

# CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET GESTION DE LA DISPONIBILITÉ EN EAU DANS LA GRANDE RÉGION URBAINE DE QUÉBEC. CHANGER LES HABITUDES OU CAPTER PLUS DE RIVIÈRES ?

par

F. Lasserre<sup>(1)</sup> et N. Barrette<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Directeur de l'Observatoire de Recherches Internationale sur l'Eau, HEI, Université Laval, Québec, Canada. [Frederic.lasserre@ggr.ulaval.ca](mailto:Frederic.lasserre@ggr.ulaval.ca)

<sup>(2)</sup> Centre d'Études Nordiques, Université Laval, Québec, Canada. [Nathalie.barrette@ggr.ulaval.ca](mailto:Nathalie.barrette@ggr.ulaval.ca)

## Résumé

Au cours de l'été 2002, les autorités de la nouvelle Ville de Québec ont dû imposer un rationnement sévère de l'eau pour faire face à une baisse marquée des sources d'approvisionnement des rivières Saint-Charles et Montmorency. Un branchement d'urgence a été effectué sur la rivière Jacques Cartier afin d'assurer l'approvisionnement minimal de la ville.

De fait, les perspectives de modification du régime hydrique estival, avec la récurrence des événements chauds et secs dans la région, inquiètent les différents acteurs, qui se sont engagés dans des réflexions sur la pérennité de leur approvisionnement en eau. La Ville de Québec a entamé un processus de réflexion sur les moyens de limiter l'augmentation de la consommation. Les moyens envisagés pour réguler la demande incluent la réglementation des usages de loisir (arrosage des pelouses, lavage des trottoirs et des allées; taxation des piscines) et la tarification de l'eau.

Il s'agit donc de déterminer, face à la tendance perçue dans l'évolution récente du climat sur la disponibilité de la ressource en eau dans la région de Québec, quelles sont les mesures envisagées par les décideurs politiques et économiques; et le degré d'acceptabilité de ces mesures auprès de l'opinion publique.

*Mots clés:* approvisionnement, eau potable, réglementation, gestion de la demande, planification.

*Keywords :* supply, drinking water, demand management, planning, regulation.

## INTRODUCTION

Au cours de l'été 2002, un long épisode sec a considérablement réduit les volumes d'eau des réservoirs et des sources des agglomération de la nouvelle ville de Québec. Des mesures de restriction sévères de la consommation ont été promulguées dans l'urgence par la municipalité, afin de diminuer la demande dans un contexte de pénurie marquée.

Cet épisode sec survient après une succession d'étés marqués par une baisse notable du niveau du fleuve Saint-Laurent, baisse qui se répercute en aval jusqu'à la région de Québec, en affectant, dans une moindre mesure, les volumes d'eau disponibles, mais aussi la qualité de l'eau, plus concentrée en polluants divers. Cette apparente récurrence des étés plus chauds et plus secs inquiète une ville déjà aux prises avec un réseau qui éprouve des difficultés à répondre à la forte hausse de la demande au printemps.

La Communauté métropolitaine de Québec a décidé, à l'été 2003, d'entamer des réflexions sur la vulnérabilité de l'agglomération à des situations de déficit hydrique marqué. Quels pourraient être les impacts d'une diminution de la ressource disponible dans la grande région de Québec ? Le très bas niveau du lac Saint-Charles et de la rivière Montmorency, en 2002, a démontré la fragilité du système d'approvisionnement de la nouvelle Ville de Québec. L'option technique de l'amélioration des

infrastructures et du captage de ressources alternatives – la gestion de l'offre – est coûteuse; la Ville préférerait s'en remettre à la gestion de la demande. Mais comment moduler celle-ci en période de tension sur la ressource ? Quelle est l'élasticité de cette demande ? Dans quelle mesure une telle politique porterait-elle fruit, compte tenu de l'inertie des habitudes de consommation ?

