

Record Number: 630
Author, Monographic: Demard, H.//Fortin, J. P.//Grenon, A.
Author Role:
Title, Monographic: La demande en eau du milieu urbain : cas de l'arrosage des pelouses
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1976
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: iv, 21
Packaging Method: pages
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 63
Location/URL:
ISBN: 2-89146-064-2
Notes: Rapport annuel 1975-1976
Abstract: Rapport rédigé pour la ville de Sainte-Foy
10.00\$
Call Number: R000063
Keywords: rapport/ ok/ dl

La demande en eau du milieu urbain:
cas de l'arrosage des pelouses

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 63
1976

Rapport rédigé pour
la ville de Sainte-Foy

par

H. Demard, J.P. Fortin, A. Grenon

ISBN 2-89146-064-2
DEPOT LEGAL 1976

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1976 - Institut national de la recherche scientifique

TABLE DES MATIERES

	PAGE
TABLE DES MATIERES	i
LISTE DES TABLEAUX	ii
LISTE DES FIGURES	ii
SOMMAIRE	iii
INTRODUCTION	1
1- IMPORTANCE DU PROBLEME DE L'ARROSAGE	2
2- LES BESOINS MINIMA EN EAU DES PELOUSES	5
3- CAMPAGNES D'INFORMATION	7
4- RESULTATS OBTENUS	9
4.1 Evaluation de la demande attribuable à l'arrosage	9
4.2 Comparaison des volumes attribuables à l'arrosage	11
4.3 Comparaison des demandes de pointe attribuables à l'arrosage	13
5- ALTERNATIVES	14
CONCLUSION	20
BIBLIOGRAPHIE	21

LISTE DES TABLEAUX

	PAGE
1 Production journalière moyenne dans le cas d'arrosage minimum	10
2 Volume total attribuable à l'arrosage	12
3 Arrosage au cours des périodes sèches sélectionnées	16
4 Demande des résidences unifamiliales avec et sans compteur	19

LISTE DES FIGURES

1 Exemple de la demande horaire d'une résidence unifamiliale	3
2 Production journalière et stock d'eau dans le sol (avec et sans arrosage)	4
3a Courbes de masse ETP et volume d'arrosage sur les périodes sèches comprenant les pointes maximum	15
3b Arrosage vs ETP	15

SOMMAIRE

Les pointes de demande en eau que l'arrosage des pelouses provoque en milieu urbain sont à l'origine de bien des problèmes d'alimentation, de traitement et de distribution. Dans le cadre d'un programme de recherche sur le contrôle et la gestion des systèmes urbains de distribution d'eau, nous avons été amenés à envisager divers moyens de réduire la demande attribuable à l'arrosage.

Au cours des étés 1974 et 1975, deux campagnes d'information ont été menées auprès des usagers de la ville de Sainte-Foy, Québec. Les résultats obtenus font apparaître une très nette diminution des volumes totaux et des débits de pointe attribuables à l'arrosage.

Mots-clés: eau, demande, pointe, résidence, pelouse, arrosage, réduction, campagne d'information, ville de Sainte-Foy.

Référence: Demard, H., Fortin, J.P. et Grenon, A. (1976). *La demande en eau du milieu urbain: cas de l'arrosage des pelouses*. INRS-Eau, rapport scientifique no 63, 20 p. (Pour la ville de Sainte-Foy).

SYMBOLES UTILISES

G	Gallons impériaux
GPM	Gallons impériaux par minute
GPJ	Gallons impériaux par jour
MGJ	Millions de gallons impériaux par jour
USGPJ	Gallons américains par jour

INTRODUCTION

La demande moyenne en eau des résidences représente plus de 70% de l'eau effectivement consommée dans les municipalités de plus de 5,000 personnes du Québec (Comité AQTE Mise à jour, 1974). De plus, l'arrosage des pelouses entraîne, lors des périodes sèches, des demandes qui occasionnent souvent des conditions très critiques pour l'alimentation, le traitement et la distribution de l'eau en milieu urbain (Trépanier, 1975). Face à ce problème, les responsables de la gestion technique des structures d'alimentation, de traitement et de distribution peuvent se poser les questions suivantes:

- . Faut-il avoir recours à des agrandissements pour répondre à une demande que l'on ne rencontre que peu de fois au cours de l'année?
- . Quels sont les besoins minimaux réels des pelouses?
- . Comment l'utilisateur perçoit-il ces besoins et quelles sont les conséquences de l'arrosage sur la demande en eau de chaque usager et de l'ensemble d'une municipalité?
- . Quels sont les moyens à mettre en oeuvre pour limiter l'arrosage et la demande en eau en deçà de la capacité des structures?

