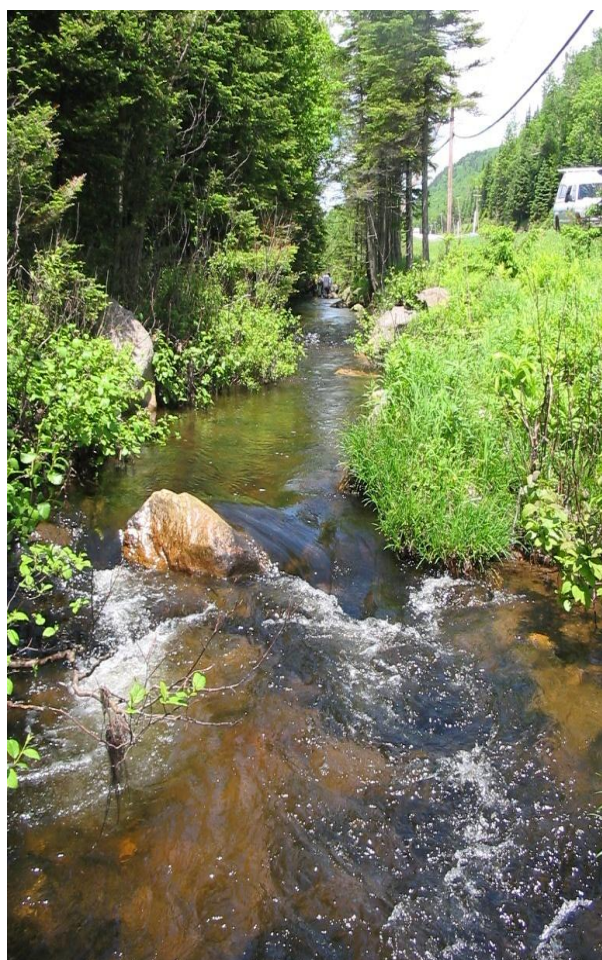

RÉALISATION D'UN ÉTAT DE RÉFÉRENCE DES CONCENTRATIONS D'IONS CHLORURES ET DE CONDUCTIVITÉ DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE DES HURONS

RAPPORT RÉALISÉ POUR LE MINISTÈRE DES
TRANSPORTS DU QUÉBEC

PAR LE CONSEIL DE BASSIN DE LA RIVIÈRE
SAINT-CHARLES

2012



Rédaction :

Patricia Turmel

Céline Meunier

Référence à citer :

Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles. 2012. *Réalisation d'un état de référence des concentrations d'ions chlorures et de la conductivité du bassin versant de la rivière des Hurons*. v+32 pages.

Le présent rapport a été rédigé et déposé au ministère des Transports du Québec en 2009 par le Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles. À la demande du Ministère des révisions ont été apportées au rapport en 2012. Depuis 2010, le Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles a changé de nom pour devenir l'Organisme des bassins versants de la Capitale.

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières	iii
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	iv
Liste des photos	v
Liste des ANNEXES	v
1 Introduction	1
2 Méthodologie	1
2.1 Localisation des stations	2
2.2 Prélèvements et effort d'échantillonnage	3
2.3 Analyse.....	5
2.3.1 Prédicibilité des concentrations d'ions chlorures à partir des données de conductivité	5
2.3.2 Impact de la date de fonte sur la conductivité	6
2.3.3 Analyse temporelle et SPATIALE des valeurs de conductivité	6
3 Résultats	7
3.1 Prédicibilité des concentrations d'ions chlorures à partir des données de conductivité.....	7
3.2 Impact de la période de fonte sur la conductivité	9
3.3 Analyse comparative des données de conductivité (interstation, saisonnières et annuelles) ...	10
4 Discussion	16
4.1 La conductivité dans le bassin versant de la rivière des Hurons avant les aménagements de la route 175 dans le secteur.....	16
4.2 Mésures préventatives et modifications au réseau hydrique	16
4.3 Gestion des sels de voirie pour la route 175.....	17
5 Conclusion.....	18
6 Références citées	20
7 Annexes	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Effort d'échantillonnage entre 2004 et 2007	3
Tableau 2: Critères de qualité de l'eau de surface au Québec pour le chlorure (MDDEP, 2008)	6
Tableau 3: Date de la couverture neigeuse continue pour Québec – Station météorologique (701S001 Aéroport Jean-Lesage)	9

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation des stations d'échantillonnage	2
Figure 2: Évolution de la conductivité et de la concentration des ions chlorures dans le bassin versant de la rivière des Hurons	7
Figure 3 : Relation entre les données de conductivité mesurées sur le terrain et au laboratoire	8
Figure 4 : Relation entre les données de conductivité mesurées sur le terrain et la concentration d'ions chlorures mesurée en laboratoire	8
Figure 5 : Moyenne des variations interannuelles de la conductivité prise sur le terrain pour les 5 stations échantillonnées entre 2004 et 2008	10
Figure 6 : Variations interannuelles de la conductivité de la station témoin Hu-1	11
Figure 7 : Variations interannuelles de la conductivité de la station Hu-2	12
Figure 8 : Variations interannuelles de la conductivité de la station Hu-4	13
Figure 9: Variations interannuelles de la conductivité de la station Hu-5	13
Figure 10 : Variations interannuelles de la conductivité de la station No-3	14
Figure 11 : Mesure de la conductivité de la station No-1 en 2008.....	15
Figure 12: Mesure de la conductivité de la station No-2 en 2008.....	15

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Mesure de la conductivité.....	4
Photo 2: Prélèvement d'eau au point Hu2 - descente du porte-bouteille -.....	4
Photo 3 : Station No1	22
Photo 4 : Station No2	22
Photo 5 : Station No3	23
Photo 6 : Station Hu1	23
Photo 7 : Station Hu2	24
Photo 8 : Station Hu4	24
Photo 9 : Station Hu5	24

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Photos des stations d'échantillonnage.....	22
ANNEXE 2 : Calcul de conductivité équivalente au plus sévère critère de qualité d'ions chlorures du MDDEP	25
ANNEXE 3 : BQMA des stations d'échantillonnage de la rivière des Hurons et de la rivière Noire	25
ANNEXE 4 : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3 recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC.....	26

1 INTRODUCTION

La route 175 est le principal lien entre la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean et la région de la Capitale Nationale, ainsi que le réseau autoroutier québécois. Des taux plus élevés d'accidents et de mortalités sur cette route sont les principales justifications du projet d'élargissement à quatre voies l'axe 175 (MDDEP, 2005). Pour des raisons de sécurité publique et afin de maintenir le même standard de sécurité tout au long de la route, l'axe en entier sera réaménagé (MDDEP, 2005). La partie sud de l'autoroute qui traverse la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury se situe en partie dans le bassin versant de la rivière des Hurons. La rivière des Hurons et la rivière Noire (un tributaire de la rivière des Hurons) se trouvent en bordure de l'autoroute. Le développement d'un axe routier en bordure d'un plan d'eau entraîne une variété de nouvelles substances dans l'environnement aquatique. Avec l'élargissement de l'axe routier 73/175 le MTQ estime que 72% de plus de fondants et 83 % de plus d'abrasifs qu'actuellement devront être nécessaires pour l'entretien de la route (MDDEP, 2005). L'augmentation de l'utilisation des sels de déglacage est une préoccupation locale puisqu'ils sont connus pour avoir un impact significatif sur les populations ichthyennes. Ceci dit, il est primordial d'établir la concentration des sels de déglacages dans l'environnement pré-perturbation (avant l'élargissement à quatre voies de l'axe routier - background noise), afin d'associer un changement subséquent à ladite perturbation.

En novembre 2004, une entente de partenariat est survenue entre la Direction du suivi de l'état de l'environnement (DSÉE) et le Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles (CBRSC) pour l'échantillonnage de l'eau dans le bassin versant de la rivière des Hurons pour l'année 2005. En 2006 et 2007, le Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles a procédé au suivi. En 2008, le ministère des Transports du Québec a mandaté le Conseil de bassin à continuer le suivi pour ainsi établir une référence locale sur la salinité de la rivière des Hurons et la rivière Noire avant le réaménagement de la route 175 dans le secteur. Le présent document expose la justification de la méthode indirecte de mesure des sels et l'analyse des résultats des échantillonnages effectués de 2005 à 2008.

2 MÉTHODOLOGIE

Les concentrations d'ions chlorures et autres ions (calcium, sodium, potassium, magnésium) associés aux sels de déglacage s'obtiennent par des analyses chimiques. Ces analyses sont généralement onéreuses.

L'alternative consiste à effectuer un suivi à l'aide d'un conductimètre. Les sels en solution se dissocient en ions constituants et la conductivité d'une solution est liée à la concentration ionique. La conductivité, bien que moins précise que l'analyse chimique, est un indice de la salinité d'une solution. La première partie des résultats montre la validité de la méthode de mesure indirecte des sels de déglaceage par la mesure de la conductivité.

2.1 LOCALISATION DES STATIONS

Cinq stations ont été échantillonnées de 2004 à 2007, quatre sur la rivière des Hurons (Hu1, Hu2, Hu4 et Hu5) et une sur la rivière Noire (No3) (Figure 1). Pour l'année 2008, deux stations de plus ont été échantillonnées sur la rivière Noire en amont du point No3 (No1 et No2). Les stations Hu1 et No1 sont des stations de référence puisqu'elles sont situées en amont de l'influence de réseaux routiers importants.

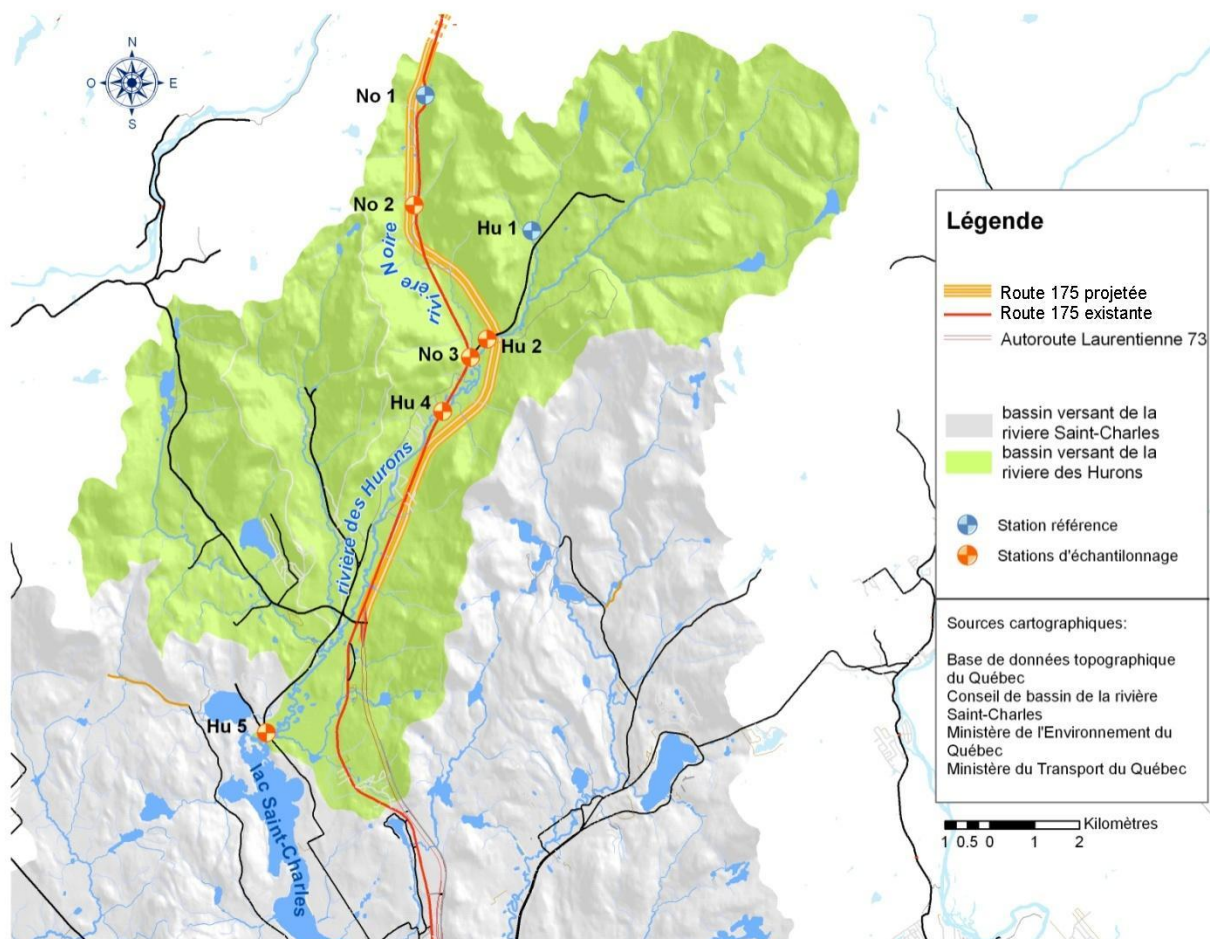


Figure 1: Localisation des stations d'échantillonnage

2.2 PRÉLÈVEMENTS ET EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE

La période sensible, en ce qui concerne la concentration des sels de déglacage dans les cours d'eau, a lieu pendant la période de la fonte de la neige qui se termine entre le 16 avril et le 30 avril (Brown et al. 2003; Environnement Canada 2005). Ainsi, pour détecter l'effet des sels de déglacage sur la concentration en ions chlorures dans les cours d'eau (mesurée par la mesure de la conductivité), les échantillonnages ont été réalisés entre le mois de février et la fin du mois d'avril.