## 1. UN APPROVISIONNEMENT MENACÉ ?

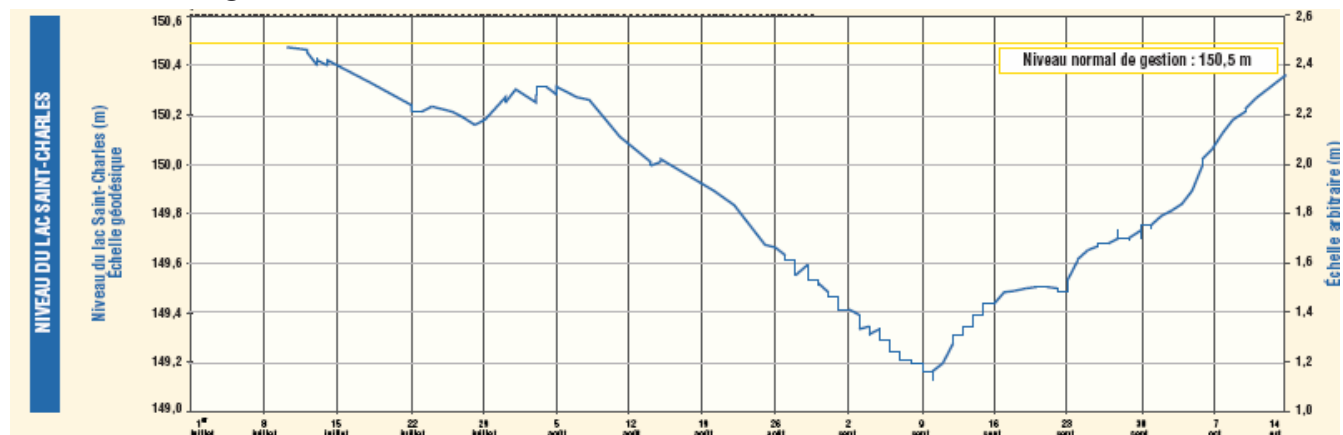
### 1.1. Des difficultés récurrentes

La Ville de Québec n'en était pas, à la fin de l'été 2002, à ses premières difficultés en matière de satisfaction de la demande en eau. De façon relativement récurrente, le printemps (mai-juin) voit les réservoirs municipaux de la région être incapables de satisfaire une demande en augmentation très rapide (+50%) provoquée par le remplissage des piscines, le début de l'arrosage des pelouses et les opérations de nettoyage des particuliers, qui lavent encore fréquemment trottoirs et allées de garage au jet d'eau.

### 1.2. L'incidence du facteur climatique

L'événement 2002 marque une première dans l'histoire de l'approvisionnement en eau de la Ville de Québec. Le niveau du lac Saint-Charles, le principal réservoir de l'agglomération, est descendu jusqu'à 1,16 m le 10 septembre, soit plus de 1,30 m sous le niveau normal de gestion (150,5 m; *Fig. 1*). Selon Lessard (2004), c'était la première fois que des mesures de restriction d'eau ont dû être engagées à cause de sécheresse, parce que la source d'approvisionnement était insuffisante. Le débit de la rivière Saint-Charles, émissaire du lac, était descendu à 0,25 m<sup>3</sup>/s le 9 septembre, alors que la cote d'alerte, en deçà de laquelle des mesures conservatoires sont promulguées, est de 0,9 m<sup>3</sup>/s (débit écologique).

Figure 1 – Évolution du niveau du lac Saint-Charles au cours de l'été 2002.



Source : GENIVAR, 2003. *Suivi du régime de débit écologique du lac Saint-Charles depuis 1999*. Rapport final. Rapport du Groupe conseil GENIVAR inc. pour la Ville de Québec. 25 p. et annexe.

L'année 2002 n'est certes pas la première à présenter des anomalies de température ou de précipitations par rapport à la normale (*tableaux I, II, III*); en revanche, cette année-là, la région a enregistré la conjonction d'une fin d'été chaude, survenant après une saison estivale sèche et un hiver doux et sec : les réserves d'eau étaient déjà moins chargées lorsqu'est survenue la double anomalie thermique et de précipitations. De plus, cet épisode survient après deux étés de déficit hydrologique. La forte proportion d'eaux de surface dans le bilan hydraulique de la Communauté urbaine de Québec (92,1% des eaux prélevées) la rend plus sensible aux variations du cycle hydrologique. L'été 2000 a été caractérisé par

une hydraulicité faible et des températures élevées. Les précipitations ont été de 33 % sous les moyennes historiques et il y a eu 14 jours où la température a dépassé 30°C, avec de faibles hauteurs de précipitations; l'été 2001 a été caractérisé par une hydraulicité légèrement en deçà des moyennes et par des températures élevées. Les précipitations ont été de 10 % sous les moyennes historiques et il y a eu 14 jours où la température a dépassé 30°C.

