

Analyse hydrologique

Rivière Chicoutimi

0610-001-04-E

29 mars 2004

Ministère de l'Environnement
Édifice Marie-Guyart, Aile René-Lévesque, 1^{er} étage, case 20.
675, Boulevard René-Lévesque Est,
Québec, Québec
G1R 5V7

Ministère de l'Environnement
REÇU LE

30 MARS 2004

Service des projets industriels
et en milieu nordique

1. Introduction

Cette étude vise à établir les débits d'étiage $Q_{2,7}$, $Q_{10,7}$ et $Q_{5,30}$ annuels (1^{er} janvier au 31 décembre) et estivaux (1^{er} juin au 31 octobre, eau libre) à un endroit sur la rivière Chicoutimi.

2. Secteur étudié

Le secteur étudié se localise dans la région du Saguenay – Lac-St-Jean. La rivière Chicoutimi fait partie d'un bassin versant drainant le côté ouest de la rivière Saguenay, dans laquelle elle se jette directement. Elle est un des deux exutoires du lac Kénogami.

La présence de plusieurs barrages sur cette rivière fait que celle-ci est caractérisée par un régime d'écoulement particulier.

Le site étudié se situe à l'amont du barrage Pont-Arnaud, qui appartient à Hydro-Québec. L'aire du bassin versant au site est de 3473.7 km².

Six barrages sont présents sur le bassin versant de la rivière Chicoutimi entre son embouchure et le lac Kénogami, dont cinq sont situés directement sur la rivière. En amont du site étudié, jusqu'au lac Kénogami, trois barrages sont présents sur le bassin versant, dont deux directement sur la rivière Chicoutimi. Le premier barrage rencontré appartient à Hydro-Québec. La faible capacité d'emmagasinement de ce dernier rend son influence sur les débits d'étiage négligeable. En fait, le barrage laisse généralement passer la quantité d'eau qui arrive de l'amont, soit le débit provenant du lac Kénogami, géré par le barrage de Portage-des-Roches qui est le second barrage rencontré sur la rivière Chicoutimi à partir du site étudié. Un troisième barrage est présent sur un tributaire de la rivière Chicoutimi. Son influence, s'il y a lieu, est négligeable compte tenu de la superficie du bassin versant en amont de ce barrage.

3. Méthodologie

Lorsque des débits d'étiage doivent être évalués sur des cours d'eau, une analyse par débits spécifiques (Q_s) est utilisée pour en obtenir une estimation. Il faut alors sélectionner des stations de mesure situées sur des cours d'eau de la région étudiée et procéder à l'analyse hydrologique en calculant les Q_s de chacune des stations retenues.

Plusieurs Q_s peuvent être obtenus pour une station, dépendant des récurrences et des périodes voulues. Pour chacune des périodes (estivale ou annuelle par exemple), une série de données est produite. La stationnarité, l'indépendance et l'homogénéité de ces séries de données est ensuite vérifiée, puis une distribution est ajustée aux séries pour obtenir les débits correspondant aux récurrences voulues. La vérification de la stationnarité, de l'indépendance, de l'homogénéité et l'ajustement d'une distribution sont effectués à

l'aide du logiciel HYFRAN, développé par l'INRS-Eau. Des données non-stationnaires, dépendantes ou non-homogènes ne sont pas utilisées pour obtenir des débits.

Les Q_s sont alors obtenus à l'aide de l'équation suivante :

$$Q_s = \frac{Q}{A}$$

où : Q est le débit correspondant à une période et une récurrence voulue ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ou l s^{-1}).
 A est l'aire du bassin versant de la station étudiée (km^2).

Par la suite, les débits d'étiage peuvent être évalués par la méthode de transposition des bassins versants, en faisant la moyenne des Q_s calculés, ou par une régression des valeurs de Q en fonction de la superficie du bassin versant de chacune des stations. Dans le premier cas, le débit spécifique régional (Q_s^R) est obtenu, tandis que le second cas donne directement le débit en fonction de l'aire du bassin versant étudié.

