les normes puisque les résultats indique que l'eau de ces échantillons sont trop acides (pH plus petit que 6,50) 4 fois sur 5. Dans les deux dernières semaines, l'eau est devenue trop acide pour la majorité des échantillons. Cette dernière période correspond à un avis de faire bouillir l'eau émis par la ville de Chibougamau. L'hypothèse fut donc infirmée par ce test car les échantillons provenant de Chapais surtout ne respectaient pas les normes environnementales. Ces résultats sont plutôt fiables car la marge d'erreur du pH-mètre est plutôt faible.
À la suite des six semaines d'expérimentation, l'eau qui s'affiche à la plus haute position au niveau de la turbidité est celle provenant de Chapais, ce qui veut dire que c'est elle qui est la moins claire. Ensuite, elle est suivit par les eaux provenant du C.E.C.C. et du secteur de la plage. L'eau la moins turbide est celle provenant de la filtration par osmose inverse et c'est aussi celle qui varie le moins au cours des six semaines d'expérimentation, tandis que celle provenant du C.E.C.C.et de la filtration au charbon possèdent les valeurs qui varient le plus au cours des six semaines. L'eau provenant du boulevard Campbell reste quand même assez stable, aux alentours de 7,5 U.T.N.. Bien que ces observations ont été faites, tous les résultats

infirment l'hypothèse, car la norme maximale de la turbidité est de 5 U.T.N. tandis que même une eau très claire donnait un résultat au dessus de cette norme.

Pour ce qui est de la dureté, plusieurs échantillons ne respectent pas les normes. Les échantillons provenant du système de filtration par osmose inverse et du système de filtration au charbon ne contenaient jamais assez de minéraux dissous. L'eau provenant de Chapais présente les mêmes caractéristiques 4 fois sur 5. Par contre, l'eau provenant du centre d'études présente le cas contraire pour les trois dernières semaines. Ces résultats sont attribués au fait que des travailleurs auraient supposément procédé à des travaux dans les canalisations et auraient donc pu les secouer. Le reste des échantillons respectaient les normes, mais l'hypothèse est également infirmée par ce test.

Les résultats recueillis pour le test d'oxygène dissous présentent des courbes sans formes et très variables d'une semaine à l'autre et d'un échantillon à l'autre. C'est pourquoi ces résultats qui ne semblent rien signifier ne peuvent être discutés. De plus, les causes d'erreur sont très grandes pour ce test, principalement parce que plusieurs personnes étaient chargées de recueillir les échantillons et devaient y ajouter des produits chimiques. Si ces personnes n'utilisaient pas exactement la même méthode pour recueillir les échantillons, cela causait une déviation des résultats et il n'y avait aucune façon de vérifier cela. Les résultats ne sont donc pas fiables.

Les concentrations des nitrates et des nitrites respectaient les normes tout au long de l'expérimentation, mais ces résultats sont peu représentatifs puisque les tests n'ont été effectués que sur des échantillons provenant du C.E.C.C..

Les résultats pour tous les tests contenus dans la valise sont plus ou moins fiables puisque les produits auraient pu être périmés.

En regardant les courbes formées avec les résultats obtenus lors des six semaines d'expérimentation, l'eau provenant de la filtration par osmose inverse se classe au plus bas niveau. Tandis que l'eau provenant du boulevard Campbell réussit à atteindre le point le plus haut. Les autres eaux, celles provenant de Chapais, du C.E.C.C., de la plage et de la filtration au charbon, restent assez stables tout au long des six semaines d'expérimentation. Tous les résultats obtenus avec ce test confirment l' hypothèse de départ, car ils respectent tous la norme concernant le chlorure, qui est de 250 mg/L.

Le test de dénombrement de *E.* coli a été effectué pendant deux semaines mais aucun résultat n'est ressorti des expérimentations. Lorsque le bouillon d'*E.*coli a été ensemencé de la même façon qu'avec les échantillons d'eau dans le but de déterminer la validité de la méthode rien n'a poussé sur le papier filtre. Donc, il y avait un problème quelque part et il pouvait provenir des milieux de culture, qui pouvaient être périmés. Pour vérifier cela, il fallut transformer nos milieux liquides en géloses et des géloses de milieu MacConkey ont aussi été faites pour voir si il y avait bien des bactéries dans le bouillon. *E.coli* a énormément poussé sur les trois types de géloses, donc le problème ne venait pas des milieux de culture. Par conséquent, l'hypothèse qui fut émise est qu'après la filtration sur membrane, il ne restait pas assez de bactéries sur le papier filtre pour qu'elles poussent sur celui-ci.