Tableau I - ANOMALIES DES TEMPÉRATURES MOYENNES PAR RAPPORT À LA NORMALE CLIMATIQUE, 1970-2000, Station Montmorency					
Année	mai	juin	juillet	août	sept.
1970	-1,1	-0,5	1,3	0,2	-0,1
1971	-0,5	-1,2	-1,1	-1,1	2,4
1972	-0,6	-0,1	-0,3	-1,5	0,5
1973	-1,3	1,6	1,1	2,8	0,1
1974	-3,5	0,0	0,1	0,2	-1,0
1975	1,5	0,9	2,0	0,7	0,6
1976	-0,2	1,5	-0,6	0,3	-0,4
1977	0,7	0,0	-0,5	-1,1	-0,7
1978	1,7	0,0	-0,3	-0,2	-2,4
1979	1,2	0,4	1,1	-0,9	-0,4
1980	-0,1	-1,6	-0,4	0,9	-1,5
1981	0,4	-0,4	0,2	0,3	0,0
1982	1,3	-1,2	-0,6	-2,3	1,4
1983	-1,5	0,6	0,5	0,6	1,8
1984	-1,5	-0,3	0,0	1,9	-1,7
1985	-1,4	-2,0	-0,7	-0,9	1,3
1986	1,1	-3,0	-1,3	-1,1	-1,2
1987	-0,2	0,8	0,5	-1,1	1,0
1988	1,6	-1,4	1,1	0,4	-0,3
1989	2,2	0,0	-0,7	0,4	1,3
1990	-1,0	0,6	-0,2	1,1	-0,3
1991	0,7	0,3	-0,4	1,1	-1,4
1992	0,0	-0,8	-3,1	-0,2	0,5
1993	0,4	-0,4	0,2	1,1	-0,6
1994	-1,2	1,4	0,9	-1,3	-0,3
1995	-0,4	1,2	1,6	0,6	-1,2
1996	-1,6	0,8	-0,3	-0,1	1,6
1997	-2,8	-0,1	-0,1	-1,0	0,4
1998	3,9	0,8	-0,2	0,3	1,1
1999	3,2	2,0	nd	nd	nd

ANOMALIES DES TEMPÉRATURES MAXIMALES PAR RAPPORT À LA MOYENNE INTERANNUELLE <sup>1</sup> , 1970 - 2000, Station Ste-Catherine					
Année	mai	juin	juillet	août	sept.
1999	nd	4	1,3	1,5	3,3
2000	nd	-0,4	-0,1	1	0
2001	nd	3,3	0,4	3,4	3,7
2002	nd	0,3	2,4	4	5,5

Anomalies (°C)
1.0 - 1.9
2.0-3.0
plus de 3

1 : Les valeurs moyennes interannuelles proviennent de la station de l'aéroport de Québec (Genivar,2003)

Tableau II - ANOMALIES DE PRÉCIPITATIONS PAR RAPPORT À LA MOYENNE 1970-2000, Station Montmorency

Année	mai	juin	juillet	août	sept.
1970	13	17	60	9	48
1971	5	-71	-36	92	-10
1972	-1	-25	81	62	-12
1973	3	15	24	22	-3
1974	40	15	68	20	28
1975	-22	4	-10	-29	26
1976	93	31	27	48	-47
1977	-79	32	33	-28	-14
1978	-58	-12	-77	-13	-47
1979	-31	-28	-60	25	110
1980	-10	-38	-11	-31	50
1981	19	60	-70	37	-30
1982	-68	-6	-39	-9	-13
1983	126	-45	-6	-69	46
1984	26	-43	7	-38	-25
1985	32	-14	48	-90	-24
1986	55	43	36	6	13
1987	-33	10	-14	-45	-18
1988	-70	-17	-55	42	8
1989	49	-11	-66	-21	-32
1990	-26	22	-27	7	-11
1991	-13	-67	-59	39	-24
1992	-52	-39	61	16	41
1993	40	-19	-23	51	14
1994	15	59	73	45	-39
1995	8	12	-52	-64	-23
1996	-55	-40	119	2	-10
1997	52	-43	-48	-28	-25
1998	-48	105	10	-45	28
1999	-11	102	nd	nd	nd
2000	24	nd	nd	nd	nd