La présence de plusieurs barrages dans le secteur vient influencer les débits au site étudié, il faut donc tenir compte de ces influences dans le calcul des débits d'étiage. Afin de prendre en considération cet aspect, il faut d'abord savoir de quelle façon les barrages sont gérés pour être en mesure d'estimer les débits minimums qui sont conservés en aval de ceux-ci. Ensuite, l'aire des bassins versant à considérer, appelée aire résiduelle, pour l'analyse par débits spécifiques doit être réduite à l'aire du bassin comprise entre le barrage (ou l'endroit de mesure des données représentatives de ce barrage) et le site étudié.

3.1 Données disponibles

Les débits demandés doivent provenir de données hydrologiques enregistrées sur une période d'observation suffisamment longue (≥ 10 ans).

3.1.1 Données pour le calcul du débit spécifique

Trois stations de mesure voisines à la région des sites concernés ont été retenues afin d'effectuer l'étude hydrologique. La période indiquée peut varier légèrement en fonction des différentes analyses (débit 7 ou 30 jours, annuel ou estival).

- 060101 : Petit Saguenay à 3.1 km en amont du pont-route 170 (1974-2000);
- 060601 : Des Ha! Ha! à 7.1 km de l'embouchure (1976-1996);
- 061909 : Aux Saumons à 1.3 km de la Chamouchouane (1982-2001).

Les trois stations ont un régime d'écoulement naturel.

3.1.2 Données pour les débits de la rivière Chicoutimi

Une station hydrométrique appartenant au Ministère mesurent le débit en aval du barrage Portage-des-Roches sur la rivière aux Chicoutimi (station no. 061004). Comme le barrage situé à l'amont du site étudié est considéré comme ayant une influence négligeable sur les débits d'étiage à ce site, ce sont les données de cette station qui serviront à estimer les débits d'étiage dans la rivière Chicoutimi. Puisque le régime d'écoulement de la station 061004 est influencé, la méthode des débits classés qui est utilisée pour estimer les débits d'étiage pour différents nombre de jours, différentes probabilités et périodes.

3.2 Méthode d'estimation des débits d'étiage

La méthode retenue pour estimer les débits d'étiage est une combinaison du débit apporté par l'aire résiduelle du bassin versant du site considéré avec le débit minimum fourni par le barrage Portage-des-Roches, influençant le tronçon de rivière à l'étude. Ce débit minimum est estimé à l'aide de la station 061004, située à l'aval de celui-ci.

L'estimation des débits d'étiage fournis par l'aire résiduelle du bassin, c'est à dire la superficie du bassin situé entre le site étudié et la station hydrométrique 061004, est faite par transposition des bassins versants.

4. Résultats

4.1 Détermination de l'aire résiduelle

L'aire résiduelle du bassin versant au site étudié est calculée pour estimer les débits apportés par celui-ci. La superficie totale du bassin versant au site à l'étude est de 3473.7 km² tandis que la superficie à la station hydrométrique est de 3390 km². L'aire résiduelle est donc de 83.7 km².

4.2 Estimation des débits d'étiage à la station 061004

Les débits classés obtenus à la station 061004 donnent les résultats présentés dans le tableau 1 pour les débits minimums à considérer en aval du barrage de Portage-des-Roches.

Tableau 1 : Débits d'étiage à la station 061004.

Probabilité (réurrence équivalente) (années)	Vecteur jours	Débit classé	
		Annuel m ³ s ⁻¹	Estival m ³ s ⁻¹
0.5 (2)	7	25.26	30.50
0.1 (10)	7	16.90	25.43
0.2 (5)	30	21.65	28.33

La récurrence équivalente (entre parenthèses) est la récurrence habituellement associée à la probabilité mentionnée. On ne peut associer une récurrence aux débits calculés puisque l'analyse s'est faite sur des débits classés. Les débits sont donc caractérisés par une probabilité à laquelle la récurrence équivalente est donnée à titre indicatif. Par exemple, le débit de la probabilité 0.5 annuel peut être associé au débit de récurrence 2 ans, 7 jours annuel ($Q_{2,7}$ annuel).

