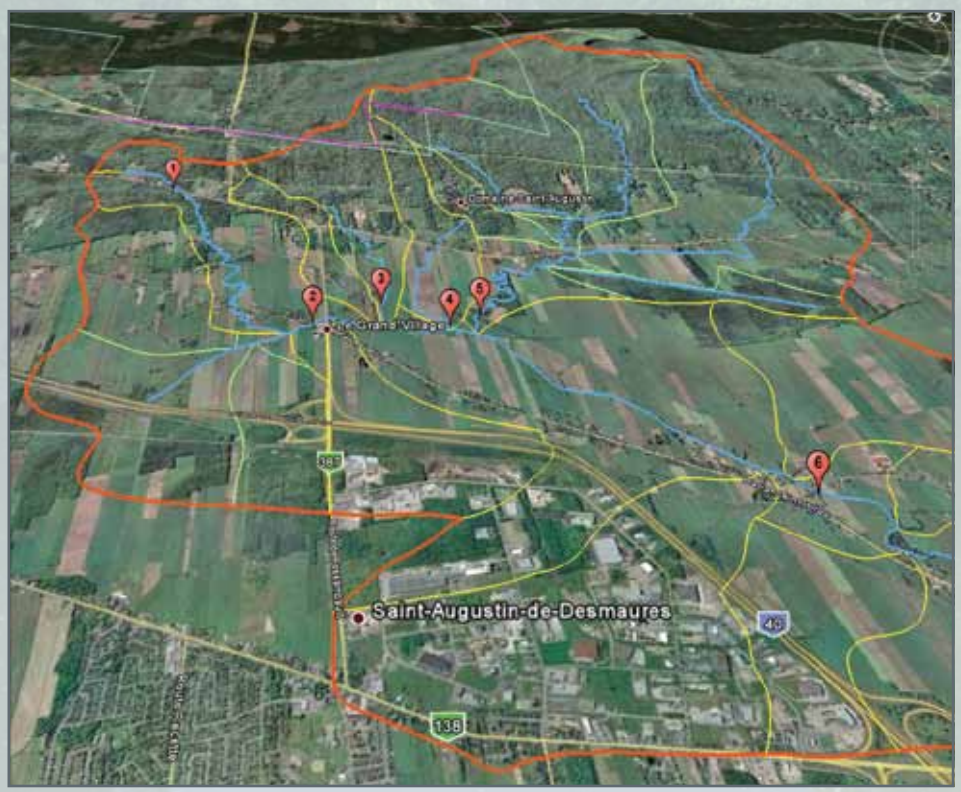
CBRCR
Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

UPA Québec – Jacques-Cartier

RAPPORT D'INTERPRÉTATION
Version finale

Suivi de la qualité de l'eau dans la zone agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Automne 2010



ROCHE

CBRCR
Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

UPA Québec – Jacques-Cartier

RAPPORT D'INTERPRÉTATION
Version finale

Suivi de la qualité de l'eau dans la zone agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Automne 2010

Mars 2011

N/Réf. : 62171-100

ROCHE
3075, ch. des Quatre-Bourgeois, bureau 300
Québec (Québec) G1W 4Y4
T 418 654-9600 **F** 418 654-9699

Équipe de travail

Vital Boulé, Biologiste, M.Sc., PMP	Directeur de projet
Catherine Vallières, Biologiste, M.Sc.	Chargée de projet Spécialiste de la qualité de l'eau
Nadine Pagé	Adjointe administrative

Vital Boulé, M.Sc., PMP

Catherine Vallières, M.Sc.

Table des matières

Équipe de travail i

Table des matières iii

Liste des tableaux v

Liste des figures vi

Liste des cartes vi

Liste des photos vii

Liste des annexes vii

1. Introduction 1

2. Objectifs du mandat 3

3. Méthodologie 5
   - 3.1 Zone d'étude 5
   - 3.2 Échantillonnage 6
   - 3.3 Période d'échantillonnage et paramètres de suivi 7
   - 3.4 Conditions lors de l'échantillonnage 9
     - 3.4.1 Conditions météorologiques 9
     - 3.4.2 Travail du sol et épandage de fertilisants 10
   - 3.5 Analyses statistiques 10
     - 3.5.1 Base de données 10
     - 3.5.2 Statistiques descriptives, analyses de variance et corrélations 10
     - 3.5.3 Présentation graphique des données 11
   - 3.6 Description des recommandations et des critères de qualité de l'eau utilisés 12

4. Résultats et discussion 17
   - 4.1 Caractéristiques des stations 17
     - 4.1.1 Occupation du sol et production agricole 17
     - 4.1.2 Texture des sols 21
     - 4.1.3 Problématiques agricoles 22
   - 4.2 Conditions lors de l'échantillonnage 22
     - 4.2.1 Conditions météorologiques 22
     - 4.2.2 Travail du sol et épandage de fertilisant 24
   - 4.3 Variation spatiale de la qualité de l'eau et respect des recommandations et des critères de qualité de l'eau 25

4.3.1 Matières en suspension 27
4.3.2 Nitrites et nitrates 29
4.3.3 Phosphore total 30
4.3.4 Coliformes fécaux (*E. coli*) 32
4.4 Variation temporelle de la qualité de l'eau 34
4.4.1 Matières en suspension 36
4.4.2 Nitrites et nitrates 38
4.4.3 Phosphore total 39
4.4.4 Coliformes fécaux (E. coli) 40
5. Conclusion et recommandations 43
6. Références 49

Liste des tableaux

Tableau 3.1 Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage de l'eau 6

Tableau 3.2 Recommandations et critères gouvernementaux de la qualité de l'eau selon les usages de l'eau 14

Tableau 4.1 Description de l'occupation du sol en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau 18

Tableau 4.2 Détails des productions végétales et animales en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau 19

Tableau 4.3 Description de la texture des sols retrouvés en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau 21

Tableau 4.4 Précipitations reçues dans les 24 heures et les 48 heures précédant l'échantillonnage de l'eau 23

Tableau 4.5 Statistiques descriptives de la qualité de l'eau des différentes stations du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge récoltées entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010 26

Tableau 4.6 Pourcentage des mesures de MES dépassant les recommandations et les critères gouvernementaux de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique 28

Tableau 4.7 Pourcentage minimal des mesures de phosphore total dépassant le critère de vie aquatique chronique à chaque station 31

Tableau 4.8 Fréquence de dépassements de la recommandation canadienne pour la protection de la qualité de l'eau à des fins agricole (eau d'irrigation) et des critères provinciaux de qualité de l'eau pour la protection des activités aquatiques et de l'esthétique ... 33

Tableau 4.9 Statistiques descriptives de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge récoltées en fonction des dates d'échantillonnage 35

Tableau 4.10 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de MES et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage 37

Tableau 4.11 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de nitrites et nitrates et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage 39

Tableau 4.12 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de phosphore et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage 40

Tableau 4.13 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de phosphore et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage 41

Liste des figures

Figure 3.1 Signification de chacune des composantes d'un *boxplot* 11

Figure 3.2 Exemple de graphique illustrant la variation temporelle des concentrations de MES lors de la période de suivi 12

Figure 4.1 Occupation du sol selon les différents types de productions végétales en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau 20

Figure 4.2 Densité de production animale en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau 20

Figure 4.3 Texture des sols présents en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau 22

Figure 4.4 Précipitations totales quotidiennes enregistrées à la station météorologique de l'aéroport Jean Lesage du 20 septembre au 5 décembre 2010 24

Figure 4.5 Concentrations de nitrites et nitrates, de phosphore total, de coliformes fécaux (*E. coli*) et de matières en suspension mesurées aux six stations du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge 25

Figure 4.6 Concentrations de phosphore total en fonction des concentrations de matières en suspension dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge . 32

Figure 4.7 Variation temporelle des concentrations de matières en suspension mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010 37

Figure 4.8 Variation temporelle des concentrations de nitrites et nitrates mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010 38

Figure 4.9 Variation temporelle des concentrations de phosphore total mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010 39

Figure 4.10 Variation temporelle des concentrations de coliformes fécaux (*E. coli*) mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010 40

Liste des cartes

Carte 3.1 Bassin versant de la rivière du Cap Rouge et limites de ses sous-bassins versants ... 5

Carte 3.2 Positionnement des stations d'échantillonnage du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge 7

Carte 4.1 Image satellite de la station de suivi #1 située sur le ruisseau drainant la tête des sous-bassins versants No 23 et 27 17

Carte 4.2 Positionnement des stations du suivi régulier et du suivi en milieu agricole de la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge 29

Liste des photos

Photo 4.1 Périphyton sur le substrat du tributaire drainant le sous-bassin versant No 16 (28 août 2009)..... 31

Liste des annexes

Annexe 1 Occupation du sol dans les sous-bassins des stations de suivi

1.A Carte de l'occupation du sol du bassin versant de la rivière du Cap Rouge

1.B Superficie et importance relative des différentes occupations du sol dans les sous-bassins versants de la rivière du Cap Rouge

Annexe 2 Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Répartition de l'activité agricole enregistrée au MAPAQ

Annexe 3 Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Texture des sols

Annexe 4 Estimation des quantités de précipitations liquides reçues pendant les 48 heures précédant l'échantillonnage

Annexe 5 Base de données récoltées lors du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge

1. Introduction

Le bassin versant de la rivière du Cap Rouge est situé sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) dans la région administrative de la Capitale Nationale. La rivière du Cap Rouge s'écoule sur 23,5 km à travers divers types d'occupation du sol avant de se déverser dans le fleuve Saint-Laurent. Son cours prend naissance dans la forêt du versant sud du mont Bélair avant de traverser une vaste zone principalement agricole pour ensuite atteindre, dans sa portion aval, un milieu résidentiel et commercial dense.

Le Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge (CBRCR) a été fondé en décembre 2003 dans le but de protéger et de valoriser le bassin versant de cette rivière. Sa mission est, entre autres, de favoriser la gestion intégrée de l'eau dans le bassin versant de la rivière du Cap Rouge en recherchant des consensus entre les divers acteurs y agissant. Il est membre de l'organisme des bassins versants de la Capitale (OBV de la Capitale).

Depuis novembre 2005, la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge fait l'objet d'un suivi réalisé par le CBRCR en collaboration avec le service de l'environnement de la Ville de Québec. Ce suivi, réalisé à cinq stations lors de la période libre de glace (avril-décembre), a pour but de décrire la variabilité de divers indicateurs de la qualité de l'eau (turbidité, pH, conductivité, matières en suspension, nutriments, coliformes fécaux et métaux) et d'identifier quels sont les paramètres qui sont problématiques et susceptibles de limiter les usages de la rivière du Cap Rouge.

En plus du suivi mensuel de la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge, le CBRCR, en collaboration avec Syndicat de base de l'UPA Québec, Jacques-Cartier et le support financier du MAPAQ, a initié, à l'automne 2010, un suivi de la qualité de l'eau spécifique à la zone agricole du bassin versant de la rivière du Cap-Rouge. Au total, 6 stations ont été échantillonnées à 12 reprises entre le 24 septembre et le 1er décembre 2010. Ces six stations sont situées à l'aval de sous-bassins versants agricoles qui couvrent approximativement 75% de la zone agricole du bassin versant. Ce suivi a pour but d'identifier les principales problématiques de la qualité de l'eau associées à cette zone agricole, et, si possible, d'identifier les sous-bassins versants contribuant le plus à la dégradation de celle-ci.

Roche ltée, Groupe-conseil s'est vu attribuer le mandat de faire l'analyse et l'interprétation des données du suivi de la qualité de l'eau de la zone agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge afin de décrire les tendances ressortant de celles-ci.

2. Objectifs du mandat

Les objectifs du présent rapport sont de:

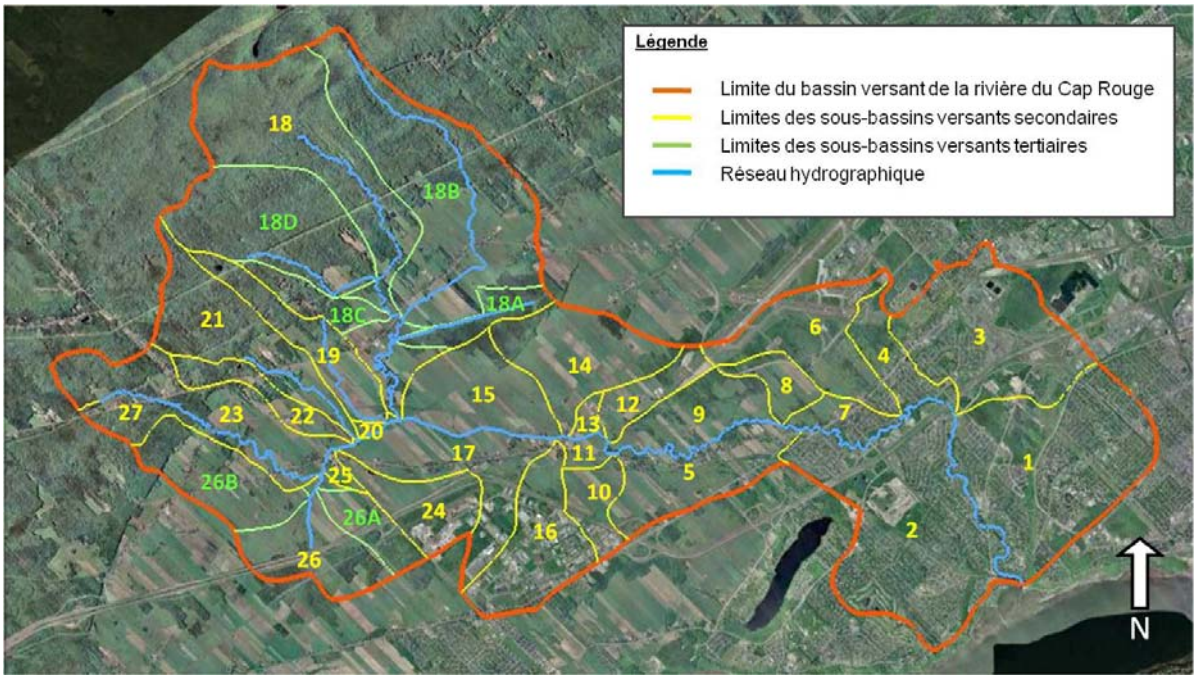
- Caractériser la variabilité spatiale de la qualité de l'eau entre les 6 stations en fonction de l'occupation du sol ainsi que des types de production végétale et de la densité de production animale retrouvés en amont de celles-ci;
- Caractériser la qualité de l'eau par rapport aux usages de l'eau:
  - protection de la vie aquatique;
  - protection des activités récréatives et de l'esthétique;
  - protection de l'eau à des fins agricole.
- Caractériser la variabilité temporelle de la qualité de l'eau en fonction des quantités de précipitations enregistrées à la station de l'aéroport Jean Lesage;
- Formuler des recommandations sur les stratégies qui pourraient être adoptées par les producteurs agricoles pour réduire leurs rejets dans l'environnement.

3. Méthodologie

3.1 Zone d'étude

La rivière du Cap Rouge s'écoule sur 23,5 km et possède un bassin versant de 82 km^2. Elle est alimentée par 13 tributaires principaux, dont les plus importants sont le ruisseau d'Eau Claire et le ruisseau Bélair qui prennent tous deux leur source dans une zone forestière au pied du mont Bélair. Le bassin versant de la rivière du Cap Rouge est subdivisé en 27 sous-bassins versants (CBRCR, 2009; Carte 3.1).

Près de 38% de la superficie du bassin versant de la rivière du Cap Rouge est couverte de milieux agricoles (Dubois, 2009; annexe 1). Ceux-ci sont principalement situés dans les deux tiers amont du bassin versant. En tête de ce secteur agricole, se trouve une zone couverte de forêt qui représente 32% de la superficie totale du bassin versant.



Source: GoogleEarth (2010): image satellite du 30 mai 2007.

Carte 3.1 Bassin versant de la rivière du Cap Rouge et limites de ses sous-bassins versants

Des données concernant les activités agricoles dans le bassin versant de la rivière du Cap Rouge ont été obtenues de la part du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Ces données concernent les types de culture végétale et de production animale (Carrier, 2011a; annexe 2) ainsi que la texture du sol (Carrier, 2011b; annexe 3) présents dans les différents secteurs du bassin versant. De plus, les données provenant de la caractérisation effectuée par la direction régionale de la Capitale nationale du MAPAQ à l'automne 2005 dans le milieu agricole du bassin versant de la rivière ont été consultées. Cependant, il est important de noter que ces données sont anciennes et que certaines des problématiques observées à l'époque ont pu être corrigées, grâce, entre autres, aux subventions du programme Prime-Vert.

3.2 Échantillonnage

L'échantillonnage de l'eau a été réalisé par une étudiante en génie de l'eau, Mme Marie-Ève Boucher. L'échantillonnage a été effectué à six stations distribuées de l'amont vers l'aval de la zone agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge (Carte 3.2).

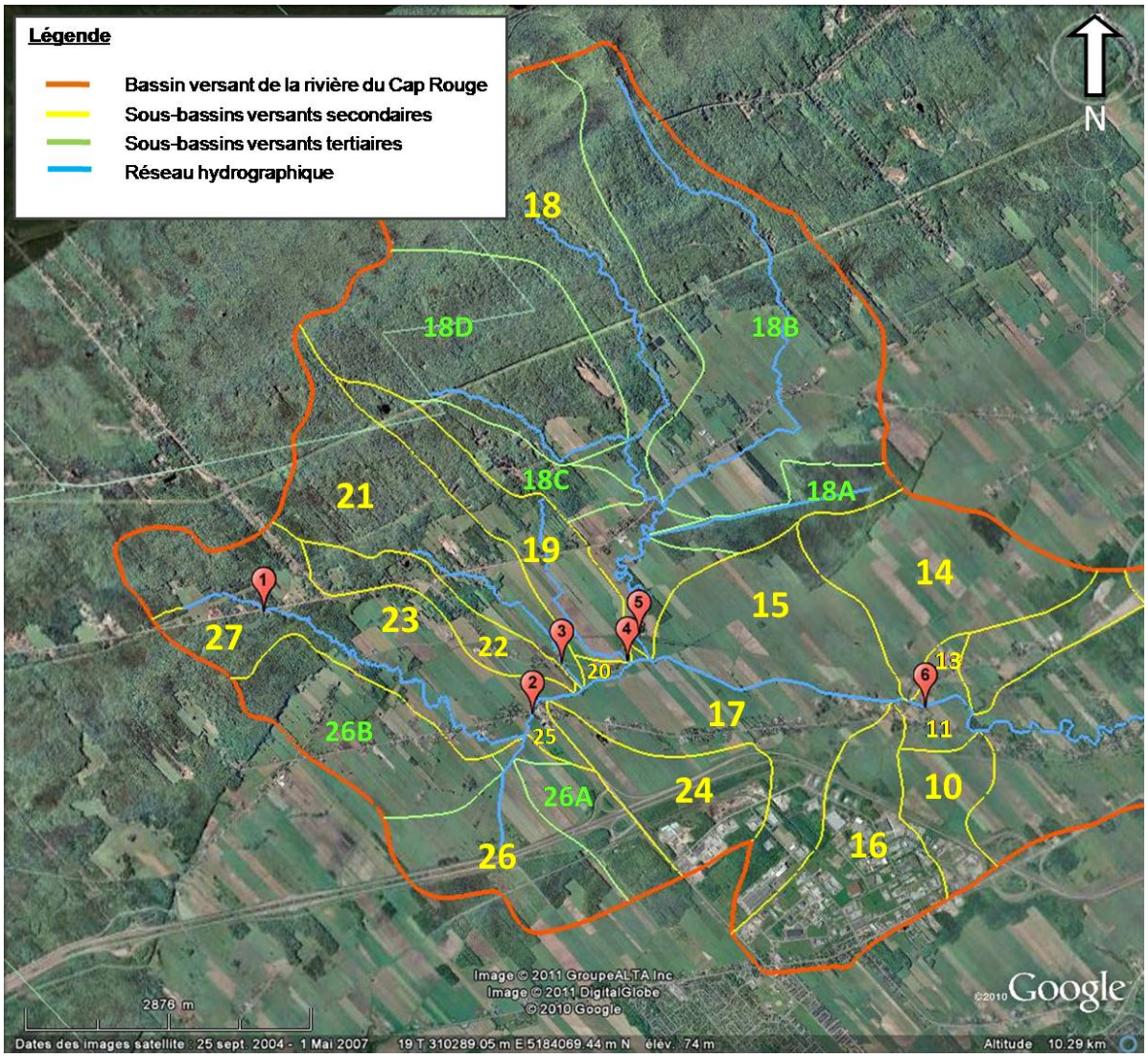
Les stations de suivi ont été disposées de façon à pouvoir évaluer l'impact de différents sous-bassins versants agricoles sur la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge. La localisation des différentes stations est la suivante:

- La station 1 se trouve en tête du chenal principal de la rivière du Cap Rouge, là où le rang Petit Capsa croise la rivière. Elle est située dans une zone principalement forestière avec quelques zones dénudées;
- La station 2 est située sur le cours principal de la rivière du Cap Rouge à la hauteur du rang des mines. Elle est située en aval de l'embouchure du ruisseau du Grand-Village qui draine le sous-bassin No 26. Elle reçoit également les eaux des sous-bassins versants No 23, 25 et 27;
- La station 3 se trouve dans la partie aval du ruisseau Béland, à la hauteur du 4e rang Est. Ce ruisseau recueille les eaux du sous-bassin versant No 21;
- La station 4 est localisée sur le ruisseau Jaune, à la hauteur du 4e rang Est. Ce ruisseau draine le sous-bassin versant No 19;
- La station 5 se situe sur le cours d'eau qui naît de la jonction des ruisseaux d'Eau Claire, Bélair, du Trait Carré et Guillaume qui drainent le grand sous-bassin versant No 18 qui est en majeure partie forestier (69%) et agricole (28%);
- La station 6 est située sur le cours principal de la rivière du Cap Rouge à la hauteur du rang Saint-Denis. Elle intègre les eaux provenant des sous-bassins 14 à 27.

Les cordonnées géographiques exactes des stations de suivi sont présentées au tableau 3.1.

Tableau 3.1 Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage de l'eau

Station	Latitude	Longitude
1	46°46'26.85" N	71°31'33.30" O
2	46°45'57.01" N	71°29'22.52" O
3	46°46'14.68" N	71°29'09.69" O
4	46°46'16.69" N	71°28'37.72" O
5	46°46'25.77" N	71°28'32.80" O
6	46°46'06.95" N	71°26'12.15" O



Source: GoogleEarth (2010): image satellite du 30 mai 2007.

Carte 3.2 Positionnement des stations d'échantillonnage du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge

3.3 Période d'échantillonnage et paramètres de suivi

Le suivi de la qualité de l'eau de la zone agricole a été mené du 24 septembre au 1er décembre 2010. Lors des visites d'échantillonnage, les températures de l'air et de l'eau ont été notées. Au total, douze prélèvements d'eau ont été complétés généralement de façon hebdomadaire. Suite au prélèvement, les échantillons d'eau ont été confiés aux laboratoires environnementaux Environex de Québec qui ont procédé à l'analyse des paramètres suivants:

- Matières en suspension (MES);
- Nitrites et nitrates (en mg/L de N);
- Phosphore total (en mg/L de P);
- Coliformes fécaux (confirmation à l'espèce *E. coli*).

Ces paramètres ont été choisis puisqu'ils sont des indicateurs fiables de pollution agricole. Ils sont décrits brièvement ci-dessous.

Les **matières en suspension (MES)** sont constituées d'un mélange de particules de limons, d'argile, de matière organique et de microorganismes qui sont maintenus en suspension dans la colonne d'eau par la turbulence de l'eau. La quantité de MES dans l'eau dépend de l'érosion naturelle, du ruissellement et de la prolifération des algues (McNeely *et al.*, 1980). Les activités anthropiques peuvent influencer ces processus naturels d'apport de MES, soit en accélérant l'érosion des sols (coupes forestières, agriculture, etc.), soit en rejetant des effluents industriels ou municipaux directement dans le milieu hydrique. Dans le cas présent, la caractérisation de 2005 du MAPAQ dans la zone agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge a permis d'identifier de multiples foyers d'érosion et des zones de décrochement de talus contribuant au transport sédimentaire vers le réseau hydrique (Carrier, 2006). Les problèmes d'érosion et de transport sédimentaire sont amplifiés par la présence de traverses de machinerie et de bétail non empierrées dans les cours d'eau, de ponceaux abîmés et de sorties de drains agricoles non-empierrées. De plus, des bandes riveraines absentes ou insuffisantes dans certains secteurs ne permettent pas d'atténuer le transport sédimentaire.

