

UNIVERSITE DU QUEBEC

THESE

présentée

à

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (EAU)

comme exigence partielle

de la

maîtrise ès Sciences (eau)

par

Stuart Jack

B.A. (Géographie - Economique)

"LE SYSTEME EAU POTABLE ET
LA TAXATION DES USAGERS"

Mars 1977

A ma femme Heather.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent, tout particulièrement, à M. Hubert Demard, ingénieur et professeur à l'INRS-Eau, qui m'a soumis le sujet et dont la participation intellectuelle m'a été essentielle tout au long du travail; à mon correcteur interne, M. Yves Descôteaux économiste, avocat et professeur à l'INRS-Eau, pour ses conseils; à MM. René Leclerc, ingénieur du service de Protection de l'Environnement et A.P. Grima de l'Institute for Environmental Studies, University of Toronto, qui ont accepté d'être mes correcteurs externes; à M. Clément Bérubé, ingénieur en chef à la Ville de Ste-Foy, qui a participé à l'élaboration du sujet, en plus de nous avoir fourni les données financières de base; à M. Emile Gingras qui a aidé à l'indentification de ces données; aux gens de département de Génie de cette ville qui ont toujours accueilli favorablement nos demandes de renseignements; aux gens de la Division de l'Affectation du Ministère des Richesses Naturelles qui m'ont encouragé dans ce travail; à Mlle Sylvie Lafrenière pour la dactylographie du texte; à Mlles Angèle Bilodeau et

Diane Roy pour les dessins et, enfin, à tous ceux qui ont contribué, par leurs discussions ou leurs remarques, à l'acheminement de ce travail.

	<u>Page</u>
1.3.1.1	Conduites de rue..... 22
1.3.1.2	Conduites de secteur..... 23
1.3.1.3	Station de pompage..... 23
1.3.1.4	Réservoir..... 23
1.3.1.5	Conduites de transmission.. 24
1.3.1.6	Usine de traitement, conduite d'eau brute, station de pompage eau brute, prise d'eau..... 24
1.3.2	Attribution de la capacité du système..... 25
1.3.2.1	Conduites de rue..... 27
1.3.2.2	Conduites de secteur..... 29
1.3.2.3	Station de pompage..... 35
1.3.2.4	Réservoir..... 40
1.3.2.5	Conduite de transmission... 43
1.3.2.6	Usine de traitement..... 47
1.3.2.7	Prise d'eau, poste de surpression, conduite d'eau brute..... 49
1.3.3	Influence des fuites..... 54
1.3.4	Résumé..... 67
2.	L'ANALYSE DES COUTS ET LA TARIFICATION..... 76
2.1	Introduction..... 76

	<u>Page</u>
2.2 Détermination des coûts.....	76
2.2.1 Le contexte actuel de comptabilité municipale.....	77
2.2.1.1 Coûts moyens historiques....	77
2.2.1.2 Identification de la respon- sabilité financière des ser- vices.....	78
2.2.1.3 Financement temporaire.....	80
2.2.2 Analyse des coûts, première étape de la taxation.....	81
2.2.2.1 Eau en milieu urbain, servi- ce public.....	81
2.2.2.2 Coût marginal.....	83
2.2.2.2.1 Le mécanisme d'a- justement du prix	83
2.2.2.2.2 Le rôle du coût marginal dans l'expansion de la demande.....	87
2.2.2.2.3 La situation à long terme.....	89
2.3 La taxation du service eau, théorie et pra- tique.....	92
2.3.1 Principes de taxation.....	93
2.3.1.1 Rendement.....	93
2.3.1.2 Équité.....	94
2.3.1.3 Contrôle de l'utilisation...	94

	<u>Page</u>
2,3,1.4	Autres principes..... 95
2.3.2	Politiques courantes de taxation..... 96
2.3.2.1	Mode de taxation..... 98
2.3.2.1.1	Taxe foncière..... 99
2.3.2.1.2	Compteurs (tarif au gallon)..... 102
2.3.2.1.3	Taxe de secteur.... 104
2.3.2.2	Structure tarifaire..... 105
2.3.2.3	Taxe pour la protection-incendie..... 112
2.3.3	Taxation et outils de gestion de la demande..... 114
2.3.3.1	Elasticité de la demande moyenne..... 114
2.3.3.2	Elasticité de la demande d'arrosage..... 115
2.3.3.3	Autres outils de gestion..... 118
3.	TARIFICATION PROPOSEE..... 123
3.1	Dépenses totales..... 123
3.1.1	Base de calcul..... 123
3.1.2	Dépenses d'investissement..... 124
3.1.3	Dépenses de fonctionnement..... 129
3.2	Tarifification proposée..... 137
3.2.1	Charge fixe et tarif au gallon..... 137

	<u>Page</u>
3.2.2 Charge fixe.....	138
3.2.3 Tarif au gallon.....	139
3.2.4 Surtaxe d'arrosage.....	139
3.2.5 Taxe de protection-incendie.....	140
3.2.6 Surtaxe de fuites.....	140
3.2.7 Surtaxe de capacité inutilisée.....	141
3.2.8 Structure tarifaire.....	142
3.3 Limites à la généralisation.....	145
CONCLUSION.....	148
APPENDICE A.....	150
APPENDICE B.....	159
APPENDICE C.....	162
BIBLIOGRAPHIE.....	170

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
1. Réseaux étagés de la ville de Ste-Foy.....	4
2. Réseaux d'aqueducs Plateau.....	5
3. Schématisation du réseau Plateau.....	6
4. Demandes des centres d'achats.....	17
5. Schéma de la conduite de transmission.....	45
6. Coût moyen dégressif.....	84
7. Coût moyen minimum.....	84
8. Coût moyen progressif.....	84
9. Conditions de coût à long terme.....	90
A-1 Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées rela- tives aux habitations unifamiliales.....	151
A-2 Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées rela- tives aux habitations duplexes.....	152
A-3 Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées rela- tives aux habitations de 6 logements.....	153

A-4	Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées relatives aux habitations de 18, 24, 21 logements.....	154
A-5	Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations unifamiliales...	155
A-6	Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations duplexes.....	156
A-7	Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations de 6 logements..	157
A-8	Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations de 18, 24, 41 logements.....	158

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
1. Demande résidentielle: valeurs moyennes et coefficients de pointe.....	10
2. Demandes spécifiques moyennes et maximum	12
3. Demande commerciale et institutionnelle.....	15
4. Caractéristiques de la demande par groupe d'usagers.....	18
5. Détails de la demande des usagers commerciaux et institutionnels.....	19
6. Coûts d'achat et de pose de conduites.....	26
7. Attribution de la capacité des conduites de rue (méthode marginale).....	28
8. Répartition de la capacité des conduites de rue (méthode linéaire).....	30
9. Caractéristiques de la demande par groupe d'usagers et par sous-secteur.....	31
10. Détail de l'utilisation des conduites de secteur..	33
11. Attribution de la capacité des conduites de secteur suivant la nature de la demande.....	34
12. Attribution de la capacité des conduites de secteur suivant les groupes d'usagers.....	36

	<u>Page</u>
13. Attribution de la capacité de pompage aux divers groupes d'usagers.....	39
14. Attribution de la capacité du réservoir.....	42
15. Attribution de la capacité de la conduite de transmission (méthode marginale).....	46
16. Répartition de la capacité de l'usine de traitement en fonction des caractéristiques de la demande.....	50
17. Attribution de la capacité de l'usine de traitement aux divers usagers.....	51
18. Répartition des coûts de capacité de la prise d'eau, de la station de pompage, de la conduite d'eau brute en fonction des caractéristiques de la demande.....	52
19. Attribution des coûts de capacité de la prise d'eau, de la station de pompage, de la conduite d'eau brute pour les divers usagers.....	53
20. Influence des fuites sur le design et l'attribution de la capacité des conduites de secteur.....	58
21. Influence des fuites sur le design et l'attribution de la capacité des conduites de secteur: exemple pratique.....	59

	<u>Page</u>
22. Influence des fuites sur le design de la station de pompage.....	62
23. Influence des fuites sur l'attribution de la capacité de la station de pompage.....	63
24. Influence des fuites sur la capacité de design du réservoir.....	64
25. Répartition des coûts de capacité aux différentes caractéristiques de l'utilisation de l'eau..	68
26. Répartition des coûts de capacité aux usagers en fonction des composantes du système.....	73
27. Répartition des coûts de capacité aux usagers en fonction des caractéristiques d'utilisation.....	74
28. Sommaire des coûts d'investissement et du fonctionnement pour la période 1971 à 1975.....	125
29. Attribution des coûts dans les conduites de Ste-Foy.....	128
30. Analyse de coût par composante dans le budget 1975.....	131
31. Tarif au gallon.....	143
32. Taxe foncière d'incendie.....	144
A-1 Débit instantané pour la demande de base.....	161

	<u>Page</u>
A-2 Classification des commerces et des institutions par système de protection-incendie.....	163
A-3 Calcul du nombre de compteurs dans le Plateau par rapport au total Ste-Foy.....	167
A-4 Sommaire des indices relatifs aux composantes.....	168
A-5 Tarification des usagers du secteur Plateau (basée sur les coûts 1975).....	169

SOMMAIRE

1. LA PORTEE DE CETTE ETUDE

L'établissement des structures tarifaires a jusqu'ici été limité par l'impossibilité de répartir les coûts qui sont communs à tous les usagers. Cette limitation elle-même s'explique par le manque de données sur la demande dans le contexte du dimensionnement et de l'opération du système eau.

Ainsi, la première étape de cette analyse est l'établissement des caractéristiques de la demande d'usagers et l'attribution à ces groupes de la capacité puis des coûts de remplacement des différentes composantes du système. Par la suite, il reste à attribuer sur le même principe les coûts d'opération et d'entretien et à établir le système de tarification. L'originalité de cette approche repose dans l'intégration des résultats de différentes analyses pour aboutir à un système spécifique.