La ville de Sainte-Foy et l'INRS-EAU, qui collaborent depuis 1973 à des travaux visant à étudier la demande en eau des résidences uni et multifamiliales ainsi que le contrôle des réseaux de distribution, ont élaboré

en 1974 un programme visant à réduire l'arrosage. Cette décision a été prise après les problèmes observés au cours de l'été 1973 et avant la mise en opération d'un important réservoir (Anonyme, 1975). Le programme, qui par la suite a été reconduit en 1975, consistait à sensibiliser la population sur les utilisations de l'eau et à l'informer quotidiennement des besoins réels d'arrosage des pelouses évalués d'après un modèle.

Cet article décrit les résultats des deux campagnes d'information et situe ensuite le problème dans un cadre plus général.

1- IMPORTANCE DU PROBLEME DE L'ARROSAGE

La demande provoquée par l'utilisation des gicleurs automatiques que l'on trouve actuellement sur le marché est de l'ordre de 4 GPM à une pression de 60 lb/po² (soit 240G pour une heure d'arrosage). Or, la demande journalière moyenne d'une résidence unifamiliale de Sainte-Foy s'établit en 1971 à 204 GPJ (Demard et al., 1975). On constate alors que, pour une heure d'arrosage, le facteur de pointe journalier est de 2.2 alors que le facteur de pointe horaire s'élève à plus de 28 (Figure 1). Il faut noter que cette pointe est créée par la persistance d'un débit nettement inférieur au débit maximum de 12 GPM que peut demander une résidence.

Les usagers ne prenant pas la décision d'arroser ensemble le même jour à la même heure, l'effet de l'arrosage sur la demande de l'ensemble d'un réseau est moins spectaculaire. On relève cependant en 1973 des productions journalières maximum de l'ordre de 40% plus élevées que la moyenne (Figure 2),