En moyenne, les forêts produisent de 30 à 50% moins de ruissellement que les zones gazonnées, qui produisent elles-mêmes moins de ruissellement que les zones imperméables (Capiella *et al.,* 2005). Puisque l'érosion des sols est principalement due à la mobilisation des particules de sols par le ruissellement de surface et par l'effet du courant sur les berges exposées, une zone naturelle couverte de forêt possédant des berges saines exportera beaucoup moins de particules de sol dans un cours d'eau qu'une zone agricole ou anthropisée où le ruissellement de surface est important.

Les **nitrates (NO_3^-)** sont la principale forme d'azote mesurée dans les eaux naturelles. Ils proviennent de l'oxydation complète des composés de l'azote (McNeely *et al.*, 1980). Ils sont extrêmement solubles, ne se lient pas à la surface des minéraux argileux et ne forment de composés insolubles avec aucun des éléments du sol (McKague *et al.*, 2005). C'est pourquoi les nitrates sont très facilement lessivés des sols. Du fait de leur solubilité, les nitrates sont facilement emportés par l'eau du sol vers les racines des végétaux qui les assimilent. Toutefois, si une grande quantité d'eau pénètre dans la zone racinaire et la traverse, les nitrates risquent d'être exportés avec l'eau de percolation au-delà de la zone racinaire (McKague *et al.*, 2005). Cette migration verticale et latérale à travers la zone racinaire et éventuellement vers le réseau de drainage souterrain est causée par l'infiltration de l'eau de pluie ou de l'eau de fonte (McKague *et al.*, 2005). La décomposition de la matière végétale et animale produit des nitrates. Les principales sources anthropiques de nitrates sont les engrais agricoles et les effluents industriels et municipaux, particulièrement ceux contenant des eaux usées sanitaires (McNeely *et al.*, 1980). Les **nitrites (NO_2-)**, quant à eux, sont une espèce chimique de l'azote très instable en présence d'oxygène et ne sont donc habituellement retrouvés qu'en très petite quantité dans les eaux de surface, soit habituellement de l'ordre de 0,001 mg/L (McNeely *et al.*, 1980). Ils constituent une espèce intermédiaire entre l'ammoniaque et les nitrates (nitrification) ou entre les nitrates et l'azote gazeux (dénitrification).

Le **phosphore** est un élément non métallique qui peut être présent sous de nombreuses formes organiques et inorganiques, autant dissoutes que particulaires (McNeely *et al.*, 1980). Dans les eaux douces, le phosphore est généralement l'élément limitant la production primaire. Ainsi, tout apport de ce nutriment dans les cours d'eau ou les plans d'eau est susceptible de stimuler la croissance des plantes et des algues dans ceux-ci. Les roches ignées et la matière organique en décomposition sont deux sources naturelles de phosphore. Les eaux domestiques (eaux usées sanitaires, détergents, etc.), les effluents industriels et les eaux de drainage des champs fertilisés par des engrais enrichissent également les eaux en phosphore (McNeely *et al.*, 1980).

La migration du phosphore des champs agricoles vers les plans d'eau est influencée par plusieurs processus physiques, chimiques et biologiques (MDDEP, 2005). Le phosphore biodisponible est sous forme d'ions orthophosphates dissous tandis que les phosphates adsorbés aux particules de sol sont

généralement associés à des cations, à des oxydes ou à des hydroxydes de fer (Fe) et d'aluminium (Al) (IRDA, 2008).

Évidemment, la quantité de phosphore qui atteint les cours d'eau peut varier substantiellement en fonction de plusieurs facteurs:

- de la topographie et des pentes;
- de la nature, de la perméabilité, du pH, de la température et de la teneur en eau des sols;
- de la présence d'hydroxydes de fer, d'aluminium ou de calcium dans les sols;
- de l'activité biologique dans les sols (mycorhizes, bactéries);
- des conditions de drainage des sols;
- de la hauteur de la nappe;
- des pratiques agricoles;
- de la forme, de la période et du mode d'épandage ainsi que l'importance des précipitations enregistrées avant et suivant l'épandage.

Selon l'IRDA (2008), la période de temps s'écoulant entre l'épandage et le transport du phosphore lors d'une pluie revêt une importance cruciale puisque le phosphore des engrais organiques nécessite du temps pour se fixer aux particules de sols. En raison de nos conditions agro-climatiques, les périodes d'épandage printanière et automnale sont relativement vulnérables à la production de ruissellement puisqu'elles coïncident souvent avec les périodes de pointes hydrologiques (IRDA, 2008).

Les eaux de surface contiennent naturellement des microorganismes, qu'ils s'agissent de virus, de bactéries, de phytoplancton ou de zooplancton. Certains de ces microorganismes sont potentiellement pathogènes et se retrouvent dans les eaux à la suite d'une contamination par les excréments animaux ou humains. Plusieurs indicateurs sont utilisés afin de déterminer si une eau a été contaminée par des excréments. Actuellement, la concentration de **coliformes fécaux**, ou coliformes thermotolérants, est l'indicateur de la présence possible de microorganismes pathogènes qui est le plus utilisé au Québec, dans la réglementation et les suivis environnementaux (ex. eau potable, eaux de baignade, eaux usées, etc.; CEAEQ, 2005). Cependant, les organismes dénombrés par la méthode des coliformes fécaux, malgré leur appellation, ne sont pas tous d'origine fécale. Certains sont présents naturellement dans les sols et dans l'eau. C'est pourquoi le dénombrement de la bactérie *Escherichia coli* (***E. coli***) tend de plus en plus à remplacer les coliformes fécaux sur le plan des diverses recommandations et réglementations touchant les pollutions fécales ailleurs dans le monde (CEAEQ, 2006). En effet, la présence d'*E. coli* dans l'environnement indique de manière presque certaine une contamination fécale plus ou moins récente puisqu'elle est un habitant normal de l'intestin des humains et des animaux à sang chaud (CEAEQ, 2006). Les rejets d'eaux usées domestiques ainsi que certaines activités agricoles telles que l'épandage de fumier ou de lisier sont des sources des *E. coli* trouvés dans l'environnement (CEAEQ, 2006). Lors du présent suivi, la bactérie *E. coli* a été utilisée comme indicateur de pollution de l'eau par les matières fécales. Afin de comparer les résultats de ces analyses à ceux d'autres études utilisant les coliformes fécaux, on peut noter que la bactérie *E. coli* représente en général de 80 à 90% des coliformes fécaux détectés (GSE, 2003).

3.4 Conditions lors de l'échantillonnage

3.4.1 Conditions météorologiques

Les précipitations ont un effet quasi immédiat sur le débit de la rivière du Cap Rouge. Ce phénomène est une combinaison de plusieurs facteurs : la petite superficie du bassin versant, l'imperméabilisation des surfaces associées à l'urbanisation, l'absence de végétation et l'absence

d'éléments régulateurs significatifs (ex. lacs et réservoirs) (CBRCR, 2009). C'est pourquoi en l'absence de station hydrologique (mesure du niveau et du débit) sur la rivière, la somme des précipitations tombées dans les 24 heures et la somme de celles tombées dans les 48 heures précédant l'échantillonnage ont été retenues comme indicateur des conditions hydrologiques de la rivière. Ces deux statistiques (24 heures et 48 heures) ont été considérées puisque l'hydrologie des sous-bassins versants est peu connue et qu'il est difficile d'évaluer leur vitesse réelle de réaction.

Les valeurs de précipitation ont été obtenues à partir des données des stations météorologiques de l'Aéroport Jean-Lesage (Jean Lesage Intl et Jean Lesage Intl A; Environnement Canada, 2010). Dans le cas où des précipitations de pluie ont eu lieu le jour même de l'échantillonnage, la répartition des événements pluvieux (selon les données descriptives de la station Jean Lesage Intl A) a été comparée à l'heure d'échantillonnage de l'eau. Les précipitations se produisant après l'échantillonnage n'étaient pas considérées. Lorsque les précipitations s'étalaient sur toute la journée, une certaine fraction de celles-ci était comptabilisée. L'annexe 4 présente les données et les hypothèses utilisées pour l'estimation des quantités de précipitations tombées avant les campagnes d'échantillonnage de l'eau.

3.4.2 Travail du sol et épandage de fertilisants

Aucune donnée sur le travail du sol ou l'épandage de fertilisants pendant la période d'échantillonnage n'étaient disponibles au MAPAQ.

Cependant, certaines informations ont été obtenues suite à une conversation téléphonique avec Mme Annie Dumas du club agroenvironnemental de la Rive Nord (CARN). Ces informations sont toutefois limitées, car seulement deux producteurs du bassin versant de la Cap Rouge sont membres du club. Ces informations sont utilisées dans l'interprétation des résultats.

3.5 Analyses statistiques

3.5.1 Base de données

Les résultats des analyses de laboratoire ont été saisis dans un tableur *Excel* pour ensuite être validés sur la base des certificats d'analyse de laboratoire. La base de données récoltée dans le cadre du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge est présentée à l'annexe 5.

Lors de l'échantillonnage de la station 4, le 27 octobre 2010, un chien jouait dans le ruisseau à proximité du point d'échantillonnage. Ainsi, afin d'éviter d'introduire des données biaisées dans l'analyse et l'interprétation de la qualité de l'eau, les données de cette station pour cette campagne ont été éliminées.

Le 22 octobre 2010, la concentration de coliformes fécaux à la station 4 dépassait la limite de quantification de la méthode. Le résultat a alors été rapporté comme étant >2000 UFC/100 ml et ne permettait pas le calcul de statistiques. Conséquemment, cette valeur n'a pas été utilisée dans le calcul des statistiques descriptives de la station 4. De plus, lors des analyses de variance, tous les résultats de coliformes fécaux de la campagne d'échantillonnage du 22 octobre ont été ignorés. Pour l'évaluation des corrélations entre les différents paramètres de suivi, les données de coliformes fécaux des stations 1, 2, 3, 5 et 6 du 22 octobre 2010 ont cependant été conservées.

3.5.2 Statistiques descriptives, analyses de variance et corrélations

À chaque station, les statistiques descriptives (valeurs minimum, médiane et maximum) ont été calculées pour les données de qualité de l'eau récoltées dans la zone agricole de la rivière du Cap Rouge. La présence de variations spatiales statistiquement significatives de la qualité de l'eau entre les stations 1 à 6 a été vérifiée à l'aide d'analyses de variance.

Les données du suivi de la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge ne possèdent pas une distribution normale. De plus, certaines valeurs se trouvent sous la limite de détection analytique de la méthode. C'est pourquoi les données ont été transformées en rangs avant de procéder aux analyses de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel *Systat 11* (Systat Software, Inc.). Si des différences significatives étaient détectées, un test de comparaisons multiples (Tukey) était alors lancé afin de déterminer quels groupes possédaient des valeurs significativement supérieures ou inférieures aux autres. Les résultats du test de Tukey sont rapportés dans les graphiques *boxplots*, tel que décrit à la section 3.5.3. Le niveau de signification (α) utilisé pour les tests statistiques est de 0,05.

La présence de corrélations entre les différents paramètres de suivi a été vérifiée à l'aide du coefficient de corrélation de rang de Spearman (r_s).

À noter que la variabilité temporelle de la qualité de l'eau n'a pas été soumise à des tests statistiques. Elle a plutôt été analysée de façon descriptive.

3.5.3 Présentation graphique des données

Afin d'illustrer la variabilité de la qualité de l'eau entre les stations de suivi, des graphiques *boxplots* ont été produits à l'aide du logiciel *SigmaPlot 11.0* (Systat Software, Inc.). La figure 3.1 explique la signification des composantes de ce type de graphique.

En association à chacun des *boxplots* sont présentés les résultats des tests statistiques. Les résultats des ANOVA sur les rangs sont présentés sous les *boxplots*. Lorsqu'approprié, les résultats des tests de comparaisons multiples de Tukey sont intégrés sous forme de lettres présentées au-dessus de chacune des boîtes du *boxplot*. Dans ce cas, les boîtes possédant des lettres identiques ne diffèrent pas significativement les unes des autres.

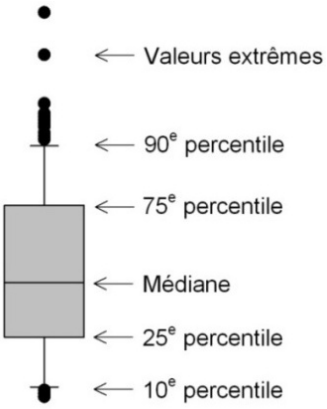


Figure 3.1 Signification de chacune des composantes d'un *boxplot*

Afin d'étudier la variabilité temporelle de la qualité de l'eau, les résultats des quatre paramètres de suivi ont été illustrés par des graphiques qui permettent de suivre l'évolution des concentrations dans le temps (figure 3.2). Ce type de graphique, dit graphique en courbes, permet d'illustrer une série de données sous la forme de points reliés par une courbe en fonction du temps. Pour chaque paramètre, les données de chaque station ont été représentées par une courbe distincte.

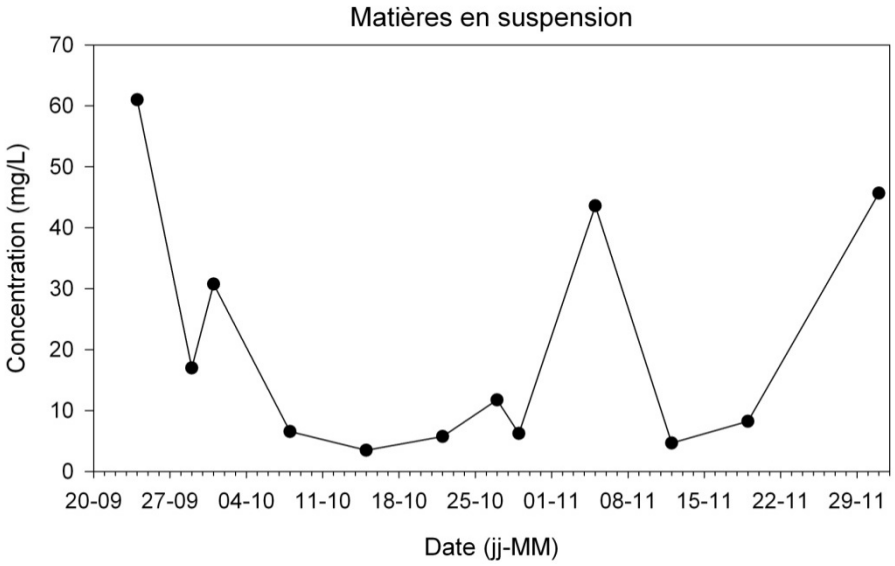


Figure 3.2 Exemple de graphique illustrant la variation temporelle des concentrations de MES lors de la période de suivi

3.6 Description des recommandations et des critères de qualité de l'eau utilisés

La rivière du Cap Rouge représente un habitat pour la faune et la flore aquatiques, mais elle constitue également un milieu de vie pour la population habitant à proximité. Elle est un lieu où se pratiquent des activités récréatives, telles que la pêche et les activités nautiques (kayak, canotage). Elle peut également potentiellement servir de source d'irrigation et d'abreuvement du bétail. Afin d'évaluer si la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge est adéquate pour soutenir ces différents usages, elle a été comparée aux recommandations et critères gouvernementaux applicables (tableau 3.2). Cette section présente une brève description de ces recommandations et critères gouvernementaux.

Les **recommandations canadiennes pour la qualité des eaux – protection de la vie aquatique** (CCME, 2001 et 2007) visent à protéger les organismes d'eau douce et marins contre les agents stressants anthropiques, comme les apports de produits chimiques ou une modification des paramètres physiques (ex., le pH, la température et la présence de débris). Ce sont des critères numériques ou des énoncés circonstanciés conçus pour assurer la protection à long terme de toutes les formes de vie aquatique et de tous les aspects de leurs cycles vitaux aquatiques, y compris les stades les plus sensibles du cycle biologique des espèces les plus sensibles.

Les **recommandations canadiennes pour la qualité des eaux – protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles** (CCME, 1999a et 1999b) correspondent aux concentrations maximales recommandées de contaminants dans **l'eau d'irrigation** et **d'abreuvement du bétail**; des concentrations supérieures à ces seuils pourraient avoir des effets néfastes sur les cultures et le bétail.

Pour assurer une protection à court et à long terme de tous les organismes aquatiques, le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a adopté deux critères de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique (MDDEP, 2009):

- Le **critère de vie aquatique chronique** (**CVAC**) est la concentration la plus élevée d'une substance qui ne produira aucun effet néfaste sur les organismes aquatiques (et leur progéniture) lorsqu'ils y sont exposés quotidiennement pendant toute leur vie;

- Le **critère de vie aquatique aigu** (**CVAA**) est la concentration maximale d'une substance à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pour une courte période de temps sans être gravement touchés.

Les **critères de qualité pour la protection des activités récréatives et d'esthétique** (MDDEP, 2009) visent principalement à prévenir les dangers pour la santé liés au contact direct ou indirect avec l'eau, mais ils couvrent aussi les aspects esthétiques de la ressource. Les critères d'activités récréatives à contact direct (primaire) visent à protéger les activités où tout le corps, y compris la tête, est régulièrement en contact avec l'eau, comme chez les baigneurs et les véliplanchistes. Sous la même rubrique apparaissent les critères d'activités à contact indirect (secondaire) qui visent à protéger les autres activités comme la navigation de plaisance, le canotage, la pêche, etc., au cours desquelles le corps est en contact moins fréquent avec l'eau. Une note accompagnant le critère indique alors s'il s'applique aux activités à contact indirect. Finalement, le critère esthétique vise à protéger les aménagements riverains tels les parcs, les haltes routières, les lieux de séjour et les campings de tout impact visuel négatif.

Les critères et recommandations associés aux matières en suspension sont relatifs aux teneurs de fond[1] (ambiantes) du milieu. Ainsi, la teneur de fond des MES pour le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge a été estimée en calculant le 90e percentile des données disponibles, toutes stations confondues. Selon les données récoltées, la teneur de fond des MES à l'automne 2010 dans ce secteur était de 90 mg/L. Ainsi, selon les recommandations fédérales et les critères provinciaux de la qualité de l'eau du tableau 3.2, les concentrations maximales de MES ne devraient pas dépasser 115 mg/L pour une exposition de courte durées ou aigue (moins de 24 heures) et 95 mg/L pour une exposition de longue durée ou chronique (de 24 heures à 1 mois). *À noter qu'il s'agit ici d'une estimation de la teneur de fond du secteur qui a été faite en utilisant des données récoltées sur une courte période de temps et qu'elle doit être utilisée avec prudence. En effet, cette estimation peut ne pas être représentative de l'ensemble de la variabilité naturelle observée dans le secteur.*

[1] Teneur de fond: Concentration d'une substance chimique correspondant à la présence ambiante de cette substance.

Tableau 3.2 Recommandations et critères gouvernementaux de la qualité de l'eau selon les usages de l'eau

Paramètre	Unité	Recommandations canadienne pour la qualité des eaux			Critères de qualité de l'eau de surface au Québec [3]		
		Protection de la vie aquatique [1]	Protection de la qualité de l'eau à des fins agricoles [2]		Protection de la vie aquatique		Protection des activités récréatives et de l'esthétique
			Irrigation	Eau d'abreuvement du bétail	Aigu	Chronique	
Physicochimie de base							
Matières en suspension	mg/L	[a]	–	–	25 [f]	5 [g]	–
Nutriments							
Nitrites et nitrates	mg N/L	Nitrates: 2,9 [b] Nitrites: 0,06 [c]	–	100 [e]	Nitrites: 0,06-0,60 [h]	Nitrites: 0,02-0,20 [h] Nitrates: 2,9 [i]	–
Phosphore total	mg P/L	[d]	–	–	–	0,03 [j] 0,02 [k] % [l]	0,03 [j] 0,02 [k] % [l]
Microbiologie							
Coliformes fécaux (*E. coli*)	UFC/100 ml	–	100 [e]	–	–	–	–
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	–	–	–	–	–	200 [mm] 1000 [nn]

Sources:

[1] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection de la vie aquatique - tableau sommaire, mis à jour en décembre 2007. Dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. 1999. Winnipeg. Le Conseil. 9 pages.

[2] Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2005. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles — tableau sommaire, mis à jour en Octobre 2005, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

[3] Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 2009. Critères de la 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. 978-2-550-57559-7 (PDF). 502 pages + 16 annexes. Aussi disponible via le site Internet http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp.

Notes:

[a] Recommandations pour la qualité des eaux établies pour les matières particulaires totales aux fins de la protection de la vie aquatique

écoulement limpide	- Augmentation maximale de 25 mg/L par rapport aux concentrations de fond pour une exposition de courte durée (p. ex., période de 24 heures).
	- Augmentation moyenne maximale de 5 mg/L par rapport aux concentrations de fond pour une exposition de longue durée (p. ex., 24 heures à 30 jours).
débit de crue	- Augmentation maximale en tout temps de 25 mg/L par rapport aux concentrations de fond lorsque celles-ci se situent entre 25 et 250 mg/L. Cette augmentation ne doit pas dépasser 10 % des concentrations de fond lorsque celles-ci sont >250 mg/L.

[b] Recommandation provisoire.

Cette recommandation se rapporte aux mg/L d'azote sous forme de nitrates. Cette valeur est équivalente à 13 mg/L de nitrates.

Protection contre les effets toxiques directs; les recommandations ne tiennent pas compte des effets indirects dus à l'eutrophisation.

[c] Cette recommandation se rapporte aux mg/L d'azote sous forme de nitrites. Cette valeur est équivalent à 0,197 mg/L de nitrite

Aucun feuillet d'information n'a été préparé à ce sujet. Pour plus d'information sur cette recommandation, référez-vous svp aux Recommandation pour la qualité des eaux au Canada (CCREM 1987).

[d] Le Cadre d'orientation pour le phosphore est pour développer les recommandations pour le phosphore (ne fournit pas des conseils sur d'autres nutriments d'eau douce). Il fournit des gammes de déclenchement pour le phosphore total (s'il vous plaît consultez le feuillet d'information Cadre d'orientation pour le phosphore pour plus d'information):

État trophique	Intervalle d'intervention Phosphore total (mg/L)
Ultra-oligotrophe	<0,004
Oligotrophe	0,004 à 0,01
Mésotrophe	0,01 à 0,02
Méso-eutrophe	0,02 à 0,035
Eutrophe	0,035 à 0,1
Hypereutrophe	> 0,1

[e] Aucun feuillet d'information n'a été préparé à ce sujet. Pour plus d'information sur cette recommandation, référez-vous svp aux recommandation canadiennes de qualité de l'eau (CCREM 1987).

[f] En période de temps sec, le critère de qualité est défini par une augmentation maximale de 25 mg/L par rapport à la concentration naturelle.

[g] En période de temps sec, le critère de qualité est défini par une augmentation moyenne maximale de 5 mg/L par rapport à la concentration naturelle.
En période de crue (pluie, fonte), le critère de qualité est défini soit :
- par une augmentation maximale en tout temps de 25 mg/L par rapport à la concentration de fond lorsque celle-ci se situe entre 25 et 250 mg/L;
- par une augmentation de 10 % par rapport à la concentration de fond lorsque celle-ci est supérieure à 250 mg/L mesurée à un moment donné.

[h] Les concentrations permissibles en nitrites augmentent avec les concentrations en chlorures du milieu aquatique

Critères de toxicité pour la protection de la vie aquatique d'eau douce pour les nitrites

Concentration en chlorures (mg/L)	Critères de toxicité aiguë (mg N/L)	Critères de toxicité chronique (mg N/L)
Moins de 2	0,06	0,02
2-4	0,12	0,04
4-6	0,18	0,06
6-8	0,24	0,08
8-10	0,30	0,10
Plus de 10	0,60	0,20

[i] Ce critère de qualité est en révision.
Cette valeur est établie à partir des effets toxiques et ne tient pas compte des effets indirects d'eutrophisation.