ANOMALIES DES PRÉCIPITATIONS PAR RAPPORT À LA MOYENNE INTERANNUELLE, 1970 - 2000, Station Ste-Catherine

Année	mai	juin	juillet	août	sept.
1999	nd	74,6	20,5	-73,4	-8,5
2000	nd	-3,4	-59,3	-43	-43,7
2001	nd	-7,7	-10,9	8,4	-42
2002	nd	-41,8	-73,6	-112,3	-19,7

Anomalies (mm)
25-50
51-75
76 et plus

Sources : Genivar, 2003, pour Sainte-Catherine; Environnement Canada.

Tableau III – Bilan hydrique des anomalies enregistrées

	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Mai									X	X							
Juin																	
Juil.										X							
Août															X		
Sept.																	

Mois	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	2001	2002
Mai		X										X				
Juin																
Juil.		X							X							X
Août					X								X	X		X
Sept.			X												X	
	Mois sec et chaud															

Cette baisse brutale – et conjoncturelle pour le moment – du volume du principal réservoir d'eau de la ville, s'est produite, de plus, dans un contexte d'interrogation sur l'évolution possible du régime du Saint-Laurent. Certes, les Grands Lacs et le fleuve connaissent des fluctuations, sur un rythme de l'ordre de 30 à 40 ans : les bas niveaux ne sont donc pas nouveaux. Ce qui l'est plus, c'est la durée de la séquence de basses eaux, son ampleur (le débit du fleuve était de 30 à 40 % sous la normale en 2001 et 2002) et la fréquence de retour de ces séquences de basses eaux (Slivitzki, 1997; Moulton, R.J. et Cuthbert, D. R., 2000; Mortsch et al, 2000), interprétées comme un possible prélude à un changement durable dans son régime. La possibilité d'une altération durable du module du fleuve inquiète les autorités municipales, car, à long terme, la diminution durable du débit du fleuve, qui pourrait être de l'ordre de 40% dans un scénario 2 x CO<sub>2</sub>, permettrait à l'halocline de remonter de plusieurs kilomètres (Mortsch et al, 2000). Si cette remontée du front salin atteignait 30 km, les prises d'eau de Lévis et de Sainte-Foy deviendraient inutilisables. Or, le Saint-Laurent contribue pour 18% du volume des eaux de la nouvelle Ville de Québec.

## 2. DES MESURES D'URGENCE

### 2.1. Comment réduire rapidement la demande ?

En raison du temps particulièrement sec qui sévissait en août-septembre 2002, le niveau d'eau du lac Saint-Charles, la principale source d'approvisionnement de la Ville (rivière St-Charles : 60,4%; Saint-Laurent : 18,1%; Montmorency : 15,3%; eaux souterraines : 6,2%) (Villeneuve et al, 2002), a atteint un seuil critique début septembre. La menace qui pesait alors sur la ville résidait dans la possibilité que la principale source d'approvisionnement en eau soit compromise, certes conjoncturellement, mais avec des conséquences sociales et économiques majeures. Dans le but d'y préserver un niveau minimal, la Ville de Québec a complètement interdit l'arrosage des pelouses, le lavage des automobiles ou des entrées de stationnement et le remplissage des piscines. Ces mesures de rationnement ont été assorties d'amendes sévères pour les contrevenants, de 50 à 500\$.

La municipalité ne s'est pas contentée de recourir à des moyens répressifs. Une campagne de sensibilisation adressée aux institutions, aux entreprises et aux résidents a incité la population à diminuer le volume d'eau, notamment utilisé par la chasse d'eau des toilettes ainsi que sa fréquence d'utilisation; poser des aérateurs aux robinets; n'utiliser le lave-vaisselle ou la machine à laver qu'à pleine capacité. Un décompte exact des piscines a également été entrepris.