CONCLUSION

Le projet s'est parfois heurté à des limites, notamment le temps d'expérimentation. Les données ne sont toutefois pas représentatives puisque les test furent effectués pendant une période relativement courte. Selon le même principe, le nombre d'échantillons ne permet pas de juger l'ensemble du réseau d'aqueduc de Chibougamau et de Chapais. Il aurait fallu plusieurs échantillons provenant de chaque secteur de ces villes pour soutenir notre hypothèse. La quantité de réactif contenue dans la valise était également limitée, les tests de nitrates et nitrites furent donc effectués uniquement sur un échantillon (CECC), ce qui limite davantage la représentativité des résultats pour ce test. Après avoir fait l'analyse de nos résultats, la charte de turbidité, qui était fournie avec le test, a été considérée comme erronée car elle ne coïncidait pas avec la norme environnementale maximale de la turbidité qui est de 5 U.T.N.: même si on obtenait une valeur presque parfaite, 99 %T, la valeur de turbidité correspondante est de 7 U.T.N. ce qui est plus haut que la norme. Donc le test ou la charte ne permet pas d'obtenir des résultats réalistes.

SUGESTIONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

Pour les équipes qui voudraient éventuellement reprendre le projet, certains aspects pourraient être changés. Premièrement, il faudrait utiliser d'autres méthodes ne provenant pas de la valise de l'analyse de l'eau, car certains tests ne sont pas fiables et certains des produits peuvent être périmés, ce qui jouerait sur les résultats des tests. Deuxièmement il faudrait étudier plus de paramètres afin de pouvoir vraiment dire si l'eau est considérée comme potable selon les normes environnementales d'environnement Québec. Troisièmement, il serait mieux d'analyser des échantillons provenant de plus d'endroits. Et finalement, il faudrait faire les tests durant une période plus étendue.

Il fut également noté que le test effectué pour la turbidité était effectué par opacimétrie, mais comme il est expliqué dans la conclusion, ce test n'est pas correct pour obtenir des résultats réels, c'est pourquoi, il serait mieux, dans l'avenir, d'utiliser un autre test : par exemple la néphélémétrie ou la méthode visuelle de Jackson.

RÉFÉRENCES

TARDAT-HENRY, M et BEAUDRY, J-P., 1984, Chimie des eaux, Les Éditions le Griffon d'argile, Collège de Saint-Laurent, 340 pages

Internet 1, Les adoucisseurs d'eau, (22 mai 2005), http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/coreenlo/coprge/insevoma/insevoma_066.cfm

Internet 2, Le chlorure, (22 mai 2005**),** http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/eau/pdf/ep/chlorure.pdf

Internet 3, La teneur en nitrates, (14 mai 2005), http://www.ville-haguenau.fr/site_eau_vers2/pages/qualite/durete.asp

Internet 4, Nitrate et nitrite, (14 mai 2005), http://www.ccme.ca/sourcetotap/nitrates.fr.html

Internet 5, Eschérichia coli, (7 mai 2005), http://www.123bio.net/cours/bactériolecoli.html

Internet 6, Règlement sur la qualité de l'eau potable, (23 février 2005), http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/inter.htm

Internet 7, oxygène dissous, (14 mai 2005), http://cesu.ouvaton.org/scap/p-oxy.htm

Internet 8, oxygène dissous, (14 mai 2005), http://www.lavallab.com/fran/analyse-eau/oxygene-dissous.htm

Internet 9, How does it work ?, (7 mai 2005), http://www.rainsoft.com

REMERCIEMENTS

Sans la contribution de certaines personnes, ce projet n'aurait pu exister et c'est pourquoi nous tenons à les remercier :

-Steve Gamache, professeur de chimie et titulaire du cours porteur pour avoir accepté d'être notre tuteur et pour avoir répondu à nos nombreuses questions sur le projet en général.

-Marie Lefrançois, technicienne en laboratoire, pour nous avoir facilité la tâche pour de nombreux tests, notamment *E.coli*.

-Marc Dufour, professeur de biologie, pour avoir répondu à certaines questions sur *E.coli*.

-Marie-Claude Pearson, professeur d'anglais, pour nous avoir aidé avec la traduction de certains termes scientifiques dans l'abstract.

ANNEXE

Manipulations détaillées

Le but de notre expérience était d'analyser l'eau de certains secteurs des villes de Chibougamau et Chapais, par conséquent nous avons effectué plusieurs tests.