[j] Ce critère de qualité vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.
Certains facteurs influencent l'effet potentiel du phosphore. Les principaux facteurs physiques généralement mentionnés sont : le type de substrat, la profondeur, la transparence et la température de l'eau, la vitesse du courant et l'ombrage (Environnement Canada, 2003).
Ces caractéristiques ne sont pas prises en compte par les critères de qualité. C'est pourquoi il faut utiliser judicieusement les critères de qualité du phosphore selon le milieu évalué.

[k] Ce critère de qualité s'applique aux cours d'eau se jetant dans des lacs dont le contexte environnemental n'est pas problématique. Il vise à limiter la nuisance causée par les algues et les plantes aquatiques dans ces lacs.

[l] Les critères de qualité suivants peuvent être utilisés pour évaluer l'état d'un lac. Ces critères de qualité ne doivent toutefois pas servir à évaluer les charges de phosphore qui peuvent être rejetées.
- Pour les lacs oligothrophes dont la concentration naturelle est ou était de moins de 0,01 mg/L, le critère de qualité est défini par une augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration naturelle sans dépasser 0,01 mg/L.
- Pour limiter l'eutrophisation des lacs dont la concentration naturelle se trouve ou se trouvait entre 0,01 et 0,02 mg/L, le critère de qualité est défini par une augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration naturelle, sans dépasser 0,02 mg/L.

Ces critères de qualité s'appliquent en période sans glace.

[mm] Ce critère de qualité s'applique aux activités de contact primaire comme la baignade et la planche à voile. Pour la surveillance des plages publiques, la moyenne géométrique d'un minimum de six échantillons prélevés lors d'un même échantillonnage ne doit pas dépasser 200 UFC/100 mL et pas plus de 10 % des échantillons ne doit excéder 400 UFC/100 mL. Pour les plages où moins de dix échantillons sont prélevés, pas plus d'un échantillon ne doit excéder 400 UFC/100 mL.

[nn] Ce critère de qualité s'applique aux activités de contact secondaire comme la pêche sportive et le canotage.

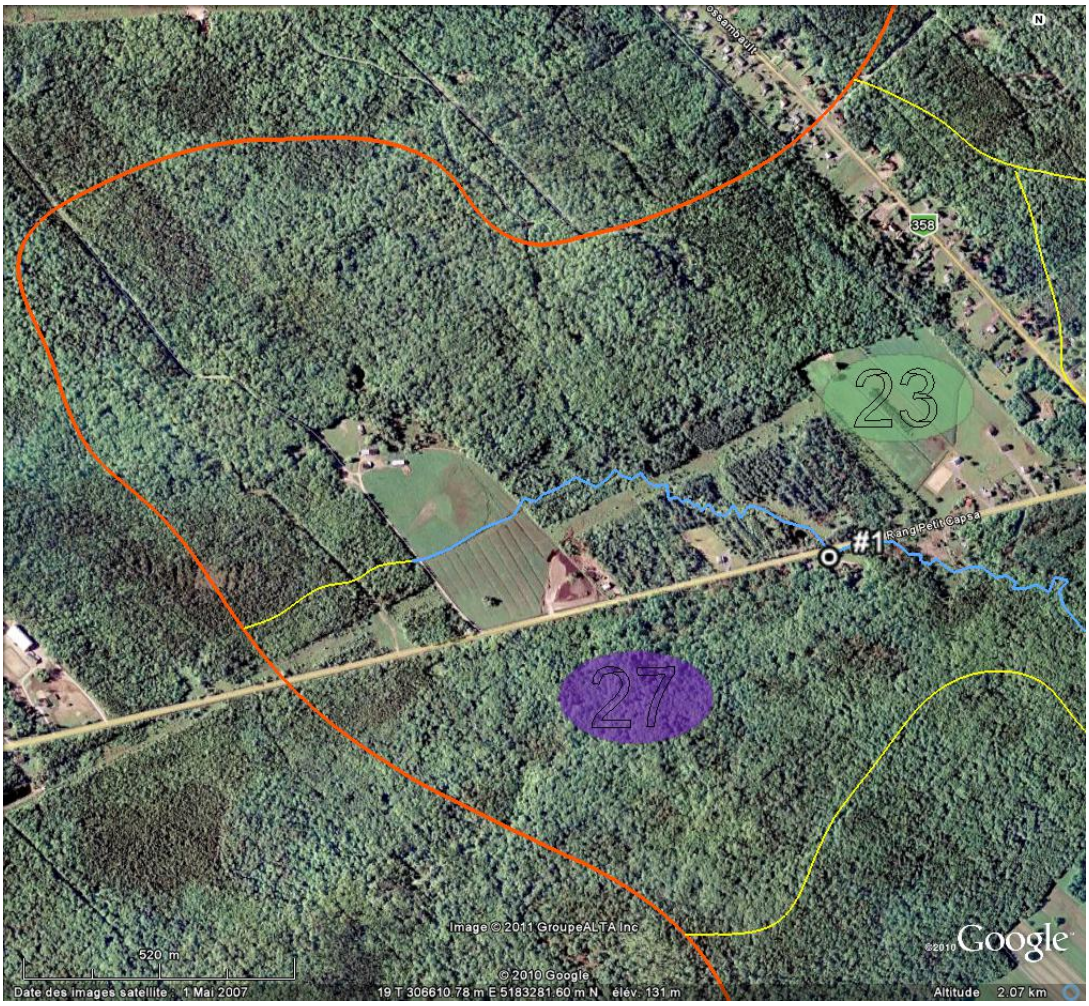
4. Résultats et discussion

4.1 Caractéristiques des stations

La description des caractéristiques des stations est tirée de données d'occupation du sol provenant du MDDEP (annexe 1; Dubois, 2009) et du MAPAQ (annexes 2 et 3; Carrier, 2011a). Cependant, il doit être noté que les limites du bassin versant et des sous-bassins versants provenant de ces deux ministères diffèrent légèrement, ce qui peut résulter en des informations différant d'une source à l'autre.

4.1.1 Occupation du sol et production agricole

L'occupation du sol en amont de la station 1 est principalement forestière. On note cependant la présence de quelques habitations, d'une zone de sol décapé, d'un champ clôturé et d'une petite ferme sur les images satellites (Carte 4.1).



Source: GoogleEarth (2010): image satellite du 30 mai 2007

Carte 4.1 Image satellite de la station de suivi #1 située sur le ruisseau drainant la tête des sous-bassins versants No 23 et 27

Le milieu forestier est moins présent en amont des autres stations d'échantillonnage et le milieu agricole y occupe une proportion plus importante des sous-bassins versants (tableau 4.1; annexe 1). Les zones dénudées, les milieux anthropisés, les milieux humides et le réseau hydrographique ne représentent qu'une faible proportion de l'occupation du sol dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge, soit moins de 10%.

Tableau 4.1 Description de l'occupation du sol en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

Station	1	2	3	4	5	6
Sous-bassins versants drainés	23 et 27 (Partie amont)	23, 25, 26 et 27	21	19	18	14 à 27
Superficie drainée (hectare)	~143	1025,5	313	194,7	1943,4	4979
Occupation du sol (%)						
Milieu forestier	~90	33,3	66,6	33,7	68,5	44,0
Milieu agricole	~5	60,1	29,9	63,7	27,8	47,0
Zones dénudées	~5	0,2	0	0	0,1	0,4
Coupe	–	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sol à nu	–	*0,2*	*0*	*0*	*0,1*	*0,4*
Milieu anthropisé	–	4,5	1,9	2,5	2,3	7,0
Route	–	*3,3*	*1,8*	*2,5*	*2,2*	*3,1*
Urbain	–	*0,2*	*0,1*	*0,1*	*0*	*0,9*
Non classifié [1]	–	*1,0*	*0*	*0*	*0*	*2,8*
Autre [2]	–	*0*	*0*	*0*	*0*	*0,2*
Milieux humides et réseau hydrographique	–	1,9	1,6	0,1	1,4	1,7
Milieux humides	–	*1,8*	*1,5*	*0*	*1,3*	*1,5*
Eau	–	*0,1*	*0,1*	*0,1*	*0*	*0,2*
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

[1] L'occupation du sol qui est non classifiée correspond à une occupation qui n'appartient à aucune des classes présentées (ex. terrains vagues, zones en développement, etc.).

[2] Golf, parc, aéroport, étang industriel, piste de ski.

Source: Données extraites à partir de la carte produite par Pascale Dubois, MDDEP, janvier 2009.

En amont des stations 3 et 5, plus de 65% de l'occupation du sol est représentée par la forêt (tableau 4.1). Dans les deux cas, le reste du territoire, soit le tiers, est occupé par le milieu agricole. En 2010, 8,4% du territoire à l'amont de la station 3 était utilisé pour la production végétale, comparativement à 29,3% pour la station 5 (tableau 4.2; figure 4.1; annexe 2). Les cultures pérennes[2] et l'acériculture constituent les principales productions végétales dans ces secteurs, les cultures annuelles[3] y étant quasi absentes. On retrouve également des productions animales en amont de ces deux stations (tableau 4.2; figure 4.2; annexe 2). Dans le sous-bassin de la station 3, la densité animale est majoritairement constituée de bovins laitiers et atteint 0,164 unité animale/hectare. En amont de la station 5, la densité animale est de 0,103 unité animale/hectare et comprend surtout des bovins de boucherie et des chevaux. Ces densités animales sont faibles par

[2] Pérenne : Se dit d'une plante qui vit au moins deux ans. (Office de la langue française, 2002).

[3] Annuelle : Plante dont le cycle végétatif se termine avec les gelées automnales. (Bureau de normalisation du Québec (BNQ), 2001).

rapport à celles enregistrées dans d'autres bassins versants du Québec. Par exemple, en 2000, plusieurs sous-bassins versants des rivières Chaudière et Yamaska possédaient des densités animales supérieures à 0,5 unité animale/hectare (MDDEP, 2000).

En amont de la station 2, 45,4% du territoire est utilisé pour la production végétale (tableau 4.2; figure 4.1; annexe 2). Les cultures annuelles représentent un peu plus du cinquième de la production végétale dans ce secteur qui est dominé par les cultures pérennes (fourrages et pâturages). La densité animale en amont de la station 2 est surtout composée de bovins laitiers et atteint 0,348 unité animale/hectare (tableau 4.2; figure 4.2; annexe 2), ce qui est plus élevé que pour les stations 3 et 5.

Le sous-bassin versant de la station 4 est celui où l'activité agricole est la plus intense avec 82,5% de sa superficie occupée par des productions végétales et une densité animale de 0,722 unité animale/hectare (tableau 4.2; figures 4.1 et 4.2; annexe 2). C'est également dans ce secteur que les cultures annuelles occupent la plus grande proportion de sol. Elles représentent 17,4% de la superficie du sous-bassin et le maïs et le soya y sont les cultures dominantes.

Finalement, la station 6 intègre les eaux provenant de tous les secteurs en amont. Les cultures végétales couvrent 42,1% de sa superficie et la densité animale y est de 0,265 unité animale/hectare.

Tableau 4.2 Détails des productions végétales et animales en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

Station	**1**	**2**	**3**[1]	**4**	**5**	**6**
Superficie (hectare)	143,1	1019,1	415,1	195,4	1930,6	4938,5
Production végétale (% de la superficie)						
Acériculture	–	2,6	4,1	0,0	2,7	1,9
Cultures annuelles	–	10,0	0,0	17,4	1,0	6,7
Céréales, protéo-oléagineux	–	*7,0*	*0,0*	*3,6*	*0,8*	*5,3*
Maïs	–	*0,6*	*0,0*	*9,2*	*0,2*	*0,7*
Soya	–	*2,5*	*0,0*	*4,6*	*0,0*	*0,7*
Cultures pérennes	–	32,9	4,3	65,1	25,5	33,4
Fourrages	–	*25,1*	*2,4*	*60,9*	*17,1*	*24,9*
Fruits et légumes	–	*0,0*	*0,0*	*0,2*	*0,6*	*0,3*
Ornementale	–	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,1*
Pâturages	–	*7,8*	*1,9*	*4,1*	*7,8*	*8,1*
Total	–	45,4%	8,4%	82,5%	29,3%	42,1%
Production animale (unités animales/hectare)						
Bovins de boucherie	–	0,084	0	0,164	0,083	0,110
Bovins laitiers	–	0,256	0,142	0,548	0	0,132
Chevaux	–	0,007	0	0,010	0,019	0,019
Autres	–	0,001	0,022	0	0,001	0,003
Total	–	0,348	0,164	0,722	0,103	0,265

[1] Inclus les sous-bassins 21 et 22. La station 3 est située dans le sous-bassin versant No 21 (Carte 3.2).
Source*: Carrier (2011a) Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Répartition de l'activité agricole enregistrée au MAPAQ, préparé par Jérôme Carrier, technologiste agricole du MAPAQ (3 février 2011).*

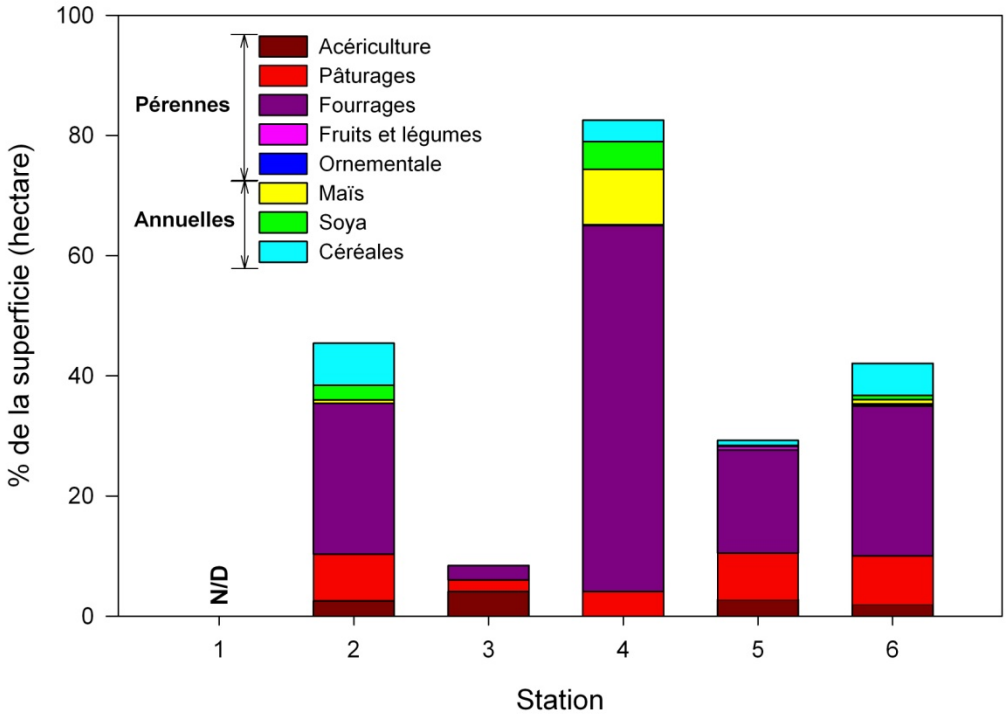


Figure 4.1 Occupation du sol selon les différents types de productions végétales en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

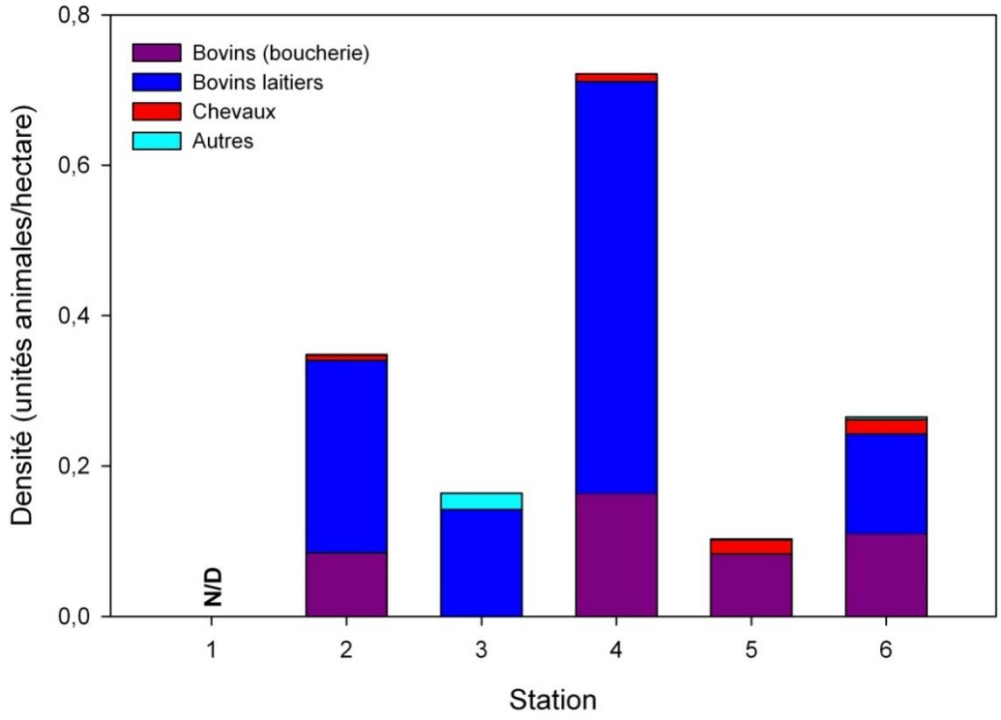


Figure 4.2 Densité de production animale en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

4.1.2 Texture des sols

La texture des sols est définie comme étant la proportion des particules minérales de différentes tailles qui composent le sol (Hilliard et Reedyk, 2000). La texture des sols retrouvés en amont de chaque station est présentée au tableau 4.3 et illustrée à la figure 4.3. Les sols catégorisés comme étant divers regroupent tous les sols qui n'ont pas fait l'objet d'une caractérisation, en plus des zones non cartographiées, des étendues d'eau, des pavages de cailloux et des éboulis (comm. pers. Jérôme Carrier, MAPAQ, 20 février 2011). En général, les sols divers occupent la plus grande proportion de la superficie des sous-bassins, sauf pour celui de la station 2 où les sols issus de dépôt de tills[4] dominent. Les sols argileux couvrent environ le quart de la superficie des sous-bassins des stations 2 et 6, mais ils sont rares ou absents ailleurs. Les sols organiques sont surtout présents en amont des stations 1 et 2. Les sols sableux, loameux et graveleux sont rares dans la majorité des sous-bassins.

Tableau 4.3 Description de la texture des sols retrouvés en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

Station	**1**	**2**	**3[1]**	**4**	**5**	**6**
Superficie (hectare)	143,1	1019,1	415,1	195,4	1930,6	4938,5
Texture des sols (% de la superficie)						
Sols argileux	0	24	0	0	5	27
Sols loameux	0	0	6	17	7	6
Sols sableux	0	0	3	6	6	4
Sols graveleux	0	0	0,05	4	2	1
Sols issus de dépôts de tills	0	39	29	33	8	16
Sols organiques	44	19	5	0	1	5
Sols divers[2]	56	17	58	41	71	41
Total	100	100	100	100	100	100

[1] Inclus les sous-bassins 21 et 22. La station 3 est située dans le sous-bassin versant No 21 (Carte 3.2).

[2] Tous les sols n'ayant pas fait l'objet d'une caractérisation, en plus des zones non cartographiées, des étendues d'eau, des pavages de cailloux et des éboulis.

Source: Carrier. 2011b. Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Texture des sols. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Préparé par Jérôme Carrier, technologiste agricole (2 février 2011).

[4] Till: Dépôt glaciaire laissé directement par la glace, et consistant en argile, sable, gravier et blocs rocheux mélangés dans n'importe quelle proportion. Le till ne peut être que glaciaire. (Office de la langue française, 2000)

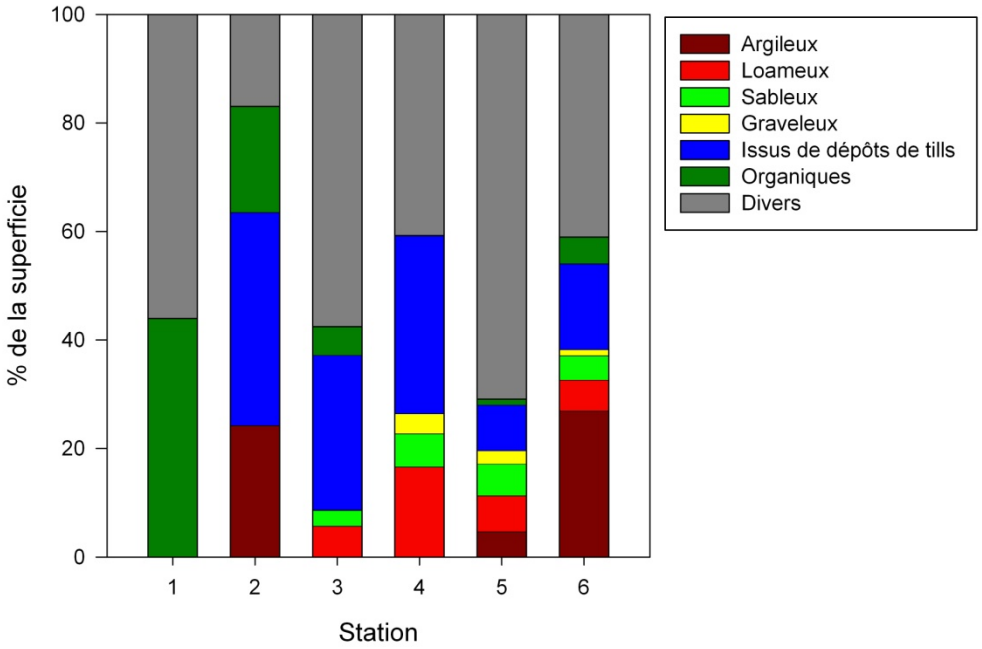


Figure 4.3 Texture des sols présents en amont des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

4.1.3 Problématiques agricoles

La caractérisation du milieu agricole du bassin versant de la rivière réalisée à l'automne 2005 par la direction régionale de la Capitale nationale du MAPAQ (Carrier, 2006) a permis d'identifier divers éléments problématiques pouvant potentiellement affecter la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge. Ces éléments comprennent :

- des zones d'accès des animaux au cours d'eau;
- des traverses à gué non empierrées;
- des zones d'érosion;
- des ponceaux abîmés;
- des bandes riveraines insuffisantes ou absentes;
- des sorties de drains non empierrées;
- des sources de pollutions diffuses diverses (remplissage, creusage, entreposage de fumier, etc.);
- des dépôts de déchets.

4.2 Conditions lors de l'échantillonnage

4.2.1 Conditions météorologiques

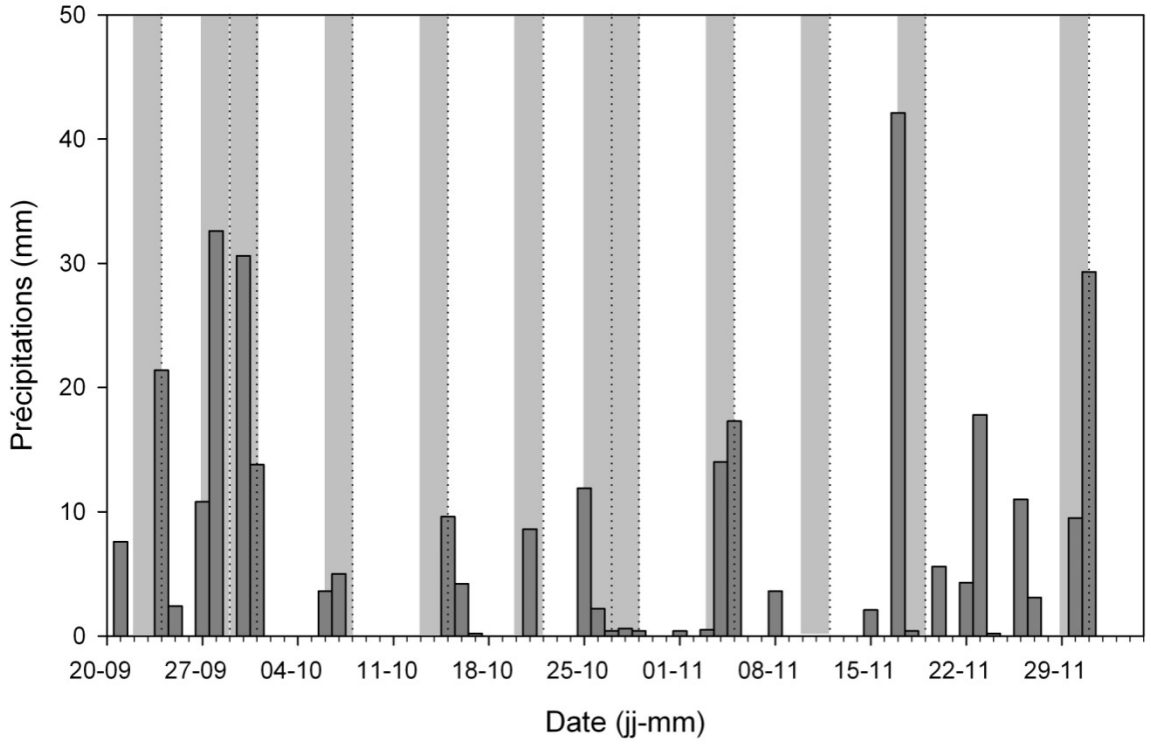
Dans les 24 heures précédant l'échantillonnage, les précipitations ont varié entre 0 et 38,7 mm. Dans les 48 heures précédant l'échantillonnage, elles ont varié entre 0 et 43,3 mm (tableau 4.4.; figure 4.4; annexe 4). Les trois premiers échantillonnages, le huitième et le dernier sont ceux qui ont été précédés par le plus de précipitations.