4.3 Calcul des débits d'étiage

Les débits d'étiage à considérer sont l'addition des débits fournis par le bassin versant résiduel au site avec les débits minimums que laissent passer le barrage influençant ce site, représentés par la station hydrométrique 061004.

Le tableau 2 montre les débits d'étiage estimés pour l'aire résiduelle. Par la suite, le tableau 3 donne les débits d'étiage brut calculés pour le site à l'étude. Ce sont des débits bruts puisque les prises d'eau de la Ville de Saguenay (Arrondissements Jonquière et Chicoutimi) et celle d'Alcan seront soustraites des débits d'étiage pour obtenir les débits d'étiage nets.

Tableau 2 : Débits d'étiage estimés pour l'aire résiduelle.

Récurrence	Vecteur	Débit spécifique régional (Q_s^R)		Débit d'étiage (Q)	
		Annuel	Estival	Annuel	Estival
années	jours	$l (s \text{ km}^2)^{-1}$	$l (s \text{ km}^2)^{-1}$	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$
2	7	3.01	4.04	251	338
10	7	2.19	2.12	183	177
5	30	2.79	3.34	234	280

Aire : 83.7 km²

Tableau 3 : Débits d'étiage bruts au site étudié.

Probabilité (récurrence équivalente)	Vecteur	Débit d'étiage brut	
		Annuel	Estival
(années)	jours	$m^3 s^{-1}$	$m^3 s^{-1}$
0.5 (2)	7	25.51	30.84
0.1 (10)	7	17.08	25.61
0.2 (5)	30	21.88	28.61

Les débits de soutirage moyens des prises d'eau sont les suivants :

Tableau 4 : Débits de soutirage moyens des prises d'eau sur la rivière Chicoutimi.

Prise d'eau	Débit moyen soutiré	
	m ³ d ⁻¹	m ³ s ⁻¹
Arrondissement Jonquière	65000	0.75
Arrondissement Chicoutimi	47700	0.55
Alcan (complexe Jonquière)	54000	0.63
Total	166700	1.93

Ces débits sont soustraits des débits d'étiage bruts estimés pour obtenir les débits d'étiage nets à considérer pour le site étudié.

Tableau 5 : Débits d'étiage nets à considérer au site étudié.

Probabilité (réurrence équivalente) (années)	Vecteur jours	Débit d'étiage net à considérer	
		Annuel m ³ s ⁻¹	Estival m ³ s ⁻¹
0.5 (2)	7	23.58	28.91
0.1 (10)	7	15.15	23.68
0.2 (5)	30	19.95	26.68

La quantité d'eau fournie par l'aire résiduelle est inférieure à 2% du débit total dans tous les cas présentés. Le principal apport d'eau au site étudié provient de la rivière Chicoutimi et est contrôlé par le barrage de Portage-des-Roches, au lac Kénogami.

5. Conclusion

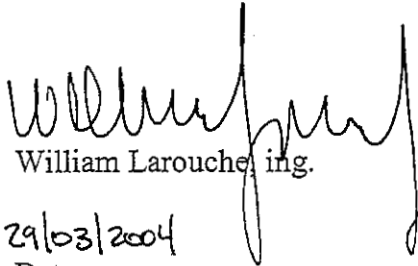
Le but de cette étude était d'évaluer les débits d'étiage $Q_{2,7}$, $Q_{10,7}$ et $Q_{5,30}$ annuels et estivaux à un endroit sur la rivière Chicoutimi.

Cette analyse de débits d'étiage est valable pour les conditions actuelles de gestion des barrages concernés. Tout changement futur qui pourrait survenir dans cette gestion est susceptible de modifier les débits aux endroits étudiés. Il faudrait donc, à ce moment, réévaluer la situation afin d'estimer les impacts d'une nouvelle gestion de l'un ou l'autre des barrages.

Le cheminement choisi découle des différentes caractéristiques de chaque méthode, en fonction du contexte décrivant les rivières étudiées. Cette étude a été réalisée au meilleur de nos connaissances actuelles.