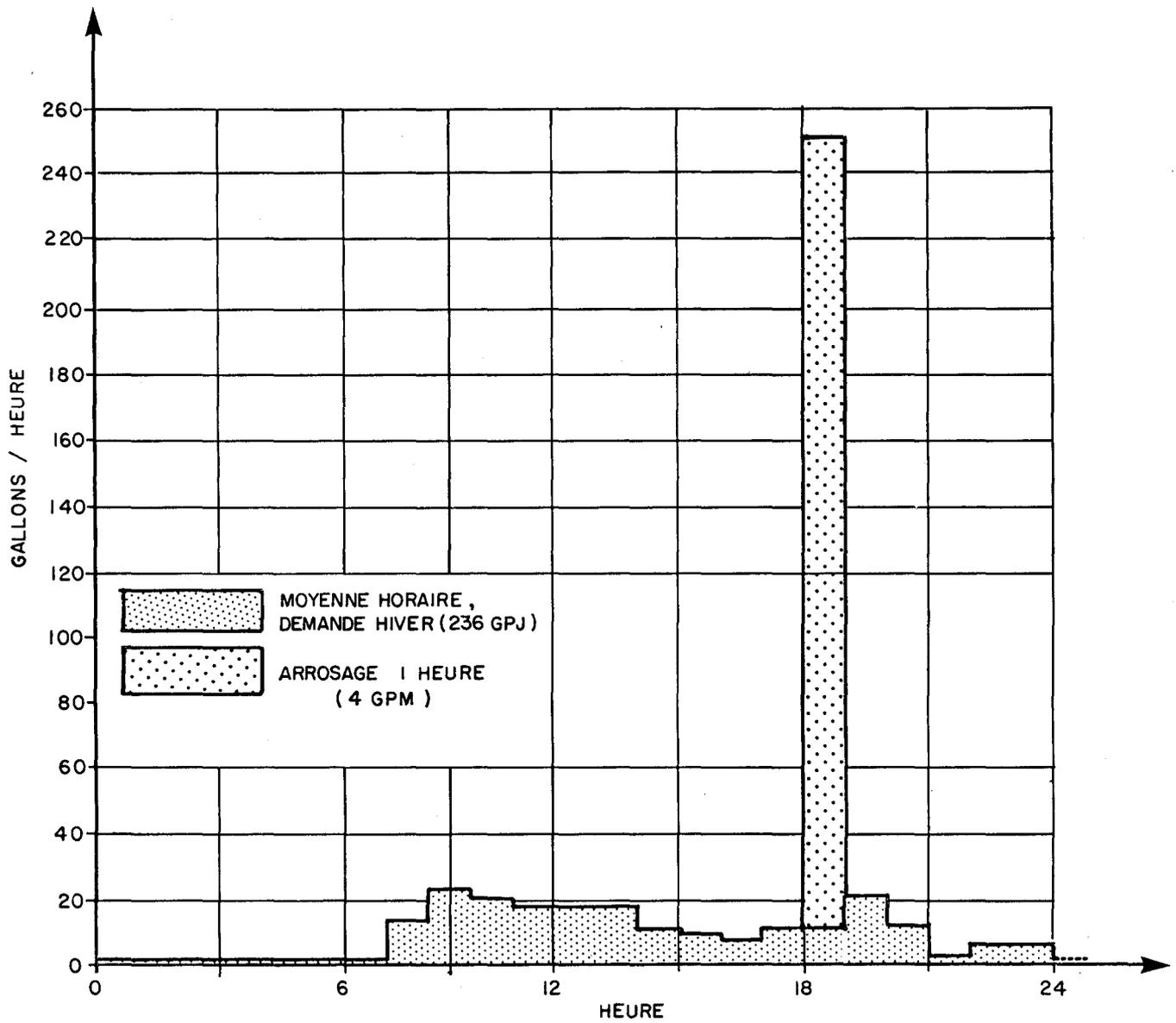
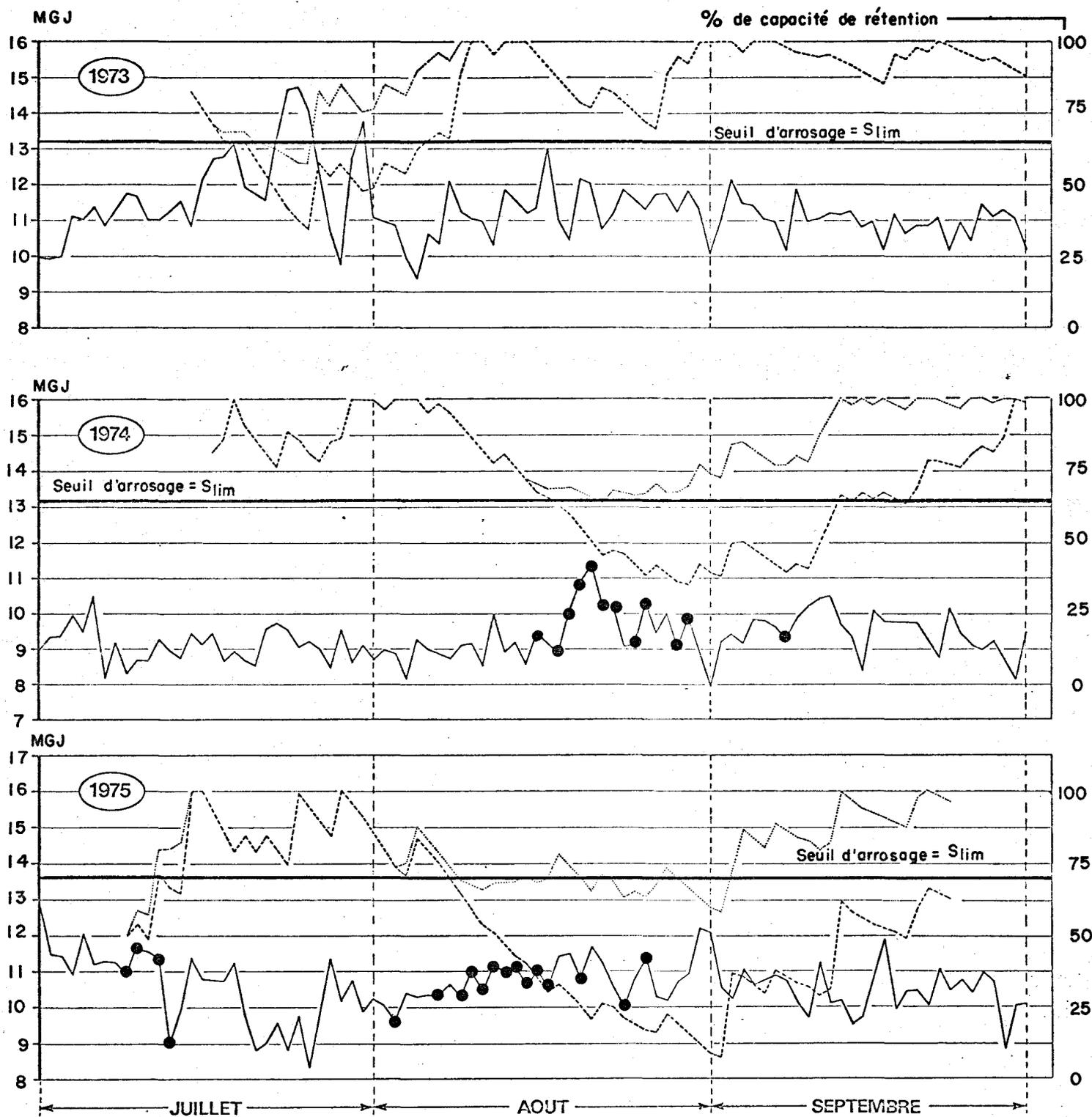


Fig. 1 . Exemple de la demande horaire en eau d'une résidence unifamiliale (Ste-Foy , 1974) .