Tableau 4.4 Précipitations reçues dans les 24 heures et les 48 heures précédant l'échantillonnage de l'eau

Date de l'échantillonnage	Précipitations 48 heures (mm)	Précipitations 24 heures (mm)
2010-09-24	15	15
2010-09-29	43,4	21,7
2010-10-01	38,7	38,7
2010-10-08	8,6	5
2010-10-15	1,5	1,5
2010-10-22	8,6	8,6
2010-10-27	11,1	0,4
2010-10-29	0,6	0,6
2010-11-05	20,5	20,5
2010-11-12	0	0
2010-11-19	32	0,4
2010-12-01	30,3	30,3

Outre la fonte des neiges, les précipitations liquides sont le moteur du ruissellement de surface dans les champs agricole. Ce ruissellement favorise le transport de matières en suspension et de polluants vers le réseau hydrique. Le document du Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec (CRAAQ, 2008) résume bien les facteurs affectant le ruissellement et l'érosion des sols qui peut en résulter:

> *«Quatre principaux facteurs influencent le ruissellement de l'eau de pluie à la surface d'un champ : l'intensité des précipitations, la rugosité de la surface du champ, la capacité d'infiltration du sol et la profondeur de la nappe d'eau dans le sol. Lors de pluie, si l'intensité de précipitations dépasse la capacité d'infiltration du sol, le ruissellement se produira. Pour une même intensité de pluie, un sol moins perméable atteindra un état de saturation plus rapidement et engendrera un ruissellement plus abondant. Une surface de champ plus rugueuse retardera cependant le phénomène, car elle peut retenir un volume d'eau plus important avant que le ruissellement ne se déclenche. […] Une position élevée de la nappe d'eau contribuera également au déclenchement hâtif du ruissellement. […]*
>
> *Lorsque le volume d'eau ruisselé augmente jusqu'à un certain niveau, l'érosion se produit. Un volume plus ou moins important de sol pourra alors être entraîné, sur une distance plus ou moins longue, selon l'énergie du ruissellement disponible pour contourner les obstacles rencontrés lors de son parcours.»*



Note: Les lignes pointillées indiquent les dates d'échantillonnage de l'eau et les zones en grisées illustrent l'intervalle d'environ 48 heures précédant l'échantillonnage.

Figure 4.4 Précipitations totales quotidiennes enregistrées à la station météorologique de l'aéroport Jean Lesage du 20 septembre au 5 décembre 2010

4.2.2 Travail du sol et épandage de fertilisant

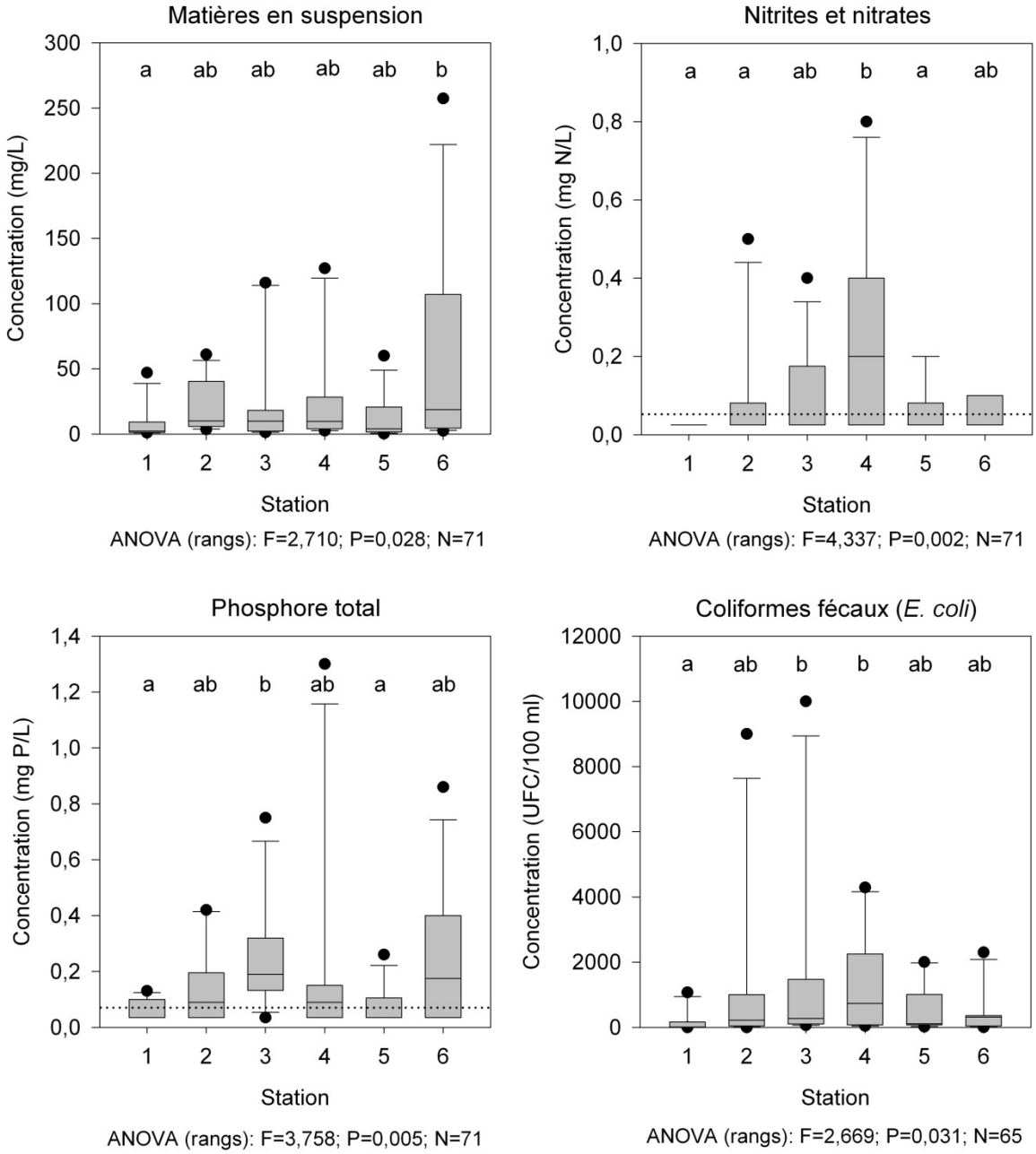
Les informations obtenues sur le travail du sol et l'épandage de fertilisant proviennent d'un entretien téléphonique avec Mme Annie Dumas du club agroenvironnemental de la Rive Nord (CARN). Comme mentionné précédemment, ces données concernent seulement deux producteurs du bassin versant de la rivière du Cap Rouge.

Normalement, les producteurs de bovins laitiers ou de boucherie épandent 30% de leurs fumiers/lisiers à l'automne après les récoltes. Le mois de septembre est généralement privilégié pour commencer à épandre, mais, en 2010, la pluviosité régulière a forcé bon nombre de producteurs à contacter leur agronome pour demander des dérogations. Rappelons que le 1er octobre est la date butoir après laquelle il n'est généralement plus autorisé d'épandre du lisier et du fumier au champ. Cette année, sur la rive nord de Québec, beaucoup d'épandage a eu lieu en octobre et même en novembre selon le CARN.

Les agronomes du CARN suivent la directive de l'Ordre des agronomes du Québec en matière de gestion des matières organiques fertilisantes. Pour les dérogations, les agronomes du CARN procèdent champ par champ, et ils ont recommandé de privilégier l'épandage (en octobre et novembre) sur des champs plats, avec une végétation présente (pâturage) d'au moins 10 à 12 cm de haut pour minimiser le ruissellement. L'agronome recommandait d'enfouir le lisier dans les 24 heures, mais, dans certains cas, cela n'a pas été possible.

4.3 Variation spatiale de la qualité de l'eau et respect des recommandations et des critères de qualité de l'eau

Le tableau 4.5 présente les statistiques descriptives de la qualité de l'eau mesurée à chacune des stations de suivi. La figure 4.5 illustre graphiquement la variabilité de la qualité de l'eau en fonction des stations.



Note : La ligne pointillée indique la limite de détection analytique.
Les lettres rapportent le résultat du test de comparaisons multiples de Dunn's.
*Les données du 22 octobre 2010 sont exclues du graphique présentant les coliformes fécaux (*E. coli*).*

Figure 4.5 Concentrations de nitrites et nitrates, de phosphore total, de coliformes fécaux (*E. coli*) et de matières en suspension mesurées aux six stations du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge

Tableau 4.5 Statistiques descriptives de la qualité de l'eau des différentes stations du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge récoltées entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010

Paramètre	**Température**				**Matières en suspension**				**Nitrites et nitrates**				**Phosphore total**				**Coliformes fécaux (*E. coli*)**			
Unité	°C				mg/L				mg N/L				mg P/L				UFC/100ml			
Limite de détection	–				1				0,05				0,07				1			
Statistiques descriptives																				
Station	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**
Station 1	12	1	8	13	12	1,00	2,25	47,00	12	<0,05	<0,05	<0,05	12	<0,07	<0,07	0,13	12	0	13	1 070
Station 2	12	1	9	13	12	3,50	10,00	61,00	12	<0,05	<0,05	0,5	12	<0,07	0,09	0,42	12	0	247	9 000
Station 3	12	1	9	13	12	1,25	9,79	116,00	12	<0,05	<0,05	0,4	12	<0,07	0,19	0,75	12	61	250	10 000
Station 4	12	1	9	13	11	2,50	9,75	127,00	11	<0,05	0,2	0,8	11	<0,07	0,09	1,3	10	41	735	4 290
Station 5	12	1	9	13	12	0,25	4,00	60,00	12	<0,05	<0,05	0,2	12	<0,07	<0,07	0,26	12	18	124	2 000
Station 6	12	1	9	13	12	2,40	18,75	257,33	12	<0,05	<0,05	0,1	12	<0,07	0,175	0,86	12	3	305	2 300

Signification des abbréviations: ***N***: Nombre de valeurs; **Min**: Minimum; $\mathbf{Q_1}$: 1er quartile; **Méd**: Médiane; $\mathbf{Q_3}$: 3e quartile; **Max**: Maximum

La qualité de l'eau varie selon les stations d'échantillonnage du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge. Cependant, ces variations spatiales ne s'expliquent pas aisément. Les éléments suivants pourraient permettre une meilleure interprétation des résultats :

- la localisation des différentes entreprises agricoles et leurs caractéristiques en termes de gestion des fumiers, de fertilisation des cultures et de travail du sol;
- la localisation des différents types de cultures végétales et des pâturages;
- la localisation des sorties de drains agricoles et des fossés agricoles;
- la quantité de fertilisants épandus dans chaque sous-bassin versant ainsi que la date et la localisation des épandages;
- une caractérisation plus récente du milieu agricole par le MAPAQ permettant d'identifier les problématiques subsistantes telles que les zones d'érosion, les bandes riveraines insuffisante et les pratiques d'entreposage de fumier au champ.

La présente section décrit la variation spatiale de la qualité de l'eau mesurée à chaque station d'échantillonnage, et ce, pour chaque paramètre. Des hypothèses sont apportées pour tenter d'expliquer les variations observées. Ces hypothèses pourront graduellement être vérifiées au fil des campagnes d'échantillonnage et au fur et à mesure que les informations énumérées plus haut deviendront disponibles.

4.3.1 Matières en suspension

Les concentrations de matières en suspension (MES) varient selon les stations de suivi. Les stations 1 et 5 sont celles présentant les concentrations de MES les plus faibles, avec des concentrations médianes de 2,25 et 4 mg/L, respectivement. Ces stations possèdent toujours une bonne couverture forestière dans leurs sous-bassins versants, soit environ 90% en amont de la station 1 et 69% en amont de la station 5. Les stations 2, 3 et 4 possèdent des concentrations médianes de MES très semblables, soit de plus ou moins 10 mg/L. C'est à la station 6 que les concentrations de MES les plus élevées et les plus variables sont observées, avec une concentration médiane de 18,75 mg/L et des concentrations maximales atteignant 257,3 mg/L. En plus d'intégrer les eaux provenant des stations 1, 2, 3, 4 et 5, la station 6 reçoit aussi les eaux drainant des sous-bassins versants presque exclusivement agricoles (No 14, 15 et 17) et, même, industriel (No 16) (Carte 3.2) Des problématiques de transport sédimentaire importantes ont d'ailleurs été notées dans ce dernier sous-bassin (No 16) en 2009 (Roche, 2010). Le fait que la station 6 soit située dans le cours principal de la rivière du Cap Rouge pourrait en partie expliquer ces concentrations de MES plus élevées. En effet, un débit plus élevé existe probablement à cette station ce qui peut contribuer à maintenir en suspension plus de particules dans la colonne d'eau que dans les petits tributaires. Un débit plus élevé peut également résulter en une érosion des talus plus importante. De plus, des zones d'érosion et des zones d'accès des animaux au cours d'eau ont été identifiées en 2005 (Carrier, 2006) dans deux tributaires situés juste en amont de la station 6 (sous-bassin No 14 et No 16). Si elles n'ont pas déjà fait l'objet de correctifs, elles pourraient toujours contribuer au transport sédimentaire vers la station 6. Seules les stations 1 et 6 diffèrent significativement l'une de l'autre en termes de concentrations de MES (figure 4.5) étant donné la forte variabilité observée qui peut masquer certaines différences.

Il est important de noter que les recommandations et les critères relatifs aux MES sont basés sur la teneur de fond estimées à partir de données prélevées sur une courte période (voir section 3.6). Il est donc possible que l'étendue de la variabilité naturelle soit plus grande que celle mesurée lors du suivi. Pour cette raison l'analyse faite dans le paragraphe qui suit doit donc être interprétée avec prudence. Aux stations 1, 2 et 5, les concentrations de MES ne dépassent dans aucun des échantillons prélevés les recommandations et les critères gouvernementaux pour la protection de la vie aquatique (tableau 4.6; voir aussi section 3.6). Aux stations 3 et 4, les concentrations de MES

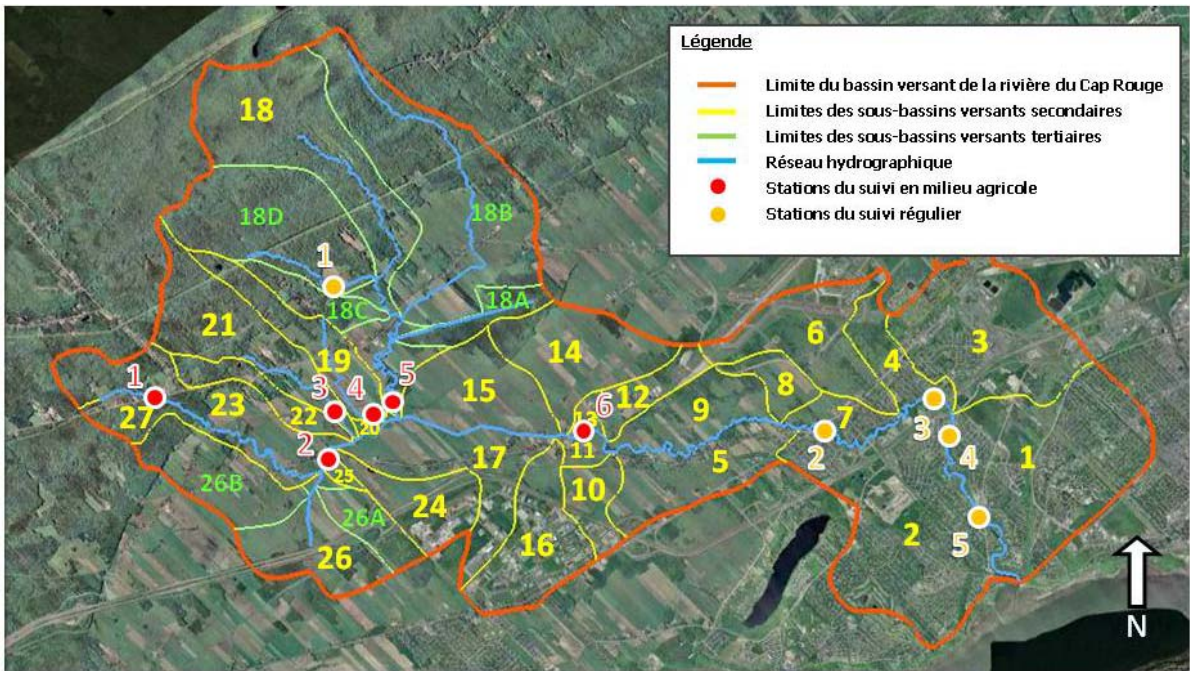
dépassent dans 17% et 9% des cas, respectivement, le critère provincial de vie aquatique chronique (CVAC) et la recommandation canadienne pour une exposition de longue durée (115 mg/L). Dans 8% et 9% des échantillons, les concentrations de MES mesurées aux stations 3 et 4 dépassent également le critère provincial de vie aquatique aigu (CVAA) et la recommandation fédérale pour une exposition de courte durée (95 mg/L). C'est à la station 6 que le plus grand nombre de dépassements a été observé, avec 33% des concentrations de MES mesurées qui sont supérieures à 95 mg/L et 17% des mesures supérieures à 115 mg/L.

Tableau 4.6 Pourcentage des mesures de MES dépassant les recommandations et les critères gouvernementaux de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique

Recommandations fédérales et critères provinciaux pour les MES (protection de la vie aquatique)	Exposition de courte durée (moins de 24 h) et CVAA	Exposition de longue durée (24 h à 30 jours) et CVAC
	115 mg/L[1]	95 mg/L[1]
Dépassements		
Station 1	0%	0%
Station 2	0%	0%
Station 3	8%	17%
Station 4	9%	9%
Station 5	0%	0%
Station 6	17%	33%

[1] Calculées sur la base d'une teneur de fond en MES de 90 mg/L tel que décrit à la section 3.6. À noter que ce calcul a été fait en utilisant une base de données très limitée s'étalant sur une courte période de temps. Il s'agit donc d'une estimation.

Lors du suivi régulier de la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge (Roche, 2011), les échantillons d'eau étaient prélevés à une fréquence mensuelle. Lors de ce suivi, les concentrations automnales de MES (2005 à 2009) variaient entre 1 et 15,8 mg/L pour une médiane de 4 mg/L (N=13) à la station 2 et entre 1 et 13,2 mg/L pour une médiane de 4 mg/L (N=13) à la station 5 (carte 4.2). La station 2 est située en aval de la zone agricole du bassin versant à la hauteur du boulevard Wilfrid-Hamel. Quant à la station 5, elle est située dans la portion aval de la rivière à la hauteur de la rue Provancher et elle intègre donc les eaux provenant des secteurs agricoles et urbains du bassin versant. Ces concentrations sont plus faibles que celles ayant été mesurées lors du suivi en milieu agricole où les concentrations de MES varient entre 2,4 et 257,3 mg/L pour une médiane de 18,8 mg/L à la station 2. Cette différence peut s'expliquer en partie par le fait que la fréquence d'échantillonnage du suivi actuel était hebdomadaire, donc quatre fois plus fréquente que celle du suivi régulier, ce qui augmente la probabilité de rencontrer des événements de transport sédimentaire important qui sont effectivement survenus à l'automne 2010. Cette différence pourrait également s'expliquer en partie par la sédimentation des particules dans les fosses le long de la rivière et au pied des seuils, dont celui qui est situé à l'amont du boulevard Wilfrid-Hamel (Roche, 2010). De plus, le phénomène de dilution des eaux du milieu agricole par les eaux de ruissellement urbain qui viennent s'ajouter à la rivière pourrait contribuer à la diminution des concentrations de MES vers l'aval.



Source: GoogleEarth (2010): image satellite du 30 mai 2007.

Carte 4.2 Positionnement des stations du suivi régulier et du suivi en milieu agricole de la qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge

4.3.2 Nitrites et nitrates

À la station 1, les concentrations de nitrites et nitrates sont toujours demeurées sous la limite de détection analytique (0,05 mg N/L). Aux stations 2, 3, 5 et 6, les concentrations médianes de nitrites et nitrates sont inférieures à la limite de détection analytique. Cependant, les concentrations de nitrites et nitrates sont moins variables aux stations 5 et 6 qu'aux stations 2 et 3. En effet, les concentrations maximales de nitrites et nitrates enregistrées aux stations 2 et 3 sont de 0,5 et 0,4 mg N/L, respectivement, ce qui est au moins deux fois plus élevé que celles observées aux stations 5 et 6 qui ne dépassent pas 0,2 mg N/L. La station 4 est celle qui montre les concentrations de nitrites et nitrates les plus élevées et les plus variables avec une concentration médiane de 0,2 mg N/L et une valeur maximale de 0,8 mg N/L. C'est dans le sous-bassin versant de cette station que la plus grande proportion de cultures annuelles est retrouvée, où elles couvrent 17% de la superficie. Le maïs et le soya dominent, occupant respectivement 9% et 5% de la superficie du sous-bassin No 19. Les concentrations de nitrites et nitrates mesurées à la station 4 sont significativement plus élevées que celles observées aux stations 1, 2 et 5 (figure 4.5).

Les recommandations et les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique sont émis spécifiquement pour la fraction nitrite et la fraction nitrate. Lors du présent suivi, les nitrites et les nitrates ont été analysés sans distinction. La concentration maximale de nitrites et nitrates enregistrées dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge est de 0,8 mg N/L. Puisque les eaux de surface ne contiennent généralement que très peu de nitrites, il est vraisemblable de croire que l'azote est majoritairement représenté par les nitrates. Ainsi, aucun échantillon prélevé lors du suivi de la qualité de l'eau dans la zone agricole de la rivière du Cap Rouge ne dépasse la recommandation canadienne et le critère provincial de vie aquatique chronique (CVAC) pour les nitrates qui est de 2,9 mg N/L.

De plus, les concentrations de nitrites et nitrates mesurées dans la zone agricole de la rivière du Cap Rouge respectent la recommandation canadienne pour la qualité des eaux d'abreuvement du bétail (100 mg N/L).

Les concentrations de nitrites et nitrates ne sont pas corrélées avec les concentrations de MES dans l'eau, ce qui n'est pas étonnant puisque les nitrates sont très solubles et ne se lient pas aux particules de sol ou aux matières en suspension. Ils sont plutôt transportés sous forme dissoute dans les eaux de percolation et de drainage souterrain des champs.

Les concentrations de nitrites et nitrates mesurées en automne (2005-2009) lors du suivi régulier (Roche, 2011) sont plus élevées que celles observées lors du suivi agricole. À la station 2 du suivi régulier, située à l'aval de la zone agricole (carte 4.2), les concentrations de nitrites et nitrates varient de 0,21 à 0,41 mg N/L, pour une médiane de 0,4 mg N/L (N=13). À la station 5, qui est celle qui est la plus en aval, les concentrations de nitrites et nitrates varient de 0,30 à 0,57 mg N/L, pour une médiane de 0,43 mg N/L (N=13). À titre comparatif, la concentration médiane de nitrites et nitrates enregistrée à la station 6 du suivi régulier est <0,05 mg N/L.