2. L'ANALYSE DE LA DEMANDE

Au coeur de l'analyse de l'usage de l'eau en milieu urbain est l'identification de la capacité requise pour chaque demande de l'utilisateur dans chaque composante du sys-

tème. La demande de l'utilisateur est définie sur différentes périodes de temps: journalière moyenne et pointe journalière, horaire et instantanée. En même temps, les catégories résidentielles et commerciales sont définies par les caractéristiques de leur demande. Lorsque cela s'avère possible, les coefficients d'amortissement sont employés pour tenir compte de la non-simultanéité des demandes individuelles de pointe dans le système. Les coûts associés aux équipements sont répartis aux usagers selon la capacité requise dans chaque composante pour chacune de leurs demandes.

L'emploi du terme "capacité requise" doit être précisé puisqu'en plus de la capacité nécessaire pour les demandes actuelles des usagers (demandes domestiques et d'arrosage), il comprend également les capacités requises pour les demandes potentielles (demande d'incendie) et indirecte (pertes dans le réseau). Ces deux (2) derniers sont alloués, d'un côté, d'après le surplus de pression requise pour certains systèmes de protection incendie ainsi que suivant la pression normale d'opération dans le système.

Une deuxième considération dans l'emploi du terme "capacité requise" doit être la distinction entre la capacité actuelle des composantes conçues selon les normes d'incen-

die (basées sur l'addition de la demande incendie et la demande journalière maximale) et la capacité réelle requise pour combler les trois (3) types de demande déjà définis ci-dessus.

La capacité dans les différentes composantes est attribuée aux usagers par la méthode linéaire et aux demandes des usagers selon la méthode marginale. Tandis que tous les usagers sont considérés sur un pied d'égalité, une seule demande est considérée comme la raison d'être ("la demande de base") de la composante en question. Les capacités requises, pour combler d'autres demandes, s'ajoutent à la première.

Cette étude distingue entre les demandes dont la réduction pourrait amener à une économie réelle dans la construction du système et celles dont la réduction amène simplement un transfert de capacité à une autre demande existante.

Un indice de coûts de remplacement sert à allouer la capacité aux demandes des usagers. Cet indice nous permet de comparer les capacités de différentes composantes.

2.2 L'analyse budgétaire

Les budgets du service d'eau de la ville de Ste-Foy, sont analysés sur la période 1971 à 1975. Une méthode analogue à celle de Patterson (1962) est employée pour identifier les coûts parmi les catégories suivantes: d'immobilisation, d'opération et d'entretien, de service à l'abonné. Compte tenu des poussées inflationnaires actuelles, seule la dernière année budgétaire est retenue comme l'équivalent de coûts marginaux à court terme.

2.3 La structure de taxation

En fonction de trois (3) principes de taxation (le rendement, l'équité et le contrôle de l'utilisation), la structure tarifaire suivante est établie:

- un tarif au gallon, sans allocation minimale, correspondant au principe "bénéficiaire-payeur". Ce tarif, qui couvre les immobilisations du système, comprend deux (2) éléments, le premier pour l'usage domestique et le deuxième pour l'arrosage (Griffith 1975);
- une surtaxe au pied de façade est appliquée aux lots non bâtis ou ceux non-conformes aux règlements de zonage dans le but de rembourser le coût du service de ces lots;

- une taxe foncière spéciale est employée pour récupérer les coûts associés à la protection-incendie.

Cette taxe est composée de trois (3) éléments suivants:

- a) une taxe de capacité pour récupérer les coûts d'immobilisation;
- b) une taxe du service incendie pour récupérer les coûts d'opération et d'entretien de l'équipement;
- c) une taxe de surpression pour récupérer les coûts attribuables à l'excès de pression nécessaire à la protection-incendie dans les bâtisses équipées de gicleurs mais non-munies de réservoir.

2.4 La structure tarifaire

L'examen de la structure de taxation et des résultats de l'analyse budgétaire 1975 nous amène à une structure tarifaire spécifique aux différentes catégories d'usagers. Puisque la structure tarifaire a une influence sur la demande des usagers - en particulier sur les demandes domestique et d'arrosage - il faut prévoir une période d'ajustement itératif de tarifs afin d'assurer la stabilité financière.

3. LES RESULTATS DE L'ANALYSE DE LA DEMANDE

Parmi les principales conclusions tirées sur la répartition des coûts de composantes parmi les demandes des usagers, on cite:

- le faible pourcentage (11%) des immobilisations attribuable à la demande incendie. Ceci s'explique par l'emploi de la méthode marginale (qui alloue la dernière tranche de la capacité à cette demande) et par la présence d'un réservoir local important;
- le pourcentage élevé (26%) attribuable aux pertes. Ce dernier serait encore plus élevé sans l'emploi de méthode marginale. La réduction de cette demande amènerait de véritables économies dans la construction du système - en particulier pour les composantes de la production;
- les 17% des immobilisations allouées à la demande domestique instantanée. Toutefois, son importance ne doit pas être surestimée, puisque sa réduction n'amènerait aucune économie réelle;
- le faible (6%) pourcentage alloué à la demande horaire maximale. Ceci s'explique par le fait que les composantes, pour lesquelles cette demande est importante, ne représentent qu'un faible pourcentage des coûts totaux;

- les demandes journalières moyennes et de pointe prennent un peu plus qu'un tiers (34%) de l'investissement. Ce pourcentage correspond à l'idée généralement admise;
- la demande d'arrosage représente 6% des immobilisations attribuables à la demande journalière. Son importance serait plus grande, si la capacité réservée pour la demande incendie n'était pas utilisée pendant les périodes d'arrosage. En dépit de ce faible pourcentage, la demande d'arrosage est à l'origine de graves problèmes d'opération du système lors des périodes de pointe;
- le faible pourcentage des immobilisations attribuable aux commerces (21%) en comparaison avec les résidences (29%), malgré le caractère commercial du secteur le Plateau (43% de la demande moyenne journalière). De plus, la moitié des immobilisations de la catégorie commerciale est attribuable à la demande incendie. Selon l'idée généralement admise, les résidences coûtent plus cher à desservir que les autres usagers à cause des coûts élevés des équipements locaux nécessaires;
- un partage presque égal des coûts entre les composantes de production (45%) et celles de distribution (55%).

4. CONCLUSIONS

Il a été possible de développer une structure tarifaire qui tienne compte des variations dans les demandes de différents usagers. Les coûts, qui étaient classifiés comme "communs" auparavant, sont alloués selon les caractéristiques de la demande. Un tarif au gallon et une taxe foncière spéciale pour la protection-incendie servent de base de la structure tarifaire proposée.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, les institutions municipales de la province éprouvent des difficultés financières croissantes. Cette situation a été examinée à maintes reprises (dont Castonguay en 1976), mais force est de constater, à l'heure actuelle, la nécessité d'établir rapidement une politique financière municipale cohérente. Le cas de l'eau potable est, en apparence, un des plus simples, puisqu'il est possible d'évaluer avec précision une importante partie du service fourni. Notre travail, qui s'inscrit dans ce type de démarche, consiste à relier les caractéristiques de la demande des divers usagers aux coûts de fonctionnement et d'investissements des composantes requises dans l'ensemble du système (alimentation, traitement, distribution). Par la suite, la taxation par compteur est envisagée en considérant divers principes et leurs applications. Finalement, une structure tarifaire complète, comprenant aussi une taxe pour la protection-incendie et une surtaxe pour l'arrosage, est proposée pour une partie de la ville de Sainte-Foy.

CHAPITRE 1

LA DEMANDE EN EAU ET LE RESEAU DE DISTRIBUTION

1.1 Introduction

Le design des réseaux de distribution est traditionnellement basé sur des normes de demande moyenne annuelle et de demande journalière maximum (AWWA cité par Adams 1969). Par ailleurs, il existe aussi des normes pour la demande en cas d'incendie (C.U.A.). (1)

Depuis les années 60, un retour à la définition et à la vérification de ces normes est en cours grâce à des études sur la demande résidentielle (Linaweaver et al 1967) et sur la demande commerciale et institutionnelle (Hittman Associates 1969).

Nous nous proposons d'utiliser toutes les données disponibles pour l'évaluation de la demande afin d'établir, dans un cas particulier, l'utilité des diverses composantes d'un réseau et de déterminer la responsabilité de chaque groupe d'utilisateurs et de chaque utilisateur dans les coûts du réseau.

1. Canadian Underwriters Association.

On distingue traditionnellement les éléments de réseaux suivants:

- Production: Prise d'eau, amenée d'eau brute et pompage et traitement
- Transmission: Conduites maîtresses
- Distribution: Conduites de secteur \emptyset 10" à 16"
Conduites de rue $\emptyset \leq 8"$
- Stockage: Réservoirs et postes de pompage

Ces éléments seront analysés dans le cas du secteur "Plateau" de Ste-Foy. Ce secteur est caractérisé par son élévation uniforme et supérieure au reste de la ville. Il s'étend sur 943 acres et comprend une population de 15,300 personnes, ainsi que le centre-ville commercial (C.V.C.) appelé à se développer rapidement (figure 1).

On retrouve sur les figures 2 et 3, le plan des infrastructures d'aqueducs de ce secteur, y compris un réservoir et une station de pompage construits récemment pour couvrir principalement les besoins de protection-incendie.