LEGENDE

- RECOMMANDATIONS D'ARROSAGE
- PRODUCTION JOURNALIERE D'EAU
- - - - - STOCK SANS ARROSAGE
- STOCK AVEC ARROSAGE

Fig. 2 . Production journalière et stock d'eau dans le sol avec et sans arrosage (Source : usine de traitement d'eau , Ste - Foy) .

ce qui est suffisant pour occasionner des problèmes d'alimentation, de traitement et/ou de distribution. Devant une telle situation, on est en droit de se poser des questions sur les besoins minima réels de la végétation.

2- LES BESOINS MINIMA EN EAU DES PELOUSES

L'usager peut décider d'arroser en fonction de ses habitudes, de sa disponibilité et de sa perception des besoins en eau de la végétation. Cependant, on peut fortement douter des capacités humaines à percevoir ces besoins en l'absence d'instrument de mesure ou de renseignement. C'est ainsi que l'on observe (Figure 2) une pointe de production attribuable à l'arrosage le 17 août 1974 alors que du 9 au 15 août il est tombé 113 mm d'eau.

En fait les besoins en eau de la végétation s'évaluent à partir du stock d'eau disponible dans la couche de sol que les racines pénètrent (30 à 40 cm dans le cas des pelouses). On considère que les conditions idéales pour la croissance sont obtenues lorsque le stock d'eau dans la zone des racines atteint la capacité de rétention de cette zone. A l'autre extrême, tant que ce stock d'eau est supérieur à la moitié de la capacité de rétention, on n'observe aucun flétrissement permanent, donc fatal, des plantes. Le stock d'eau S_j à la fin du jour j peut s'écrire:

$$S_j = S_{j-1} - ETR_j + P_j + A_j$$

où ETR_j représente l'évapotranspiration réelle au jour j (mm d'eau);

P_j l'eau infiltrée à la suite de précipitations (mm d'eau);

A_j l'eau infiltrée par arrosage (mm d'eau).

Ce bilan théorique attire les remarques suivantes:

. *évapotranspiration:*

L'évapotranspiration correspond à la quantité d'eau perdue par le sol et la végétation. Les conditions optimales de croissance sont obtenues lorsque le sol est capable de fournir la quantité d'eau que le système sol-plante peut céder à l'atmosphère (Massin, 1971). Compte tenu des difficultés inhérentes à la mesure de l'évapotranspiration réelle (ETR), il est d'usage d'employer plutôt l'évapotranspiration potentielle (ETP) que l'on peut calculer à partir des données météorologiques. Comme par ailleurs on a toujours:

$$ETP \geq ETR,$$

L'évaluation du stock S à partir de ETP conduit ainsi à une sous-estimation de S .

. *précipitations et arrosage:*

L'évaluation des quantités d'eau qui s'infiltrer dans le sol à la suite de ces deux apports constitue un problème d'hydrologie dont la solution complète requiert un travail qui, dans le cadre de ce projet, n'a pas été jugé compatible avec la nature des objectifs visés. Le stock S a ainsi été évalué en négligeant le ruissellement possible sur les surfaces des pelouses, ce qui conduit à une surestimation du stock d'eau.

Il demeure cependant possible d'évaluer quotidiennement les besoins en eau de la végétation en fonction de la capacité de rétention du sol, du stock d'eau de la veille, des précipitations et de l'évapotranspiration du jour calculée à partir des données météorologiques. C'est le type d'information que nous avons utilisé et diffusé au cours des deux campagnes d'été de 74 et de 75.

3- CAMPAGNES D'INFORMATION

Les campagnes d'information 74 et 75 visaient d'abord à réduire la consommation totale attribuée à l'arrosage en éliminant les cas où ce dernier ne correspond pas aux besoins réels des pelouses. Un autre objectif était d'éviter que l'arrosage se produise en période de pointes de demande horaire ou journalière.

Enfin une sensibilisation des usagers aux problèmes globaux de distribution et de consommation en eau était également souhaitée.