Test de chlorures

Tout d'abord, 15 mL de l'échantillon d'eau à tester ont été mis dans le tube de titrage associé à ce test. Ensuite, une goutte de phénolphtaléine fut ajoutée à l'eau contenue dans le tube. Si la solution demeurait incolore, il fallait passer à la prochaine étape, mais si la solution se colorait en rose il fallait ajouter à la solution de l'acide sulfurique 0,5 N, une goutte à la fois, en mélangeant après chaque goutte jusqu'à ce que la coloration disparaisse. Par la suite, trois gouttes de «réactif au chlore #1 » furent ajoutées dans le tube de titrage qui fut bouché ensuite. La solution est devenue jaune. Ensuite le titrateur fut rempli avec le « réactif au chlore #2 » et il fut inséré dans le trou du couvercle du tube de titrage. Puis le titrage a eu lieu jusqu'à ce que la couleur de la solution tourne au brun orangé. Pour finir, les résultats furent pris en note. Cette étape consistait à noter, grâce aux indications sur la seringue, le niveau de « réactif au chlore #2 » ajouté à la solution. Cette quantité correspondait à la concentration de chlore présente dans l'échantillon en parties pas million.

Dureté

En premier lieu, le tube de titrage fut rempli jusqu'à la ligne de 12,9 mL avec l'échantillon d'eau. Ensuite, 5 gouttes de réactif #5 furent ajoutées et nous avons mélangé la solution. Par la suite, une pastille de réactif #6 fut ajoutée. La solution tournait alors au rouge. Ensuite, le titrateur fut rempli avec le réactif #7. Puis le contenu du titrateur fut vidé, goutte par goutte, dans le tube de titrage, jusqu'à ce que la solution devienne bleu clair. Pour terminer, les résultats furent notés, sous le même principe que pour le test de chlorures.

Oxygène dissous

Fixation de l'échantillon d'eau

Au moment de la récolte des échantillons, il fallait procéder à la fixation de ces échantillons. Tout d'abord, un ballon de 25 mL fut rincé avec l'eau du robinet. Ensuite, il a fallu laisser couler l'eau pendant environ une minute. Pendant ce temps, il fallait ajouter dans le ballon 8 gouttes de solution de sulfate de manganèse, 8 gouttes de solution d'iodide de potassium alcaline et 1 g de poudre d'acide sulfamique. Après avoir attendu une minute, le ballon fut rempli d'eau du robinet et ensuite bouché en s'assurant bien de ne pas emprisonner de bulles d'air.

Test de l'oxygène dissous

Pour débuter, le tube de titrage fut rempli jusqu'à la ligne de 20 mL, avec l'échantillon d'eau fixé et ensuite bouché. Ensuite, le titrateur fut rempli avec la solution de thiosulfate puis son contenu fut ajouté à l'échantillon du tube de titrage, jusqu'à ce que l'eau devienne jaune fade. Ensuite, la seringue et le bouchon furent retirés pour ajouter à la solution 8 gouttes d'indicateur d'amidon: la couleur de la solution tournait alors au bleu. Le bouchon et la seringue furent ensuite remis en position pour continuer le titrage jusqu'à ce que la couleur bleue disparaisse et que la solution redevienne complètement incolore, et ensuite les résultats furent lus de la même manière que pour les tests précédents.

Nitrates

Tout d'abord, un tube de colorimètre fut rincé avec un peu d'eau du cégep et ensuite rempli avec 10 mL d'eau du cégep. Après, la longueur d'onde fut ajustée à 4 et nous avons appuyé sur le bouton de lecture. Ensuite, le tube rempli d'eau fut inséré dans le colorimètre, puis le colorimètre fut ajusté à 100 %T (100% de transmittance). Le tube fut retiré du colorimètre pour ensuite lui enlever 5 mL du contenu pour les mettre dans un cylindre gradué de 10 mL et le reste de l'échantillon fut jeté. Par la suite, le 5 mL d'eau restants furent remis dans le tube et nous y avons ajouté 5 mL de réactif composé d'acides mesurés auparavant avec un cylindre gradué de 10 mL. Puis le tube fut bouché pour le mélanger et il y eut 2 minutes d'attente afin de faire reposer le tout. Ensuite, 0,2 g d'agent réducteur de nitrate furent ajoutés à la solution. Par la suite, le tube fut brassé en inversant le tube 50 à 60 fois durant une minute puis il y eut 10 minutes d'attente afin que la couleur se développe. Le tube fut ensuite remis dans le colorimètre et la mesure fut notée. Pour terminer, la charte de calibrage fut étudiée pour évaluer le résultat.

Nitrites

Les premières étapes du test des nitrites sont les mêmes que celles du test des nitrates. Puis à la place de l'agent réducteur de nitrate, 0,2 g de réactif développant la couleur, que nous avons mesuré précédemment avec la cuillère de 0,1g, furent ajoutés à la solution. Le tube fut bouché et agité 50 à 60 fois en inversant pendant une minute. Il y eut ensuite 5 minutes d'attente pour que le mélange repose. Par la suite, le tube fut inséré dans le colorimètre et le résultat fut noté. Pour finir, la charte de calibration fut étudiée pour évaluer notre résultat.