1.2 Analyse de la demande en eau

Pour les fins de l'étude, on distingue, pour un type d'usagers, la demande d'un de ces usagers et celle d'un

FIGURE I

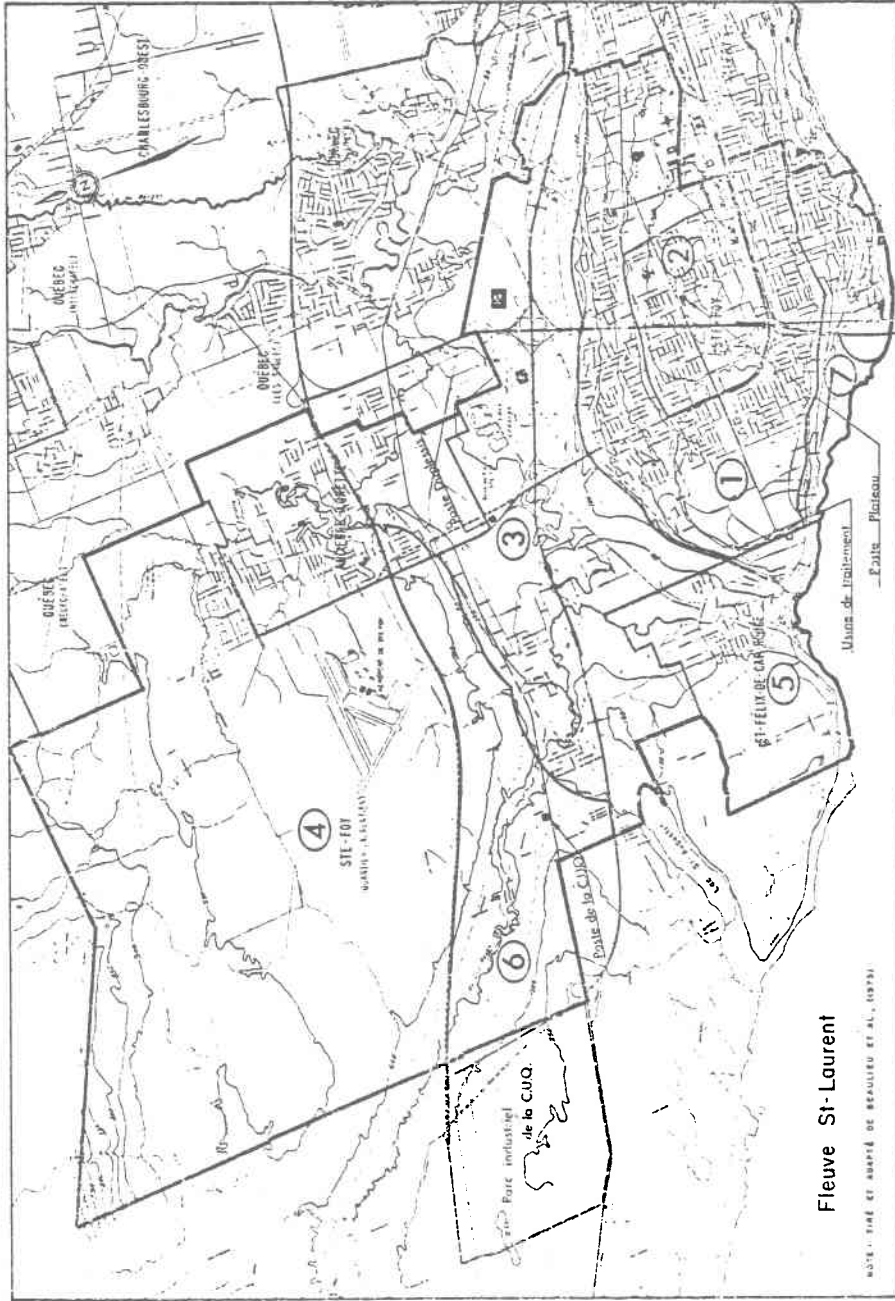


FIGURE I
RÉSEAUX ÉTAGÉS DE LA VILLE DE STE-FOY

- 1 RÉSEAU MÉDIAN (POMPÉ DE L'USINE)
 2 RÉSEAU PLATEAU (POMPÉ DU POSTE PLATEAU)
 3 SECTEUR ALIMENTÉ PAR GRAVITÉ
 4 QUARTIER LAURENTIEN, VILLE ANCIENNE - LAURÉITE (POMPÉ DU POSTE DUPLESSIS)
 5 CAP-ROUGE (POMPÉ DE L'USINE)
 6 PARC INDUSTRIEL C.U.Q. QUARTIER LAURENTIEN (POMPÉ DU POSTE C.U.Q.)
 7 RÉSEAU CONTRÔLÉ (RÉDUCTEUR PRESSION)
 LIMITES MUNICIPALES
 LIMITE DU SECTEUR
 COURBE DE NIVEAU

Fleuve St-Laurent

NOTE: TRACÉ ET ADAPTÉ DE BEAULIEU ET AL., (1973)

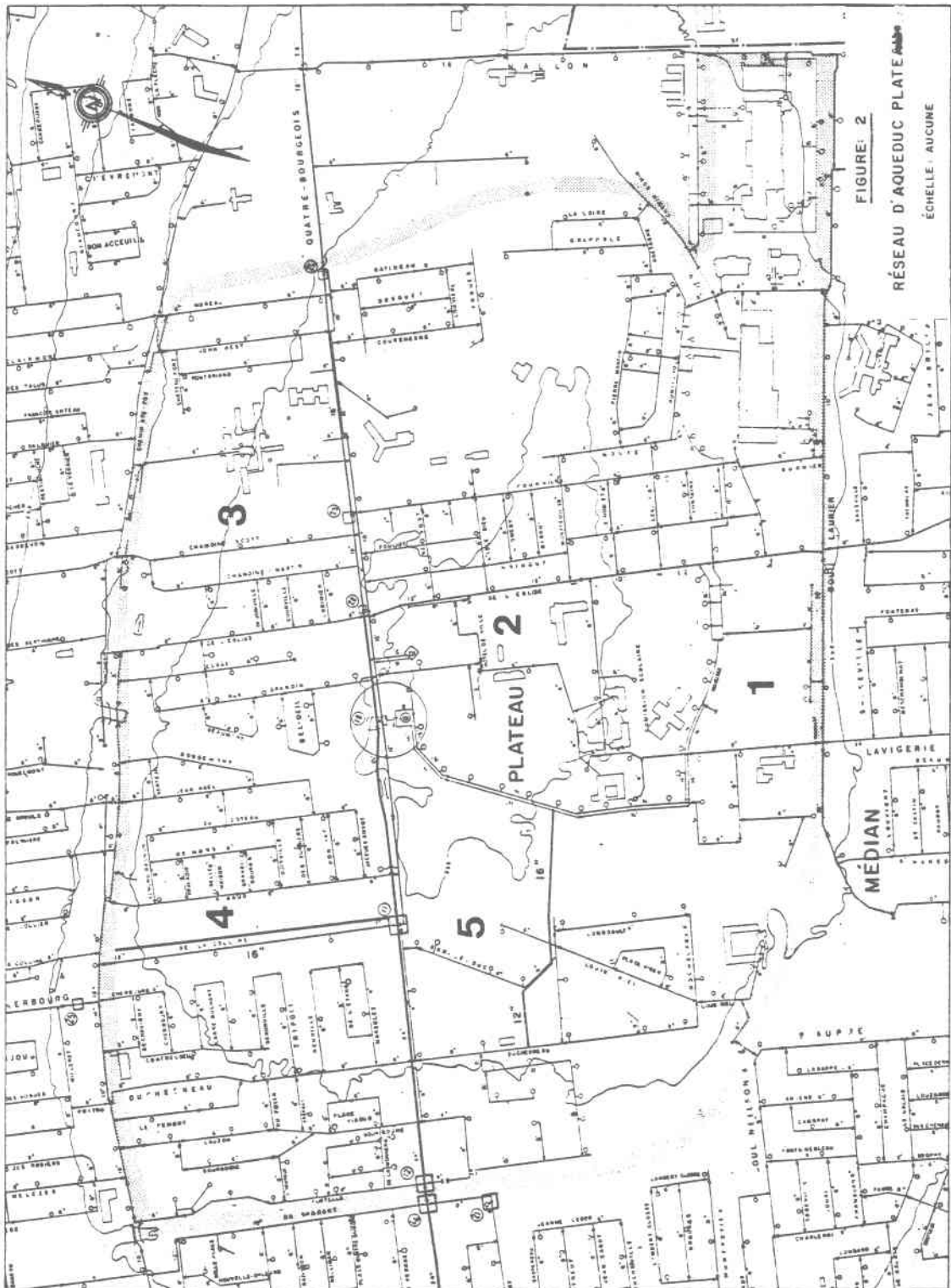


FIGURE 2
 RÉSEAU D'AQUEDUC PLATEAU
 ÉCHELLE : AUCUNE

NOTE: EXTRAIT DU RAPPORT DE BEAULIEU & AL., (1973)