Les deux moyens d'action envisagés au cours des campagnes 74 et 75 découlaient donc de ces trois objectifs. Une conférence de presse, largement diffusée par les médias d'information locaux, a constitué le premier moyen. Elle a permis de fournir à l'utilisateur des renseignements sur le service d'eau à Sainte-Foy, sur la demande résidentielle en général et celle de l'arrosage en particulier, ainsi que sur les problèmes engendrés par la demande de pointe et enfin d'introduire le second moyen d'action sélectionné. En effet, à la suite de cette conférence de presse, une campagne quotidienne

d'information a été entreprise. C'est ainsi que les quatre (4) stations radiophoniques locales (CBV, CHRC, CJRP, CKCV) ont retransmis cinq (5) jours par semaine (de 17h à 18h surtout) des recommandations d'arrosage basées sur le modèle d'évaluation du stock d'eau décrit précédemment:

- dans le cas où le stock d'eau était suffisant, la recommandation était de ne pas arroser et ceci pendant un nombre de jours évalué d'après une évapotranspiration potentielle maximum;
- lorsque le stock d'eau était inférieur au seuil S établi à 70% de la capacité de rétention, deux cas pouvaient se présenter:
 - . une précipitation est prévue dans les 48 heures ou l'arrosage peut être reporté pour cette durée maximale (jusqu'au dimanche, par exemple): la recommandation est alors de ne pas arroser immédiatement en spécifiant la raison;
 - . aucune précipitation n'est prévue et il n'existe que peu de risques d'atteindre un niveau de demande inquiétant pour la production d'eau: la recommandation est alors d'arroser durant un nombre d'heures fonction d'un débit moyen de 4 GPM et d'une superficie de pelouse de 4000 pi².

On constate ainsi qu'une partie des recommandations est orientée vers la sensibilisation à l'arrosage en général alors que l'autre partie s'attache à déplacer ponctuellement la demande. Les résultats des campagnes 74 et 75 sont analysés ci-dessous.

4- RESULTATS OBTENUS

Les données de production journalière des étés 73, 74 et 75 sont analysées ici d'une part pour séparer la demande attribuable à l'arrosage et d'autre part pour évaluer l'effet des campagnes d'information.

4.1 Evaluation de la demande attribuable à l'arrosage

Cette évaluation est traditionnellement basée sur la différence entre production d'eau d'été et d'hiver. Cette méthode peut être remise en question à cause:

- . des variations de la population qui, dans le cas de Sainte-Foy, baisse au cours des fins de semaine de l'été (sorties et vacances à l'extérieur);
- . des modifications aux habitudes de consommation des usagers.

Aussi avons-nous préféré évaluer la production d'eau de base (sans arrosage) à partir des valeurs minima obtenues au cours de l'été. En fait, pour éliminer l'influence d'une erreur de mesure toujours possible, la production de base pour chaque jour de la semaine a été calculée d'après la moyenne des trois valeurs les plus faibles après avoir supprimé la plus petite. Les valeurs journalières de la production avec un minimum d'arrosage obtenues sont présentées au tableau 1, où l'on peut remarquer les points suivants:

Tableau 1: Production de base: moyennes journalières pour les mois de juillet, août et septembre (MGJ)

Année	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
1973	10.6	10.6	10.9	11.0	11.0	10.3	9.9
1974	9.2	8.8	9.0	8.7	9.1	8.8	8.2
1975	9.9	10.1	10.0	10.0	10.2	10.2	9.4

- . les variations entre les valeurs journalières sont faibles à l'exception du dimanche où la production baisse sensiblement;
- . il existe des variations d'une année à l'autre que les Services techniques de la Ville de Sainte-Foy ont expliquées par des travaux de réparation de fuites (1974) et par le branchement de nouveaux usagers (1975).

4.2 Comparaison des volumes d'eau totaux attribuables à l'arrosage

Après avoir enlevé les valeurs journalières de la production d'eau de base, les volumes totaux pour 73, 74 et 75 peuvent être comparés directement (tableau 2), mais il est cependant préférable de tenir compte des variations naturelles du stock d'eau dans le sol. A cette fin, on a établi pour chaque été la somme S_d des déficits potentiels journaliers:

$$S_d = \sum_{j=1}^n \delta(S_{lim} - S_j)$$

avec $A_j = 0$

S_j est le stock d'eau au jour j (sans arrosage)

S_{lim} la limite inférieure du stock établie à 70% de la capacité de rétention du sol

n le nombre total de jours de l'été

où $\delta = 0$ si $S_j \geq S_{lim}$

et $\delta = 1$ si $S_j < S_{lim}$

Tableau 2: Déficits potentiels (S_d) et volumes totaux attribués à l'arrosage pour les mois de juillet, août et septembre.

	S_d (mm d'eau)	Volume total attribué à l'arrosage (MG)	Arrosage conseillé (heures)
été 73	334	71.4	8 (simulées)
été 74	349	45.8	11.5
été 75	911	65.4	27.5

On remarquera que S_d correspond sur la figure 2 à l'aire comprise entre la courbe représentant le stock d'eau sans arrosage et le seuil d'arrosage S_{lim} .