Le lien entre la concentration des ions chlorures et la conductivité a été établi lors de l'année 2005. La méthode avait été étalonnée à partir d'un nombre significatif d'échantillons par la détermination conjointe de la concentration ionique par analyse chimique, de la conductivité en laboratoire et de la conductivité sur le terrain afin de vérifier la fiabilité des mesures. Par la suite, l'étalonnage permet d'utiliser le conductimètre de terrain comme seul instrument du suivi. Par contre, si des valeurs aberrantes sont détectées, la détermination de la concentration ionique par l'analyse chimique est alors nécessaire (Philippe Daigle, com. 20/02/04). Cette campagne de terrain s'est effectuée du début février à la mi-avril 2005. Par la suite, seules les données de conductivité sur le terrain sont recueillies soit pour les années 2006, 2007 et 2008 (Tableau 1). En 2008, des données complémentaires ont été recueillies pendant la période de dispersion des alevins (en mai-juin) et pendant la fraie (en septembre) de l'omble de fontaine.

Tableau 1 : Effort d'échantillonnage entre 2004 et 2007

Semaine	2004	2005	2006	2007	2008
1 ^{ère} février		X			
2 ^e février		X			
3 ^e février		X			
4 ^e février		X	X		X
1 ^{ère} mars		X	X		X
2 ^e mars	X	X	X	X	X
3 ^e mars	X	X	X	X	X
4 ^e mars	X	X	X	X	X
1 ^{ère} avril	X	X	X	X	X
2 ^e avril		X		X	X
3 ^e avril					X
4 ^e mai (26 mai)					X
1 ^{ère} juin (2 juin)					X
2 ^e juin (9 juin)					X
3 ^e juin (16 juin)					X
1 ^{ère} septembre (5 septembre)					X
2 ^e septembre (12 septembre)					X
3 ^e septembre (19 septembre)					X
4 ^e septembre (26 septembre)					X

L'échantillonnage consiste en un prélèvement d'eau près du centre de la rivière ou dans le courant principal. La rive et les zones de courant lent sont évitées. Le site est préalablement débarrassé des débris. Le porte-bouteille est descendu en évitant que la corde touche le rebord du pont et en évitant que des particules ou débris ne tombent dans la bouteille. Une première immersion est réalisée et le contenu est vidé de façon à ce que la bouteille dans laquelle seront prises les mesures soit rincée avec l'eau de la rivière à l'emplacement de la station en cours d'échantillonnage. Par la suite, l'échantillonneur est immergé d'un seul coup afin d'éviter de récolter des débris flottants à la surface de l'eau. Le porte-bouteille est immergé jusqu'à un mètre de profondeur (dans la mesure du possible) et sans toucher le fond de la rivière. Le porte-bouteille est ensuite remonté en prenant les mêmes précautions que lors de sa descente. La conductivité, le pH et les températures associées sont mesurés à même la bouteille ouverte (Photo 1 et Photo 2).



Photo 1: Mesure de la conductivité



Photo 2: Prélèvement d'eau au point Hu2 - descente du porte-bouteille -

En 2005, l'étalonnage de la méthode a nécessité la prise d'échantillons devant être analysés au laboratoire. La méthode de prélèvement est identique à la description ci-dessus à ceci près que les bouteilles utilisées pour le prélèvement d'eau étaient bouchées et entreposées dans la glace avant d'être envoyées le jour même au laboratoire du MDDEP.

Ce protocole d'échantillonnage suit les indications données par le MDDEP pour les prélèvements réalisés dans le cadre du Réseau-Rivières (Manon Ouellet, com.).

2.3 ANALYSE

2.3.1 PRÉDICTIBILITÉ DES CONCENTRATIONS D'IONS CHLORURES À PARTIR DES DONNÉES DE CONDUCTIVITÉ

La relation entre les données de conductivité prises sur le terrain, les données de conductivité mesurées en laboratoire et les données de concentration chlorure seront analysées pour vérifier si les valeurs pour un même échantillon sont cohérentes. Ainsi, nous vérifierons que ces données sont corrélées entre elles.

Afin de statuer sur la prédictibilité des données de concentrations des ions chlorures à partir des données de conductivité mesurée sur le terrain, le fichier de données de l'année 2005, année au cours de laquelle des échantillons d'eau ont été prélevés et envoyés au laboratoire, a été séparé en deux de façon aléatoire. Une partie du fichier servira à bâtir le modèle (partie appelée « modèle ») et la seconde partie sert à le valider (partie du fichier appelée « validation »). La partie du fichier « modèle » a permis d'établir la relation entre la conductivité prise sur le terrain et les valeurs de concentrations en ions chlorures associées aux mêmes échantillons. Une modélisation simple linéaire a été choisie. Cette modélisation de la relation entre la concentration des ions chlorures et la conductivité a permis de calculer les valeurs estimées de la concentration des ions chlorures pour la deuxième partie du fichier « validation ». La dernière étape consiste à comparer les valeurs de concentrations des ions chlorures mesurées en laboratoire et les valeurs estimées par le modèle pour les mêmes échantillons. Un test de t est effectué pour déterminer s'il existe ou non une différence significative entre les valeurs mesurées et les valeurs estimées.

2.3.2 IMPACT DE LA DATE DE FONTE SUR LA CONDUCTIVITÉ

Les dates de pics de conductivité seront comparées aux dates de fonte de la couverture neigeuse afin de déterminer si les pics de conductivité sont reliés à la période de fonte de la neige.

Définition de la date de fonte de la couverture neigeuse

La date de fonte de la couverture neigeuse continue est définie comme étant la dernière journée de 14 jours consécutifs où l'on a enregistré une couverture neigeuse supérieure ou égale à 2 centimètres d'épaisseur (Environnement Canada, 2005).

2.3.3 ANALYSE TEMPORELLE ET SPATIALE DES VALEURS DE CONDUCTIVITÉ

Les données sont comparées entre elles selon le lieu et les années de prises de mesures. De plus, les données mesurées sont comparées aux critères de qualité de l'eau de surface au Québec pour le chlorure (Tableau 2).

Tableau 2: Critères de qualité de l'eau de surface au Québec pour le chlorure (MDDEP, 2008)

Usages	Valeur seuil	Commentaires
Prévention de la contamination (eau et organismes aquatiques)	250 mg/l	Au-delà de cette concentration, les propriétés organoleptiques ou esthétiques de l'eau de consommation pourront être altérées.
Prévention de la contamination (organismes aquatiques seulement)		Aucun critère de qualité retenu pour cet usage.
Protection de la vie aquatique (toxicité aigue)	860 mg/l	Ce critère ne sera probablement pas suffisamment protecteur lorsque les chlorures sont associés au potassium, au calcium ou au magnésium plutôt qu'au sodium. En plus, puisque les organismes d'eau douce tolèrent les chlorures seulement sur une plage restreinte sans subir de toxicité aiguë, un dépassement du critère pourra nuire à un bon nombre d'espèces
Protection de la vie aquatique (effet chronique)	230 mg/l	
Protection de la faune terrestre piscivore	Aucun critère de qualité retenu pour cet usage.	
Protection des activités récréatives et des aspects esthétiques	Aucun critère de qualité retenu pour cet usage.	

3 RÉSULTATS

3.1 PRÉDICTIBILITÉ DES CONCENTRATIONS D'IONS CHLORURES À PARTIR DES DONNÉES DE CONDUCTIVITÉ

L'étalonnage de la méthode a été réalisé en 2005 entre le 4 février 2005 et le 24 mars 2005 (Figure 2). Les résultats montrent que les mesures de conductivité prise sur le terrain et celles obtenues en laboratoire sont significativement corrélées ($r=0,99$ et $p<0,0001$) (Figure 3). Les données de conductivité prises sur le terrain et les données de concentration des ions chlorures mesurées en laboratoire sont aussi significativement corrélées ($r=0,99$ et $p<0,0001$) (Figure 4).

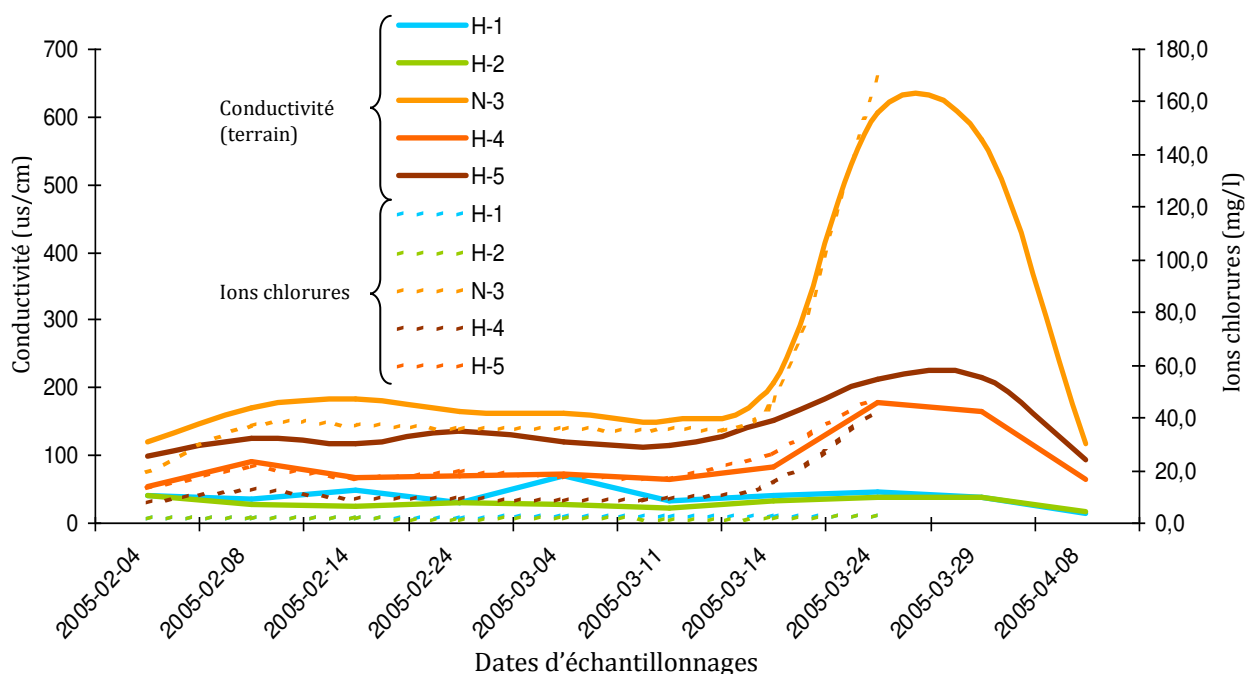


Figure 2: Évolution de la conductivité et de la concentration des ions chlorures dans le bassin versant de la rivière des Huron