Vous retrouverez en annexe différents tableaux concernant l'analyse hydrologique, ainsi qu'une carte localisant le site à l'étude.

Les données hydrologiques et leurs analyses sont disponibles au Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ).



William Larouche, ing.

29/03/2004
Date

ANNEXE

Tableaux des débits spécifiques d'été associées à chaque station retenue pour l'analyse des débits d'été apportés par l'aire résiduelle.

No. Station : 060101 Nom : Petit Saguenay

Récurrence	Vecteur	Débit annuel		Débit estival		Débit spécifique annuel		Débit spécifique estival	
		années	jours	m ³ s ⁻¹	l s ⁻¹	m ³ s ⁻¹	l s ⁻¹	m ³ (s km ²) ⁻¹	l (s km ²) ⁻¹
2	7	1.879	1878,7	2.833	2833,1	2,553E-03	2,553E+00	3,849E-03	3,849E+00
10	7	1.356	1355,8	1.597	1596,5	1,842E-03	1,842E+00	2,169E-03	2,169E+00
5	30	1.726	1724,9	2.546	2546,1	2,344E-03	2,344E+00	3,459E-03	3,459E+00

Aire du bassin versant (A), km² 736 km²
Régime Naturel

No. Station : 060601 Nom : Des Ha! Ha!

Récurrence	Vecteur	Débit annuel		Débit estival		Débit spécifique annuel		Débit spécifique estival	
		années	jours	m ³ s ⁻¹	l s ⁻¹	m ³ s ⁻¹	l s ⁻¹	m ³ (s km ²) ⁻¹	l (s km ²) ⁻¹
2	7	2.132	2131,5	2.635	2635,3	3,726E-03	3,726E+00	4,607E-03	4,607E+00
10	7	1.627	1626,7	1.512	1512,1	2,844E-03	2,844E+00	2,644E-03	2,644E+00
5	30	2.103	2103,3	2.187	2186,7	3,677E-03	3,677E+00	3,823E-03	3,823E+00

Aire du bassin versant (A), km² 572 km²
Régime Naturel

No. Station : 061909 Nom : Aux Saumons

Récurrence	Vecteur	Débit annuel		Débit estival		Débit spécifique annuel		Débit spécifique estival	
		années	jours	m ³ s ⁻¹	l s ⁻¹	m ³ s ⁻¹	l s ⁻¹	m ³ (s km ²) ⁻¹	l (s km ²) ⁻¹
2	7	1.602	1602,300	2.151	2150,8	2,739E-03	2,739E+00	3,677E-03	3,677E+00
10	7	1.103	1102,800	0.899	898,7	1,885E-03	1,885E+00	1,536E-03	1,536E+00
5	30	1.382	1382,300	1.609	1608,7	2,363E-03	2,363E+00	2,750E-03	2,750E+00

Aire du bassin versant (A), km² 585 km²
Régime Naturel

Tableau des débits spécifiques d'été régionaux (moyenne des débits spécifiques des stations).

Récurrence	Nb. de jours	Débit spécifique régional annuel		Débit spécifique régional estival	
		m ³ (s km ²) ⁻¹	l (s km ²) ⁻¹	m ³ (s km ²) ⁻¹	l (s km ²) ⁻¹
2	7	3,006E-03	3,006E+00	4,044E-03	4,044E+00
10	7	2,190E-03	2,190E+00	2,116E-03	2,116E+00
5	30	2,795E-03	2,795E+00	3,344E-03	3,344E+00

Tableaux des écarts des débits spécifiques avec les débits spécifiques régionaux pour chaque station.

Numéro : 060101
Nom : Petit Saguenay

Réurrence	Vecteur	Débit spécifique annuel	Débit spécifique estival
années	jours		
2	7	-15%	-5%
10	7	-16%	2%
5	30	-16%	3%

Numéro : 060601
Nom : Des Ha! Ha!