Cette variable tient ainsi compte à la fois des précipitations et de l'évapotranspiration au cours de l'été et à la fois de la répartition dans le temps des précipitations (ou de l'existence de sécheresses prolongées). Les valeurs de S_d au cours des étés 73, 74 et 75 mettent en évidence (tableau 2) que si les deux premiers étés sont comparables, le dernier par contre a été nettement moins favorable. Si l'on fait l'hypothèse d'une relation linéaire entre S_d et l'arrosage, on constate alors une réduction de l'arrosage de l'ordre respectivement de 40 et 66% en 1974 et 1975 par rapport à 1973. Ceci établit clairement que le principal objectif visé a été atteint. Il reste cependant à analyser les productions de pointe qui peuvent occasionner les problèmes les plus aigus.

4.3 Comparaison des demandes de pointe attribuables à l'arrosage

Il faut tout d'abord reconnaître que si la population avait suivi au pied de la lettre les informations quotidiennes qui lui ont été transmises, les pointes de consommation auraient pu augmenter et aller ainsi à l'encontre des objectifs premiers de l'étude. Nous allons cependant voir que tel n'est pas le cas. De façon à tenir compte de l'influence des conditions météorologiques, nous étudierons pour chaque été la période sèche qui a entraîné la demande en arrosage la plus élevée, élimination faite des valeurs non représentatives dues à des travaux de réfection ou à des bris majeurs. C'est ainsi que pour 1973, 1974 et 1975, les périodes sèches sélectionnées sont d'une durée respective de 6, 9 et 16 jours. Dans chacun des cas, le stock d'eau S disponible au début de la période sèche est proche de sa valeur S_{lim} (figure 2) et les moyennes journalières

de l'évapotranspiration au cours des trois périodes sont peu différentes (figure 3). Si l'on compare au cours des trois périodes sèches l'évolution de la demande d'arrosage en fonction de l'évapotranspiration, on constate (figure 3):

- . une allure générale commune: on peut distinguer une période initiale où la demande d'arrosage est plus faible, puis une seconde partie pendant laquelle la demande se stabilise;
- . une nette diminution de la demande moyenne d'arrosage en 74 et 75: pour la seconde partie des périodes sèches, cette diminution s'établit respectivement à 50% et 75% par rapport à 1973 (Tableau 3);
- . les productions de pointe de chacune des périodes sèches démontrent également la même tendance: les pointes de production observées correspondent respectivement à 135%, 126% et 117% des niveaux de production sans arrosage définis précédemment.

On constate ainsi une diminution très nette des demandes de pointe attribuables à l'arrosage au cours des périodes sèches des étés 1974 et 1975, au cours desquels les campagnes d'information ont été menées. D'autres moyens peuvent cependant être mis en oeuvre pour atteindre les mêmes objectifs.

5- ALTERNATIVES

Outre les campagnes d'information, on peut aussi envisager la réduction de l'arrosage et des pointes de demandes correspondantes par règlement,