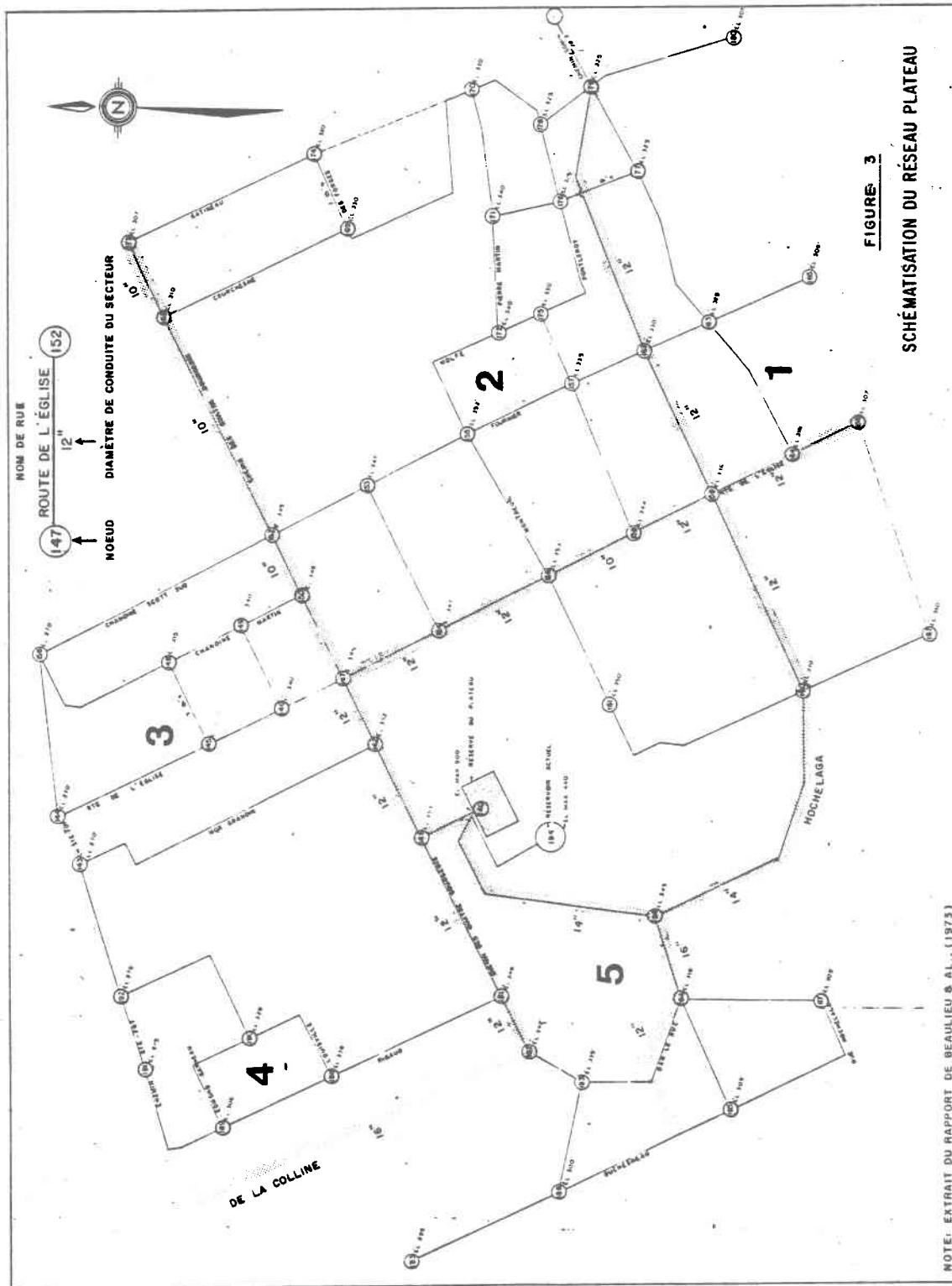


FIGURE 3
SCHEMATISATION DU RESEAU PLATEAU

ensemble d'usagers de même type.

1.2.1 Définition des termes

1.2.1.1 Demande d'un usager

On doit considérer la demande moyenne annuelle (\bar{Q}_{an}), la demande horaire maximum ($Q_j \text{ max}$) et la demande instantanée maximum ($Q_i \text{ max}$). Pour les usagers résidentiels, on considèrera la demande sans arrosage (indice sa), et la demande avec arrosage (indice a). On utilisera aussi la demande de protection-incendie ($Q \text{ inc}$).

Pour chacune des bases de temps considéré (jour, heure, valeur instantanée), des coefficients de pointe (C) se référant à la demande moyenne annuelle seront utilisés.

1.2.1.2 Demande d'un ensemble d'usagers

Pour un ensemble de n usagers on a :

$$\bar{Q}_{an} = \sum_{i=1}^n \bar{Q}_{an}^i$$

où \bar{Q}_{an}^i est la demande annuelle moyenne de chacun des usagers i

\bar{Q}_{an}^n est la demande annuelle totale des n usagers.

Cependant, les pointes journalière, horaire, instantanée ne se superposent pas. On introduit alors des coefficients d'amortissement C_a pour chacune de ces bases de temps, par exemple:

$$Q_h^n \max = C_{ah} \sum_{i=1}^n Q_h^i \max$$

où $Q_h^n \max$ est la demande de pointe horaire des n usagers

et $Q_h^i \max$ est la demande de pointe horaire de chaque usager i

Lorsque nécessaire, on introduira les demandes spécifiques (Q_s) correspondantes, pour une utilisation du sol donnée, à la demande par unité de surface (acre par exemple).

1.2.2 Demande résidentielle

En fonction des travaux en cours à l'INRS-Eau (Demard et al., 1977), on a distingué les résidences unifamiliales, les duplex et les résidences multifa-

miliales. Les résultats de cette étude seront présentés à plusieurs reprises au cours de notre travail et les autres références y seront seulement mentionnées. On trouve les courbes de demande des catégories résidentielles dans l'appendice 1.

1.2.2.1 Demande d'une résidence

Les demandes moyennes annuelles et les coefficients de pointe journalière, horaire et instantanée sont présentés pour chacun des trois types de résidence au tableau 1 en spécifiant l'influence de l'arrosage. On notera que pour les résidences multifamiliales, les valeurs des moyennes et des coefficients de pointe sont inférieures à celles des résidences unifamiliales. Ceci s'explique par l'influence implicite des coefficients d'amortissement.

1.2.2.2 Demande d'un ensemble de résidences

Il faudrait disposer des relations

$$C_a = f(n)$$

pour chacune des bases de temps. Ces résultats n'étant pas disponibles à l'heure actuelle, nous avons utilisé les résultats de diverses référen-

TABLEAU 1

Demande résidentielle: Valeurs moyennes et coefficients de pointe

Type de résidence	Demande moyenne* \bar{Q}_{an}	Coefficient de pointe					
		Avec arrosage†			Sans arrosage		
		C j max a	C h max a	C j max sa	C h max sa	C j max sa	C h max sa
Unifamiliale	200	6.2	20.6	2.0	6.1		
Duplex	140	6.0	13.9	1.7	4.5		
Multifamiliale	110			1.7	3.4		

* En gallons par jour et par logement

† Incluant remplissage de piscine, lavage de l'auto, etc....

ces (Bleu 1965, Wolff 1957, Demard et Mascolo 1970, Demard et al., 1977).

Pour faciliter la généralisation, on retrouvera dans le tableau 2, les résultats en termes de demande spécifique d'après les densités moyennes d'habitation à Ste-Foy.

Le coefficient d'amortissement pour l'arrosage s'interprète comme suit:

- Au jour de demande maximum pour l'ensemble de la ville, environ 50% des résidences unifamiliales arrosent;
- Pendant la période de pointe (de 19 à 21 hre) de cette journée, environ le quart des résidences arrosent.

Ces résultats proviennent d'une étude non publiée réalisée à Ste-Foy par Demard qui a fait ressortir également que l'arrosage moyen utilise 240 gallons à l'heure pendant deux (2) heures.

TABLEAU 2

Demandes spécifiques moyennes et maximums (G/mn - acre)

Type de résidence	Demande spécifique moyenne annuelle San	Demande maximum						
		Sans arrosage			Avec arrosage			
		journalière		horaire	journalière		horaire	
		Ca	S j max sa	Ca	S h max sa	Ca	S j max a	
Unifamilial	.56	.68	.4	1.38	.5	2.06	.25	4.58
Duplex	.67	.79	.46	1.40	.5	2.42	.25	3.47
Multifamilial	2.35	3.20	.5	4.11				

Puisque les résultats de Wolff n'ont pu être vérifiés à l'heure actuelle, il y aura lieu de corriger les coefficients d'amortissement, sitôt connus ceux de Demard et al..

L'examen du tableau 1 fait ressortir l'importance de la demande d'arrosage en ce qui concerne les pointes journalières et horaires et ce, bien que la demande annuelle ne représente que 7G/JP. Par ailleurs, la sensibilité de ces résultats aux coefficients d'amortissement est évidente. Il est difficilement compréhensible que des paramètres de cette importance n'aient pas fait l'objet de travaux particuliers.

1.2.3 Demande commerciale et institutionnelle

Cette demande est actuellement beaucoup moins bien connue que celle des résidences. Le seul travail d'envergure est celui de Hittman Associates à la suite de mesures réalisées en 1963 à Baltimore et de 1963 à 1967 dans l'Illinois. Ne connaissant pas, à priori,

la validité de ces résultats, nous avons tenté de les vérifier à Ste-Foy. Nous avons ainsi réalisé une campagne intensive d'une durée d'un mois, campagne pendant laquelle des lectures de compteurs ont été faites dans un hôpital, un hôtel, un immeuble à bureaux, un supermarché, un centre d'achat de taille moyenne et un centre d'achat régional. La comparaison de nos résultats avec ceux de Hittman (tableau 3) renforce la validité de ces derniers. Nous avons, par la suite, utilisé nos propres résultats et ceux de Hittman pour les types d'usagers pour lesquels nous n'avons aucune donnée.

Quant aux petits commerces, dont le rayon d'action est limité au voisinage, leur nombre et leur importance ne justifient pas une étude particulière. En première approximation, nous avons considéré que leur demande correspond à celle d'un appartement.

La définition de coefficients d'amortissement pour l'ensemble des usagers commerciaux et institutionnels ne nous a pas semblé utile puisqu'ils opèrent principalement sur la base de l'horaire de travail

TABLEAU 3

Demande commerciale et institutionnelle

Usager	paramètre		demande spécifique*					
	nature	valœur pi ²	San	Sjmax	Shmax	San	Sjmax	Shmax
<u>Vente détail</u>								
-centre achat moyen	} superficie pi. ²	13500	.364	.408	.623	} .088	.128	.226
-supermarché		42000	.102	.131	.171			
-centre achat partie régionale		130000	.022	.024	.055			
		223600	.071	.111	.296			
		817000	.135	.233	.322			
<u>Edifice à bureau</u>								
-Hôtel de ville de Ste-Foy	superficie pi. ²	173500	.087	.119	.456	.077	.144	.433
<u>Hopital</u>								
-CHUL	nombre de lits	334	310	403	806	288	459	759
<u>Hôtel</u>								
-Auberge des Gouverneurs	superficie pi. ²	132800	.168	.205	.436	.213	.245	.361

*en G/J unité du paramètre

9h-17h (à l'exception des hôtels), Nous avons donc considéré la superposition parfaite des demandes de pointe horaire (ce qui est justifié pour la pointe du matin) et également journalière ce qui, dans le dernier cas, est discutable (figure 4).