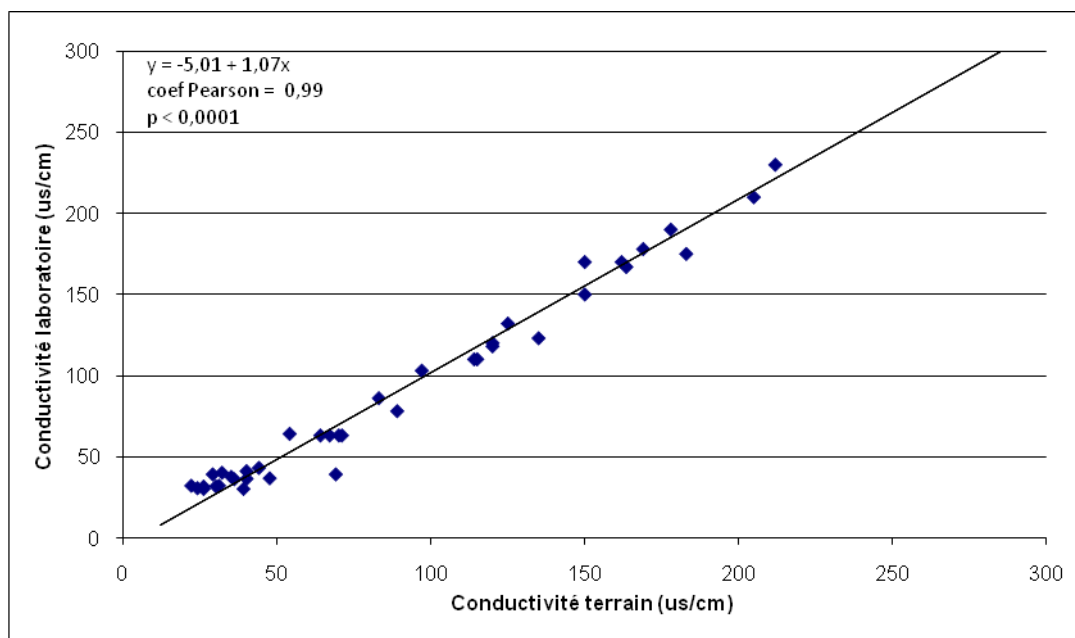


Figure 3 : Relation entre les données de conductivité mesurées sur le terrain et au laboratoire

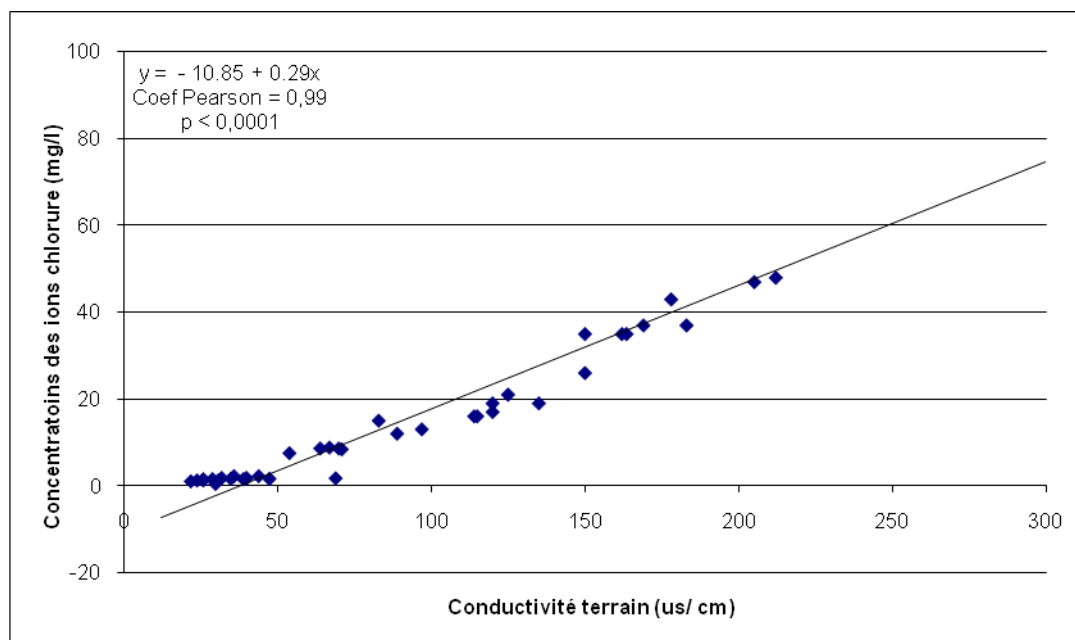


Figure 4 : Relation entre les données de conductivité mesurées sur le terrain et la concentration d'ions chlorures mesurée en laboratoire

Le modèle établi sur la première partie des données correspond à l'équation suivante :

$$[\text{concentration des ions chlorures}] = -11,27 + 0,29 \times [\text{mesure terrain de la conductivité}]$$

Le coefficient de détermination de cette équation est $r = 0,99$

Les valeurs estimées de la concentration en ions chlorures calculée avec l'équation ci-dessus pour la deuxième partie du fichier ne sont pas significativement différentes des valeurs mesurées en laboratoire pour les mêmes échantillons (test de t n = 23, t = 0,21 ; p = 0,83). Les valeurs de concentration des ions chlorures peuvent donc être estimées avec une très bonne probabilité par la mesure de la conductivité effectuée directement sur le terrain.

3.2 IMPACT DE LA PÉRIODE DE FONTE SUR LA CONDUCTIVITÉ

Les données de conductivité recueillies sont trop peu nombreuses pour pouvoir aller très loin dans l'analyse de l'influence de la date de fonte sur le pic de conductivité ou même pour déterminer si la quantité des précipitations peut jouer sur la date du pic de conductivité dans les cours d'eau étudiés.

Les dates de fonte de la couverture neigeuse présentent des variations certaines entre les années pour la période d'étude soit entre 2004 et 2008. Vingt jours séparent la date la plus hâtive (1 avril) à la date la plus tardive (21 avril). La variation interannuelle quant à la date du pic de conductivité observé est très faible de l'ordre d'une semaine tout au plus (Tableau 3). C'est en 2008 que le pic de conductivité est le plus tardif puisqu'il s'étend jusqu'au 3 avril.

Tableau 3: Date de la couverture neigeuse continue pour Québec – Station météorologique (701S001 Aéroport Jean-Lesage)

Année	Date de fonte de la couverture neigeuse ¹	Date médiane de fonte de la couverture médiane pour la région de Québec ²	Date du pic de conductivité	Total de précipitations neigeuses (cm) ¹
2004	10 avril	entre le 16 avril et le 30 avril	27 mars	283,8
2005	4 avril		24-29 mars	269,5
2006	1 avril		23-31 mars	356,6
2007	19 avril		23-28 mars	285,4
2008	21 avril		28 mars-3 avril	559,1

¹ Calculée sur la base des données d'Environnement Canada

² Calculée sur la base de 18 années d'accumulation neigeuse entre 1979 et 1998

3.3 ANALYSE COMPARATIVE DES DONNÉES DE CONDUCTIVITÉ (INTERSTATION, SAISONNIÈRES ET ANNUELLES)

Les concentrations d'ions chlorures illustrées dans les figures de cette section ont été calculées grâce au modèle établi dans la section 3.1 de ce rapport.

La variabilité interannuelle pourrait être fonction de la température et de la période de fonte. Les mesures de conductivité de la station témoin Hu1 ne montrent pas de variation saisonnière (Figure 5). De même, la station Hu2 ne semble pas enregistrer de variation saisonnière de la conductivité. Par contre les 3 autres stations, No3, Hu4 et Hu5, révèlent une variation saisonnière de la conductivité (Figure 5).

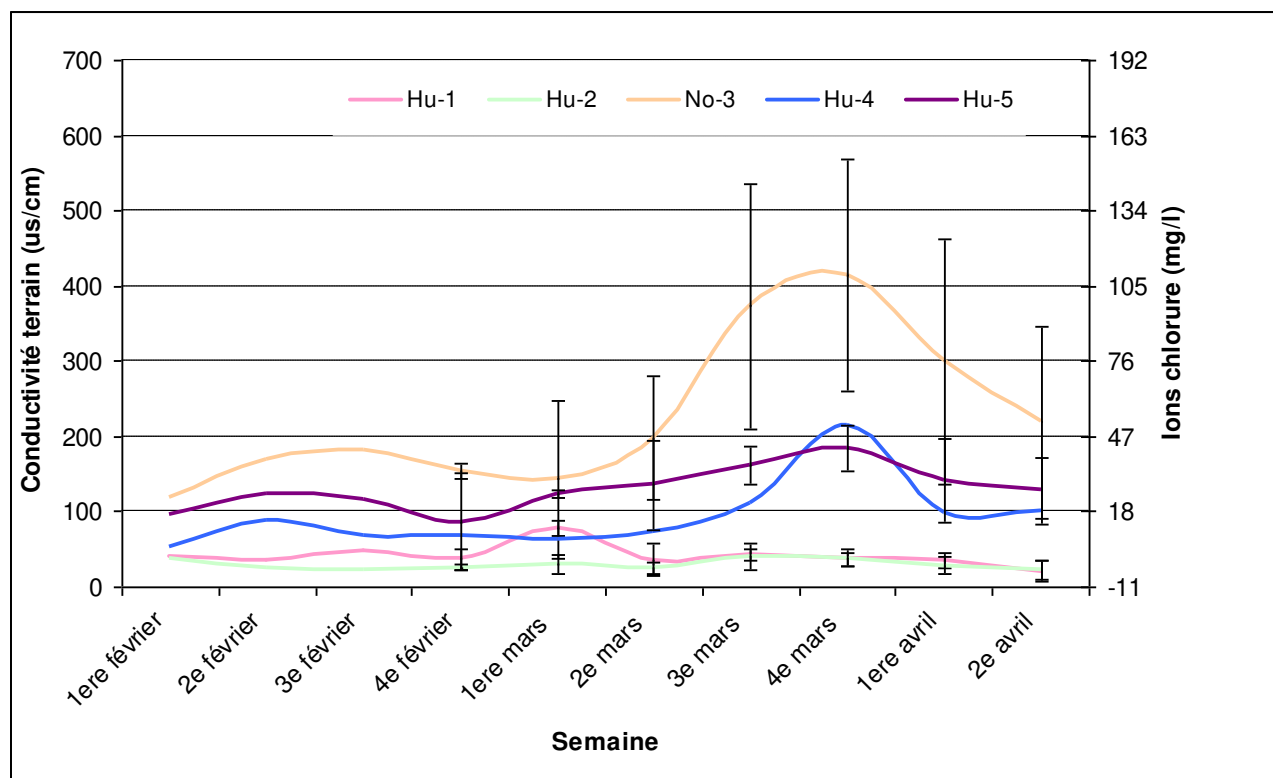


Figure 5 : Moyenne des variations interannuelles de la conductivité prise sur le terrain pour les 5 stations échantillonnées entre 2004 et 2008

Pour ces trois stations (No3, Hu4 et Hu5), les mesures de conductivité prises sur le terrain au cours des années 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008 montrent que le pic de conductivité survient entre la troisième semaine du mois de mars et la première semaine d'avril (Figure 5). La station la plus atteinte par les changements saisonniers de la conductivité est la station No3 (Figure 5).

Les variations interannuelles durant la période de fonte des neiges sont très faibles pour la station témoin Hu1. Le pic de conductivité le plus haut observé durant cette période est de 90 microSiemens/cm en 2008 et le pic le plus bas observé est de 69 microSiemens/cm en 2005 (Figure 6). La conductivité la minimale observée au printemps est de 12 microSiemens/cm (2^e semaine d'avril 2005). La conductivité observée pendant la période de dispersion des alevins de 2008 (premières semaines de juin) est entre 7 et 19 microSiemens/cm. La conductivité observée pendant la fraie de 2008 (septembre) est entre 14 et 33 microSiemens/cm.