4.3.3 Phosphore total

Les concentrations de phosphore total les plus faibles ont été mesurées aux stations 1 et 5 où les concentrations médianes sont inférieures à la limite de détection analytique (0,07 mg/L). Les concentrations de phosphore total ne dépassent pas 0,13 mg P/L à la station 1 et 0,36 mg P/L à la station 5. Aux stations 2 et 4, les concentrations médianes de phosphore total sont de 0,09 mg P/L. À la station 2, la concentration maximale enregistrée est de 0,42 mg P/L. À la station 4, en amont de laquelle la densité animale est la plus élevée (0,722 unité animale/hectare), la concentration maximale de phosphore est de 1,3 mg P/L, ce qui représente la valeur plus élevée mesurée lors du suivi. Les stations 3 et 6 possèdent les concentrations de phosphore total médianes les plus élevées, avec 0,19 et 0,18 mg P/L, respectivement. C'est donc à ces stations, 3 et 6, que les concentrations de phosphore se maintiennent généralement à des valeurs qui sont plus élevées qu'aux autres stations. Les concentrations de phosphore sont significativement plus élevées à la station 3 qu'aux stations 1 et 5 (figure 4.5). Il est cependant difficile d'expliquer pourquoi des concentrations de phosphore total aussi élevées sont enregistrées à la station 3, puisque 67% de la couverture forestière subsiste toujours en amont de celle-ci et que la production végétale y est faible (8,4% de la superficie en amont). La production animale y est également faible (0,164 unité animale/hectare) comparativement aux autres stations. Il est possible que des rejets par temps sec ou des installations septiques non conformes soient à l'origine de ces sources de phosphore.

Les concentrations de phosphore mesurées dans le secteur agricole de la rivière du Cap Rouge à l'automne 2010 sont très élevées. Les valeurs médianes observées aux stations 2 et 4 sont caractéristiques de milieux eutrophes, et celles rencontrées aux stations 3 et 6 de milieux hypereutrophe (CCME, 2009). Les concentrations médianes automnales de phosphore total mesurées plus en aval dans la rivière du Cap Rouge lors du suivi régulier (2005-2009; Roche, 2011) sont de 0,05 mg P/L (N=10) à la station 2 et de 0,06 mg P/L à la station 5 (N=10). Ces concentrations sont beaucoup plus faibles que ce qui est observé à la station 6 du suivi agricole (médiane 0,18 mg/L), mais elles correspondent tout de même à l'état trophique eutrophe.

Le critère provincial de vie aquatique chronique (CVAC) et celui de protection des activités aquatiques et de l'esthétique visent le maintien de concentrations de phosphore total inférieures ou égales à 0,03 mg P/L dans les ruisseaux et les rivières. Ce critère de qualité vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau. Lors du suivi, la limite de détection analytique utilisée pour les analyses du phosphore total est de 0,07 mg P/L, ce qui est supérieur au critère de qualité. Ainsi, les fréquences de dépassement ne peuvent pas être calculées de façon exacte. Il est tout de même possible d'évaluer le nombre minimal de dépassements du critère, puisque toutes les valeurs mesurées au-dessus de la limite de détection analytique dépassent ce dernier. Ainsi, à la station 3, au moins 92% des concentrations de phosphore dépassent le critère de 0,03 mg P/L (tableau 4.7). Aux stations 2, 4 et 6 un minimum de 64% à 67% des échantillons dépassent le critère pour le phosphore. Finalement, au moins 42% des mesures effectuées aux stations 1 et 5 sont supérieures au critère de qualité de l'eau. Ces observations suggèrent que la rivière du Cap Rouge et ses tributaires sont grandement susceptibles

à la prolifération excessives d'algues et de plantes aquatiques dans le secteur agricole de son bassin versant en automne.

La présence de périphyton a justement été notée sur le substrat de la rivière du Cap Rouge et de plusieurs de ses tributaires en 2009 (Roche, 2010). Par exemple, une croissance importante de périphyton a été observée à la fin août 2009 dans le tributaire drainant le sous-bassin No 16 qui est principalement agricole et industriel. Le phosphore total représente donc une problématique importante dans les cours d'eau du secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge.

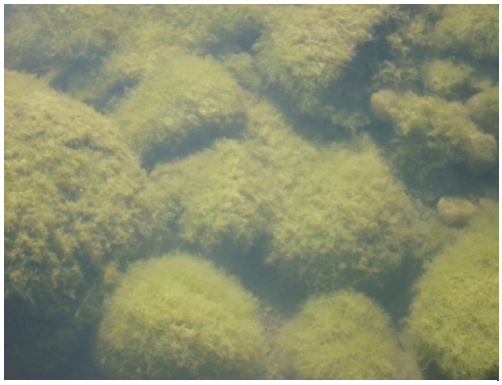


Photo 4.1 Périphyton sur le substrat du tributaire drainant le sous-bassin versant No 16 (28 août 2009)

Tableau 4.7 Pourcentage minimal des mesures de phosphore total dépassant le critère de vie aquatique chronique à chaque station

Critères provinciaux pour le phosphore total	CVAC et protection des activités récréatives et de l'esthétique
	0,03 mg P/L[1]
Dépassements	
Station 1	42%
Station 2	67%
Station 3	92%
Station 4	64%
Station 5	42%
Station 6	67%

[1] Noter que la limite de détection analytique utilisée lors du présent suivi (0,07 mg P/L) est supérieure au critère de qualité. Ainsi, le pourcentage réel de dépassements du critère est potentiellement plus élevé.

Les concentrations de phosphore total sont corrélées positivement avec les concentrations de MES (r_s = 0,672; P < 0,001; N = 71; figure 4.6), ce qui suggèrent une contribution significative des MES dans le transport du phosphore vers le milieu hydrique du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge. Les MES peuvent en effet jouer le rôle de transporteur de phosphore puisque celui-ci tend à s'adsorber à la surface des particules, et, particulièrement, aux particules argileuses.

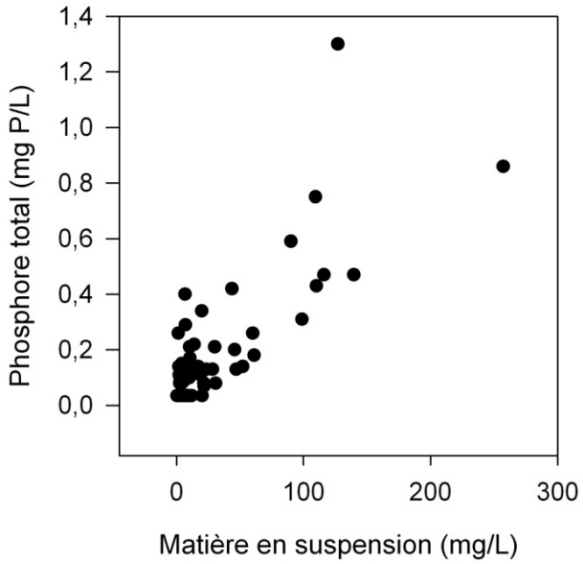


Figure 4.6 Concentrations de phosphore total en fonction des concentrations de matières en suspension dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge

4.3.4 Coliformes fécaux (*E. coli*)

Les coliformes fécaux sont utilisés comme indicateur de pollution fécale, bien que certains des microorganismes qui composent ce groupe se retrouvent naturellement dans l'environnement. De 80 à 90% des coliformes fécaux détectés en laboratoire sont des bactéries *E. coli*. Cette bactérie provient presque exclusivement des intestins des animaux à sang chaud et constitue donc un indicateur encore plus fiable de pollution fécale. Lors du suivi actuel, les bactéries *E. coli* ont été analysées.

Les concentrations d'*E. coli* mesurées dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge sont très variables, variant de 0 à 10 000 UFC[5]/100 ml. Les concentrations les plus faibles et les moins variables d'*E. coli* sont mesurées à la station 1, avec une concentration médiane de 13 UFC/100 ml et une valeur maximale de 1 070 UFC/100 ml. Aux stations 2, 3, 5 et 6, les concentrations médianes d'*E. coli* varient de 124 à 305 UFC/100 ml, mais c'est aux stations 2 et 3 que les concentrations maximales d'*E. coli* sont enregistrées, atteignant 9 000 et 10 000 UFC/100 ml. La station 4 possède de loin, la concentration médiane d'*E. coli* la plus élevée, avec 735 UFC/100 ml. C'est également à cette station que la densité animale la plus forte est retrouvée (0,722 unité animale/hectare). Les concentrations d'*E. coli* sont significativement plus élevées aux stations 3 et 4 qu'à la station 1.

En automne, la qualité microbiologique des eaux du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge ne serait pas adéquate, sans désinfection préalable, pour l'irrigation des cultures. En effet, les concentrations d'*E. coli* observées aux différentes stations d'échantillonnage dépassent la recommandation canadienne pour les eaux d'irrigation (100 UFC *E. coli*/100 ml) dans 25% des échantillons à la station 1 et dans 58% à 83% des mesures aux autres stations (tableau 4.8).

Les critères provinciaux de qualité de l'eau pour la protection des activités récréatives et de l'esthétique sont basés sur les concentrations de coliformes fécaux. Puisque les bactéries *E. coli* représentent généralement de 80 à 90% des coliformes fécaux (GSE, 2003), cet indicateur permet

[5] UFC: Unité formatrice de colonie

indirectement d'évaluer la concentration minimale de coliformes fécaux présents dans une eau. Ainsi, les eaux prélevées lors du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge dépassent à plusieurs occasions les critères provinciaux pour la protection des activités aquatiques (tableau 4.8). À la station 1, les dépassements sont peu fréquents; 17% des échantillons prélevés à cette station dépassent le critère pour les activités récréatives à contact primaire telle la baignade (200 UFC/100 ml) et 8% le critère pour les activités à contact secondaire, comme la pêche et le canotage (1 000 UFC/100 ml). Aux stations 2 à 6, les critères pour les activités à contact primaire et secondaire sont dépassés dans 42% à 67% des cas et dans 17 à 50% des cas, respectivement. Le plus grand nombre de dépassements du critère pour les activités à contact primaire est observé à la station 6. Compte tenu de l'absence actuelle d'activités de baignade dans le bassin versant, les seuls contacts primaires qui pourraient avoir lieu avec l'eau sont ceux d'enfants qui joueraient pieds nus et mains nues dans la rivière en s'aspergeant d'eau ou de personnes qui tomberaient dans la rivière par accident. Pour les activités à contact secondaire, comme la pêche, le plus grand nombre de dépassements est enregistré à la station 4. La pêche à la truite est pratiquée dans certains tributaires en amont du secteur agricole du sous-bassin versant le la rivière du Cap Rouge.

À l'aval du secteur agricole, les concentrations de coliformes fécaux mesurées en automne (2005-2009) atteignent des valeurs médianes de 510 UFC/100 ml à la station 2 et 410 UFC/100 ml à la station 5 du suivi régulier (carte 4.2; Roche, 2011). Ces concentrations sont plus faibles que celles observées à la station 6 du suivi agricole (médiane735 UFC *E. coli*/100ml).

Tableau 4.8 Fréquence de dépassements de la recommandation canadienne pour la protection de la qualité de l'eau à des fins agricole (eau d'irrigation) et des critères provinciaux de qualité de l'eau pour la protection des activités aquatiques et de l'esthétique

Recommandation pour les *E. coli* et critère pour les coliformes fécaux	Recommandation canadienne – Protection de la qualité de l'eau à des fins agricoles (*E. coli*)	Critères provinciaux – Protection des activités récréatives et de l'esthétique (coliformes fécaux)	
	Eau d'irrigation	Contact primaire[1]	Contact secondaire[2]
	100 UFC/100 ml	200 UFC/100 ml	1 000 UFC/100 ml
Dépassements			
Station 1	25%	17%	8%
Station 2	67%	58%	17%
Station 3	83%	58%	25%
Station 4	70%	60%	50%
Station 5	58%	42%	25%
Station 6	67%	67%	17%

[1] Les activités à contact primaire impliquent un contact direct avec l'eau où tout le corps y compris la tête, est régulièrement en contact avec l'eau, comme chez les baigneurs et les véliplanchistes (MDDEP, 2009).

[2] Les activités à contact indirect impliquent un contact secondaire avec l'eau comme la navigation de plaisance, le canotage, la pêche, etc., au cours desquelles le corps est en contact moins fréquent avec l'eau (MDDEP, 2009).

Les concentrations de bactéries *E. coli* ne sont que faiblement corrélées aux autres paramètres du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge, soit les MES (r_s = 0,311; P = 0,009; N = 70), les nitrites et nitrates (r_s = 0,313; P = 0,008; N = 70) et le phosphore total (r_s = 0,311; P = 0,004; N = 70).

4.4 Variation temporelle de la qualité de l'eau

Le tableau 4.9 présente les statistiques descriptives de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge en fonction des dates d'échantillonnage.

Pour les mêmes raisons que celles énumérées au début de la section 4.3, la variation temporelle de la qualité de l'eau du suivi du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge comporte certaines contraintes d'interprétation qui limitent les constats qui peuvent être tirés.

Tableau 4.9 Statistiques descriptives de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge récoltées en fonction des dates d'échantillonnage

Paramètre	**Température**				**Matières en suspension**				**Nitrites et nitrates**				**Phosphore total**				**Coliformes fécaux**			
Unité	°C				mg/L				mg N/L				mg P/L				UFC/100ml			
Limite de détection	–				1				0,05				0,07				1			
Statistiques descriptives																				
Station	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**	**N**	**Min**	**Méd**	**Max**
2010-09-24	6	10	10	10	6	2,50	20,75	98,67	6	<0,05	<0,05	0,4	6	<0,07	0,13	0,34	6	0	110	130
2010-09-29	6	13	13	13	6	1,00	15,25	30,00	6	<0,05	0,06	0,8	6	<0,07	0,13	0,21	6	3	2 500	10 000
2010-10-01	6	13	13	13	6	6,75	24,88	52,00	6	<0,05	<0,05	0,1	6	0,08	0,12	0,22	6	7	42	61
2010-10-08	6	9	10	10	6	1,71	4,15	6,86	6	<0,05	<0,05	0,4	6	<0,07	0,13	0,40	6	26	240	1 980
2010-10-15	6	8	10	10	6	0,25	6,63	110,00	6	<0,05	<0,05	0,2	6	<0,07	<0,07	0,43	6	11	42	102
2010-10-22	6	5	6	6	6	1,25	3,38	5,75	6	<0,05	<0,05	0,2	6	<0,07	0,09	0,26	6	27	253	>2000
2010-10-27	5	8	9	9	5	1,25	9,33	20,00	5	<0,05	<0,05	0,1	5	<0,07	<0,07	0,13	5	11	100	360
2010-10-29	6	7	8	8	6	2,00	3,25	6,25	6	<0,05	0,06	0,2	6	<0,07	<0,07	0,14	6	0	78	300
2010-11-05	6	5	5	5	6	10,00	76,47	257,33	6	<0,05	<0,05	<0,05	6	0,10	0,59	1,3	6	164	1 100	4 290
2010-11-12	6	2	3	4	6	1,05	2,00	4,67	6	<0,05	0,20	0,4	6	<0,07	<0,07	0,14	6	3	280	420
2010-11-19	6	2	2	3	6	1,50	3,50	8,25	6	<0,05	0,10	0,6	6	<0,07	<0,07	<0,07	6	15	600	1 220
2010-11-01	6	1	1	1	6	45,67	75,00	139,50	6	<0,05	<0,05	0,3	6	0,13	0,37	0,59	6	430	2 100	4 700

Signification des abbréviations: ***N***: Nombre de valeurs; **Min**: Minimum; $\mathbf{Q_1}$: 1er quartile; **Méd**: Médiane; $\mathbf{Q_3}$: 3e quartile; **Max**: Maximum

4.4.1 Matières en suspension

Il est généralement reconnu que les concentrations de MES mesurées dans les cours d'eau sont forts variables dans le temps et que la majeure partie du transport sédimentaire survient lors de crues et de la fonte des neiges (Roche, 2010).

Les concentrations de matières en suspension (MES) mesurées à l'automne 2010 varient beaucoup d'un échantillonnage à l'autre, avec des concentrations médianes allant de 3,3 à 76,5 mg/L (tableau 4.9). Les échantillonnages précédés de peu de précipitations (0 à 8,6 mm sur 24 heures; tableau 4.4) montrent des concentrations de MES inférieures à 10 mg/L à toutes les stations, sauf à la station 6, le 15 octobre (110 mg/L), et à la station 1, le 27 octobre (20 mg/L). Lors des trois premiers échantillonnages, des concentrations médianes de MES variant de 15,3 à 24,9 mg/L ont été mesurées. Ces prélèvements d'eau étaient précédés de précipitations variant de 15 à 38,7 mm en 24 heures. Les concentrations de MES les plus élevées ont été observées le 5 novembre (médiane 76,5 mg/L) et le 1er décembre (médiane 75,0 mg/L) à la suite de pluies de 20,5 mm et 30,3 mm reçues en 24 heures, respectivement. Il est intéressant de constater que des quantités similaires ou supérieures de pluies n'ont pas menées à des augmentations de MES semblables. Comme pour le phosphore, les coefficients d'exportation des MES dépendent, entre autres, du couvert végétal sur le sol, de l'intensité des précipitations, du niveau de drainage et d'engorgement du sol en eau, etc. Ainsi, une analyse plus détaillée des données disponibles peut apporter une explication possible à cette contradiction apparente entre les quantités de précipitations et les concentrations de MES observées.

La station 6 montre, en général, les concentrations de MES les plus élevées. Elle possède également la variabilité temporelle la plus importante avec des pics de MES observés à 5 occasions (figure 4.7). Les autres stations présentent une variabilité temporelle bien moins importante, à l'exception des stations 3 et 4 pour lesquelles deux pics importants de MES sont observés le 5 novembre et le 1er décembre. Selon les informations du Club agroenvironnemental de la Rive-Nord (CARN), en 2010, l'épandage de fertilisants et le retournement subséquent des sols auraient principalement eu lieu en octobre et en novembre à cause de précipitations trop importantes en septembre. Ce travail du sol tardif pourrait en partie expliquer le patron de variabilité observé dans les concentrations de MES. En effet, un sol labouré est plus sensible à l'érosion hydrique qu'un sol protégé par une couverture végétale. Considérons, par exemple, qu'aucun travail du sol n'ait eu lieu avant le premier octobre et que les concentrations de MES alors observées proviennent de champs intacts. Supposons ensuite que le retournement de sol ait été effectué entre le 4 octobre et le début novembre en amont des stations 3 et 4 et de la station 6 (ex. sous-bassins No 14, 15, 16 et 17). Le ruissellement sur les sols labourés a donc pu contribuer aux augmentations des concentrations de MES observés à ces stations le 5 novembre et le 1er décembre. Par contre, le pic de MES enregistré à la station 6, le 15 octobre, est difficile à expliquer puisqu'aucune précipitation d'importance n'a eu lieu avant cet échantillonnage.

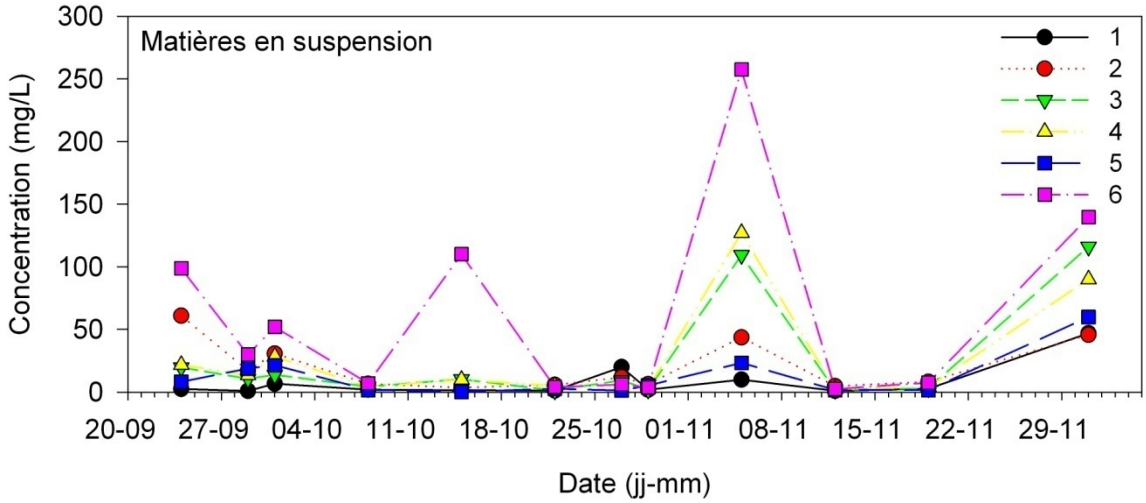


Figure 4.7 Variation temporelle des concentrations de matières en suspension mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010

Comme la réflexion précédente le laissait suspecter, les concentrations de MES mesurées dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge sont effectivement corrélées aux précipitations reçues dans les 24 heures précédant l'échantillonnage. Cette corrélation est plus forte qu'avec les précipitations reçues dans les 48 heures précédant l'échantillonnage (tableau 4.10). En séparant les données par station, il est possible de constater que la force de la relation entre les concentrations de MES et les précipitations varie d'une station à l'autre. À la station 1, où le milieu forestier est prédominant en amont, il n'existe aucune relation significative entre les concentrations de MES et les précipitations. Par contre, la relation entre les précipitations et les MES est forte aux stations 4 et 5, et moyenne aux stations 2, 3 et 6.

Tableau 4.10 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de MES et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage

Précipitations		Station (Matières en suspension)						
		1	2	3	4	5	6	Toutes
Pluie 24 h	r_s	0,242	0,662	0,722	0,870	0,837	0,666	0,622
	P	0,429	0,017	0,007	<0,001	<0,001	0,017	<0,001
	N	12	12	12	11	12	12	71
Pluie 48h	r_s	0,353	0,715	0,602	0,628	0,529	0,546	0,508
	P	0,253	0,008	0,036	0,035	0,071	0,062	<0,001
	N	12	12	12	11	12	12	71

À noter que des concentrations particulièrement élevées de MES ont été observées lors de la période de fraie de l'omble de fontaine qui a lieu d'octobre à décembre dans le sud du Québec (Bernatchez et Giroux, 2000), à des températures variant entre 4,5 et 10°C (Raleigh, 1982), comme c'était le cas pendant une partie du suivi. Ce transport sédimentaire peut avoir un impact négatif sur le substrat de fraie de l'omble de fontaine, le gravier, en le recouvrant et en colmatant les interstices. De plus, les œufs d'omble de fontaine peuvent être asphyxiés à la suite d'événements de transport sédimentaire importants lorsque les particules en suspension sédimentent vers le fond et se déposent sur ceux-ci.

4.4.2 Nitrites et nitrates

Puisque les nitrates sont très solubles et qu'ils ne se lient pas aux particules de sol, ils sont lessivés des sols par les eaux de percolation et le réseau de drainage souterrain pour finalement se retrouver dans le réseau hydrique. Le ruissellement de surface et le transport sédimentaire ne sont donc pas des voies de transport significatives des nitrates vers les cours d'eau. C'est pourquoi les eaux souterraines contiennent généralement plus de nitrates que les eaux de surface. En effet, les eaux de surfaces contiennent rarement plus de 5 mg/L de nitrates, et souvent moins de 1 mg/L, tandis que les eaux souterraines peuvent en contenir jusqu'à 1 000 mg/L dans les régions où les engrais inorganiques azotés sont utilisés (McNeely *et al.*, 1980).

Les concentrations de nitrites et de nitrates montrent une variation temporelle plus ou moins importante selon les stations de suivi (figure 4.8). Les concentrations de nitrites et nitrates varient peu aux stations 1, 5 et 6. À la station 3, des concentrations élevées de nitrites et nitrates ont été mesurées lors du premier échantillonnage, mais les concentrations ont ensuite diminué pour devenir peu variables. À la station 2, les concentrations de nitrites et nitrates sont généralement faibles, mais des concentrations plus importantes ont été mesurées les 12 et 19 octobre. Les concentrations de nitrites et nitrates les plus élevées et les plus variables sont observées à la station 4.