1.2.4 Ensemble de la demande des usagers

Compte tenu de la superficie occupée par chaque groupe d'usagers, il est possible de calculer les caractéristiques de leur demande (tableau 4). Le détail des commerces et institutions du secteur est fourni par le tableau 5.

On notera l'importance de la demande commerciale et institutionnelle pour le secteur étudié, demande qui dépasse celle des résidences en période d'arrosage, bien qu'étant cependant moins variable en fonction du temps. De plus, la demande des résidences unifamiliales, bien qu'étant en moyenne inférieure à celle des résidences multifamiliales, la dépasse largement en période d'arrosage.

TABLEAU 4

Caractéristiques de la demande par groupe d'usagers *

Usagers	\bar{Q} an	Q j max sa	Q j max a	Q h max sa	Q h max a
Résidences unifamiliales	166	201	610	409	1357
Duplexes	11	13	39	22	56
Résidences multifamiliales	354	482	482	619	619
Petits commerces	8	11	11	14	14
Commerces et institutions	411	641	641	1626	1626

* En G/m

TABLEAU 5

Détails de la demande des usagers commerciaux et institutionnels

Usager	Paramètre		Coefficient Hittman*				Demande**		
	Nature (unités)	Valeur (acres)	\bar{Q}_{an}	Q_j max	Q_h max	Q_{an}	Q_j max	Q_h max	
Centre achat moyen	Acre	6.3	11.01	12.34	18.85	69	78	119	
Centre achat régional	Acre	40.7	2.15	3.36	8.95	88	137	364	
Restaurants	Nb. sièges	1,874	.02†	.05	.10	37	94	187	
Hôtels	Acre	10.7	5.08	6.20	13.19	54	66	141	
Edifice à bureaux	Acre	13.6	2.63	3.60	13.80	36	49	188	
Centre médical	Acre	.6	15.58	41.81	125.17	9	25	75	
Hôpital	Nb. lits	449	.22	.28	.56	99	126	251	
Ecole primaire	Nb. étudiants	1,442	.002	.004	.023	3	6	33	
Ecole secondaire	Nb. étudiants	5,407	.005	.001	.049	27	59	265	
						422†	640†	1,623†	

* Les différences dans les totaux avec le tableau 4, sont dues à l'arrondissement de coefficients

** GI/mn. unité

** GI/mn

1.2.5 Fuites

L'évaluation de la demande en eau, correspondant aux fuites dans le réseau, ne peut être faite que par comparaison entre les débits entrant dans le réseau et la somme des évaluations de la demande des usagers. Pour un secteur donné, les fuites varient en théorie en fonction de la pression de la façon suivante:

$$Q_f = k P^{\frac{1}{2}}$$

où Q_f est le débit de fuite

k un coefficient dépendant de l'état du réseau

P une valeur de pression représentative pour le réseau

1.2.6 Demande de protection-incendie

Cette demande se caractérise par son aspect potentiel plus que par le volume annuel d'eau qu'elle utilise. Elle intervient cependant de façon évidente dans le "dimensionnement" des réseaux. Les normes C.U.A. établissent le débit minimum pour les secteurs résidentiels unifamiliaux de 420 à 840 G/mn pour une durée de 2 à 4 heures. Pour les secteurs multifamiliaux, le

débit à assurer est de 1,200 à 2,500 G/mn et lorsque la densité est très forte, il doit être de 5,000 G/mn.

1.3 Analyse du réseau de distribution

La fonction initiale du réseau de distribution consiste à délivrer à l'utilisateur les volumes d'eau qu'il requiert à une pression compatible avec son utilisation. Les utilisations sont cependant de divers types et, vis-à-vis de la fonction du réseau, on peut distinguer, d'une part l'arrosage et la protection-incendie et, d'autre part, l'ensemble des autres usages. Cette distinction est basée sur:

- a) La valeur marginale de l'eau d'arrosage et son utilisation limitée à certaines résidences;
- b) Les différences marquées entre les besoins de protection-incendie des divers groupes d'utilisateurs;
- c) L'importance des pointes générées tant par la lutte contre l'incendie que par l'arrosage.

Nous considérons donc ces deux usages comme "spéciaux", les autres constituant la "base". On remarquera qu'il s'agit là d'une définition qui diffère sensiblement de la tra-

dition qui veut que la demande de base corresponde à la moyenne annuelle (\bar{Q}_{an}) (Patterson 1962). (Hirshleifer et al., 1968).

1.3.1 Dimensionnement des composantes d'un système

En théorie, toutes les composantes situées entre l'utilisateur et le réservoir le plus proche sont à calculer d'après le débit correspondant à la demande instantanée maximum (incendie compris). Une telle norme serait inapplicable d'une part, faute de données et d'autre part, il faut admettre qu'on serait amené à surdimensionner ces composantes pour tenir compte d'une demande très peu fréquente. Il s'est donc développé un certain nombre d'habitudes de calcul qui permettent d'arriver à des composantes d'une capacité considérée comme satisfaisante.

1.3.1.1 Conduites de rue

Pour un tronçon de rue, où se trouve un ensemble homogène d'utilisateurs, il est possible d'évaluer la demande instantanée maximum (annexe 1). Cette demande justifie une conduite de \emptyset 2". Cependant, ce diamètre s'accroît à 6" en considérant la demande-incendie.

1.3.1.2 Conduites de secteur

Compte tenu de la remarque mentionnée au début du paragraphe 1.3.1, on les calcule généralement d'après la somme de la demande-incendie et de la demande journalière maximum. Ceci sous-entend que la demande instantanée maximum est inférieure à la demande de design. Cette hypothèse est plausible dans la plupart des cas, mais demanderait d'être vérifiée.

1.3.1.3 Station de pompage

La demande de design est la même que celle des conduites de secteur.

1.3.1.4 Réservoir:

Leur capacité est habituellement constituée de trois (3) types de réserves qui s'ajoutent:

- Urgence: Nécessaire en cas d'arrêt de la production ou de la transmission, elle correspond à une journée de demande moyenne;

- Egalisation: Cette réserve permet de limiter la capacité de la conduite alimentant le réservoir à la demande journalière maximum. Son calcul peut être complété à partir de données réelles, mais en leur absence, on prend généralement une réserve d'égalisation de 20% de la demande moyenne;
- Incendie: La totalité du volume requis, d'après les normes de la C.U.A., doit être finalement disponible dans le réservoir.

1.3.1.5 Conduites de transmission

Lorsqu'elles alimentent un réservoir comme celui du Plateau, elles sont calculées d'après la demande journalière maximum. Sinon il faut tenir compte du débit d'incendie.

1.3.1.6 Usine de traitement, conduite d'eau brute, station de pompage eau brute, prise d'eau

La demande journalière maximum constitue le critère de base. Le facteur sécurité

conduit parfois à doubler une partie de ces composantes et les possibilités réduites d'opération et de contrôle justifient également des réservoirs d'eau traitée et/ou d'eau brute.

1.3.2 Attribution de la capacité du système

Chaque composante, ayant été calculée pour remplir une fonction spécifique, il reste à attribuer globalement à chaque groupe d'usagers la capacité que leur demande requiert. Comme nous avons défini une demande de base et les demandes spéciales, l'attribution à ces demandes peut se faire:

- En considérant comme marginale la capacité supplémentaire pour répondre à la demande spéciale; dans ce cas, seuls les coûts d'achats et de pose d'une structure plus grosse sont attribués à la demande spéciale. La ville de Ste-Foy nous a communiqué les coûts d'achats et de pose de conduites de divers matériaux et diamètres (tableau 6).

TABLEAU 6

Coûts d'achat et de pose
des conduites (juin 1976)

<u>Ø po</u>	<u>Matériaux</u>	<u>Coût conduite \$/pi</u>	<u>Total Pose et conduite \$/pi</u>	<u>Facteur*</u>
2"	PVC	.36	14.35	1
3"	PVC	.79	14.78	1.03
4"	PVC	2.90	16.89	1.18
	Fonte	2.89	16.88	1.18
6"	PVC	4.20	18.19	1.27
	Fonte	4.14	18.13	1.26
8"	PVC	5.85	19.84	1.38
	Fonte	5.90	19.89	1.39
10"	PVC	9.20	23.19	1.62
	Fonte	7.68	21.67	1.51
12"	Fonte	9.70	23.69	1.65
14"	Fonte	11.61	26.60	1.78
	Hyprescon	10.20	24.19	1.68
16"	Fonte	14.30	28.29	1.97
	Hyprescon	11.39	25.38	1.77
18"	Hyprescon	12.94	45.88	3.196
20"	Hyprescon	14.24	50.69	3.53
24"	Hyprescon	20.35	56.80	3.96
30"	Hyprescon	25.19	61.06	4.26
36"	Hyprescon	31.09	66.96	4.66

* Base: coût total PVC Ø2" = 1

- En répartissant linéairement les coûts totaux en fonction des deux demandes. Cette méthode constitue une simplification dont on cherchera à évaluer l'erreur.

1.3.2.1 Conduites de rue

L'attribution de la capacité, suivant la méthode marginale, est réalisée en considérant les coûts donnés au tableau 6, alors que la longueur totale des conduites de rue et du secteur est répartie suivant la superficie occupée par chaque type d'utilisateur (tableau 7). On remarquera que la répartition est faite en fonction de la simplification suivante: la demande de base commerciale est fournie par les conduites de secteur, c'est-à-dire que les commerces sont situés sur les grands artères qui coïncident avec l'emplacement des conduites de secteur.