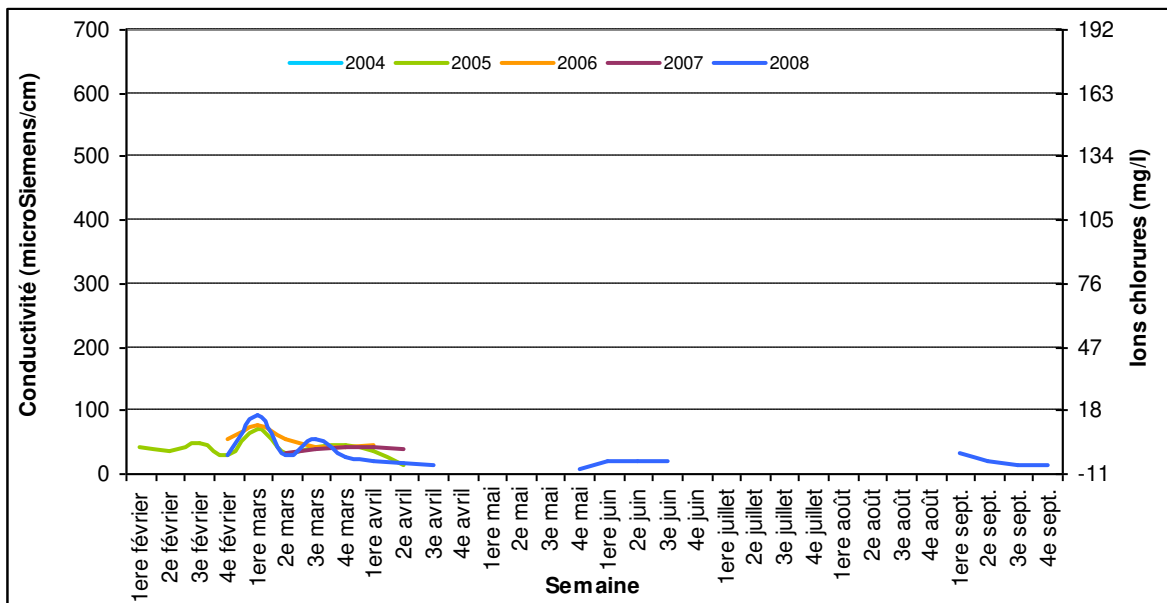


Figure 6 : Variations interannuelles de la conductivité de la station témoin Hu-1

Les variations interannuelles pour la station Hu2 (Figure 7) sont faibles, mais moins faibles que celles de la station témoin. Le pic de conductivité le plus haut observé durant cette période est de 68 microSiemens/cm en 2004 et le pic le plus bas observé est de 23 microSiemens/cm en 2008 (Figure 8). La conductivité minimale observée au printemps est de 14 microSiemens/cm (2^e semaine de mars 2004). La conductivité observée pendant la période de dispersion des alevins de 2008 (premières semaines de juin) est entre 4 et 14 microSiemens/cm. La conductivité observée pendant la fraie de 2008 (septembre) est entre 11 et 24 microSiemens/cm.

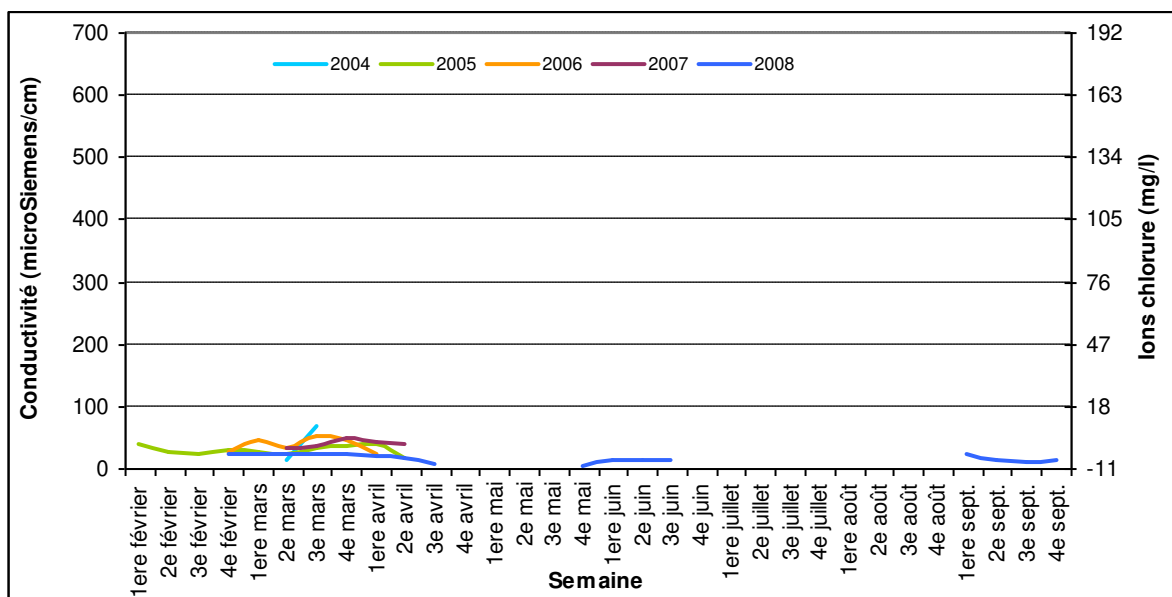


Figure 7 : Variations interannuelles de la conductivité de la station Hu-2

Les variations pour les stations Hu4 (Figure 8) et Hu5 (Figure 9) sont plus fortes que celles de la station de référence (Hu1). À la station Hu4 Le pic de conductivité le plus haut observé durant cette période est de 376 microSiemens/cm en 2006 et le pic de conductivité observé le plus bas est de 117 microSiemens/cm en 2008. La conductivité minimale observée au printemps est de 22 microSiemens/cm (3^e semaine d'avril 2008). La conductivité observée pendant la période de dispersion des alevins de 2008 (premières semaines de juin) est entre 14 et 48 microSiemens/cm. La conductivité observée pendant la fraie de 2008 (septembre) est entre 26 et 58 microSiemens/cm. Pour la station Hu5, le pic annuel de conductivité le plus élevé est de 226 microSiemens observé en 2006, le pic de conductivité le plus bas est de 135 microSiemens/cm observé en 2008. La conductivité minimale observée au printemps est de 13 microSiemens/cm (4^e semaine de février 2008). La conductivité observée pendant la période de dispersion des alevins de 2008 (premières semaines de juin) est entre 29 et 86 microSiemens/cm. La conductivité observée pendant la fraie de 2008 (septembre) est entre 44 et 109 microSiemens/cm.

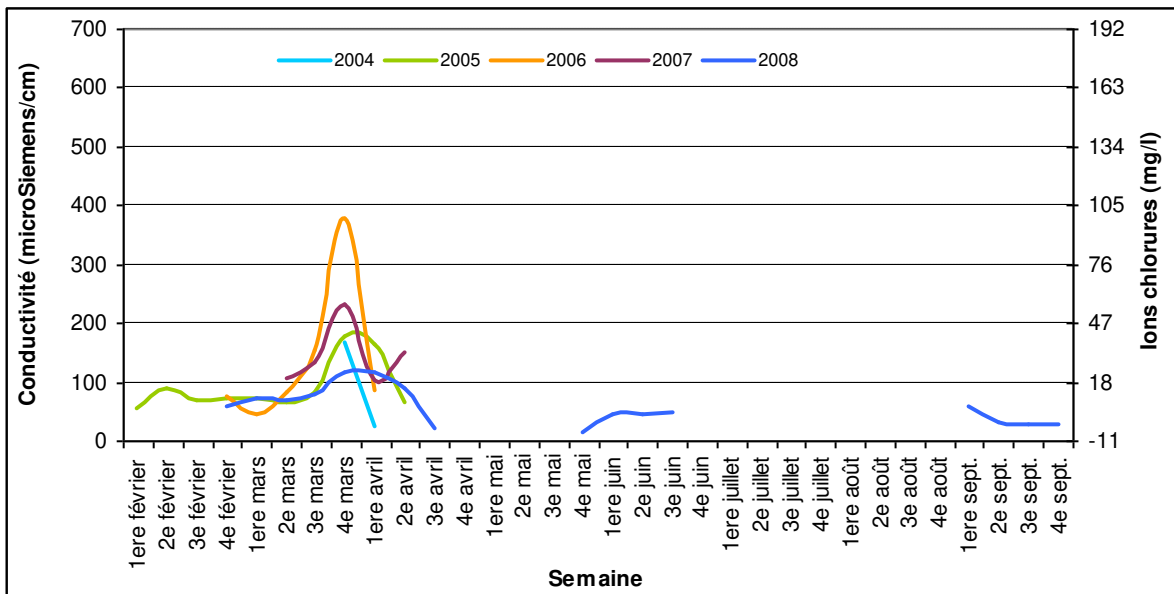


Figure 8 : Variations interannuelles de la conductivité de la station Hu-4

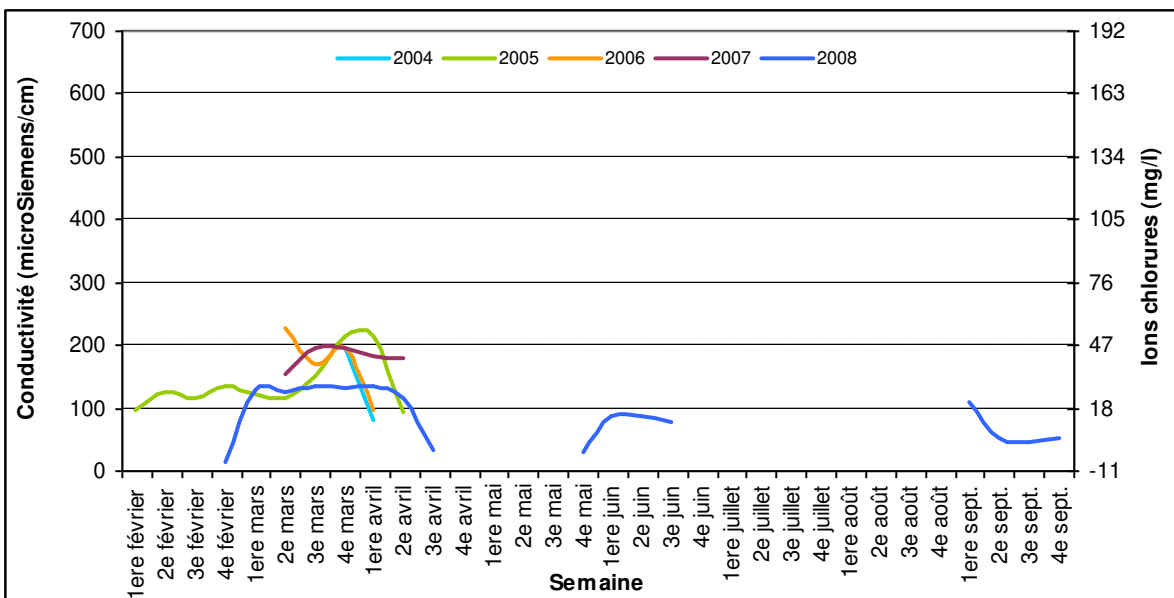


Figure 9: Variations interannuelles de la conductivité de la station Hu-5

La station No3 est sujette aux plus fortes variations interannuelles de toutes les stations (Figure 7). Le pic de conductivité le plus élevé est de 604 microSiemens/cm observé en 2005, le pic le moins élevé est de 284 microSiemens/cm observé en 2006. La conductivité la plus basse observée au printemps est de 31 microSiemens/cm (2^e semaine de mars 2006). La conductivité observée pendant la période de dispersion des alevins de 2008 (premières semaines de juin) est entre 58 et 148 microSiemens/cm. La conductivité

observée pendant la fraie de 2008 (septembre) est dans le même domaine de valeurs que la conductivité observée durant la dispersion des alevins, soit entre 59 et 147 microSiemens/cm.