Les stations 2 et 4, celles où les concentrations de nitrites et nitrates les plus élevées et les plus variables ont été observées, sont les stations qui possèdent les plus grandes proportions de leurs sous-bassins en cultures annuelles (10 et 17%), incluant le maïs et le soya, et les densités animales les plus élevées (0,348 et 0,722 unité animale/hectare) (figures 4.1 et 4.2).

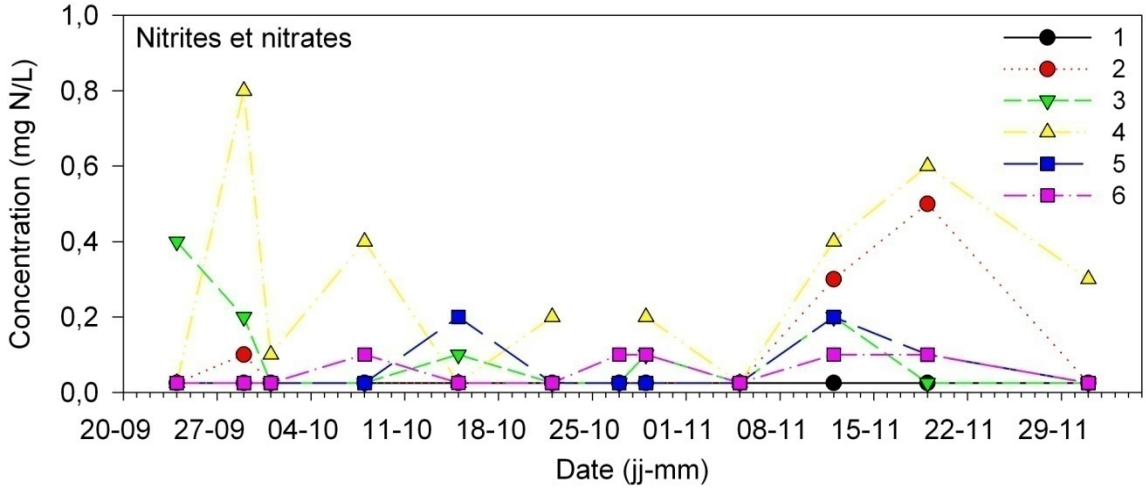


Figure 4.8 Variation temporelle des concentrations de nitrites et nitrates mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010

Les concentrations de nitrites et nitrates montrent une corrélation négative faible avec les précipitations tombées dans les 24 heures précédant l'échantillonnage (tableau 4.11). Cette observation pourrait signifier que lors de pluie, les concentrations de nitrites et nitrates des eaux de surface sont diluées par des apports d'eaux de ruissellement peu concentrées en cet élément. Par contraste, lors de périodes plus sèches, les principaux apports vers le réseau hydrique de surface proviennent des eaux souterraines et des eaux de percolation qui sont plus concentrées en nitrites et nitrates.

Tableau 4.11 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de nitrites et nitrates et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage

Précipitations		Station (Nitrites et nitrates)						
		1	2	3	4	5	6	Toutes
Pluie 24 h	r_s	-	-0,400	-0,149	-0,226	-0,604	-0,809	-0,313
	P	-	0,189	0,635	0,484	0,036	<0,001	0,008
	N	-	12	12	11	12	12	71
Pluie 48h	r_s	-	0,175	-0,251	0,236	-0,378	-0,441	-0,121
	P	-	0,572	0,415	0,467	0,215	0,143	0,312
	N	-	12	12	11	12	12	71

4.4.3 Phosphore total

Le patron de variation temporelle des concentrations de phosphore est semblable à celui des concentrations de MES, ce qui n'est pas étonnant considérant la corrélation positive de force moyenne existant entre ces deux paramètres (r_s = 0,672; P < 0,001; N = 71; figure 4.6). Il est donc naturel que les concentrations de phosphore total montrent, tout comme les concentrations de MES, une corrélation positive avec les quantités de précipitations reçues 24 heures avant l'échantillonnage (tableau 4.12).

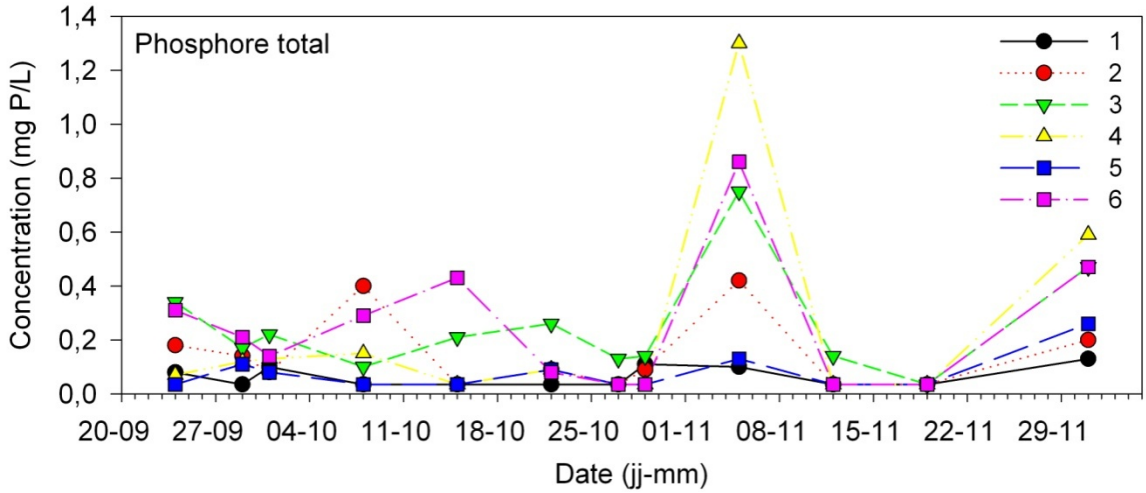


Figure 4.9 Variation temporelle des concentrations de phosphore total mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010

Tableau 4.12 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de phosphore et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage

Précipitations		Station (Phosphore total)						
		1	2	3	4	5	6	Toutes
Pluie 24 h	r_s	0,536	0,629	0,705	0,782	0,773	0,67	0,596
	P	0,0663	0,026	0,009	0,003	0,002	0,015	<0,001
	N	12	12	12	11	12	12	71
Pluie 48h	r_s	0,184	0,248	0,211	0,494	0,559	0,264	0,28
	P	0,557	0,415	0,498	0,116	0,0547	0,389	0,0181
	N	12	12	12	11	12	12	71

4.4.4 Coliformes fécaux (E. coli)

Les concentrations d'*E. coli* mesurées dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge varient dans le temps, mais de façon beaucoup moins marquée aux stations 1, 5 et 6 (Figure 4.10). Aux stations 2 et 3, des concentrations très élevées d'*E. coli* ont été enregistrées le 29 octobre. Celles-ci ont par la suite diminuées pour devenir semblables à celles des autres stations. Par contre, lors du dernier échantillonnage, des concentrations élevées d'*E. coli* ont encore une fois été enregistrées à la station 3. Les variations les plus marquées de concentrations en coliformes fécaux sont observées à la station 4 où la densité animale est la plus élevée.

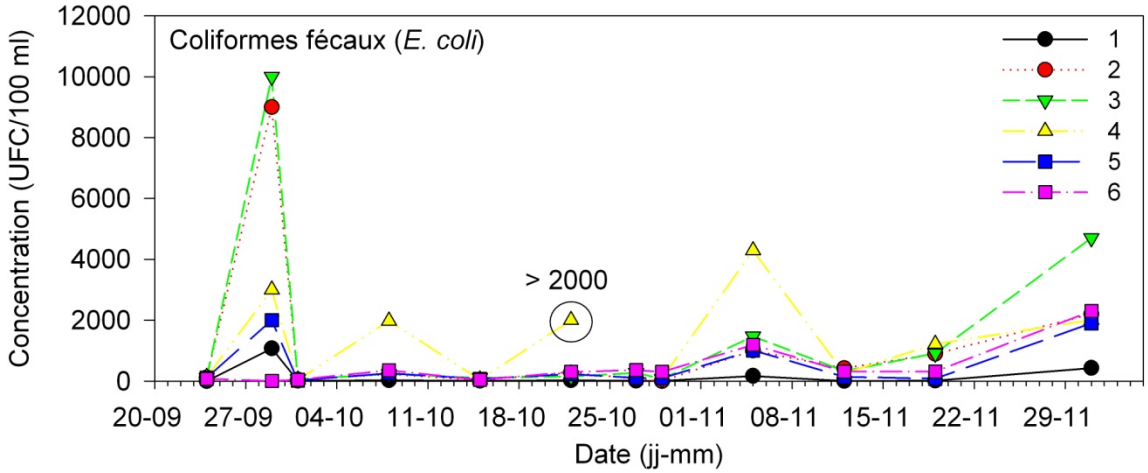


Figure 4.10 Variation temporelle des concentrations de coliformes fécaux (*E. coli*) mesurées dans l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge entre le 23 septembre et le 1er décembre 2010

Les concentrations de coliformes fécaux ne montrent pas de corrélation significative avec les événements de précipitation (tableau 4.13). Ainsi, les bactéries *E. coli* observées lors du suivi doivent provenir de sources de pollutions ponctuelles ou diffuses qui contaminent les eaux de surface, et ce, même par temps sec. À noter que la portion ouest du bassin versant de la rivière du Cap Rouge n'est pas desservie par un réseau d'égout municipal. Les résidences et les commerces de ce secteur doivent être munis d'un système autonome de traitement des eaux usées (CBRCR, 2009). Ainsi, la présence de systèmes d'épuration non conformes pourrait certainement contribuer à l'apport d'*E. coli*, ainsi que de phosphore et de nitrites et nitrates, dans les eaux de surface du bassin versant. Les concentrations très élevées d'*E. coli* observées le 29 septembre pourraient être dues à des épandages de fumier ou de lisier à proximité du milieu hydrique.

Tableau 4.13 Coefficients de corrélation de Spearman (r_s) entre les concentrations de phosphore et les précipitations reçues pendant les 24 heures et 48 heures précédant l'échantillonnage

Précipitations		Station (*E. coli*)						
		1	2	3	4	5	6	Toutes
Pluie 24 h	r_s	0,395	0,277	0,0701	0,237	0,329	-0,156	0,19
	P	0,197	0,364	0,817	0,467	0,284	0,619	0,115
	N	12	12	12	11	12	12	70
Pluie 48h	r_s	0,42	0,508	0,403	0,308	0,186	-0,0931	0,286
	P	0,165	0,084	0,181	0,339	0,542	0,766	0,017
	N	12	12	12	11	12	12	70

5. Conclusion et recommandations

Le milieu agricole couvre 38% de la superficie du bassin versant de la rivière du Cap Rouge. À l'automne 2010, un suivi de la qualité de l'eau a été initié dans ce secteur dans le but d'identifier les principaux paramètres problématiques liés aux activités agricoles.

Il est ressorti de ce suivi que les concentrations de matières en suspension (MES), de nitrites et nitrates, de phosphore total et de coliformes fécaux (*E. coli*) varient grandement dans le temps et dans l'espace dans le secteur agricole de la rivière du Cap Rouge. Différents facteurs pourraient expliquer ces variations spatiales et temporelles de la qualité de l'eau, soit :

- les événements de précipitations;
- l'occupation du sol;
- le type de culture végétale;
- la densité animale;
- la texture du sol;
- les pratiques agricoles, telles que la gestion des fumiers, les épandages de fertilisants et le travail du sol;
- la présence de zones d'érosion, de bandes riveraines insuffisantes, de traverses à gué non empierrées, de zones d'accès des animaux au cours d'eau, de sorties de drains non empierrées, etc.;
- la présence d'installations septiques non conformes.

Parmi les 6 stations de suivi en milieu agricole, la meilleure qualité d'eau est observée, en général, aux stations 1 et 5 qui possèdent toujours une bonne couverture forestière, soit plus de 69% de la superficie respective de leur bassin, et peu d'unités animales dans leur bassin versant. C'est à ces stations que les concentrations les plus faibles de MES, de phosphore total et de coliformes fécaux ont été mesurées. La concentration médiane de MES la plus élevée a été observée à la station 6 qui est située la plus en aval, dans le cours principal de la rivière du Cap Rouge. La concentration médiane de phosphore total était également élevée à la station 6, mais c'est à la station 3 qu'elle était la plus élevée même si la production agricole est faible en amont de cette station. La concentration maximale de phosphore total a été mesurée à la station 4, en amont de laquelle la plus forte densité animale et la plus grande superficie de cultures pérennes sont retrouvées. Les concentrations médianes les plus élevées de nitrites et nitrates et de coliformes fécaux (*E. coli*) ont également été enregistrées à la station 4.

Les concentrations de MES sont généralement plus élevées et plus variables aux stations où la proportion de terres en cultures est plus grande. Les champs sont en effet plus sensibles au ruissellement et à l'érosion hydrique que les zones forestières.

Les concentrations de phosphore total observées dans le secteur agricole du bassin versant sont caractéristiques de milieux eutrophes et hypereutrophes (CCME, 2009). Les concentrations de phosphore total dépassent à plusieurs occasions le critère de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique et des activités récréatives et de l'esthétisme qui visent à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau. Ainsi, la gestion du phosphore constitue une problématique importante dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge. Les concentrations de nitrites et de nitrates ne dépassent les recommandations et les critères gouvernementaux dans aucun des échantillons prélevés.

La variabilité temporelle des concentrations de MES s'expliquent en partie par la quantité de précipitations reçues dans les 24 heures précédant l'échantillonnage ($r_s = 0{,}622$; $P < 0{,}001$; $N = 71$). Les concentrations de MES sont liées aux concentrations de phosphore total entrant dans les cours

d'eau du secteur agricole (r_s = 0,672; P < 0,001; N = 71). Cette observation souligne l'importance du contrôle de l'érosion et du transport sédimentaire dans la réduction des apports de phosphore vers le réseau hydrique.

Les coliformes fécaux (*E. coli*) sont aussi une problématique d'importance dans le secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge, puisqu'ils limitent les usages récréatifs et d'irrigation de l'eau des tributaires et de la rivière. En effet, de 25 à 83% des échantillons récoltés aux différentes stations de suivi dépassent la recommandation canadienne pour les eaux d'irrigation. De même, de 17 à 60% des échantillons dépassent le critère de qualité de l'eau pour la protection des activités récréatives avec contact primaire, telle que la baignade, et de 8 à 50% des échantillons dépassent le critère pour les activités récréatives avec contact secondaire, comme le canotage et la pêche. En d'autres termes, à l'automne 2010, la qualité microbiologique des eaux du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge n'était pas suffisante pour supporter les usages d'irrigation des cultures et de pratique d'activités récréatives, et ce, plus particulièrement aux stations 2, 3, 4 et 6.

Afin d'améliorer la qualité de l'eau du secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge et de rétablir les différents usages de l'eau, il serait nécessaire de diminuer les apports de phosphore total, de MES et de coliformes fécaux dans le réseau hydrique. Pour ce faire, diverses mesures devraient être considérer. Selon Agriculture et agroalimentaire Canada (Hilliard et Reedyk, 2000b), les meilleures pratiques de gestion agricole sont classées en trois types généraux :

- La réduction des intrants (engrais, fumier, pesticides) : La gestion des éléments nutritifs est la pratique qui consiste à étendre des engrais et du fumier seulement en quantités que peut absorber une culture. S'il y a épandage excessif, l'engrais et le fumier risque de s'infiltrer dans les eaux souterraines et de surface et être exporté vers la rivière.
- Le contrôle à la source de l'érosion, du ruissellement et du transport sédimentaire : ce type de pratique constitue une stratégie de gestion exemplaire. Des pratiques comme la culture en bande, les haies brise-vent et l'utilisation de plantes de couverture préviennent l'érosion et réduisent le transport d'éléments nutritifs et de pesticides des terres agricoles vers les cours d'eau. La gestion des résidus par le travail de conservation du sol et la culture continue sont également efficace pour contrôler l'érosion, mais exige de plus grandes quantités d'engrais et d'herbicides. Afin de maximiser la conservation, il faut trouver un équilibre entre le contrôle de l'érosion et la protection de la qualité de l'eau.
- Les écrans protecteurs et les cultures tampons qui interceptent et retiennent les contaminants provenant des terres agricoles. Dans la plupart des cas, il s'agit de bandes de végétation qui ralentissent la vitesse du ruissellement des eaux suffisamment pour permettre aux sédiments de se déposer, à l'eau de s'infiltrer dans la terre et aux éléments nutritifs d'être absorbés par les plantes. Les fossés enherbés, les bandes de végétation et les bordures sont des exemples de cultures tampons qui peuvent être utilisées dans les champs cultivés annuellement. Lorsque les zones tampons entourent un ruisseau ou un lac, on les appelle habituellement des zones riveraines. Ces bandes capturent les sédiments et les éléments nutritifs de l'eau qui s'écoule des terres agricoles dans les cours d'eau. La végétation stabilise aussi les berges et les rives de l'action érosive de l'eau.

En plus de ces meilleures pratiques, il est primordial de s'assurer que les effluents agricoles et les fumiers soit gérées de façon adéquate. L'entreposage de fumier au champ et les eaux usées (lavage, eaux de laiterie) peuvent constituer des sources importantes de nutriments azotés et phosphatés et de coliformes fécaux pouvant contaminer les eaux de surface et les eaux souterraines. Ces problématiques peuvent être corrigées par la construction d'ouvrages de stockage de fumier et de bassins de rétention des eaux usées.

De plus, puisque les résidences et les commerces du secteur agricole du bassin versant de la rivière du Cap Rouge ne sont pas desservis par le réseau d'égout municipal, il serait avantageux de poursuivre la vérification de conformité des installations septiques du secteur afin de vérifier leur efficacité. Des installations septiques non conformes représentent en effet des sources non

négligeables d'éléments nutritifs et de coliformes fécaux vers le réseau hydrique. Une saine gestion des eaux sanitaires contribuerait donc à la réduction des concentrations de phosphore, d'azote et de coliforme fécaux vers les cours d'eau du secteur.

L'inscription des producteurs agricoles du bassin versant de la rivière du Cap Rouge au Club agroenvironnemental de la Rive Nord (CARN) devrait être fortement encouragée. Les clubs-conseils en agroenvironnement (CCAE) sont des regroupements de producteurs agricoles qui favorisent sur leurs fermes des pratiques respectueuses de l'environnement (CCAE, 2009). Actuellement, seulement deux producteurs du bassin versant de la rivière du Cap Rouge sont inscrits au CARN et profitent de l'expertise de leurs professionnels en agroenvironnement. Les services-conseils offerts par les CCAE sont regroupés selon six axes d'intervention couvrant tous les domaines d'intervention agroenvironnementale (CCAE, 2011):

- Amélioration de la gestion des matières fertilisantes;
- Réduction de l'utilisation et gestion raisonnée des pesticides;
- Adoption de pratiques culturales de conservation;
- Aménagement et protection des cours d'eau;
- Atténuation des gaz à effet de serre;
- Amélioration de la biodiversité et cohabitation harmonieuse.

De plus, des essais et des démonstrations de nouvelles techniques de production respectueuses de l'environnement son effectués régulièrement par les éco-conseillers sur les fermes des agriculteurs des CCAE. Ils permettent d'améliorer et de démontrer l'efficacité de nombreuses pratiques agroenvironnementales et de facilité leur implantation sur les fermes (CCAE, 2009). Depuis 2004, les producteurs agricoles des CCAE ont aménagé 1237 km de bandes riveraines le long des cours d'eau de leurs terres (CCAE, 2009). De plus, en 2008, 92% des entreprises agricoles des CCAE rencontraient les normes sur le phosphore exigées pour 2010 par le *Règlement sur les exploitations agricoles* (CCAE, 2009).

Le programme Prime-Vert du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ, 2009) a été élaboré afin d'aider les producteurs agricoles et le secteur agroalimentaire à relever les défis que représentent le respect de l'environnement, la cohabitation harmonieuse sur le territoire, la qualité de l'eau et la réduction ou l'évitement des émissions de gaz à effet de serre. Le programme Prime-Vert a retenu 9 volets d'intervention :

- Ouvrages de stockage des fumiers et gestion des résidus agricoles;
- Technologies de gestion des matières fertilisantes et des émissions de gaz à effet de serre;
- Équipement d'épandage des fumiers;
- Services-conseils en agroenvironnement et en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre;
- Services-conseils collectifs en agroenvironnement;
- Réduction de la pollution diffuse;
- Réduction de l'emploi des pesticides et des risques;
- Remplacement de sources d'énergie et valorisation énergétique de la biomasse;
- Projets d'envergure pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Selon le volet d'intervention, le programme Prime-Vert finance jusqu'à 100% des dépenses encourues par les producteurs (MAPAQ, 2009).

Or, avant d'agir, il est important de poursuivre les activités de suivi de la qualité de l'eau afin de confirmer les constats de cette première étude et de bien cibler les sous-bassins prioritaires aux prises avec des problématiques de qualité de l'eau et qui possèdent un bon potentiel de récupération des usages. Prenons, par exemple, le cas du phosphore. Afin de contrôler la mobilité du phosphore, il est nécessaire de bien évaluer et de contrôler tant les sources de phosphore que de connaître les mécanismes de transport du phosphore (Beaudin, 2006). Une bonne connaissance du milieu permet de cibler les interventions visant à réduire les exportations de phosphore provenant majoritairement des zones critiques (Beaudin, 2006).

Comme mentionné précédemment, la migration du phosphore des champs agricoles vers les plans d'eau est influencée par plusieurs processus physiques, chimiques et biologiques (MDDEP, 2005). La quantité de phosphore qui atteint les cours d'eau peut varier substantiellement en fonction de plusieurs facteurs (IRDA, 2008), incluant:

- la topographie et des pentes;
- la nature, de la perméabilité, du pH, de la température et de la teneur en eau des sols;
- la présence d'hydroxydes de fer, d'aluminium ou de calcium dans les sols;
- l'activité biologique dans les sols (mycorhizes, bactéries);
- les conditions de drainage des sols;
- la hauteur de la nappe;
- les pratiques agricoles;
- la forme, de la période et du mode d'épandage ainsi que l'importance des précipitations enregistrées avant et suivant l'épandage.

De plus, la période de temps s'écoulant entre l'épandage et le transport du phosphore lors d'une pluie est particulièrement importante puisque le phosphore des engrais organiques nécessite du temps pour se fixer aux particules de sols (IRDA, 2008). Il serait donc important d'éviter l'épandage dans la période précédant les orages.

Dans les sous-bassins les plus problématiques, une investigation plus pointue pourrait être entreprise pour identifier plus précisément de quelles zones proviennent les contaminants. Par exemple, des échantillonnages d'eau à la sortie de certains drains agricoles ou fossés pourraient être effectués. Des inspections visuelles à la recherche de zones où il y a une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques ou des eaux très turbides pourraient également être très informatives.

Par contre, tel que mentionné précédemment, afin de bien interpréter les résultats de ce suivi, certaines informations importantes sur le milieu agricole devraient être récoltées et mises à jour. Elles comprennent, entres autres, les éléments suivants :

- la localisation des différentes entreprises agricoles et leurs caractéristiques en termes de gestion des fumiers, de fertilisation des cultures et de travail du sol;
- la localisation des différents types de cultures végétales et des pâturages;
- la localisation des sorties de drains agricoles et des fossés agricoles;
- la quantité de fertilisants épandus dans chaque sous-bassin versant ainsi que la date et la localisation des épandages;
- les secteurs où le niveau de la nappe phréatique est élevé;
- une caractérisation plus récente du milieu agricole par le MAPAQ permettant d'identifier les problématiques subsistantes telles que les zones d'érosion, les bandes riveraines insuffisantes et les pratiques d'entreposage de fumier au champ.

En 2006, le bassin versant de la rivière du Cap Rouge était le lieu de résidence de 43 400 personnes (CBRCR, 2009). Bien que certains secteurs en amont de la rivière du Cap Rouge puissent être utilisés pour la pêche à la truite, la majorité des activités nautiques (kayak, canot, pédalo), récréatives et de pêche au doré se déroulent dans la portion aval de la rivière (CBRCR, 2009). Un réseau de sentiers riverains situé entre le boulevard Hamel et le boulevard Chaudière est également fréquenté par les résidants et les non-résidents du bassin versant. Dans un bassin versant, les activités se déroulant en amont affectent inévitablement la qualité de l'eau se retrouvant à l'aval. Ainsi, toute intervention ayant pour but d'améliorer la qualité de l'eau dans le secteur agricole du bassin versant aura des impacts positifs dans le secteur aval où la plupart des activités récréatives se déroulent.