Les mesures réglementaires ont porté fruit : par rapport à septembre 2000, la ponction effectuée dans la réserve d'eau a été réduite de près de 40 000 m<sup>3</sup>/jour (en 2000 : 156 000 m<sup>3</sup>/jour, en 2002 : 116 000 m<sup>3</sup>/jour). Il y a donc un fort potentiel d'économie dans les usages de l'eau urbaine, tant pour les utilisateurs résidentiels qu'institutionnels et industriels.

## 2.2 Pérenniser la modération de la consommation

La Ville a maintenu les mesures de restriction de la consommation estivale, en particulier un calendrier d'arrosage des pelouses. L'objectif de cette politique est multiple.

- Tout d'abord, comme il a été mentionné, l'agglomération connaissait déjà des difficultés de satisfaction de la demande au printemps, du fait de sa brusque augmentation. Les appels à la modération n'ont rencontré, depuis 1999, que de très faibles échos, la population dans son ensemble ne comprenant pas les raisons d'une diminution de la consommation alors que l'eau ne manquait pas. La Ville souhaiterait ne pas procéder à des investissements destinés à augmenter la capacité du réseau, estimés à plus de 50 millions \$, lesquels ne serviraient, en fin de compte, qu'à satisfaire la pointe printanière, car l'augmentation de la demande globale tend à se tasser (Villeneuve et al, 2002; *Le Soleil*, 2003; Bouillon, 2004).

- Les ressources potentielles non exploitées ne sont pas très nombreuses : la Saint-Charles est à la limite de son potentiel; l'eau du Saint-Laurent suppose des traitements plus coûteux et un investissement dans l'interconnexion des réseaux de Sainte-Foy et du reste de la Ville (Villeneuve et al, 2002). De plus, la possibilité que l'halocline remonte vers l'amont menace la pérennité d'une prise d'eau supplémentaire à la hauteur de Sainte-Foy. Si une telle avenue devait être retenue, il faudrait envisager un emplacement plus en amont. C'est essentiellement la Montmorency et la Jacques-Cartier (en dehors des limites de la Ville) qui constituent le potentiel pour augmenter l'offre d'eau potable.

La récurrence, depuis 1999, d'étés chauds et/ou peu pluvieux, présentant des anomalies négatives par rapport à la moyenne, a surtout contribué à cristalliser l'inquiétude de la municipalité quant à la sécurité de son approvisionnement durant les périodes de forte demande estivale. Le Service de l'Environnement suit de très près tant les données globales (depuis 1996, sauf en 2003, le Québec a reçu moins de pluie que la moyenne des 30 dernières années) que locales (Lagacé, 2004). Face à la double contrainte de satisfaction de la demande, la première due à la faiblesse des infrastructures de stockage au printemps, la seconde due au risque climatique sur l'approvisionnement en eau, l'option des investissements en infrastructures a été jugé trop coûteux par rapport aux besoins cernés. Une augmentation des prélèvements est prévue, mais de 10,6% sur la période 2002-2041 (Villeneuve et al, 2002). Compte tenu de ces perspectives, la réduction de la demande apparaît comme une option nettement moins coûteuse... mais dont l'impact est plus difficile à évaluer. En 2002, les citoyens ont suivi les mesures car les effets de la sécheresse étaient visibles. Au cours des épisodes précédents de forte tension sur la ressource, le public ne modifiait guère son comportement.

## 2.3 Des mesures impopulaires ?

Autant la population avait pu accepter les mesures de la fin de l'été 2002, comme en font foi la baisse des prélèvements et le faible nombre de constats d'infraction, autant la sensibilisation et les mesures réglementaires des autres années donnent des résultats décevants. La réaction de la population semble donner crédit à l'idée que, sans manifestation tangible de sécheresse, la plupart des citoyens ne cherchent guère à se défaire de leurs habitudes de consommation élevée (366 litres/jour/pers) (*Le Soleil*, 1999...)