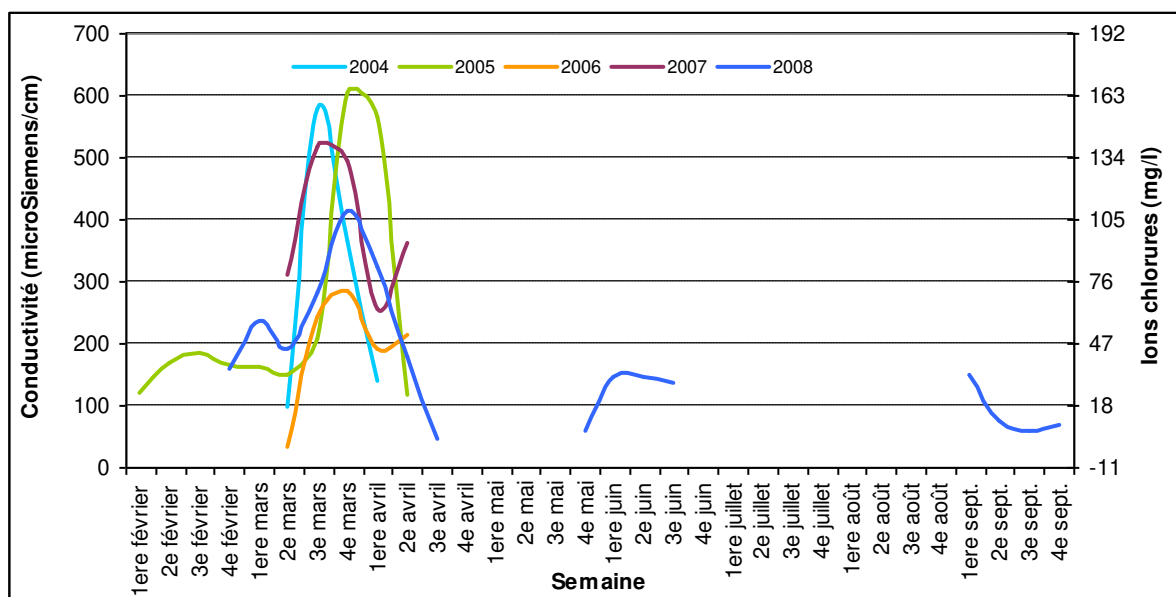


Figure 10 : Variations interannuelles de la conductivité de la station No-3

La conductivité mesurée pour la station de référence No1 en 2008 ne démontre pas de grandes variations saisonnières d'après les données disponibles (Figure 11). La conductivité mesurée au printemps 2008 reste entre 9 et 20 microSiemens/cm. Durant la période de la dispersion des alevins, la conductivité observée en 2008 est entre 7 et 16 microSiemens/cm. Pendant la fraie, la conductivité observée est toujours dans le même domaine de valeurs, entre 8 et 20 microSiemens/cm.

La conductivité mesurée en aval de la station témoin, à la station No2 illustre de plus fortes variations saisonnières pour l'année 2008 (Figure 12). La conductivité mesurée au printemps 2008 démontre un pic parvenu la première semaine d'avril. La conductivité observée au printemps 2008 est entre 96 et 370 microSiemens/cm. Pendant la période de dispersion des alevins en 2008, la conductivité observée est entre 68 et 165 microSiemens/cm. Duran la fraie 2008 la conductivité observée est entre 64 et 157 microSiemens/cm.

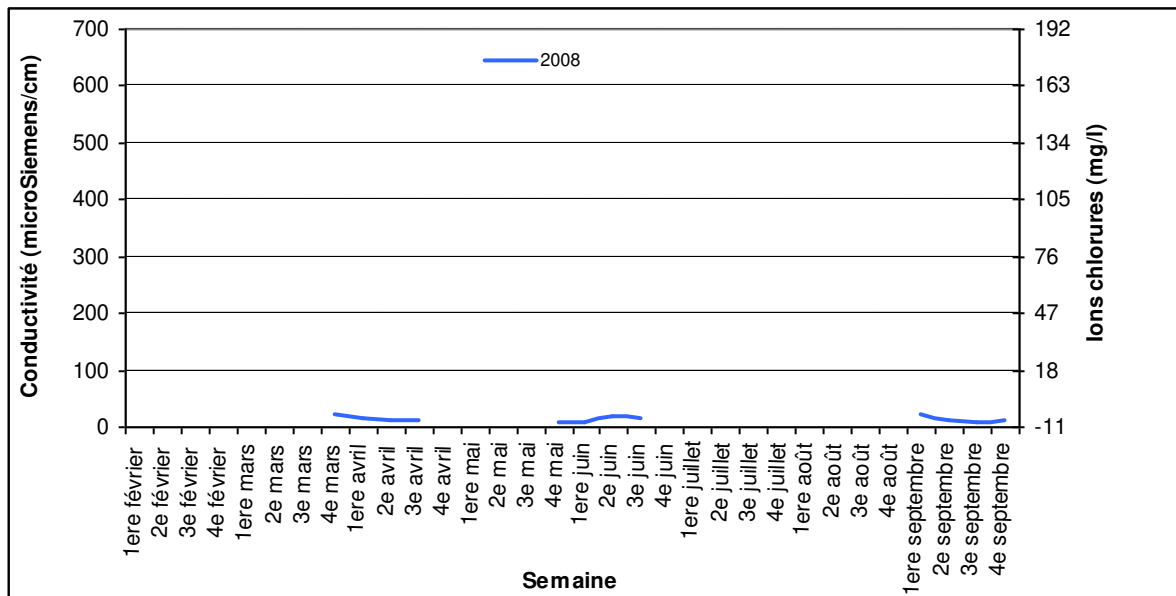


Figure 11 : Mesure de la conductivité de la station No-1 en 2008

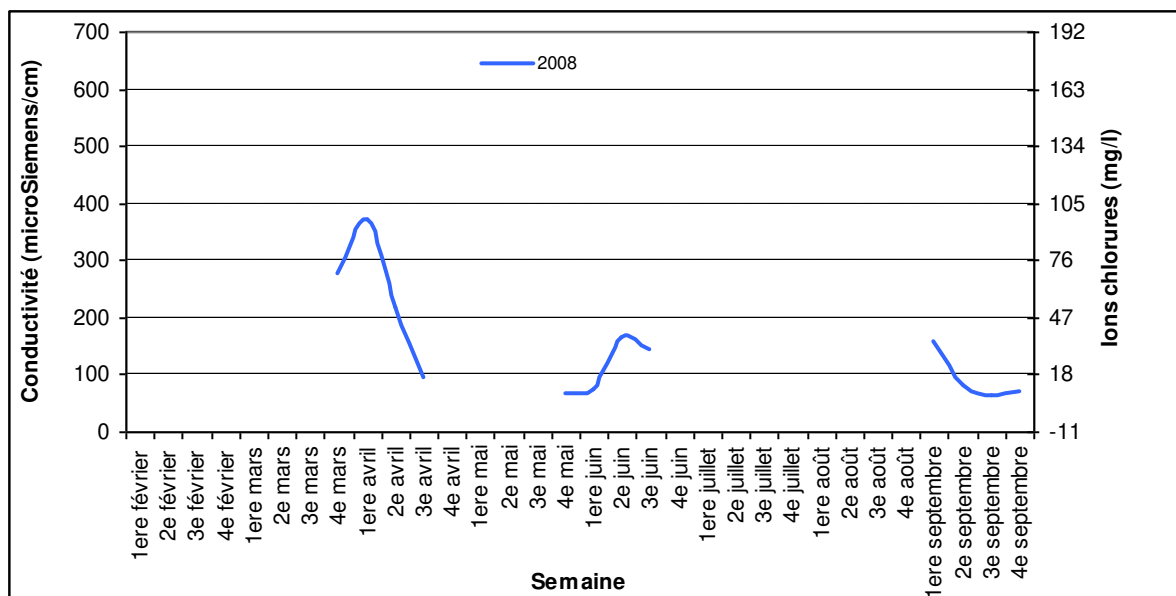


Figure 12: Mesure de la conductivité de la station No-2 en 2008

4 DISCUSSION

4.1 LA CONDUCTIVITÉ DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE DES HURONS AVANT LES AMÉNAGEMENTS DE LA ROUTE 175 DANS LE SECTEUR

Les stations témoins de la rivière Noire, No1, et de la rivière des Hurons, Hu1, démontrent de très faibles variations saisonnières de conductivité. Les plus fortes variations saisonnières sont observées à la station No3. La plus haute mesure de conductivité a été mesurée à cette station durant la 4^e semaine du mois de mars 2005. La conductivité équivalente au plus sévère critère de concentration d'ions chlorures du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (230 mg/l) a été calculée en utilisant le modèle établi dans la section 3.2 de ce rapport (Annexe 2). Aucun des échantillons prélevés n'a dépassé les critères de qualité les plus sévères du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs avant la construction de l'autoroute dans le secteur étudié (Tableau 2).

4.2 MESURES PREVENTATIVES ET MODIFICATIONS AU RESEAU HYDRIQUE

Pour minimiser les impacts environnementaux, le ministère des Transports du Québec a inclus dans la planification de la route 175 des bassins de rétention des eaux et des bassins de captation pour des événements de déversements accidentels (Martin Lafrance, com. 11/11/08). L'aménagement de bassins de rétention des eaux permet à l'eau de ruissellement de décanter tranquillement suite aux fortes pluies et durant la période de fonte de la couverture de neige. Ceci aidera à minimiser l'érosion des berges situées en aval ainsi que l'inondation des propriétés riveraines due à l'augmentation de l'imperméabilité du sol. L'aménagement de bassins de captation pour les déversements accidentels de produits pétroliers comprend une vanne qui pourra être fermée en cas de déversements de substances toxiques à l'intérieur des fossés de drainage de la route. De plus, ces ouvrages limiteront le lessivage du sable utilisé comme abrasif sur la route en agissant comme bassins de sédimentation.

Durant la construction de l'autoroute, plusieurs technologies d'atténuation seront employées afin de minimiser les impacts environnementaux de la construction (Martin Lafrance, com. 11/11/08). Le ministère des Transports du Québec effectuera aussi une reconstitution complète de la rivière Noire entre les chaînages 71+600 et 72+650 (soit entre le kilomètre 71,6 et 72,65) (Martin Lafrance, com. 11/11/08). C'est-à-dire qu'une section d'environ 1 kilomètre de la rivière Noire sera relocalisée. Les contraintes d'espace ainsi que les infrastructures d'Hydro-Québec existantes sont les raisons principales pour le déplacement de la rivière Noire dans cet endroit (MTQ, 2008). Un pylône qui se situe à la hauteur du chaînage 72+250

contrôle la géométrie du tracé de la route (MTQ, 2008). La relocalisation de la rivière ferait en sorte qu'elle passerait à l'intérieur du bassin de rétention qui est prévu vis-à-vis les chaînages 71+600 à 72+050, du côté est des chaussées projetées (MTQ, 2008). Déplacé vers l'ouest, le tracé de la route nécessiterait le déplacement de la rivière Noire au Nord du chaînage 72+200 (MTQ, 2008). De plus, la topographie montagneuse requerrait des coupes de rocs importantes qui résulteraient en de graves pertes de forêt (MTQ, 2008). D'après le document de faisabilité technico-économique du ministère des Transports du Québec, la reconstitution de la rivière Noire entre les chaînage 71+600 et 72+650 est le compromis qui permettrait de sauver la plus grande partie des cours d'eau naturels dans cette section de leur ouvrage (MTQ, 2008). En faisant cet ouvrage de reconstitution à sec, avant la dérivation permanente des eaux, le ministère des Transports du Québec vise à minimiser la mise en suspension de sédiments et l'érosion des berges de cette partie de la rivière Noire (MTQ, 2008). La rivière Noire étant reconnue pour sa grande richesse ichtyologique (omble de fontaine), il est nécessaire de s'assurer de compenser les perturbations et pertes d'habitats fauniques. Le ministère des Transports du Québec vise compléter la relocalisation de la rivière Noire en aménageant des seuils et des fosses, un habitat lacustre qui viendra combler le manque d'habitats d'alimentation et de repos pour le poisson, ainsi que des rives végétalisées. (Martin Lafrance, com. 11/11/08).