Dans ces conditions, la demande de base se voit attribuer près de 80% des coûts

TABLEAU 7

Attribution de la capacité et des coûts des conduites de rue (méthode marginale)

Groupe d'usagers	Longueur des conduites (pi)	Demande de base			Demande incendie		
		Ø (po)	Indice coût	% indice total	Ø (po)	Indice du coût	% indice total
Unifamilial	68,368	2	68,368	58	2 à 6	17,981	15
Duplex	2,248	2	2,248	2	2 à 6	591	1
Multifamilial	22,477	2	22,477	19	2 à 6	5,911	5
Petits commerces	562	2	562	<1	2 à 6	148	<1
			93,655	79		24,631	21

Note: L'indice de coût utilisé correspond à 1 pi de conduite de Ø 2" posé.

contre seulement 20% pour la demande-incendie. Il aurait, sans doute, été intéressant de tenir compte de la demande d'arrosage, mais les données ne sont pas encore disponibles et n'auraient pas introduit d'importantes variations dans les résultats.

L'attribution, suivant la méthode linéaire, conduit à des conclusions totalement différentes (tableau 8), puisque la capacité correspondant à la demande-incendie s'établit à plus de 70% du total. Cette répartition correspond à l'idée qu'on se fait généralement de la situation, mais on perçoit bien l'erreur qu'elle comporte.

1.3.2.2 Conduites de secteur

Chacun des sous-secteurs (tableau 9) est desservi par au moins une conduite de secteur pour lesquelles nous avons calculé la demande horaire maximum avec et sans arrosage. Faisant l'hypothèse que leur diamètre actuel

TABLEAU 8

Répartition de la capacité des conduites de rue (méthode linéaire)

Groupe d'usagers	Longueur des conduites (pi)	Demande de base			Demande incendie		
		Ø po	Indice po x pi	% indice total	ΔØ po	Indice po x pi	% indice total
Unifamilial	68,368	2	136,736	24	4	273,472	49
Duplex	2,248	2	4,496	1	4	8,992	2
Multifamilial	22,477	2	44,954	8	4	89,908	16
Petits commerces	562	2	1,124	<1	4	2,248	<1
TOTAL	93,655		187,310	33		374,620	67

L'indice utilisé correspond à 1 pi de conduite de Ø2 po.

TABLEAU 9

Caractéristiques de la demande par groupe
d'usagers et par sous-secteurs*

sous-secteur	usager	\bar{Q} an	Q j max a	Q j max sa	Q h max a	Q h max sa
1	commercial	181	(311)	311	(765)	765
	multifamilial	24	(32)	32	(41)	41
	Total s/sect.	205	343	343	806	806
2	commercial	42	(76)	76	(327)	327
	unifamilial	48	177	58	393	118
	duplex	8	28	9	40	16
	multifamilial	103	(140)	140	(180)	180
	Total s/sect.	201	421	283	940	641
3	commercial	105	(142)	142	311	311
	unifamilial	25	93	31	206	62
	multifamilial	103	(141)	141	(181)	181
	petit commerce	4	(5)	5	(6)	6
	Total s/sect.	237	381	319	704	560
4	commercial	22	(33)	33	(60)	60
	unifamilial	79	292	96	649	196
	duplex	2	7	2	10	7
	multifamilial	55	(75)	75	(96)	96
	pt. commerce	4	(5)	5	(6)	6
	Total s/sect.	162	412	211	821	367
5	commercial	61	(80)	80	(162)	162
	unifamilial	13	49	16	110	49
	duplex	1	4	1	5	4
	multifamilial	70	(95)	95	(122)	122
	pt. commerce	1	(1)	1	1	1
	Total s/sect.	146	229	193	400	368
Total secteur		951	1,786	1,349	3,671	2,742

* En G/mn

satisfait par ailleurs aux conditions d'incendie (et de demande journalière maximum), nous nous contenterons d'attribuer à la demande-incendie le surplus de la capacité pour la demande avec arrosage. Le détail de ces calculs figure au tableau 10. On y notera, que dans plusieurs cas la seule demande horaire maximum avec arrosage suffit à justifier le diamètre existant. Il aurait été possible dans ces cas de vérifier si la demande-incendie et la demande journalière maximum sont effectivement respectées. Cependant, il n'entre pas dans notre mandat de proposer des modifications au réseau, puisque notre travail se limite à analyser et à attribuer les capacités existantes.

L'attribution par la seule méthode marginale a dans ce cas été retenue. Les résultats globaux sont donnés au tableau 11. Encore une fois, l'importance de la demande horaire maximum est mise en évidence, alors que

TABLEAU 10

Détail de l'utilisation des conduites de secteur

Conduite	Longueur (l)	Sous-secteurs desservis		Demande horaire maxi sans arrosage				Demande horaire maxi avec arrosage				Diamètre existant (Ø existant)	Surplus de capacité attribuable à la demande existante	
		No	Q _h max (G/min)	Q _h max (G/min)	Vitesse (m/s)	Porte de charge (m)	Q _h max (G/min)	Vitesse (m/s)	Porte de charge (m)					
141-147	340	1	507	403				403					12	-
		2	1007	641				959						
		3	1007	560	10	7.9	10	704	12	7.0	6			
				1,600				2,067						
147-156	762	1	507	403				403					12	-
		2	507	320	8	5.5	32	470	8	6.7	45			
				723				873						
156-158	775	1	507	403				403					10	-
		2	402	256	8	5.1	13	376	8	6.0	17			
				659				779						
158-159	460	1	507	403				403					12	Ø 10" à 12"
		2	307	192	8	4.6	6	282	8	5.1	8			
				595				685						
159-166	600	1		161	4	4.9	21	161	4	4.9	21		12	Ø 8" à 12"
147-152	685	2	402	256				376					10	-
		3	502	280	6	7.3	31	352	8	5.6	13			
				536				728						
152-173	2,020	2	152	96				141					10	Ø 6" à 8"
		3	102	56	6	2.1	9	70	6	2.9	16			
				152				211						
141-181	1,818	4	1007	367				821					12	-
		5	1002	368	8	5.6	36	400	10	6.0	31			
				735				1221						
181-182	425	4	602	270				491					12	Ø 8" à 10"
		5	1002	368	8	4.5	6	400	8	6.9	12			
				638				891						
140-186	1,640	1	307	184									14	Ø 10" à 14"
		5	307	184	6	3.0	87							
				368										
196-184	800	5	507	184	5	5.6	36						16	Ø 3" à 16"
152-159	1,220	2	207	126	6	5.4	26						12	Ø 3" à 12"
152-160	2,560	1	502	203	4	2.5	10						14	Ø 10" à 14"
140-159	720	1	502	403	6	5.5	26						12	Ø 10" à 12"
159-179	2,875	1	607	463	6	5.3	36						12	Ø 10" à 12"

Rem: Les calculs ont été exécutés pour une vitesse maximale de 8 m/s, un coefficient de rugosité uniforme de 110.

TABLEAU 11

Attribution de la capacité des conduites
de secteur suivant la nature de la demande

Conduite	demande horaire maximum			demande horaire max. arrosage		demande incendie	
	longueur pi.	Ø requis po.	indice	Ø requis po.	indice	Ø existant po.	indice
141-147	340	10	513	12	48	12	
147-156	1,662	18	2,294	18		12	449
156-158	775	8	1,070	8		10	93
158-159	998	8	1,377	8		12	269
159-166	600	4	708	4		12	282
147-152	685	6	863	8	82	10	89
152-173	2,020	6	2,595	6		10	505
141-181	1,818	8	2,509	10	236	12	255
181-182	425	8	586	8		12	115
190-196	1,640	6	2,066	6		14	689
196-184	800	4	944	4		16	738
184-	1,250	4	1,475	4		12	587
196-160	2,460	6	3,100	6		14	1,279
160-159	750	6	945	6		12	292
159-179	2,875	6	3,622	6		12	1,121
TOTAL:	19,098		24,617		366		6,763
%			78		1		21

le surplus, attribuable à l'arrosage, est très faible. La désagrégation de la demande horaire maximum permet d'attribuer la capacité aux divers groupes d'utilisateurs. Les résultats sont présentés au tableau 12. On notera que, les groupes d'utilisateurs ayant une importance égale, l'attribution se fait cette fois par la méthode linéaire en se basant sur la demande de chacun des groupes. L'attribution de la capacité excédentaire disponible pour la protection-incendie a été réalisée en considérant, pour chaque groupe d'utilisateurs, le rapport entre les normes incendie de la C.U.A. et la demande spécifique maximum horaire.

1.3.2.3 Station de pompage

La capacité de pompage est généralement calculée d'après la somme de la demande-incendie et de la demande journalière maximum; or, le fonctionnement en dehors des périodes d'incendie fait appel à la demande horaire maximum. C'est la raison pour laquelle nous avons d'abord attribué

TABLEAU 12

Attribution de la capacité des conduites de secteur suivant les groupes d'usagers

Groupes d'usagers	demande horaire maximum sans arrosage		demande horaire maximum arrosage		demande incendie	
	indice	%	indice	%	indice	%
Commercial	16,986	55			5,641	17
unifamilial	2,305	8	315	<1	166	1
duplex	171	<1	51	<1	49	<1
multifamilial	4,146	14			895	2
Petits commerces	69	<1			12	<1
Total	24,617	78	366	1	6,763	21

la capacité correspondant à la demande horaire maximum (avec et sans arrosage), puis alloué la capacité restante à la demande incendie suivant une procédure similaire à celle des conduites de secteur. D'après le design, le réservoir Plateau et la station de pompage desservent également une partie du secteur voisin (Médian). De plus, une partie des capacités de ces structures a été calculée en fonction du développement ultime du secteur Plateau. Face à ce problème, l'attribution de la capacité non-utilisée peut être envisagée de deux façons:

- Répartition aux usagers actuels de la capacité existante;
- Gel de cette capacité qui sera attribuée aux futurs usagers.