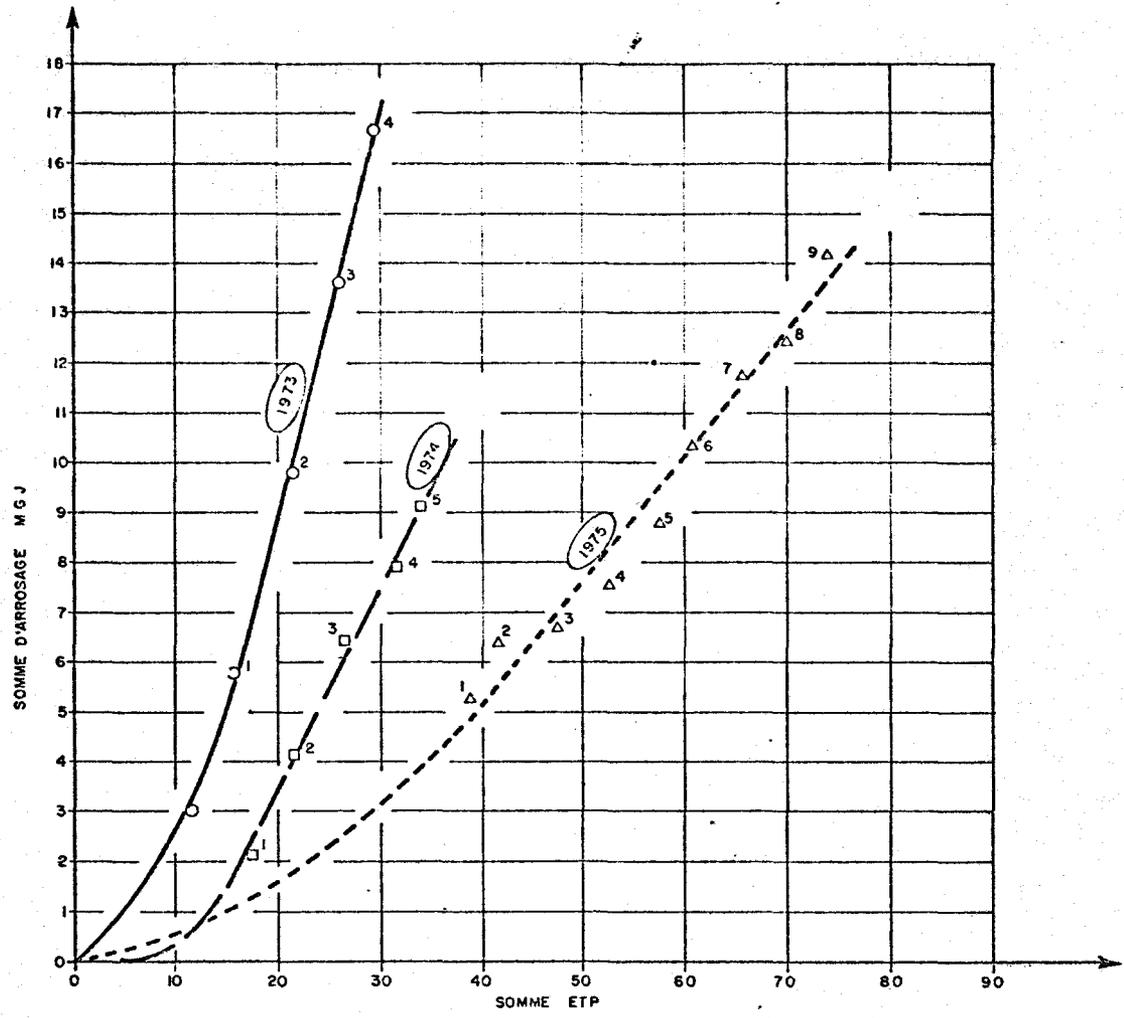


Fig. 3 a . Courbes de masse ETP et volume d'arrosage sur les périodes sèches comprenant les pointes maximum .

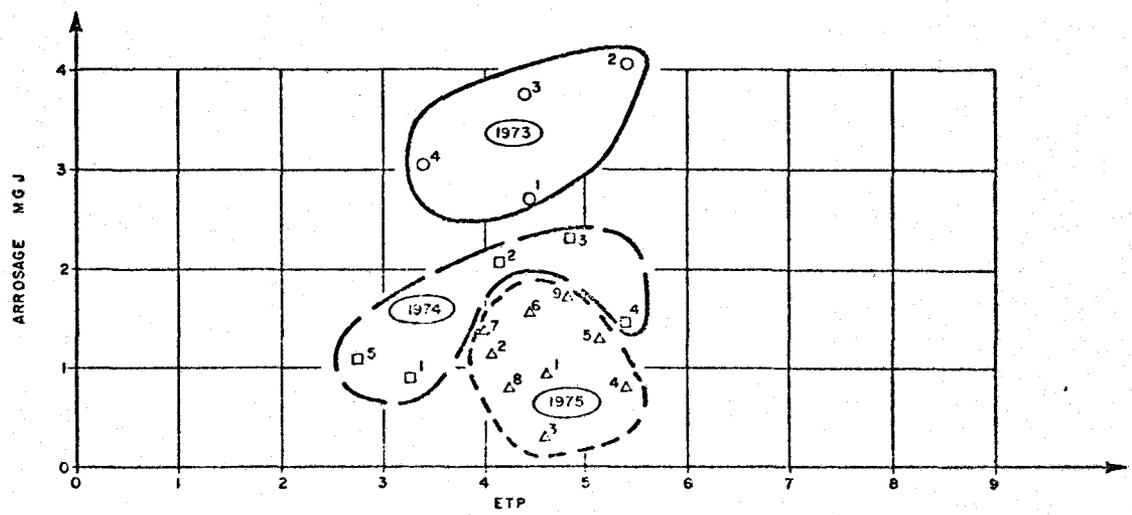


Fig. 3 b . Arrosage en fonction de ETP (la numérotation des points correspond à la partie linéaire des périodes sèches).

Tableau 3: Arrosage au cours des périodes sèches sélectionnées

	Evapotranspiration moyenne (mm d'eau)	Arrosage moyen (MGJ)	Durée totale de la période (jours)
Période 73	4.41	3.41	6
Période 74	4.29	1.73	9
Période 75	4.16	1.35	16

taxation ou contrôle de la pression.

a) Règlement:

Les autorités municipales peuvent décréter diverses mesures comme:

- . l'interdiction totale d'arroser par l'ensemble des usagers durant toute la période critique;
- . des interdictions partielles visant à modifier dans le temps et/ou dans l'espace les habitudes d'arrosage. On peut citer par exemple:
 - l'interdiction limitée à 5 jours/semaine,
 - l'interdiction pendant la période diurne,
 - l'arrosage autorisé les jours pairs (ou impairs) pour les résidents du côté de la rue où les numéros civiques sont pairs (ou impairs),
 - l'arrosage par quartier.