4.3 GESTION DES SELS DE VOIRIE POUR LA ROUTE 175

D'après l'étude d'analyse environnementale sur le projet de réaménagement à quatre voies séparées de la route 175 (MDDEP, 2005), 72% de plus de fondants et 83 % de plus d'abrasifs qu'actuellement devront être nécessaires pour l'entretien de la route. Puisque les ions chlorures sont très solubles et mobiles, ils ne précipitent pas facilement et ne se fixent pas aux surfaces de particules non plus (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Dans les écosystèmes dulcicoles, les ions chlorures ont un comportement conservateur, c'est-à-dire dire que ni les réactions chimiques ni les réactions biologiques n'influencent les concentrations dans l'eau (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Les concentrations de chlorure dans les eaux de surface sont effectivement modifiées en fonction de l'ajout de chlorure, de la dilution causée par les précipitations ou le débit ou de la concentration causée par l'évaporation de l'eau (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Puisque les précipitations sont hors du contrôle des humains, une bonne gestion des sels de voirie est une façon active de minimiser l'impact du déglacage des routes sur les concentrations de sels retrouvées dans les eaux de surface. Le ministère des Transports du Québec a mis sur pied le *Plan d'action pour la gestion des sels de voirie pour la route 175* ainsi que le *Plan*

de gestion des sels de voirie pour la route 175. La sécurité du public voyageur demeure le premier but de ces documents en gardant tout de même la protection de l'environnement en toile de fond (MTQ, 2004a).

L'entretien hivernal de la route 175 est divisé par secteur : l'entretien du secteur Québec (km 76 au 144) est contractuel, et l'entretien du secteur du Saguenay (km 144 au 227) est fait en régie par le ministère des Transports du Québec. Pour le secteur contractuel, le ministère des Transports du Québec fournit à l'entrepreneur les formations hivernales suivantes : la formation météo routière, la formation sur l'état des routes et la formation sur l'utilisation des stations météo (MTQ, 2004b). De bonnes formations pour les entrepreneurs en combinaison avec de bonnes techniques et technologies d'épandage aident à prévenir la formation de glace sur les routes et à réduire l'utilisation des sels de voiries nécessaires pour l'entretien hivernal des routes (Environnement Canada et Santé Canada, 2001).

La dispersion atmosphérique des sels de voirie lors de la période d'épandage hivernal peut atteindre jusqu'à 80 mètres autour des autoroutes à voies multiples et jusqu'à 35 mètres des autoroutes à deux voies (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). La dispersion atmosphérique du sel de voirie perturbe surtout la végétation ligneuse, dont les arbres et les arbustes (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Puisque le sol perturbé le long de la construction de la nouvelle autoroute ne peut rester à nu après la fin des travaux, il serait préférable d'y planter des végétaux résistants aux sels. En effet, si la végétation peut s'établir plus vite, le ruissellement et l'érosion pourront être minimisés.

5 CONCLUSION

Grâce à l'échantillonnage du Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles entre 2004 et 2008, la concentration d'ions chlorures est prédictible à partir des données de conductivité prises sur le terrain. L'échantillonnage de l'année 2008 a permis d'établir une référence locale sur la salinité dans le bassin versant de la rivière des Hurons avant le projet de réaménagement de l'axe routier 73/175 dans ce secteur. Les périodes sensibles pour les petits cours d'eau en ce qui concerne les sels de déglacage sont durant la période de fonte de la couverture de neige, le pic annuel de conductivité étant mesuré entre la troisième semaine du mois de mars et la première semaine d'avril. L'échantillonnage de l'année 2008 permet aussi d'avoir une référence sur la salinité dans les cours d'eau du bassin versant de la rivière des Hurons durant la période de dispersion des alevins et pendant la fraie de l'omble de fontaine. L'ajout des deux stations d'échantillonnage en 2008 (les stations No1 et No2) permet d'avoir une référence sur la salinité de la

rivière Noire en amont de la station No3, la station atteinte par les plus grandes variations saisonnières de conductivité.

Grâce au programme de suivi qui débutera après la fin du réaménagement de la route 175 dans le secteur, le CBRSC pourra continuer à documenter la problématique récurrente en lien avec le développement de cet axe routier, soit la salinité des petits cours d'eau. Le programme de suivi durera 3 années afin d'assurer une collecte de données suffisante pour comparaison avec les données collectées avant la réalisation des travaux. En échantillonnant durant la période de fonte de la couverture de neige, la période de dispersion des alevins et pendant la fraie, une meilleure compréhension des impacts sur la salinité des petits cours d'eau en bordure de la route 175 pourra être établie. Il serait important d'ajouter une station d'échantillonnage en aval de la section de la rivière Noire qui sera aménagée dans le bassin de rétention vis-à-vis les chaînages 71+600 à 72+050. De même, les succès des mesures d'atténuation proposées et utilisées durant le réaménagement à quatre voies de la route 175 pourront être évalués. De plus, le programme de suivi à long terme permettra d'évaluer la réussite du *Plan de gestion des sels de voirie pour la route 175* et de proposer des améliorations ou d'autres solutions si nécessaire.

Recommandations

Un programme de suivi qui dure 3 années qui permettra d'échantillonner durant la période de fonte de la couverture de neige, la période de dispersion des alevins et pendant la fraie de l'omble de fontaine.

L'ajout d'une nouvelle station d'échantillonnage en aval de la section de la rivière Noire qui sera réaménagée en habitat lacustre vis-à-vis les chaînages 71+600 à 72+050 afin de documenter l'impact de ce dernier sur la concentration des ions chlorures.

6 RÉFÉRENCES CITÉES

Brown, R.D., Brasnett, B. et Robinson, D. 2003. Gridded North American monthly snow depth and snow water equivalent for GCM evaluation. *Atmosphere-Ocean*, 41, 1-14.

Environnement Canada et Santé Canada. 2001. Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) Liste des substances d'intérêt prioritaire : Rapport d'évaluation : sels de voirie. Environnement Canada, Hull, Québec, 188 pages.

Environnement Canada. 2005. Date médiane de fonte de la couverture neigeuse continue. Dans l'Atlas du Canada <http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/climate/snowcover/endsnowcover> Date de modification : 2005-07-18. Date de consultation juillet 2008.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 2005. Rapport d'analyse environnementale : Projet de réaménagement à quatre voies séparées de la route 175 entre les kilomètres 60 et 84 sur le territoire des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury par le ministère des Transports du Québec. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/evaluations/decret/2005/1050-2005.pdf> Date de consultation Octobre 2008.

Ministère des Transports du Québec. 2004a. Plan d'action pour la gestion des sels de voirie spécifique à la route 175, 11 pages.

Ministère des Transports du Québec. 2004b. Plan de gestion des sels de voirie de la route 175 : Plan réalisé dans le cadre de l'élargissement à quatre voies de la route 175 (Document préliminaire), 50 pages.

Ministère des Transports du Québec. 2008. Complément au Rapport d'examen préalable (avril 2008) concernant la justification du tracé entre les chaînages 71+600 et 72+650 (rivière Noire), 5 pages.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 2008. Critères de qualité de l'eau de surface, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 424 pages.

OMM. 1994. Guide des pratiques hydrologiques, acquisition et traitement des données, analyses, prévisions et autres applications, cinquième édition, OMM-N° 168, Organisation météorologique mondiale, 793 pages.

7 ANNEXES

ANNEXE 1 : Photos des stations d'échantillonnage



Photo 3 : Lieu d'échantillonnage de la rivière Noire - Station No1

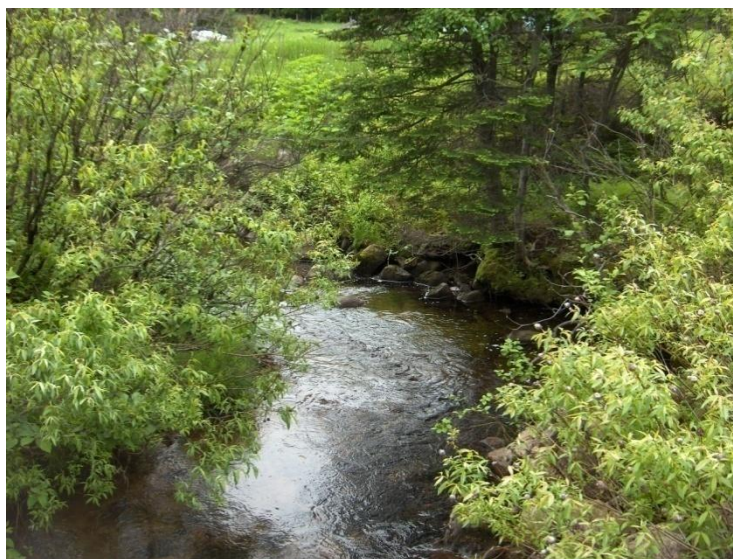


Photo 4 : Lieu d'échantillonnage de la rivière Noire - Station No2



Photo 5 : Lieu d'échantillonnage sur la rivière Noire - Station No3

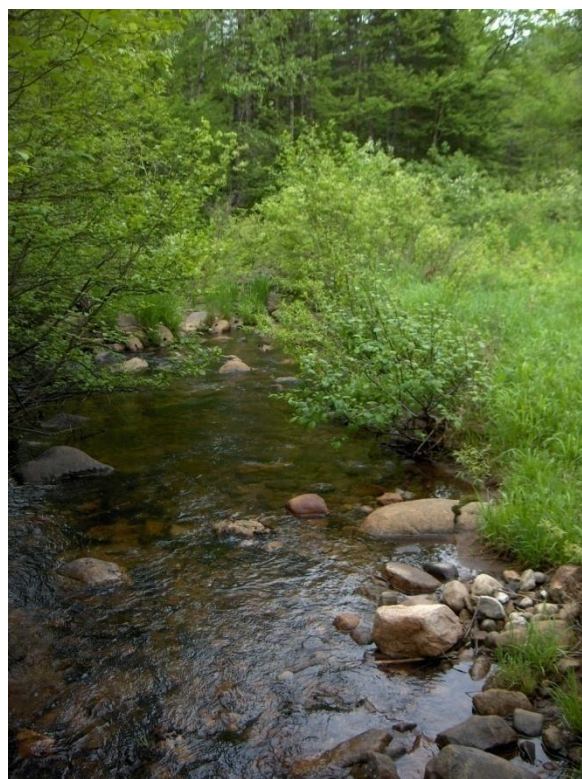


Photo 6 : Lieu d'échantillonnage sur la rivière des Hurons - Station Hu1

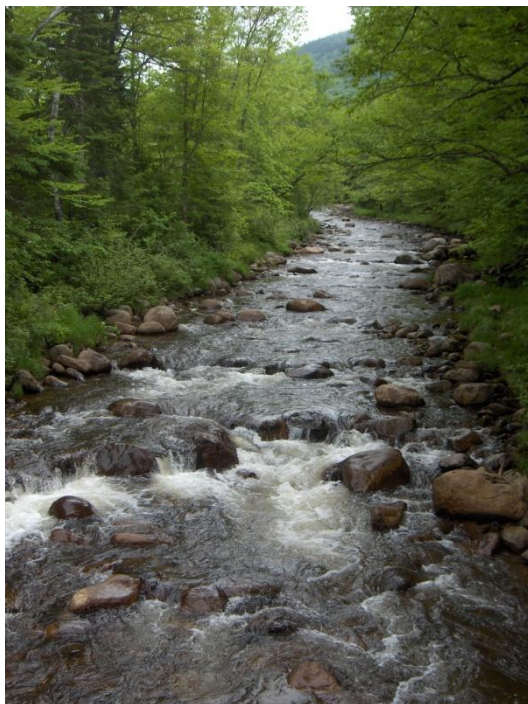


Photo 7 : Lieu d'échantillonnage sur la rivière des Hurons - Station Hu2



Photo 8 : Lieu d'échantillonnage sur la rivière des Hurons - Station Hu4



Photo 9 : Lieu d'échantillonnage sur la rivière des Hurons - Station Hu5

ANNEXE 2 : Calcul de conductivité équivalente au plus sévère critère de qualité d'ions chlorures du MDDEP