Puisque, à priori, on ne peut savoir si les conduites de secteur peuvent effectivement

transmettre une demande-incendie plus élevée, la seconde solution peut paraître attrayante, d'autant plus que les usagers actuels se verraient alors attribuer uniquement la capacité qu'ils requièrent.

Le Service doit cependant faire face à ses coûts d'immobilisation et la présence d'une capacité de pompage importante intervient dans l'évaluation qui est faite lors de l'établissement des primes d'assurance-incendie des usagers. Nous avons donc convenu de répartir, aux usagers actuels, l'ensemble de la capacité de pompage pour la protection-incendie prévue au design et de réserver la capacité requise pour la demande horaire maximum des futurs usagers (tableau 13). L'attribution de la capacité, pour la protection-incendie, soulève de nombreuses questions:

- Les besoins pour le secteur commercial étant les plus élevés (4,000 G/mn), ont primé sur tous les autres lors du design;

TABLEAU 13

Attribution de la capacité de pompage aux divers groupes d'utilisateurs

Secteur et groupe d'utilisateurs	demande horaire maximum		Supplément arrosage		demande incendie	
	Débit G/mn	indice	débit G/mn	indice	débit G/mn	indice
Secteur Plateau:						
Commercial	1,625	4,260			4,000	2,800
Unifamilial	425	1,110	923	1,360	} 500	300
Duplex	27	70	28	60		
Multifamilial	620	1,620			} 1,000	700
Petits commerces	13	40				
Total Plateau	2,710	7,100	961	1,420		3,800
Secteur Médian*	1,500	4,000	800	1,180	1,000	700
Total	4,210	11,200	1,761	2,600	4,000	4,500
Capacité restante	1,688	1,800				

* fuites comprises

- Les autres usagers profitent cependant d'une partie de cette capacité laquelle doit leur être attribuée;
- Les divers usagers ne peuvent être classés suivant un ordre de priorité et on ne peut appliquer la méthode marginale;

Nous avons donc utilisé la méthode linéaire pour l'attribution de la capacité entre les usagers, mais la méthode marginale pour l'attribution de la capacité en fonction des caractéristiques de la demande.

1.3.2.4 Réservoir

Le réservoir* principal actuellement en opération, qui dessert le Plateau et le secteur Médian, a été calculé suivant les normes décrites au paragraphe 1.3.1.3. Ceci a conduit aux résultats suivants:

- Réserve incendie: 4000 G/mn pendant 10 heures, soit un volume de 2.4 MG;
- Réserve d'urgence: 5.3 MG, correspondant à la demande journalière moyenne ultime (3.6 MG pour le secteur Plateau et 1.7 MG pour le secteur Médian);

* Le réservoir est de 9 millions de gallons; l'autre plus ancien d'une capacité de 1 million.

- La demande journalière moyenne a été établie par Beaulieu et al à 1,200 G/mn en 1972 pour le secteur Plateau et à 820 G/mn pour le secteur Médian;
- Réserve d'égalisation: 1.2 MG, correspondant à 20% de la demande journalière moyenne ultime.

L'attribution de la capacité du réservoir aux divers groupes d'usagers nécessite la décomposition de la demande moyenne d'après la demande journalière moyenne (tableau 14). Il ressort qu'environ la moitié de la capacité existante est attribuable aux usagers existants. L'influence de l'arrosage n'a pas fait l'objet de calcul particulier. Si on l'évalue à 7 G/j per capita, cet usage représenterait donc 15% de la demande résidentielle unifamiliale et introduirait des réserves d'urgence et d'égalisation de 38,000 G. Enfin, on peut évaluer que la réserve incendie correspond à plus de la moitié de la réserve utilisée.

TABLEAU 14

Attribution de la capacité du réservoir

Secteur et groupe d'usagers	Demande moyenne G/mn	Réserve d'urgence		Réserve d'égalisation		Réserve d'incendie	
		MG	Indice	MG	Indice	MG	Indice
Secteur Plateau:							
Commercial	411	.59	10,000	.12	2,000	1.48	18,200
Unifamilial	165	.24	4,100	.05	900	.18	2,200
Duplex	11	.02	300	<.01	-		
Multifamilial	355	.51	8,700	.10	1,700	.37	4,500
Petits commerces	9	.01	200	<.01	-		
Total Plateau	951	1.36	23,300	.27	4,600	2.03	24,900
Secteur Médian	300	.43	7,400	.08	1,400	.37	4,500
Total	1,251	1.79	30,700	.35	6,000	2.40	29,400
Capacité restante		4.46 MG		55,700 Indice			

Il est à remarquer que nos résultats diffèrent parfois très sensiblement des évaluations de Beaulieu et al.. Cette différence est attribuable en grande partie à l'estimation des fuites. Par ailleurs, l'évaluation de la réserve d'égalisation, faite par Beaulieu et al., se traduit en termes de demande moyenne, mais son origine est reliée à la différence entre la demande journalière maximum. Il serait donc possible d'attribuer la capacité requise à cette différence. Cependant, nous n'avons pas cherché à pousser l'analyse jusqu'à ce point.

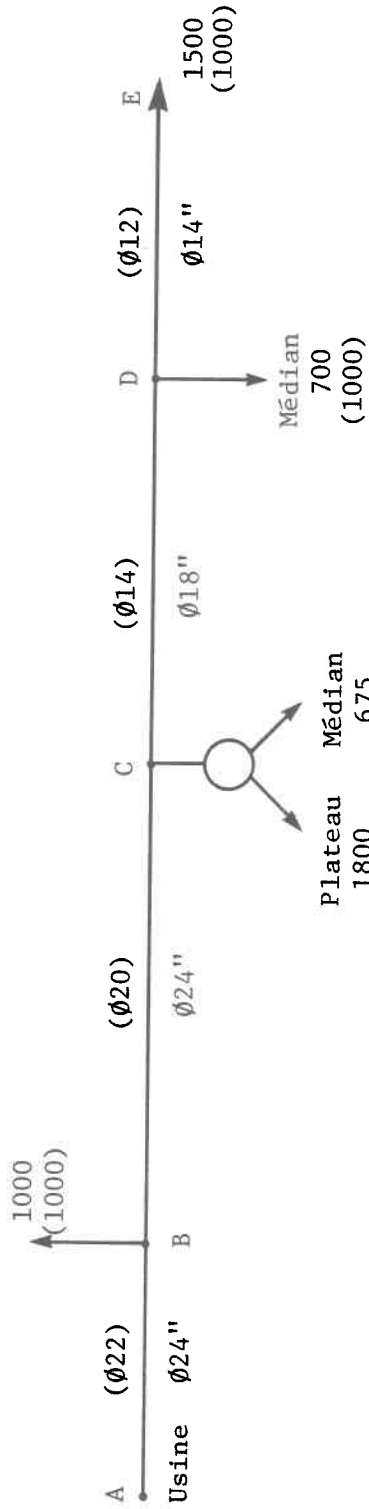
1.3.2.5 Conduite de transmission

Véhiculant l'eau directement de l'usine au réservoir de distribution où l'on dispose de la réserve incendie requise, les conduites de transmission sont calculées d'après la demande journalière maximum. L'attribution de leur capacité est donc très simple. Cependant, dans notre cas, la conduite de transmission dessert

également des secteurs sans passer par le réservoir (figure 5). Pour ces quartiers, on doit donc tenir compte de la demande incendie, si bien que l'analyse se complique singulièrement. Nous sommes donc partis de l'extrémité E de la conduite en considérant la demande journalière maximum et en calculant le diamètre requis pour chaque tronçon. C'est ainsi que, sans les demandes en B et C, on trouve qu'une conduite de $\emptyset 14''$ aurait été suffisante et que l'introduction de la demande en C fait passer ce diamètre à $20''$. On attribuera donc l'augmentation de coûts correspondants à la demande du secteur Plateau et de la partie du secteur Médian desservie par C (tableau 15). L'attribution de l'augmentation de capacité à la demande avec et sans arrosage a été faite suivant la méthode marginale. On notera que l'arrosage a cette fois une importance plus grande que dans les autres composantes étudiées, encore ne s'agit-il que d'un secteur peu résidentiel.

FIGURE 5

Schema de la conduite de transmission



(Ø) Ø requis pour la demande horaire maximum

1000 Demande journalière maximum G/mn

(1000) Demande incendie G/mn

TABLEAU 15

Attribution de la capacité de la conduite de transmission (méthode marginale)

Groupes d'utilisateurs	Q _j maxsa			Q _j maxa			% Total Indice
	Débit G/mn	Indice Plateau	% Plateau	Débit G/mn	Indice	% Plateau	
Plateau							
Commercial	642	6,933	43	642			43
Unifamilial	201	2,171	13	611	1,599	10	23
Duplex	12	130	1	39	105	1	1
Multifamilial	483	5,216	32	483			32
Petits commerces	$\frac{11}{1349}$	$\frac{119}{14,568}$	$\frac{1}{89}$	$\frac{11}{1,786}$	$\frac{11}{1,704}$	$\frac{11}{11}$	$\frac{1}{100}$
Médian (partiel)	365	3,942		900*	2,086		
Total	1,714	18,510		2,686	3,790		

* Evalué d'après la proportion moyenne de résidences unifamiliales de ce secteur.

L'utilisation de la méthode marginale, pour répartir la capacité de la conduite de transmission aux différents secteurs, est discutable dans ce cas. On pourrait, en effet, effectuer la même répartition sur la base des coûts moyens. Nous avons, plutôt, choisi la méthode marginale dans le but d'illustrer son application qui serait sans doute plus justifiable dans les calculs de coûts pour le développement d'un nouveau secteur.