6. Références

Beaudin, I. 2006. Revue de littérature – La mobilité du phosphore. Version finale. Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec. Pour le comité ad hoc Groupe mobilité phosphore. 111 pages + annexes.

Bernatchez, L. et M. Giroux. 2000. Les poissons d'eau douce du Québec. Broquet. 350 pages.

Capiella, K., Schueler, T. et Wright, T. 2005. Urban Watershed Forestry Manual: Part 1: Methods for Increasing Forest Cover in a Watershed. Center for Watershed Protection. United States Department of Agriculture. 140 pages.

Carrier, J. 2006. Caractérisation automne 2005 du bassin versant de la rivière du Cap Rouge en milieu agricole. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation du Québec.

Carrier, J. 2011a. Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Répartition de l'activité agricole enregistrée au MAPAQ. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Préparé par Jérôme Carrier, technologiste agricole du MAPAQ (3 février 2011).

Carrier, J. 2011b. Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Texture des sols. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Préparé par Jérôme Carrier, technologiste agricole (2 février 2011).

CBRCR (Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge). 2009. Portait du bassin versant de la rivière du Cap Rouge. Décembre 2009.

CCAE (Clubs conseils en agroenvironnement). 2009. Pour une agriculture en harmonie avec l'environnement. Clubs conseils en agroenvironnement. Québec. ISBN : 978-2-923716-01-5. 16 pages.

CCAE (Clubs conseils en agroenvironnement). 2011. Clubs conseils en agroenvironnement. Site Internet consulté le 28 février 2011 : [http://www.clubsconseils.org/Accueil/affichage.asp?B=342].

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1999a. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles — introduction, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1999b. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles — protocoles, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 2001. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection de la vie aquatique — introduction, mis à jour, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 2004. Recommandations canadiennes pour la protection de la vie aquatique: le phosphore – Cadre canadien d'orientation pour la gestion des réseaux hydrographiques. Dans: Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 2004, Winnipeg, Le Conseil.

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection de la vie aquatique — tableau sommaire, mis à jour en décembre 2007, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.

CEAEQ (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec). 2005. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (thermotolérants) et confirmation à l'espèce Escherichia coli: méthode par filtration sur membrane. MA. 700 – Fec.Ec 1.0. Rév. 2. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 20 p.

CEAEQ (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec). 2006. Recherche et dénombrement d'Escherichia coli thermotolérant : méthode par filtration sur membrane utilisant le milieu de culture mTEC modifié. MA. 700 – Ec-mTEC 1.0, Rév. 2. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 20 pages.

CRAAQ (Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec). 2008. Le transport du phosphore. Fiche technique n°3. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. 11 pages.

Dubois, P. 2009. Occupation du sol à partir des images classifiées Landsat-7, Sud du Québec, 1999-2003. Ministère du Développement durable, de l'environnement et des parcs. Direction des politiques de l'eau.

Environnement Canada. 2010. Archives nationales d'information et de données climatologiques. Environnement Canada Données accessibles via le site Internet [www.climate.weatheroffice.gc.ca].

GSE (Groupe scientifique sur l'eau). 2003b. Coliformes fécaux. Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec. 3 pages.

Hilliard, C. et Reedyk, S. 2000. Texture du sol et qualité de l'eau. Fiche de la série *La qualité de l'eau ça compte!* Administration du rétablissement agricole des Prairies. Agriculture et Agroalimentaire Canada. 5 pages.

Hilliard, C. et Reedyk, S. 2000b. Les meilleures pratiques de gestion agricole. Administration du rétablissement agricole des Prairies. Agriculture et Agroalimentaire Canada. PRO-97-2000-04F. 4 pages.

IRDA (Institut de recherche et de développement en agroenvironnement). 2008. Les sources, les formes et la gestion du phosphore en milieu agricole. IRDA Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Fiche technique No. 2 12 pp.

MAPAQ (Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation). 2009. Prime-Vert. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation. Publication n°09-0013 (2009-04). 41 pages.

McKague, K., K. Reid et H. Simpson. 2005. Répercussions environnementales de l'utilisation de l'azote en agriculture. Fiche technique. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Commande N° 05-074. Novembre 2005. 4 pages.

McNeely, R.N., V.P. Neimanis et L. Dwyer, 1980. Guide des paramètres de la qualité des eaux. Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux. Ottawa. 137 p.

MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs). 2009. Critères de la 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. 978-2-550-57559-7 (PDF). 502 pages + 16 annexes. Aussi disponible via le site Internet [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp].

MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs). 2005. Capacité de support des activités agricoles par les rivières : le cas du phosphore total. Direction des politiques en milieu terrestre. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Québec. 28 pages.

MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs). 2000. Densité animale au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Site Internet consulté le 28 février 2011. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/recreative/densite-animale.htm].

Raleigh, R.F. 1982. Habitat suitability index models : Brook trout. U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.24. 42 pages.

Roche. 2010. Projet de recherche et développement sur le transport sédimentaire dans le bassin versant de la rivière du Cap Rouge. Rapport présenté au Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge. 137 pages + annexes.

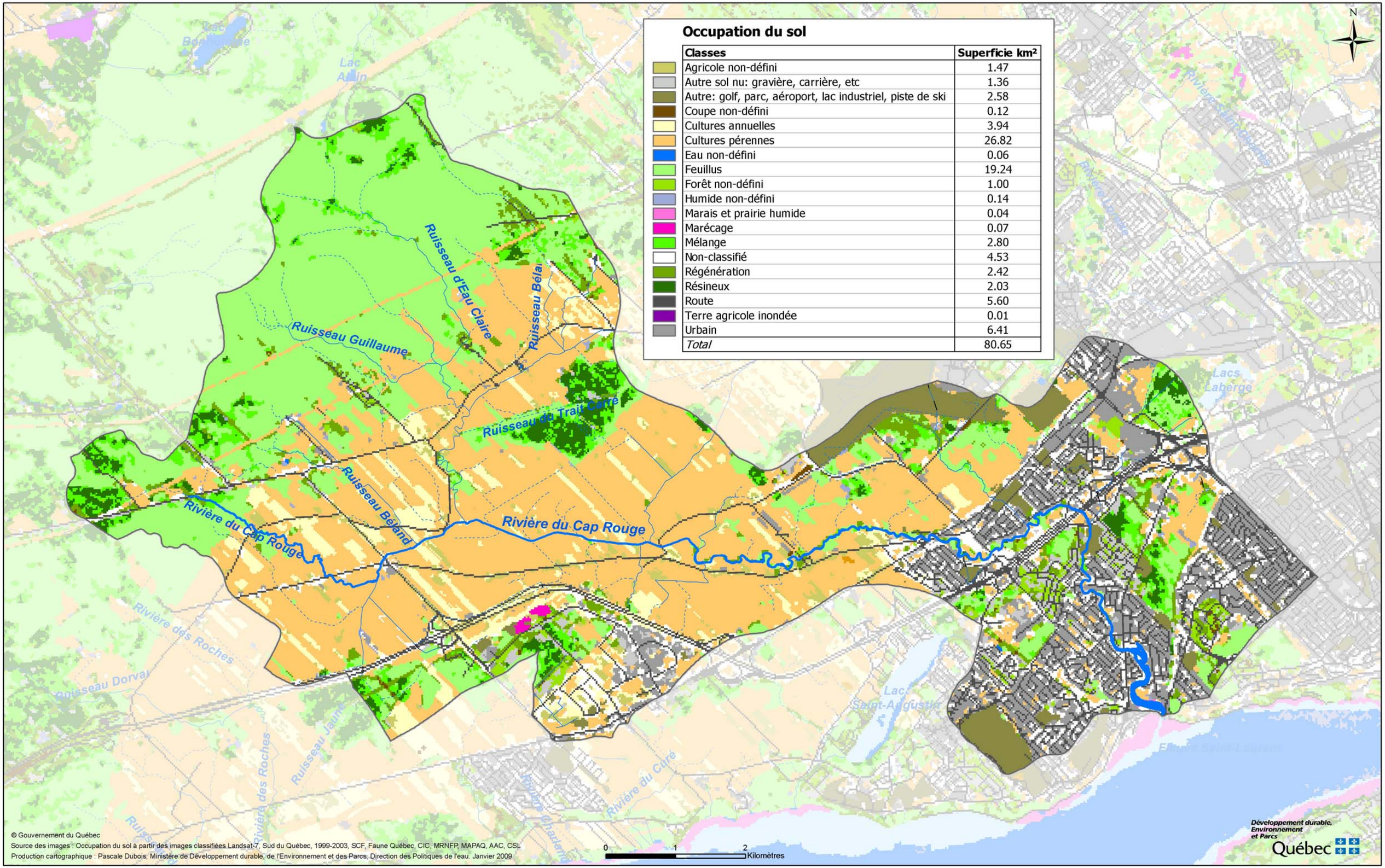
Roche. 2011. Suivi de la qualité de l'eau (2005-2010) de la rivière du Cap Rouge. Rapport d'interprétation. Version finale. Février 2011. Rapport présenté au Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge et à la Ville de Québec. 73 pages + annexes.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition. Academic Press. London. 1005 pages.

Annexe 1

Occupation du sol dans les sous-bassins des stations de suivi

Annexe 1.A
Carte de l'occupation du sol du bassin versant de la rivière du Cap Rouge
Annexe 1.B
Superficie et importance relative des différentes occupations du sol dans les sous-bassins versants de la rivière du Cap Rouge



Occupation du sol

Classes	Superficie km²
Agricole non-défini	1.47
Autre sol nu: gravière, carrière, etc	1.36
Autre: golf, parc, aéroport, lac industriel, piste de ski	2.58
Coupe non-défini	0.12
Cultures annuelles	3.94
Cultures pérennes	26.82
Eau non-défini	0.06
Feuillus	19.24
Forêt non-défini	1.00
Humide non-défini	0.14
Marais et prairie humide	0.04
Marécage	0.07
Mélange	2.80
Non-classifié	4.53
Régénération	2.42
Résineux	2.03
Route	5.60
Terre agricole inondée	0.01
Urbain	6.41
Total	80.65

© Gouvernement du Québec
Source des images : Occupation du sol à partir des images classifiées Landsat-7, Sud du Québec, 1999-2003, SCF, Faune Québec, CIC, MRNFP, MAPAQ, AAC, CSL
Production cartographique : Pascale Dubois, Ministère de Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des Politiques de l'eau. Janvier 2009

Annexe 1.B Superficie et importance relative des différentes occupations du sol dans les sous-bassins versants de la rivière du Cap Rouge

No sous-bassin	Agricole		Autre		Boisé		Coupe		Eau		Milieu humide		Non classifié[1]		Route		Sol à nu		Urbain		Total sous-bassin
	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)
1	23,9	3,5	18,0	2,7	107,7	15,9	0,0	0,0	11,1	1,6	1,1	0,2	130,4	19,3	131,7	19,5	11,9	1,8	240,7	35,57	**676,6**
2	19,4	2,5	39,7	5,1	80,8	10,4	0,0	0,0	17,3	2,2	0,5	0,1	235,6	30,5	158,9	20,5	17,0	2,2	204,4	26,42	**773,6**
3	50,7	9,7	27,4	5,3	86,4	16,5	0,0	0,0	7,6	1,5	0,4	0,1	124,0	23,8	75,3	14,4	3,9	0,7	146,2	28,02	**521,8**
4	20,9	15,9	14,2	10,8	29,4	22,3	0,0	0,0	3,1	2,4	0,3	0,2	29,0	22,0	17,9	13,6	0,5	0,4	16,4	12,45	**131,9**
5	223,3	79,4	0,1	0,0	20,9	7,4	0,0	0,0	9,3	3,3	0,0	0,0	5,9	2,1	15,2	5,4	6,2	2,2	0,3	0,11	**281,1**
6	53,3	17,7	94,5	31,5	76,0	25,3	0,0	0,0	7,2	2,4	0,2	0,1	38,0	12,7	24,5	8,2	0,5	0,2	5,9	1,98	**300,1**
7	25,2	29,4	0,2	0,3	4,0	4,6	0,0	0,0	1,3	1,5	0,0	0,0	31,9	37,2	14,6	17,0	0,2	0,3	8,3	9,64	**85,7**
8	53,5	63,1	0,2	0,3	8,8	10,3	0,0	0,0	1,2	1,4	0,0	0,0	14,4	17,0	6,5	7,7	0,0	0,1	0,2	0,18	**84,9**
9	127,5	63,6	0,0	0,0	35,4	17,7	0,5	0,3	4,0	2,0	0,6	0,3	25,7	12,8	5,2	2,6	0,1	0,1	1,5	0,75	**200,6**
10	70,8	68,1	0,6	0,6	2,4	2,3	0,0	0,0	3,2	3,1	0,0	0,0	17,3	16,6	6,1	5,9	0,8	0,8	2,8	2,66	**104,0**
11	32,0	91,7	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	6,7	0,0	0,0	0,0	0,00	**34,9**
12	58,8	56,9	0,0	0,0	21,4	20,7	1,0	0,9	2,4	2,3	0,1	0,1	14,1	13,6	3,5	3,4	1,9	1,8	0,2	0,20	**103,3**
13	21,5	82,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	1,0	3,9	0,0	0,0	2,5	9,6	1,1	4,2	0,0	0,0	0,0	0,00	**26,2**
14	212,9	68,3	0,0	0,0	91,8	29,4	0,0	0,0	4,5	1,4	0,0	0,0	2,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	**311,9**
15	244,5	89,2	0,0	0,0	18,6	6,8	0,0	0,0	10,9	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	**274,0**
16	118,8	42,4	3,9	1,4	13,4	4,8	0,0	0,0	3,3	1,2	0,0	0,0	67,2	24,0	27,6	9,9	6,5	2,3	39,7	14,17	**280,5**
17	218,4	69,9	0,0	0,0	43,1	13,8	0,0	0,0	5,6	1,8	0,2	0,1	23,4	7,5	16,4	5,3	4,8	1,5	0,4	0,14	**312,4**
18	540,6	27,8	0,0	0,0	1331,4	68,5	0,0	0,0	26,1	1,3	0,7	0,0	0,1	0,0	43,3	2,2	1,0	0,1	0,4	0,02	**1943,4**
19	124,0	63,7	0,0	0,0	65,7	33,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	4,8	2,5	0,0	0,0	0,1	0,05	**194,7**
20	7,9	81,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	11,7	0,0	0,0	0,0	0,00	**9,8**
21	93,6	29,9	0,0	0,0	208,3	66,6	0,0	0,0	4,8	1,5	0,3	0,1	0,0	0,0	5,6	1,8	0,0	0,0	0,4	0,12	**313,0**
22	61,4	58,6	0,0	0,0	36,7	35,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	6,0	5,7	0,1	0,1	0,0	0,03	**104,8**
23	162,6	52,8	0,0	0,0	129,5	42,1	0,0	0,0	4,4	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	10,0	3,3	1,1	0,4	0,2	0,06	**308,0**
24	85,5	47,7	4,2	2,4	25,4	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	3,3	35,3	19,7	16,9	9,4	4,0	2,2	1,8	1,02	**179,0**
25	15,4	85,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	4,2	0,1	0,7	0,0	0,0	1,1	6,2	0,0	0,0	0,7	3,66	**18,1**
26	391,7	67,9	0,0	0,0	144,1	25,0	0,0	0,0	9,9	1,7	0,5	0,1	10,6	1,8	18,9	3,3	0,7	0,1	0,7	0,12	**577,2**
27	46,8	38,3	0,0	0,0	67,6	55,3	0,0	0,0	3,8	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	2,8	0,5	0,4	0,0	0,01	**122,3**
Total bassin riv. Cap-rouge	**3104,9**	**37,5**	**203,2**	**2,5**	**2648,9**	**32,0**	**1,5**	**1,2**	**144,2**	**1,7**	**11,2**	**0,1**	**808,3**	**9,8**	**618,1**	**7,5**	**61,9**	**50,6**	**671,4**	**8,11**	**8273,6**

[1] L'occupation du sol qui est non classifiée correspond à une occupation qui n'appartient à aucune des classes présentées.

Source: Données extraites à partir de la carte produite par Pascale Dubois, MDDEP, janvier 2009

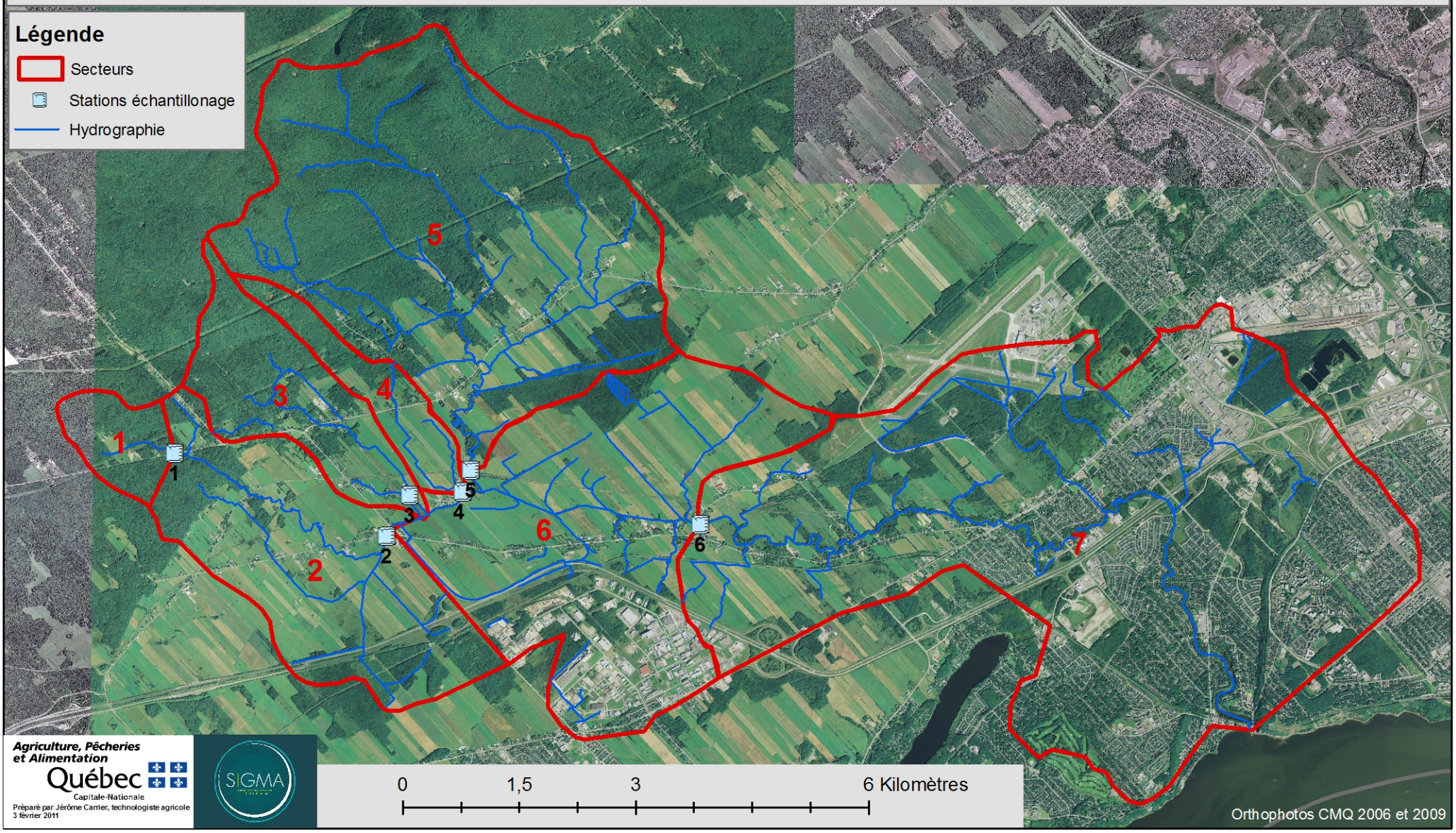
Annexe 2

Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Répartition de l'activité agricole enregistrée au MAPAQ

Bassin versant rivière du Cap Rouge
Répartition de l'activité agricole enregistrée au MAPAQ

	Entreprises agricoles	Productions végétales (hectares)									Productions animales (unités animales)				
		Acériculture	Céréales, proté-oléagineux	Fourrages	Fruits et légumes	Maïs	Ornementale	Pâturages	Soya	Total	Bovins boucherie	Bovins laitiers	Chevaux	Autres	Total
Secteurs stations 1 et 2	16	26	71	256	0	6	0	79	25	463	86	261	7	1	355
Secteur station 3	6	17	0	10	0	0	0	8	0	35	0	59	0	9	68
Secteur station 4	4	0	7	119	0,3	18	0	8	9	161	32	107	2	0	141
Secteur station 5	15	53	16	331	11	4	0	150	0	565	160	0	37	2	199
Secteur station 6	22	0	168	516	2	9	4	154	0	853	267	225	50	4	546
Secteur 7	11	0	17	161	13	0	0,2	39	0	230,2	14	0	34	0	48
Total	*64	96	279	1393	26	37	4,2	438	34	2308	559	652	130	16	1357

*Une entreprise peut avoir des activités dans plusieurs secteurs.



Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec
Capitale-Nationale
Préparé par Jérôme Carrier, technologiste agricole
3 février 2011

Annexe 3

Bassin versant de la rivière du Cap Rouge – Texture des sols

Bassin versant rivière du Cap Rouge
Textures des sols

Légende

- Secteurs stations
- Stations échantillonage

Textures

- Sols argileux
- Sols divers
- Sols graveleux
- Sols issus de dépôts de tills
- Sols loameux
- Sols organiques
- Sols sableux

Secteur station 1		
Texture	Hectare	% superficie
Sols organiques	62,9	44
Sols divers	80,2	56
Superficie totale	143,1	100

Secteur station 2		
Texture	Hectare	% superficie
Sols argileux	247,1	28
Sols divers	92,6	11
Sols issus de dépôts de tills	400,6	46
Sols organiques	135,7	15
Superficie totale	876,0	100

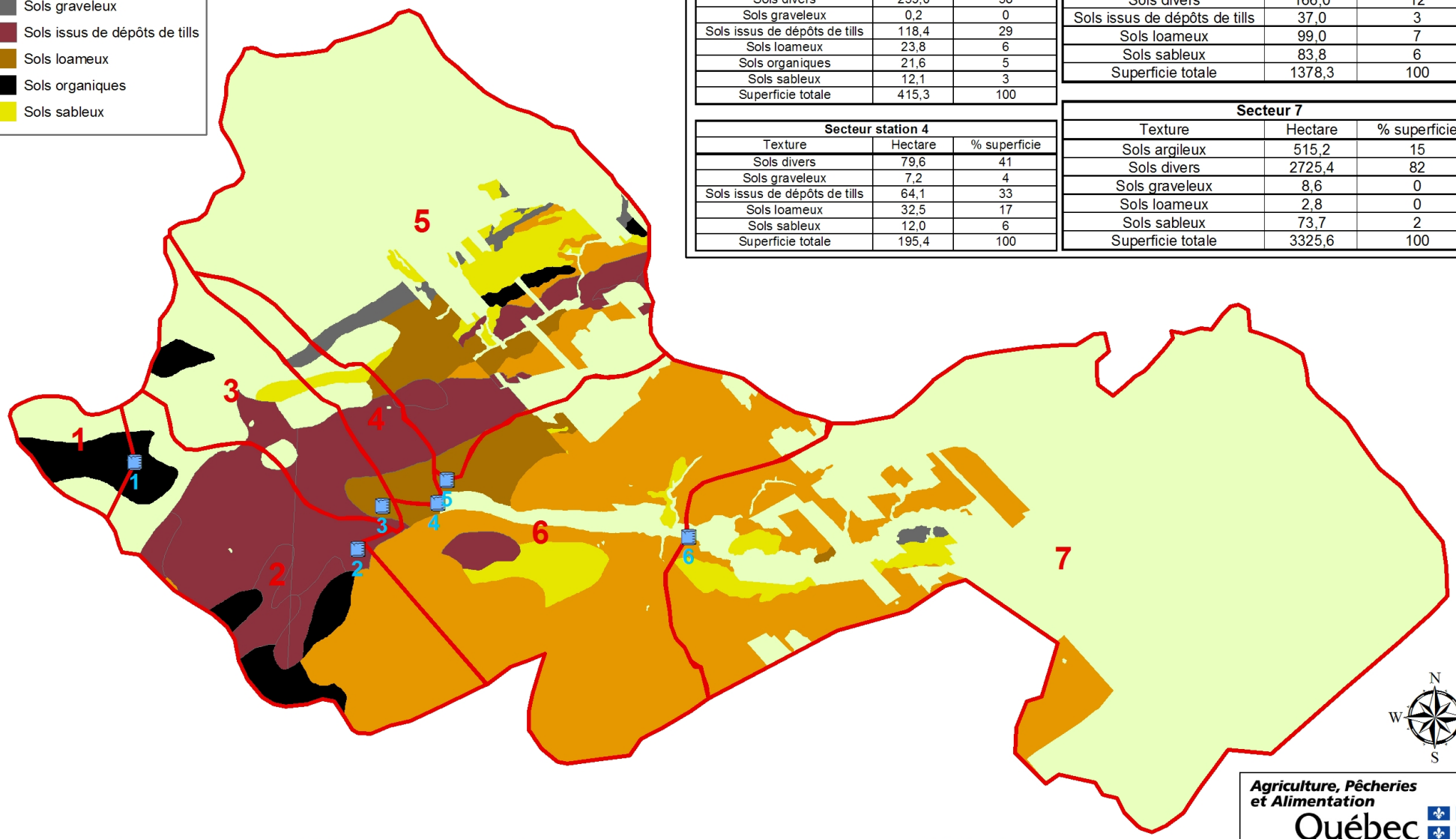
Secteur station 3		
Texture	Hectare	% superficie
Sols divers	239,0	58
Sols graveleux	0,2	0
Sols issus de dépôts de tills	118,4	29
Sols loameux	23,8	6
Sols organiques	21,6	5
Sols sableux	12,1	3
Superficie totale	415,3	100

Secteur station 4		
Texture	Hectare	% superficie
Sols divers	79,6	41
Sols graveleux	7,2	4
Sols issus de dépôts de tills	64,1	33
Sols loameux	32,5	17
Sols sableux	12,0	6
Superficie totale	195,4	100

Secteur station 5		
Texture	Hectare	% superficie
Sols argileux	90,9	5
Sols divers	1368,4	71
Sols graveleux	47,2	2
Sols issus de dépôts de tills	162,3	8
Sols loameux	128,0	7
Sols organiques	20,9	1
Sols sableux	112,9	6
Superficie totale	1930,6	100

Secteur station 6		
Texture	Hectare	% superficie
Sols argileux	992,5	72
Sols divers	166,0	12
Sols issus de dépôts de tills	37,0	3
Sols loameux	99,0	7
Sols sableux	83,8	6
Superficie totale	1378,3	100

Secteur 7		
Texture	Hectare	% superficie
Sols argileux	515,2	15
Sols divers	2725,4	82
Sols graveleux	8,6	0
Sols loameux	2,8	0
Sols sableux	73,7	2
Superficie totale	3325,6	100



Agriculture, Pêcheries et Alimentation
Québec
Capitale-Nationale

Préparé par Jérôme Carrier, technologiste agricole
02 février 2011

Annexe 4

Estimation des quantités de précipitations liquides reçues pendant les 48 heures précédant l'échantillonnage

Annexe 4 Estimation des quantités de précipitations liquides reçues pendant les 48 heures et les 24 heures précédant l'échantillonnage

Date	Heure échantillonnage de l'eau	Température moyenne (°C)	Précipitations totales enregistrées (mm) [1]	48 heures		24 heures		Précisions selon les notes sur le temps provenant de la station Jean-Lesage Intl A (Archives nationales de climat d'Environnement Canada)
				Estimation de la quantité de pluie selon les heures échantillonnage (48 heures)	Total estimé des précipitations tombées pendant les 48 h précédant l'échantillonnage	Estimation de la quantité de pluie selon les heures échantillonnage (24 heures)	Total estimé des précipitations tombées pendant les 24 h précédant l'échantillonnage	
2010-09-22		13,9	0	0				
2010-09-23		9,2	0	0		0		
2010-09-24	09:50	8,9	21,4	15	**15**	15	**15**	À partir de 3:00 du matin pluie et brouillard; nuageux de 15:00 à 19:00; Averses de pluie à partir de 20:00
2010-09-25		9,9	2,4					
2010-09-26		9,5	0					
2010-09-27		14	10,8	10,8				Pluie et brouillard à partir de 19:00
2010-09-28		13,7	32,6	32,6		21,7		Pluie et brouillard toute la journée
2010-09-29	09:05	14,3	0	0	**43,4**	0	**21,7**	
2010-09-30		14	30,6	30,6		30,6		Pluie et brouillard à partir de 8:00
2010-10-01	08:35	12	13,8	8	**38,7**	8	**38,7**	Pluie cessant à 13:00
2010-10-02		8,6	0					
2010-10-03		7,6	0					
2010-10-04		8,6	0					
2010-10-05		10,2	0					
2010-10-06		9,9	3,6	3,6				Averses de pluie débutant de 19:00 à 20:00, pluie par la suite
2010-10-07		9,7	5	5		5		Bruine et pluie entre 7:00 et 13:00
2010-10-08	08:50	9,7	0	0	**8,6**	0	**5**	
2010-10-09		5,3	0					
2010-10-10		6,8	0					
2010-10-11		6,4	0					
2010-10-12		7,2	0					
2010-10-13		6,7	0	0				
2010-10-14		6,9	0	0		0		
2010-10-15	11:30	7,5	9,6	1,5	**1,5**	1,5	**1,5**	Pluie à partir de 9:00 jusqu'à 22:00
2010-10-16		7,9	4,2					
2010-10-17		6,6	0,2					
2010-10-18		3,3	0					
2010-10-19		3,6	0					
2010-10-20		8,5	0	0				
2010-10-21		5,1	8,6	8,6		8,6		Averses de pluie de 6:00 à 12:00; pluie de 12:00 et 14:00
2010-10-22	09:20	4,2	0	0	**8,6**	0	**8,6**	
2010-10-23		2,3	0					
2010-10-24		1,8	0					
2010-10-25		3,5	11,9	8,5				Pluie intermittente à partir de 3:00
2010-10-26		6,8	2,2	2,2		0		Pluie et bruine cessant vers 7:00
2010-10-27	09:20	12,3	0,4	0,4	**11,1**	0,4	**0,4**	Averses de pluie entre 4 et 5:00
2010-10-28		10,4	0,6	0,6		0,6		Averses de pluie entre 12:00 et 13:00 et à 21:00
2010-10-29	09:05	3,5	0,4	0	**0,6**	0	**0,6**	Averses de pluie entre 11:00 et 12:00
2010-10-30		1,5	0					
2010-10-31		0,2	0					
2010-11-01		3,3	0,4					
2010-11-02		2	0					
2010-11-03		1,5	0,5	0				Brouillard verglaçant
2010-11-04		1,4	14	14		14		Pluie et brouillard à partir de 14:00
2010-11-05	09:15	3,7	17,3	6,5	**20,5**	6,5	**20,5**	Pluie et brouillard toute la journée

Annexe 4 Estimation des quantités de précipitations liquides reçues pendant les 48 heures et les 24 heures précédant l'échantillonnage

Date	Heure échantillonnage de l'eau	Température moyenne (°C)	Précipitations totales enregistrées (mm) [1]	48 heures		24 heures		Précisions selon les notes sur le temps provenant de la station Jean-Lesage Intl A (Archives nationales de climat d'Environnement Canada)
				Estimation de la quantité de pluie selon les heures échantillonnage (48 heures)	Total estimé des précipitations tombées pendant les 48 h précédant l'échantillonnage	Estimation de la quantité de pluie selon les heures échantillonnage (24 heures)	Total estimé des précipitations tombées pendant les 24 h précédant l'échantillonnage	
2010-11-06		3,4	0					
2010-11-07		-0,2	0					
2010-11-08		2,8	3,6					
2010-11-09		5,3	0					
2010-11-10		2,7	0	0				
2010-11-11		2,3	0	0		0		
2010-11-12	09:15	3,9	0	0	**0**	0	**0**	
2010-11-13		2,8	0					
2010-11-14		4,2	0					
2010-11-15		3,9	2,1					
2010-11-16		4,7	0					
2010-11-17		4,8	42,1	31,6				Pluie et brouillard à partir de 4:00
2010-11-18		1,8	0,4	0,4		0,4		Pluie se terminant à 4:00 am
2010-11-19	09:15	-3,9	0	0	**32**	0	**0,4**	
2010-11-20		-2,2	5,6					
2010-11-21		-6,4	0					
2010-11-22		-2,5	4,3					
2010-11-23		0,8	17,8					
2010-11-24		-2,3	0,2					
2010-11-25		-6,3	0					
2010-11-26		-3,6	11					
2010-11-27		-4,2	3,1					
2010-11-28		-6	0					
2010-11-29		-1,8	0	0				
2010-11-30		-2,6	9,5	9,5		9,5		Pluie débutant à 18:00
2010-12-01	17:00	2,9	29,3	20,8	**30,3**	20,8	**30,3**	Pluie et brouillard toute la journée

Notes:

[1] À la station QUEBEC/JEAN LESAGE INTL

Annexe 5

Base de données récoltées lors du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge

Annexe 5 Base de données récoltées lors du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge

Date	Heure	Précipitations reçues 48h avant échantillonnage (mm)	Précipitations reçues 24h avant échantillonnage (mm)	Température de l'eau (°C)	Température moyenne de l'air (°C)	Identification	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Matières en suspension (mg/L)	Nitrites et nitrates (mg N/L)	Phosphore total (mg P/L)	Météo	Observations	Notes
Limites de détection							1	1	0,05	0,07			
2010-09-23	Jour = Nuageux Soir = pluie faible												
2010-09-24	09:50	15	15	10	11,1	Station 1	0	2,5	< 0,05	0,08	Pluie faible	• Eau claire	
2010-09-24	10:05	15	15,0	10	11,3	Station 2	110	61	< 0,05	0,18	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/sable	
2010-09-24	10:25	15	15,0	10	10,7	Station 3	110	19,75	0,4	0,34	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/brun/ gris	
2010-09-24	10:40	15	15,0	10	10,8	Station 4	130	21,75	< 0,05	0,07	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/gris	
2010-09-24	10:55	15	15,0	10	11,5	Station 5	110	8,25	< 0,05	< 0,07	Pluie faible	• Eau claire • Débit rapide	
2010-09-24	11:15	15	15,0	10	13,3	Station 6	70	98,67	< 0,05	0,31	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/gris • Venteux • Débit rapide	
2010-09-28	Nuageux et pluie forte												
2010-09-29	9:05	43	21,7	13	14,1	Station 1	1070	1	< 0,05	< 0,07	Nuageux	• Eau claire • Niveau haut	
2010-09-29	9:20	43	21,7	13	14,2	Station 2	9000	17	0,1	0,14	Nuageux	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé • Niveau haut	
2010-09-29	9:35	43	21,7	13	14,2	Station 3	10000	10,5	0,2	0,17	Nuageux	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Niveau haut	
2010-09-29	9:50	43	21,7	13	14,6	Station 4	3000	13,5	0,8	0,12	Nuageux	• Eau brouillée • Couleur beige/gris (moins grise que lors des autres échantillonnages • Niveau haut	
2010-09-29	10:00	43	21,7	13	15,7	Station 5	2000	18,75	< 0,05	0,11	Nuageux	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé • Niveau haut	
2010-09-29	10:15	43	21,7	13	16	Station 6	3	30	< 0,05	0,21	Nuageux	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Venteux • Débit élevé • Niveau haut	
2010-09-30											Pluie forte		
2010-10-01	8:35	38,7	38,7	13	18,3	Station 1	7	6,75	< 0,05	0,1	Pluie faible	• Eau claire • Niveau très haut	
2010-10-01	8:50	38,7	38,7	13	16,7	Station 2	42	30,75	< 0,05	0,08	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé • Niveau très haut	
2010-10-01	9:05	38,7	38,7	13	16,3	Station 3	61	13,75	< 0,05	0,22	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Niveau très haut	
2010-10-01	9:15	38,7	38,7	13	17,2	Station 4	41	28,25	0,1	0,13	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/gris (moins grise que lors des autres échantillonnages) • Niveau haut	
2010-10-01	9:20	38,7	38,7	13	17,4	Station 5	18	21,5	< 0,05	0,08	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé • Niveau très haut	
2010-10-01	9:30	38,7	38,7	13	16,3	Station 6	42	52	< 0,05	0,14	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé • Niveau très haut	
2010-10-07											Faible pluie		
2010-10-08	8:50	9	5	9	12,3	Station 1	26	2	< 0,05	< 0,07	Nuageux	• Eau claire	
2010-10-08	9:00	9	5	10	10,8	Station 2	220	6,57	< 0,05	0,4	Nuageux	• Eau claire • Fond sableux/brun	
2010-10-08	9:10	9	5	10	10,3	Station 3	230	4,29	< 0,05	0,1	Nuageux	• Eau claire • Fond rocailleux	
2010-10-08	9:20	9	5	10	12,7	Station 4	1980	4	0,4	0,15	Nuageux avec éclaircies	• Eau claire • Fond argileux	
2010-10-08	9:25	9	5	10	12,2	Station 5	250	1,71	< 0,05	< 0,07	Nuageux avec éclaircies	• Eau claire • Fond petites roches • Débit élevé	
2010-10-08	9:40	9	5	10	12,6	Station 6	350	6,86	0,1	0,29	Nuageux avec éclaircies	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé	
2010-10-14	Nuageux et pluie faible												
2010-10-15	11:30	1,5	1,5	8	7,4	Station 1	11	1,5	< 0,05	< 0,07	Pluie faible et venteux	• Eau claire • Niveau bas	
2010-10-15	11:40	1,5	1,5	9	6,9	Station 2	32	3,5	< 0,05	< 0,07	Pluie faible et venteux	• Eau claire • Fond sabloneux/brun	

Annexe 5 Base de données récoltées lors du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge

Date	Heure	Précipitations reçues 48h avant échantillonnage (mm)	Précipitations reçues 24h avant échantillonnage (mm)	Température de l'eau (°C)	Température moyenne de l'air (°C)	Identification	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Matières en suspension (mg/L)	Nitrites et nitrates (mg N/L)	Phosphore total (mg P/L)	Météo	Observations	Notes
Limites de détection							1	1	0,05	0,07			
2010-10-15	11:55	1,5	1,5	10	7,7	Station 3	102	10,25	0,1	0,21	Pluie faible et venteux	• Eau claire • Fond rocailleux/sabloneux	
2010-10-15	12:05	1,5	1,5	10	7,9	Station 4	44	9,75	< 0,05	< 0,07	Pluie faible et venteux	• Eau claire • Fond argileux/petites roches	
2010-10-15	12:10	1,5	1,5	10	8,7	Station 5	74	0,25	0,2	< 0,07	Pluie faible et venteux	• Eau claire • Fond petites roches • Débit élevé	
2010-10-15	12:25	1,5	1,5	10	6,7	Station 6	40	110	< 0,05	0,43	Pluie faible et venteux	• Eau brouillée • Couleur brun/gris • Débit élevé	
2010-10-21											Pluie forte		
2010-10-22	9:20	9	8,6	5	3,4	Station 1	27	1,25	< 0,05	< 0,07	Ciel variable	• Eau claire	•Les données de coliformes fécaux de cette campagne n'ont pas été utilisées dans les analyses statistiques sur la variabilité spatiale de la qualité de l'eau, •De plus, la données >2000 UFC/100ml n'a pas été utilisée pour le calcul des statistique descriptique de la station 4
2010-10-22	9:30	9	8,6	6	2,8	Station 2	274	5,75	< 0,05	0,09	Ciel variable	• Eau légèrement brouillée • Couleur beige/brun	
2010-10-22	9:40	9	8,6	6	2,3	Station 3	150	1,25	< 0,05	0,26	Ciel variable	• Eau claire • Fond rocailleux/sabloneux	
2010-10-22	9:50	9	8,6	6	2	Station 4	> 2000	5	0,2	0,09	Ciel variable	• Eau claire • Fond argileux/petites roches • Venteux	
2010-10-22	9:55	9	8,6	6	3,1	Station 5	232	2,75	< 0,05	0,09	Ciel variable	• Eau claire • Fond petites roches • Venteux • Débit élevé	
2010-10-22	10:10	9	8,6	6	4,3	Station 6	300	4	< 0,05	0,08	Ciel variable	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Venteux • Débit élevé	
2010-10-26											Nuageux et pluie faible		
2010-10-27	09:20	11,1	0,4	8	9,7	Station 1	11	20	< 0,05	< 0,07	Pluie forte	• Eau claire • Venne d'eau très brouillée en provenance de la carrière en amont (couleur beige/brun)	
2010-10-27	09:30	11,1	0,4	9	10,3	Station 2	70	11,75	< 0,05	< 0,07	Nuageux et pluie fine	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé	
2010-10-27	09:40	11,1	0,4	9	10,8	Station 3	270	9,33	< 0,05	0,13	Ciel nuageux	• Eau brouillée • Couleur gris/vert	
2010-10-27	09:55	11,1	0,4	9	10,3	Station 4	.	.	.	.	Ciel nuageux	• Ne pas tenir compte de ces données (station 4) car le chien jouait dans l'eau, donc l'eau était extrêmement brouillée • Eau brouillée • Couleur gris/brun	Données effacées car non valides (un chien jouait dans l'eau)
2010-10-27	10:00	11,1	0,4	9	11,3	Station 5	100	1,25	< 0,05	< 0,07	Ciel nuageux	• Eau claire • Fond petites roches	
2010-10-27	10:15	11,1	0,4	9	11,2	Station 6	360	6	0,1	< 0,07	Ciel nuageux	• Eau brouillée • Couleur beige/brun • Débit élevé	
2010-10-28											Nuageux et pluie faible		
2010-10-29	9:05	1	0,6	7	3,9	Station 1	11	2	< 0,05	0,1	Ciel variable	• Eau claire	
2010-10-29	9:15	1	0,6	8	4,3	Station 2	0	6,25	< 0,05	0,1	Ciel variable	• Eau brouillée • Couleur beige/brun	
2010-10-29	9:25	1	0,6	8	5,4	Station 3	68	2	0,10	0,14	Ciel nuageux	• Eau claire • Grosses roches	
2010-10-29	9:35	1	0,6	8	5,1	Station 4	88	3	0,20	< 0,07	Ciel nuageux	• Eau claire • Fond argile et petites roches	
2010-10-29	9:40	1	0,6	8	5,2	Station 5	92	5,25	< 0,05	< 0,07	Ciel nuageux	• Eau claire • Fond petites roches	
2010-10-29	9:55	1	0,6	8	6	Station 6	300	3,50	0,10	< 0,07	Ciel nuageux	• Eau brouillée • Couleur beige/brun	
2010-11-04											Nuageux et pluie		
2010-11-05	9:15	20,5	20,5	5	2,7	Station 1	164	10	< 0,05	0,10	Pluie forte	• Eau claire • Niveau haut • Débit élevé	
2010-11-05	9:25	20,5	20,5	5	2,9	Station 2	1000	43,6	< 0,05	0,42	Pluie forte	• Eau brouillée • Couleur brun/beige • Niveau haut • Présence d'un rat musqué	
2010-11-05	9:35	20,5	20,5	5	2,3	Station 3	1470	109,33	< 0,05	0,75	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur brun/beige • Niveau haut • Débit élevé	
2010-11-05	9:43	20,5	20,5	5	2,9	Station 4	4290	127	< 0,05	1,30	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur brun/beige • Niveau haut	
2010-11-05	9:50	20,5	20,5	5	3,4	Station 5	1010	23,3	< 0,05	0,13	Pluie faible	• Eau brouillée • Couleur brun/gris • Débit élevé	
2010-11-05	10:03	20,5	20,5	5	3,2	Station 6	1190	257,3	< 0,05	0,86	Pluie forte	• Eau très brouillée • Couleur brun/beige • Débit élevé	

Annexe 5 Base de données récoltées lors du suivi de la qualité de l'eau du secteur agricole de la rivière du Cap Rouge

Date	Heure	Précipitations reçues 48h avant échantillonnage (mm)	Précipitations reçues 24h avant échantillonnage (mm)	Température de l'eau (°C)	Température moyenne de l'air (°C)	Identification	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Matières en suspension (mg/L)	Nitrites et nitrates (mg N/L)	Phosphore total (mg P/L)	Météo	Observations	Notes
Limites de détection							1	1	0,05	0,07			
2010-11-11											Soleil		
2010-11-12	9:17	0	0	2	3,4	Station 1	3	1,05	< 0,05	< 0,07	Soleil	• Eau claire • Glace sur le cours d'eau	
2010-11-12	9:25	0	0	3	3,7	Station 2	420	4,67	0,3	< 0,07	Soleil	• Eau légèrement brouillée • Couleur brun	
2010-11-12	9:32	0	0	3	2,9	Station 3	330	1,60	0,2	0,14	Soleil	• Eau claire • Fond grosses roches	
2010-11-12	9:40	0	0	4	3,4	Station 4	250	2,50	0,4	< 0,07	Soleil	• Eau claire • Fond argile et petites roches	
2010-11-12	9:55	0	0	3	3,9	Station 5	138	1,60	0,2	< 0,07	Soleil	• Eau claire • Fond rocailleux	
2010-11-12	10:10	0	0	3	4,6	Station 6	310	2,40	0,1	< 0,07	Soleil	• Eau légèrement brouillée • Couleur brun	
2010-11-18											Ciel variable		
2010-11-19	9:17	32	0,4	2	-2,1	Station 1	15	2,75	< 0,05	< 0,07	Soleil	• Eau claire • Niveau haut	
2010-11-19	9:30	32	0,4	2	-1,7	Station 2	890	8,25	0,5	< 0,07	Soleil	• Eau brouillée • Couleur brun • Niveau haut	
2010-11-19	9:36	32	0,4	2	-1,2	Station 3	910	3	< 0,05	< 0,07	Soleil	• Eau claire • Fond grosses roches • Niveau haut	
2010-11-19	9:43	32	0,4	3	-1,0	Station 4	1220	4	0,6	< 0,07	Soleil	• Eau claire • Fond argile, sable et petites roches	
2010-11-19	9:50	32	0,4	2	-0,7	Station 5	76	1,50	0,1	< 0,07	Soleil	• Eau claire • Fond rocailleux	
2010-11-19	10:05	32	0,4	3	1,2	Station 6	310	7,50	0,1	< 0,07	Soleil	• Eau légèrement brouillée • Couleur brun	
2010-11-30											Pluie forte		
2010-12-01	17:00	30,3	30,3	1	2,3	Station 1	430	47	< 0,05	0,13	Pluie forte	• Eau brouillée • Couleur brun/sable • Niveau ++ haut	
2010-12-01	17:15	30,3	30,3	1	1,7	Station 2	2200	45,67	< 0,05	0,20	Pluie forte	• Eau brouillée • Couleur brun/sable • Niveau ++ haut	
2010-12-01	17:20	30,3	30,3	1	1,9	Station 3	4700	116	< 0,05	0,47	Pluie forte	• Eau brouillée • Couleur gris/brun • Niveau ++ haut	
2010-12-01	17:30	30,3	30,3	1	1,6	Station 4	2000	90	0,3	0,59	Pluie forte	• Eau brouillée • Couleur gris/brun • Niveau ++ haut	
2010-12-01	17:38	30,3	30,3	1	2,1	Station 5	1900	60	< 0,05	0,26	Pluie forte	• Eau brouillée • Couleur brun/sable • Niveau ++ haut	
2010-12-01	18:00	30,3	30,3	1	1,8	Station 6	2300	139,50	< 0,05	0,47	Pluie forte	• Eau brouillée • Couleur brun/sable • Niveau ++ haut	

ROCHE

3075, ch. des Quatre-Bourgeois, bureau 300
Québec (Québec) G1W 4Y4
T 418 654-9600 **F** 418 654-9699

www.roche.ca