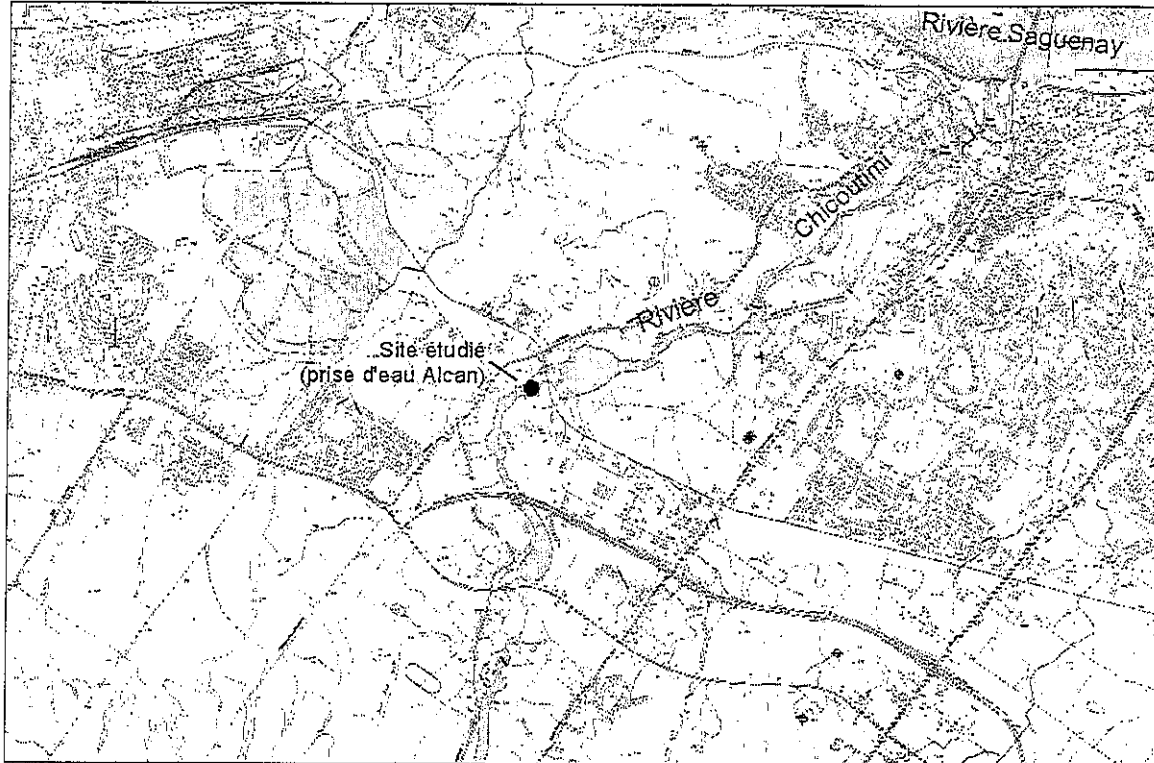
Réurrence	Vecteur	Débit spécifique annuel	Débit spécifique estival
années	jours		
2	7	24%	14%
10	7	30%	25%
5	30	32%	14%

Numéro : 061909
Nom : Aux Saumons

Réurrence	Vecteur	Débit spécifique annuel	Débit spécifique estival
années	jours		
2	7	-9%	-9%
10	7	-14%	-27%
5	30	-15%	-18%

Localisation du site étudié.

Feuillet 22D06.



D48.2
Annexe 1

Débit d'étiage net au site étudié.

Probabilité (récurrence équivalente) (années)	Vecteur jours	Débit d'étiage net à considérer	
		Annuel $m^3 s^{-1}$	Estival $m^3 s^{-1}$
0.5 (2)	7	23,58	28,91
0.1 (10)	7	15,15	23,68
0.2 (5)	30	19,95	26,68

La récurrence équivalente (entre parenthèses) est la récurrence habituellement associée à la probabilité mentionnée. On ne peut donner une récurrence aux débits calculés puisque l'analyse s'est faite sur des débits classés. Les débits sont donc caractérisés par une probabilité à laquelle la récurrence équivalente est donnée à titre indicatif. Par exemple, le débit de la probabilité 0.5 annuel peut être associé au débit de récurrence 2 ans, 7 jours annuel ($Q_{2,7}$ annuel).