Il ne faut cependant pas oublier que de tels règlements ne sont efficaces que dans la mesure où l'on dispose des moyens pour les faire appliquer et qu'ils comportent toujours un aspect négatif auprès de la population. Enfin, il peut être souhaitable qu'une campagne d'information soit menée parallèlement.

b) Taxation:

Cet aspect est abordé très succinctement dans cet article. On rappelle ici qu'en matière de taxation, seule l'utilisation de compteurs permet

au compte de taxes de jouer un rôle dans le contrôle de la consommation. Il ne faut pas oublier non plus que dans ce cas, la structure de taxation a une grande importance. Linaweaver et al (1967), à la suite d'une étude couvrant diverses régions américaines, rapportent, pour la consommation de résidences unifamiliales, une demande d'arrosage nettement inférieure lorsque la tarification est basée sur des compteurs (tableau 4).

Hanke (1975) rapporte le cas de Fairfax County, Va. qui se propose d'implanter la structure de taxation suivante:

- relevés de compteurs et facturation trimestriels,
- taux de base de 60¢/1000 G dès le premier gallon et taxe de service de \$3 par trimestre,
- surtaxe de \$2/1000 G pour les volumes dépassant un seuil établi à 1.3 fois la consommation d'hiver.

En fait, la taxation d'après la demande de pointe est certainement appelée à se généraliser en période d'augmentation rapide des coûts de fonctionnement, de construction et de financement.

c) Contrôle de la pression:

C'est le contrôle que l'on retrouve de gré ou de force lors des périodes les plus critiques. On remarque cependant qu'il ne s'exerce pas de façon rationnelle puisque des usagers prioritaires (protection incendie, hôpitaux, etc...) risquent d'en souffrir plus que les pelouses.

Tableau 4: Demande en eau des résidences unifamiliales avec et sans compteur (USGPJ)

	Avec compteur	Sans compteur
Fuites	25	35
Utilisation domestique	247	236
Arrosage	<u>186</u>	<u>420</u>
Total	458	690
Maximum journalier	979	2354
Pointe horaire	2481	5171

Source: Linaweaver et al. (1967)

On en vient alors à envisager une approche basée sur:

- . l'établissement de priorités dans les utilisations: l'arrosage ainsi que les fuites figurant alors au dernier rang;
- . le contrôle en temps réel de la pression des différents secteurs du réseau de distribution en tenant compte des utilisations en cours et de leur priorité.

CONCLUSION

Si l'on accepte l'hypothèse qu'il n'est pas nécessaire d'essayer de fournir à tout prix et sans contrôle une demande de pointe sur la seule base des besoins en eau des usagers, on peut alors envisager plusieurs formes d'intervention.

Les campagnes d'information constituent un des moyens les plus simples pour réduire très sensiblement les volumes d'eau utilisée pour l'arrosage, tant en ce qui concerne le volume total au cours de l'été que la demande de pointe qui constitue l'élément le plus critique. Les conséquences sur l'alimentation, le traitement et la distribution se manifestent par une meilleure utilisation des structures existantes et des investissements qu'elles représentent et par une planification plus rationnelle de l'expansion des services d'eau municipaux.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme. - Reportage photographique, Ville de Sainte-Foy - Réservoir poste Plateau. *Eau Qué.*, 8(4): 57 (1975).

Comité AQTE Mise à jour. - Inventaire des équipements en eau des municipalités du Québec. Tome 1: Traitement de l'information, 132 p., 3 annexes. Tome 2: Analyse et recommandations, 37 p. (1974).
Association québécoise des Techniques de l'Eau, Montréal.

Demard H., Bobée B et Villeneuve J.P. - Analysis and management of water distribution systems. *Journal of the Urban Planning and Development Division, ASCE.* 101 (UP2): 167-182 (1975).

Hanke S.H. - Water rates: an assessment of current issues. - *J. Am. Water Works Assoc.*, 67(5): 215-219 (1975).

Linaweaver F.P. Jr., Geyer J.C., Wolff J.B. - A study of residential water use. *Department of Environmental Engineering Science, The John Hopkins University Press, Baltimore, Md* (1967).

Massin B. - Les déficits hydriques au Québec. *Publ. M.P. - 34. Ministère des Richesses naturelles Québec* (1971).

Trépanier P.O. - Granby a manqué d'eau...ou presque. *Eau Qué.*, 8(4): 9-10 (1975).