[concentration des ions chlorures] = -11,27 + 0,29 x [mesure terrain de la conductivité]

[230 mg/L] +11,27 = 0,29 x [mesure terrain de la conductivité]

832 = [mesure terrain de la conductivité]

ANNEXE 3 : BQMA des stations d'échantillonnage de la rivière des Hurons et de la rivière Noire

Station	BQMA
No-1	
No-2	
Hu-1	05090052
Hu-2	05090053
No-3	05090054
Hu-4	05090055
Hu-5	05090056

ANNEXE 4 : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3
recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC

Station	Date de prélèvement	Semaine	Conductivité terrain (µS/cm)	Température du conductimètre (°C)	pH	Température du pH-mètre (°C)	Conductivité laboratoire (µS/cm)	Ions chlorure laboratoire (mg/L)
Hu-1	2004-03-14	2 ^e mars	-	-	-	-	-	-
Hu-1	2004-03-27	3 ^e mars	-	-	-	-	-	-
Hu-1	2004-03-20	4 ^e mars	-	-	-	-	-	-
Hu-1	2004-05-10	1 ^{ère} avril	-	-	-	-	-	-
Hu-2	2004-03-14	2 ^e mars	14	0,3	7	0,4	-	-
Hu-2	2004-03-27	3 ^e mars	68	0,9	7,2	0,7	-	-
Hu-2	2004-03-20	4 ^e mars	-	-	7,4	3	-	-
Hu-2	2004-05-10	1 ^{ère} avril	19	5,3	6,38	3,8	-	-
No-3	2004-03-14	2 ^e mars	98	1,3	6,9	1,3	-	-
No-3	2004-03-27	3 ^e mars	578	0,9	7,1	0,4	-	-
No-3	2004-03-20	4 ^e mars	366	0,3	7,1	0,1	-	-
No-3	2004-05-10	1 ^{ère} avril	140	7	6,93	7	-	-
Hu-4	2004-03-14	2 ^e mars	49	1,1	7	0,9	-	-
Hu-4	2004-03-27	3 ^e mars	-	-	-	-	-	-
Hu-4	2004-03-20	4 ^e mars	168	2,9	7,3	2,3	-	-
Hu-4	2004-05-10	1 ^{ère} avril	25	5,5	6,86	4,3	-	-
Hu-5	2004-03-14	2 ^e mars	65	1,9	7,5	1,2	-	-
Hu-5	2004-03-27	3 ^e mars	-	-	-	-	-	-
Hu-5	2004-03-20	4 ^e mars	194	3,5	7,1	3,4	-	-
Hu-5	2004-05-10	1 ^{ère} avril	81	7,6	6,72	5,3	-	-
Hu-1	2005-02-04	1 ^{ère} février	40	2,5	8,5	2,5	36,3	1,6
Hu-1	2005-02-08	2 ^e février	35	6,4	8,3	3,9	37,5	1,6
Hu-1	2005-02-14	3 ^e février	48	0	8,5	0,4	36,6	1,6
Hu-1	2005-02-24	4 ^e février	29	0,1	8	0,2	39	1,5
Hu-1	2005-03-04	1 ^{ère} mars	69	5	7,9	2,9	39	1,7
Hu-1	2005-03-11	2 ^e mars	32	2,5	6,9	-	40	1,8
Hu-1	2005-03-14	3 ^e mars	40	2,3	6,8	1,4	41	1,8
Hu-1	2005-03-24	4 ^e mars	44	3,2	7,1	2,1	43	2,2
Hu-1	2005-03-29	1 ^{ère} avril	36	5,8	7,2	3,1	-	-
Hu-1	2005-04-08	2 ^e avril	12	2	6,6	1,4	-	-
Hu-2	2005-02-04	1 ^{ère} février	39	2,8	8,7	2,8	30	1,5
Hu-2	2005-02-08	2 ^e février	26	3,4	8,5	2,3	31,5	1,5
Hu-2	2005-02-14	3 ^e février	24	0	8,3	0,2	30,5	1,2
Hu-2	2005-02-24	4 ^e février	30	2	7,4	0,8	31,6	0,4
Hu-2	2005-03-04	1 ^{ère} mars	26	1,9	7,7	1,5	30	1,2
Hu-2	2005-03-11	2 ^e mars	22	1,7	7,1	1	32	1
Hu-2	2005-03-14	3 ^e mars	31	0,9	6,7	0,9	32	1,3
Hu-2	2005-03-24	4 ^e mars	36	3,4	7,3	2,5	36	2,2

ANNEXE 4 (SUITE) : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3 recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC

Station	Date de prélèvement	Semaine	Conductivité terrain (µS/cm)	Température du conductimètre (°C)	pH	Température du pH-mètre (°C)	Conductivité laboratoire (µS/cm)	Ions chlorure laboratoire (mg/L)
Hu-2	2005-03-29	1 ^{ère} avril	38	7,7	7,4	3,9	-	-
Hu-2	2005-04-08	2 ^e avril	15	2,7	7	1,3	-	-
No-3	2005-02-04	1 ^{ère} février	120	2,2	8,5	2,2	118	19
No-3	2005-02-08	2 ^e février	169	1,4	7,7	1,3	178	37
No-3	2005-02-14	3 ^e février	183	0	8,7	0,7	175	37
No-3	2005-02-24	4 ^e février	164	1,8	8,6	1,4	167	35
No-3	2005-03-04	1 ^{ère} mars	162	1,5	8,3	1,8	170	35
No-3	2005-03-11	2 ^e mars	150	2,4	7,3	1,3	170	35
No-3	2005-03-14	3 ^e mars	205	0,7	6,6	0,5	210	47
No-3	2005-03-24	4 ^e mars	604	2,8	7	2,2	650	170
No-3	2005-03-29	1 ^{ère} avril	566	5,2	7,3	4,1	-	-
No-3	2005-04-08	2 ^e avril	117	3,3	7	1,6	-	-
Hu-4	2005-02-04	1 ^{ère} février	54	0,8	8	0,4	64	7,5
Hu-4	2005-02-08	2 ^e février	89	0,6	7,8	1,3	78	12
Hu-4	2005-02-14	3 ^e février	67	0	8,4	0,2	63	8,8
Hu-4	2005-02-24	4 ^e février	70	1,7	8,9	2,5	63	8,6
Hu-4	2005-03-04	1 ^{ère} mars	71	2,4	8,1	1	63	8,4
Hu-4	2005-03-11	2 ^e mars	64	2,9	7,6	2	63	8,6
Hu-4	2005-03-14	3 ^e mars	83	1,7	6,5	0,5	86	15
Hu-4	2005-03-24	4 ^e mars	178	5	7,2	4,1	190	43
Hu-4	2005-03-29	1 ^{ère} avril	163	11,2	7,7	7,3	-	-
Hu-4	2005-04-08	2 ^e avril	64	5,9	7	2,7	-	-
Hu-5	2005-02-04	1 ^{ère} février	97	1,8	7,1	0,8	103	13
Hu-5	2005-02-08	2 ^e février	125	0,3	7,2	0,5	132	21
Hu-5	2005-02-14	3 ^e février	115	0,6	7,5	0,5	110	16
Hu-5	2005-02-24	4 ^e février	135	3,25	7,7	2,5	123	19
Hu-5	2005-03-04	1 ^{ère} mars	120	0	6,9	0,2	120	17
Hu-5	2005-03-11	2 ^e mars	114	1,9	6,4	1,8	110	16
Hu-5	2005-03-14	3 ^e mars	150	1,1	6,1	1,5	150	26
Hu-5	2005-03-24	4 ^e mars	212	8	6,6	5,4	230	48
Hu-5	2005-03-29	1 ^{ère} avril	214	7,9	6,9	6,9	-	-
Hu-5	2005-04-08	2 ^e avril	93	9,8	7,1	5,5	-	-
Hu-1	2006-02-21	4 ^e février	54	-	-	-	-	-
Hu-1	2006-03-03	1 ^{ère} mars	75	-	-	-	-	-
Hu-1	2006-03-06	2 ^e mars	55	-	-	-	-	-
Hu-1	2006-03-23	3 ^e mars	41	-	-	-	-	-
Hu-1	2006-03-31	4 ^e mars	40	-	-	-	-	-
Hu-1	2006-03-03	1 ^{ère} avril	45	-	-	-	-	-

ANNEXE 4 (SUITE) : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3 recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC

Station	Date de prélèvement	Semaine	Conductivité terrain (µS/cm)	Température du conductimètre (°C)	pH	Température du pH-mètre (°C)	Conductivité laboratoire (µS/cm)	Ions chlorure laboratoire (mg/L)
Hu-1	2006-04-	2 ^e avril	-	-	-	-	-	-
Hu-2	2006-02-21	4 ^e février	25	-	-	-	-	-
Hu-2	2006-03-03	1 ^{ere} mars	45	-	-	-	-	-
Hu-2	2006-03-06	2 ^e mars	32	-	-	-	-	-
Hu-2	2006-03-23	3 ^e mars	50	-	-	-	-	-
Hu-2	2006-03-31	4 ^e mars	44	-	-	-	-	-
Hu-2	2006-03-03	1 ^{ere} avril	21	-	-	-	-	-
Hu-2	2006-04-	2 ^e avril	-	-	-	-	-	-
No-3	2006-02-21	4 ^e février	144	-	-	-	-	-
No-3	2006-03-03	1 ^{ere} mars	31	-	-	-	-	-
No-3	2006-03-06	2 ^e mars	241	-	-	-	-	-
No-3	2006-03-23	3 ^e mars	285	-	-	-	-	-
No-3	2006-03-31	4 ^e mars	190	-	-	-	-	-
No-3	2006-03-03	1 ^{ere} avril	213	-	-	-	-	-
No-3	2006-04-	2 ^e avril	-	-	-	-	-	-
Hu-4	2006-02-21	4 ^e février	74	-	-	-	-	-
Hu-4	2006-03-03	1 ^{ere} mars	43	-	-	-	-	-
Hu-4	2006-03-06	2 ^e mars	80	-	-	-	-	-
Hu-4	2006-03-23	3 ^e mars	154	-	-	-	-	-
Hu-4	2006-03-31	4 ^e mars	376	-	-	-	-	-
Hu-4	2006-03-03	1 ^{ere} avril	86	-	-	-	-	-
Hu-4	2006-04-	2 ^e avril	-	-	-	-	-	-
Hu-5	2006-02-21	4 ^e février	112	-	-	-	-	-
Hu-5	2006-03-03	1 ^{ere} mars	-	-	-	-	-	-
Hu-5	2006-03-06	2 ^e mars	226	-	-	-	-	-
Hu-5	2006-03-23	3 ^e mars	170	-	-	-	-	-
Hu-5	2006-03-31	4 ^e mars	194	-	-	-	-	-
Hu-5	2006-03-03	1 ^{ere} avril	97	-	-	-	-	-
Hu-5	2006-04-	2 ^e avril	-	-	-	-	-	-
Hu-1	2007-03-16	2 ^e mars	33	-	-	-	-	-
Hu-1	2007-03-23	3 ^e mars	38	-	-	-	-	-
Hu-1	2007-03-28	4 ^e mars	40	-	-	-	-	-
Hu-1	2007-04-04	1 ^{ere} avril	40	-	-	-	-	-
Hu-1	2007-04-10	2 ^e avril	36	-	-	-	-	-
Hu-2	2007-03-16	2 ^e mars	32	-	-	-	-	-
Hu-2	2007-03-23	3 ^e mars	35	-	-	-	-	-
Hu-2	2007-03-28	4 ^e mars	49	-	-	-	-	-
Hu-2	2007-04-04	1 ^{ere} avril	43	-	-	-	-	-

ANNEXE 4 (SUITE) : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3 recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC

Station	Date de prélèvement	Semaine	Conductivité terrain (µS/cm)	Température du conductimètre (°C)	pH	Température du pH-mètre (°C)	Conductivité laboratoire (µS/cm)	Ions chlorure laboratoire (mg/L)
Hu-2	2007-04-10	2 ^e avril	37	-	-	-	-	-
No-3	2007-03-16	2 ^e mars	310	-	-	-	-	-
No-3	2007-03-23	3 ^e mars	515	-	-	-	-	-
No-3	2007-03-28	4 ^e mars	495	-	-	-	-	-
No-3	2007-04-04	1 ^{ère} avril	256	-	-	-	-	-
No-3	2007-04-10	2 ^e avril	361	-	-	-	-	-
Hu-4	2007-03-16	2 ^e mars	105	-	-	-	-	-
Hu-4	2007-03-23	3 ^e mars	132	-	-	-	-	-
Hu-4	2007-03-28	4 ^e mars	231	-	-	-	-	-
Hu-4	2007-04-04	1 ^{ère} avril	102	-	-	-	-	-
Hu-4	2007-04-10	2 ^e avril	151	-	-	-	-	-
Hu-5	2007-03-16	2 ^e mars	154	-	-	-	-	-
Hu-5	2007-03-23	3 ^e mars	194	-	-	-	-	-
Hu-5	2007-03-28	4 ^e mars	194	-	-	-	-	-
Hu-5	2007-04-04	1 ^{ère} avril	181	-	-	-	-	-
Hu-5	2007-04-10	2 ^e avril	178	-	-	-	-	-
Hu-1	2008-03-01	4 ^e février	28	1	8,4	1,5	-	-
Hu-1	2008-03-07	1 ^{ère} mars	90	1,8	7,9	1,8	-	-
Hu-1	2008-03-14	2 ^e mars	27	0,9	9,1	0,9	-	-
Hu-1	2008-03-20	3 ^e mars	55	0,9	7,6	0,9	-	-
Hu-1	2008-03-28	4 ^e mars	25	1	8,3	1,1	-	-
Hu-1	2008-04-03	1 ^{ère} avril	20	1,6	8,9	2,1	-	-
Hu-1	2008-04-11	2 ^e avril	15	2,7	9,5	2,7	-	-
Hu-1	2008-04-18	3 ^e avril	13	4,2	9,1	3,8	-	-
Hu-1	2008-05-26	4 ^e mai	7	10,3	8,6	9,9	-	-
Hu-1	2008-06-02	1 ^{ère} juin	18	13,3	10,9	12,9	-	-
Hu-1	2008-06-10	2 ^e juin	18	13,3	10,9	12,9	-	-
Hu-1	2008-06-16	3 ^e juin	19	13,6	10,5	12,5	-	-
Hu-1	2008-09-05	1 ^{ère} sept.	33	13,4	12	12,8	-	-
Hu-1	2008-09-12	2 ^e sept.	19	11,2	11,7	8,6	-	-
Hu-1	2008-09-19	3 ^e sept.	14	9,9	11,3	9,2	-	-
Hu-1	2008-09-26	4 ^e sept.	14	11,1	11,7	10	-	-
Hu-2	2008-03-01	4 ^e février	23	0,5	8,4	0,3	-	-
Hu-2	2008-03-07	1 ^{ère} mars	22	1,4	8,5	1,6	-	-
Hu-2	2008-03-14	2 ^e mars	23	1,5	9,2	2	-	-
Hu-2	2008-03-20	3 ^e mars	23	0,8	8	1,1	-	-
Hu-2	2008-03-28	4 ^e mars	23	0,9	8,5	1,3	-	-
Hu-2	2008-04-03	1 ^{ère} avril	20	1,7	8,8	2,2	-	-

ANNEXE 4 (SUITE) : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3 recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC

Station	Date de prélèvement	Semaine	Conductivité terrain (µS/cm)	Température du conductimètre (°C)	pH	Température du pH-mètre (°C)	Conductivité laboratoire (µS/cm)	Ions chlorure laboratoire (mg/L)
Hu-2	2008-04-11	2 ^e avril	16	3,1	9,4	3,4	-	-
Hu-2	2008-04-18	3 ^e avril	7	5,3	7,8	5,5	-	-
Hu-2	2008-05-26	4 ^e mai	4	9,4	8	9,3	-	-
Hu-2	2008-06-02	1 ^{ere} juin	14	14,2	10,5	13,8	-	-
Hu-2	2008-06-10	2 ^e juin	14	14,2	10,5	13,8	-	-
Hu-2	2008-06-16	3 ^e juin	13	15	10,4	14	-	-
Hu-2	2008-09-05	1 ^{ere} sept.	24	13,3	11,8	12,6	-	-
Hu-2	2008-09-12	2 ^e sept.	12	11,2	12	7,8	-	-
Hu-2	2008-09-19	3 ^e sept.	11	7,7	11,4	7,2	-	-
Hu-2	2008-09-26	4 ^e sept.	12	11,7	11,8	10	-	-
No-3	2008-03-01	4 ^e février	158	0			-	-
No-3	2008-03-07	1 ^{ere} mars	237	1,4	8,3	1,3	-	-
No-3	2008-03-14	2 ^e mars	191	0,8	9,1	0,8	-	-
No-3	2008-03-20	3 ^e mars	282	0,5	8,1	0,5	-	-
No-3	2008-03-28	4 ^e mars	413	0,9	8,3	0,8	-	-
No-3	2008-04-03	1 ^{ere} avril	323	0,8	8,7	0,9	-	-
No-3	2008-04-11	2 ^e avril	178	3,3	9,2	3,4	-	-
No-3	2008-04-18	3 ^e avril	45	5,8	8,1	5,4	-	-
No-3	2008-05-26	4 ^e mai	58	10,9	8	10,9	-	-
No-3	2008-06-02	1 ^{ere} juin	146	16,3	10,6	15,2	-	-
No-3	2008-06-10	2 ^e juin	146	16,3	10,6	15,2	-	-
No-3	2008-06-16	3 ^e juin	135	13,9	9,8	13,6	-	-
No-3	2008-09-05	1 ^{ere} sept.	147	13,8	11,9	13,7	-	-
No-3	2008-09-12	2 ^e sept.	75	11,7	11	8,1	-	-
No-3	2008-09-19	3 ^e sept.	59	9,1	11,7	7,8	-	-
No-3	2008-09-26	4 ^e sept.	68	13,3	11,9	11,6	-	-
Hu-4	2008-03-01	4 ^e février	57	0	-	-	-	-
Hu-4	2008-03-07	1 ^{ere} mars	72	0,8	8,3	0,4	-	-
Hu-4	2008-03-14	2 ^e mars	68	0,8	9,4	0,8	-	-
Hu-4	2008-03-20	3 ^e mars	79	0,8	8,2	0,8	-	-
Hu-4	2008-03-28	4 ^e mars	117	1,6	8,7	1,8	-	-
Hu-4	2008-04-03	1 ^{ere} avril	115	1,8	9	2,3	-	-
Hu-4	2008-04-11	2 ^e avril	90	3,7	9,5	3,6	-	-
Hu-4	2008-04-18	3 ^e avril	22	5,5	8,3	5,1	-	-
Hu-4	2008-05-26	4 ^e mai	14	9,9	7,9	9,6	-	-
Hu-4	2008-06-02	1 ^{ere} juin	44	14,8	11,1	14,1	-	-
Hu-4	2008-06-10	2 ^e juin	44	14,8	11,1	14,1	-	-
Hu-4	2008-06-16	3 ^e juin	48	14,8	10,4	14	-	-

ANNEXE 4 (SUITE) : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3 recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC

Station	Date de prélèvement	Semaine	Conductivité terrain (µS/cm)	Température du conductimètre (°C)	pH	Température du pH-mètre (°C)	Conductivité laboratoire (µS/cm)	Ions chlorure laboratoire (mg/L)
Hu-4	2008-09-05	1 ^{ère} sept.	58	13	12	12,7	-	-
Hu-4	2008-09-12	2 ^e sept.	29	11,2	11,5	7,5	-	-
Hu-4	2008-09-19	3 ^e sept.	26	7,5	11,4	7	-	-
Hu-4	2008-09-26	4 ^e sept.	28	12	11,9	10,7	-	-
Hu-5	2008-03-01	4 ^e février	13	0	-	-	-	-
Hu-5	2008-03-07	1 ^{ère} mars	127	0,7	7,9	0,5	-	-
Hu-5	2008-03-14	2 ^e mars	123	0	8,6	0,4	-	-
Hu-5	2008-03-20	3 ^e mars	133	0,7	8,1	0,7	-	-
Hu-5	2008-03-28	4 ^e mars	132	1	8,2	1	-	-
Hu-5	2008-04-03	1 ^{ère} avril	135	1,2	9,2	2,3	-	-
Hu-5	2008-04-11	2 ^e avril	115	3,6	9,5	3,6	-	-
Hu-5	2008-04-18	3 ^e avril	32	5,6	10	5,1	-	-
Hu-5	2008-05-26	4 ^e mai	29	11	8	10,8	-	-
Hu-5	2008-06-02	1 ^{ère} juin	86	15,3	10,8	15	-	-
Hu-5	2008-06-10	2 ^e juin	86	15,3	10,8	15	-	-
Hu-5	2008-06-16	3 ^e juin	75	15	10	14,6	-	-
Hu-5	2008-09-05	1 ^{ère} sept.	109	15,7	12,4	14,8	-	-
Hu-5	2008-09-12	2 ^e sept.	50	12,3	10,6	8,1	-	-
Hu-5	2008-09-19	3 ^e sept.	44	10,6	12,3	8,8	-	-
Hu-5	2008-09-26	4 ^e sept.	51	13,2	12,3	9,9	-	-
No-1	2008-03-28	4 ^e mars	20	0,8	8,1	0,9	-	-
No-1	2008-04-03	1 ^{ère} avril	15	1,3	9	1,6	-	-
No-1	2008-04-11	2 ^e avril	12	1,9	9,7	2,2	-	-
No-1	2008-04-18	3 ^e avril	9	3,7	8,9	3,7	-	-
No-1	2008-05-26	4 ^e mai	7	9,8	8	9,4	-	-
No-1	2008-06-02	1 ^{ère} juin	6	9,3	10,4	8,9	-	-
No-1	2008-06-10	2 ^e juin	16	1,38	11,1	12,9	-	-
No-1	2008-06-16	3 ^e juin	13	13,7	10,3	12,6	-	-
No-1	2008-09-05	1 ^{ère} sept.	20	13	11,2	12	-	-
No-1	2008-09-12	2 ^e sept.	9	11,5	12,4	11	-	-
No-1	2008-09-19	3 ^e sept.	8	8,9	12,6	8,8	-	-
No-1	2008-09-26	4 ^e sept.	9	10,1	12,3	11,7	-	-
No-2	2008-03-28	4 ^e mars	275	0,9	8,6	1	-	-
No-2	2008-04-03	1 ^{ère} avril	370	1,4	8,8	1,6	-	-
No-2	2008-04-11	2 ^e avril	216	2,8	9,2	3,4	-	-
No-2	2008-04-18	3 ^e avril	96	4,6	8,9	4,8	-	-
No-2	2008-05-26	4 ^e mai	68	10,2	8,8	10	-	-
No-2	2008-06-02	1 ^{ère} juin	73	9,3	10,4	8,9	-	-

ANNEXE 4 (SUITE) : Données physico-chimiques des stations Hu1, Hu2, Hu4, Hu5 No1, No2 et No3 recueillies entre 2004 et 2008 par le CBRSC

Station	Date de prélèvement	Semaine	Conductivité terrain (µS/cm)	Température du conductimètre (°C)	pH	Température du pH-mètre (°C)	Conductivité laboratoire (µS/cm)	Ions chlorure laboratoire (mg/L)
No-2	2008-06-10	2 ^e juin	165	14	10,9	13,7	-	-
No-2	2008-06-16	3 ^e juin	144	13,8	10,1	13,8	-	-
No-2	2008-09-05	1 ^{ère} sept.	157	12,8	11	12,6	-	-
No-2	2008-09-12	2 ^e sept.	79	11,4	11,6	10	-	-
No-2	2008-09-19	3 ^e sept.	64	8,1	11,2	8,2	-	-
No-2	2008-09-26	4 ^e sept.	70	11,1	11,7	10,6	-	-