Turbidité

En premier lieu, un tube de colorimètre fut rincé avec de l'eau déionisée puis rempli avec 10 mL de cette eau. En second lieu, la longueur d'onde fut ajustée à 1 et le colorimètre fut mis en marche. Par la suite, le tube contenant l'eau déionisée fut inséré dans le colorimètre et il fut ajusté à 100 %T. Ensuite, un autre tube du colorimètre fut rincé avec de l'eau à tester, puis il fut rempli avec 10 mL d'eau à tester. Par la suite, le tube fut inséré dans le colorimètre et la mesure fut notée le plus vite possible.

Dénombrement de *E.coli*

Préparation des pétris M-Endo et M-Fc

Pour commencer, 4,8 g de milieu M-Endo déshydraté et 3,7 g de milieu M-Fc furent mis dans deux cylindres gradués de 100 mL remplis de 100 mL d'eau distillée bouillante. Ensuite, ils furent brassés, à l'aide de deux tiges de verre, jusqu'à ce que la poudre soit entièrement dissoute. Par la suite, 2 mL de milieu ont été mis dans une boîte de pétri, contenant un papier tampon et étant préalablement identifiée, avec une pipette de 2 mL. Ensuite, la boîte de pétri a reposé afin que le bouillon s'imbibe complètement dans le papier tampon.

Dilution des échantillons

Tout d'abord, quatre Béchers de 100 mL ont été identifiés afin de ne pas mélanger les dilutions. Dans le premier Bécher, 25 mL d'échantillon d'eau du cégep et 75 mL d'eau distillée y ont été ajoutés. Dans le Bécher numéro 2, 50 mL d'eau du cégep et 50 mL d'eau distillée y ont été ajoutés. Ensuite, 75 mL d'eau du cégep et 25 mL d'eau distillée ont été ajoutés dans le troisième Bécher. Et finalement, 100 mL d'eau du cégep ont été ajoutés dans le Bécher numéro 4.

Filtration sur membrane

Pour commencer, le montage comprenant un Erlenmeyer de 1 litre, un tube de caoutchouc, un filtre à membrane et un récipient de verre fut réalisé. À chaque filtration un papier filtre fut déposé entre le filtre à membrane et le récipient de verre. 25 mL d'eau d'une des dilutions ont ensuite été versés dans le récipient pour effectuer la filtration et puis le papier filtre fut recueilli pour le mettre dans la boîte de pétri associée.

Incubation

D'abord, les boîtes de pétri contenant le milieu de culture M-Endo et le filtre, ont été mises dans un incubateur, chauffé à 37°C, pendant environ 24 heures. Ensuite, les boîtes de pétri, contenant le milieu de culture M-Fc et le filtre, ont été mises dans un incubateur, chauffé à 44,5 °C et contenant deux bols rempli d'eau pour garder le tout humide, pendant environ 24h.

Test de vérification des milieux de culture

Un test de vérification des milieux de culture a dû être effectué car les bactéries *E.coli* ne poussaient pas sur les milieux liquides, même si une filtration sur membrane avec un bouillon de culture d'*E.coli* avait été faite. Donc, des milieux de culture solides ont été faits avec les milieux M-Endo, M-Fc et MacConkey. Pour obtenir de tels milieux, 4,8 g de milieu de culture M-Endo, 3,7 g de milieu de culture M-Fc et 5 g de milieu de culture MacConkey, préalablement pesés avec une balance électronique ont été ajoutés dans trois Béchers contenant 100 mL d'eau distillée bouillante. Ensuite, 2 g d'Agar ont été ajoutés au Bécher contenant le milieu de culture M-Endo et à celui contenant le milieu de culture M-Fc et 0,5 g d'agar ont été ajoutés au Bécher contenant le milieu de culture MacConkey. Par la suite, les trois Béchers, contenant chacun un agitateur magnétique, ont été mis sur une plaque chauffante, afin que leur contenu bouille jusqu'à ce que la poudre soit complètement dissoute. Après dissolution complète de la poudre, le contenu de chaque Bécher a été vidé dans 12 boîtes de pétri, 4 pour chaque milieu, et les boîtes

de pétri ont ensuite reposé pendant environ 30 minutes pour laisser le temps à la gelée de prendre. Elles ont par la suite été ensemencées avec des écouvillons trempés dans un bouillon d'*E.coli*. Puis finalement, les boîte de Pétri ont été à l'incubation pendant environ 24 heures : les boîtes de Pétri contenant le milieu de culture M-Fc ont été mises dans un incubateur chauffé à 44,5 °C et contenant deux bols remplis d'eau et celles contenant le milieu de culture M-Endo ainsi que celles contenant le milieu de culture MacConckey ont été mises dans un incubateur chauffé à 37 °C.