La tarification de l'eau ne constitue pas non plus une alternative intéressante, sauf à modifier radicalement la légitimité de la facturation de l'eau. Celle-ci est comprise selon le principe de l'utilisateur-payeur; les arrondissements qui disposent de compteurs dans les résidences facturent donc les volumes d'eau à des tarifs proches du coût de revient, environ 22 ¢/m<sup>3</sup>. Même en généralisant ces compteurs d'eau – ce qui constituerait un investissement majeur, à 250 \$ le compteur – les factures annuelles escomptées, entre 40 et 200 \$ par an, ne constitueraient pas réellement des incitatifs à une moindre consommation. Certaines villes nord-américaines, dans l'Ouest américain notamment,



pratiquent une tarification progressive dont le niveau permet de rendre attractives les économies d'eau (jusqu'à 250 US\$/mois à Las Vegas) (Lasserre, 2004), mais cette tarification ne repose pas sur le coût de production de l'eau (principe utilisateur-payeur) : il s'agit d'un tarif délibérément dissuasif. Mettre en place une telle politique suppose un débat politique au Québec, car la nécessité de rationner l'eau n'est pas évidente sur toute l'année : la problématique est toujours *saisonnnière*.

## CONCLUSION

L'épisode chaud et sec de l'été 2002 a confirmé le sentiment d'insécurité de la nouvelle Ville de Québec quant à la sécurité de son approvisionnement en eau. La Ville est confrontée à un réseau de capacité trop réduite pour satisfaire entièrement la forte hausse de la demande printanière, mais aussi à des options limitées quant aux nouvelles sources d'eau à exploiter. La systématisation de la tarification volumétrique par la pose de compteurs n'est pas non plus perçue comme une option politiquement défendable. Face à l'ampleur des investissements à consentir pour sécuriser une demande de pointe saisonnière, la Ville de Québec privilégie plutôt la sensibilisation du public et l'instauration de règlements pour modifier les comportements, mais ceux-ci révèlent une inertie plus importante que prévue. La gestion de la demande est un exercice plus délicat que la gestion de l'offre, même si elle se montre sans aucun doute plus durable.

## RÉFÉRENCES

- Bouillon, A. (2004), Urbaniste, Conseiller en aménagement du territoire, Communauté Métropolitaine de Québec, entrevue du 26 mars 2004.
- GENIVAR, 2003. *Suivi du régime de débit écologique du lac Saint-Charles depuis 1999*. Rapport final. Rapport du Groupe conseil GENIVAR inc. pour la Ville de Québec. 25 p. et annexe.
- Lagacé, M. (2004), Directeur du Service de l'environnement, Ville de Québec, entrevue du 24 mars.
- Lasserre, F. (2004), « Gestion des eaux urbaines : l'équilibre au prix de la tarification ? », communication dans le cadre de la conférence *L'eau dans tous ses états: besoin, bien commun ou business ? Enjeux écologiques et vigilances citoyennes*, Institut des sciences de l'environnement, UQÀM, 29 janvier 2004.
- Le Soleil* (1999), « La sécheresse persiste partout », 19 mai, p. A3.
- (2003), « Le miracle du robinet », 2 juillet, p. A19.
- Lessard, D. (2004), Directeur du traitement de l'eau de la Ville de Québec. Entrevue du 19 mars 2004.
- Mortsch, L., Hengeveld, H., Lister, M., Lofgren, B.M., Quinn, F.H., Slivitzky, M., Wenger, L. (2000) « Climate change impacts on the Hydrology of the Great Lakes-St. Lawrence System ». *Can. Water Resour. Journal*, 25(2) : 153-179.
- Moulton, R.J. et Cuthbert, D. R. (2000) Cumulative impact/risks assessment of water removal or loss from the Great Lakes – St. Lawrence system. *Canadian Water Resources Journal*, 25(2) : 181-208.
- Slivitzky, Michel (1997) Les ressources en eau, leurs usages et disponibilités et les variations climatiques. *Le Climat*, 14(2)
- Villeneuve, J-P., Mailhot, A. et Salvano, E. (2002), Problématique de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable dans la nouvelle Ville de Québec, INRS-Eau, Sainte-Foy.