1.3.2.6 Usine de traitement

La demande journalière maximum constitue, pour cette composante, le critère, aussi bien pour le design que pour l'attribution de la capacité. Comme nous l'avons mentionné pour la conduite de transmission, l'attribution de la capacité pour des secteurs existants par la méthode des coûts moyens (c'est-à-dire linéaire) est ici plus facile à justifier. Par contre, la répartition entre la demande de base et la demande d'arrosage peut se faire suivant la

méthode marginale pour mettre en évidence l'importance de ce dernier usage. A cette fin, il est nécessaire d'évaluer, pour l'ensemble des secteurs, la demande journalière maximum de base des usagers et le surplus attribuable à l'arrosage.

D'après les résultats de Demard et al, la demande maximum journalière d'arrosage était de l'ordre 4 MG/j en 1973 et a été ramenée aux environs de 2.5 MG/j en 1974-1975, après une campagne d'information des usagers. Nous ne disposons cependant pas des données pour 1976. Dans le but de faciliter la transposition des résultats à d'autres municipalités, nous utiliserons la demande d'arrosage "non influencée" de 1973. Nous considérons donc pour la production les composantes suivantes:

- Demande moyenne des usagers: 5.8 MG/j;
- Demande journalière maximum sans arrosage: 7.3 MG/j;
- Demande journalière maximum avec arrosage: 9.8 MG/j.

Les fuites, d'après un bilan basé sur les relevés des compteurs et les évaluations partielles, sont évaluées à 4 MG/j, mais ne sont pas considérées à ce stade-ci. On notera, cependant, qu'il ne reste aucune capacité utilisable à l'usine avant le dernier aggrandissement. Les résultats sont présentés aux tableaux 16 et 17.

1.3.2.7 Prise d'eau, poste de surpression, conduite d'eau brute

Compte tenu de la variabilité des coûts de ces composantes, les coûts historiques ont été actualisés. De plus, nous avons utilisé l'allure des courbes capacité - coûts données par le guide d'estimation des coûts de construction pour les travaux d'aqueducs et d'égouts de l'Ontario. Enfin, les coûts ont été attribués aux diverses caractéristiques de la demande par la méthode marginale en considérant les fuites en dernier (tableaux 18 et 19). Il en ressort les conclusions suivantes:

TABLEAU 16

Répartition de la capacité de l'usine de traitement en
fonction des caractéristiques de la demande

Caractéristique de la demande	Total		Plateau	
	Demande MG/j	Indice	Demande MG/j	Indice
Demande moyenne	5.8	229,700	1.37	54,200
Demande journalière maxi sans arrosage	7.3	52,100	1.77	13,900
Demande journalière maxi avec arrosage	9.8	82,600	2.40	20,800
(Avec fuites)	13.8	<u>129,000</u> 493,400		<u>88,400</u> 177,300

TABLEAU 17

Attribution de la capacité de l'usine de traitement aux divers usagers

Groupe d'usagers	Demande moyenne		Demande journ. maxi		Demande journ. maxi avec arrosage	
	Débit*	Indice	Débit*	Indice	Débit*	Indice
Commercial	411	23,500	642	8,100	642	
Unifamilial	165	9,400	101	1,300	611	19,400
Duplex	11	600	12	-	39	1,400
Multifamilial	355	20,200	483	4,500	483	-
Petits commerces	9	500	11	-	11	-
	951	54,200	1,346	13,900	1,786	20,800

* En G/mn

TABLEAU 18

Répartition des coûts de capacité de la prise d'eau, de la station de pompage, de la conduite d'eau brute en fonction des caractéristiques de demande

	Demande totale MG	Demande Plateau MG	Prise d'eau		Station de pompage		Conduite d'eau brute		Plateau	
			Indice total	Indice Plateau	Indice total	Indice Plateau	Indice total	Indice Plateau	Répartition totale Indice Plateau	Total Indice
Demande journalière moyenne	6.0	1.4	26,400	6,160	101,000	23,600	25,900	6,040	.55	35,800
Demande journalière maximum sans arrosage	7.0	1.9	720	360	5,300	2,650	1,100	550	.05	3,560
Demande journalière maximum avec arrosage	10.0	2.6	2,160	500	29,100	6,800	2,100	490	.12	7,790
fuites	14.0	5.3	2,400	1,620	21,800	14,700	2,500	1,690	.28	18,010
Inutilisé			9,840		14,500		5,100			
Total			41,520	8,640	171,700	47,750	36,700	8,770	1.0	65,160

TABLEAU 19

Attribution des coûts de capacité de la prise d'eau, de la station de pompage,
de la conduite d'eau brute pour les divers usagers

Groupe d'usagers	Demande journalière		Demande journalière maxi		Demande journalière maxi arrosage	
	G/mn	Indice	G/mn	Indice	G/mn	Indice
Commercial	411	15,500	642	1,700	642	
Unifamilial	165	6,200	201	500	611	7,300
Duplex	11	400	12	-	39	500
Multifamilial	355	13,400	483	1,300	483	
Petits commerces	9	300	11	-	11	
	951	35,800	1,349	3,600	1,786	7,800

- La station de pompage représente à elle seule près de 69% des immobilisations actualisées;
- Le secteur Plateau comprend 26% des immobilisations;
- La demande moyenne correspond pour le Plateau à plus de 50% des coûts de capacité attribués à ce secteur et les fuites près de 30%.

1.3.3 Influence des fuites

Les fuites interviennent pour créer une demande que l'on doit considérer tant dans le design que dans l'attribution de la capacité des structures. Cette demande est peu variable dans le temps à l'exception:

- Des nouvelles fuites qui peuvent apparaître en tout temps;
- De l'augmentation nocturne due à l'augmentation de la pression.

En première approximation nous considérons donc que les fuites sont constantes. Par ailleurs, il est connu que les entrées et conduites de service sont à l'origine d'une importante partie des fuites. Nous considérerons donc que le débit qu'elles représentent doit être véhiculé jusqu'aux conduites de rue.

On trouvera ci-dessous une ébauche d'analyse de l'influence des fuites sur les normes de design, ainsi que sur l'attribution de la capacité des composantes d'un réseau.

Soit F le débit attribuable aux fuites passant dans une composante

et $\bar{f} = \frac{F}{\bar{Q}_j}$ le coefficient de fuites par rapport à la demande moyenne

Le coefficient f_j de fuites par rapport à la demande journalière maximum peut s'écrire:

$$f_j = \frac{F}{Q_j \max} = \frac{\bar{f} Q_j}{Q_j \max} = \frac{\bar{f}}{C_j \max}$$

Et le coefficient f_h de fuites par rapport à la demande horaire maximum:

$$f_h = \frac{F}{Q_j \max} = \frac{f \bar{Q}_j}{Q_h \max} = \frac{f}{C_h \max}$$

On voit donc que l'importance relative des fuites diminue lorsque l'on passe de la demande moyenne à la demande maximum journalière puis horaire et ainsi de suite jusqu'aux valeurs instantanées utilisées dans le design des conduites de rue.

On doit alors s'attendre à voir l'influence des fuites s'accroître au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'utilisateur vers la source d'alimentation.

Nous nous sommes efforcés d'introduire les fuites dans l'analyse des coûts de capacité de chacune des composantes. Quant à l'évaluation des fuites, elle est basée sur les données de débit fournies par la ville de Ste-Foy.

Elle s'établit en moyenne à 3,050 G/mn contre une évaluation de 950 G/mn (tableau 24). On remarquera qu'une erreur majeure sur ce dernier chiffre n'est guère possible, puisque Beaulieu et al arrivaient, quant à eux, à 1,000 G/mn. Quant aux données de demande totale, elles proviennent d'un débit-mètre magnétique situé à la sortie du réservoir, débit-mètre ayant été plusieurs fois vérifié. Force est donc d'admettre

un débit de fuites de 2050 G/mn ($f = 2$). En comparaison, une évaluation similaire sur le secteur Médian a abouti à un débit de fuites de 64% de la valeur moyenne ($f = 1.8$). Nous prendrons donc $f = 2$ dans la suite de notre analyse et nous utiliserons les diamètres et capacités théoriques requis.

- Conduites de rue:

L'influence des fuites sur leur design et l'attribution de leur capacité est bien sûr très faible, même pour $f = 2.0$ (tableau 20) qui, en fait, est inférieure à 1% (indice). On remarquera qu'il aurait été possible de répartir les fuites d'après les longueurs et diamètres des conduites, mais les complications introduites ne sont pas justifiées en fonction de la remarque précédente.

- Conduites de secteur:

Nous prendrons deux exemples illustrant l'influence des fuites sur le design et l'attribution de la capacité de ces conduites, soient les conduites reliant les noeuds 141 - 181 et 196 - 160 (tableau 21).

TABLEAU 20

Influence des fuites sur le design et l'attribution de la capacité des conduites de secteur

Groupe d'usagers	Débit moyen G/mn	Débit fuites G/mn	Débit instantané G/mn	Augmentation Ø	Augmentation indice (%)
Unifamilial	.56	1.12	14	.03	.003
Duplex	.67	1.34	18	.03	.003
Multifamilial	2.35	4.70	20	.09	.009

TABLEAU 21

Influence des fuites sur le design et l'attribution de la capacité des conduites de secteur

Conduite	Demande moyenne G/mn	Fuites G/mn	Demande journalière maximum Q _j max a	Fuites/Q _j max a	Augmentation Ø attribuable aux fuites	Augmentation indice	Demande horaire maximum Q _h max a (G/mn)	Demande horaire maximum Q _h max a (G/mn)	Fuites/Q _h max a	Augmentation Ø attribuable aux fuites	Augmentation indice
141-181	308	616	641	.96	.37	.04	735	1,221	.50	.19	.02
196-160	102	204	343	.84	.32	.03	403	403	.50	.19	.02

Bien que ces deux conduites desservent des sous-secteurs très différents, l'influence des fuites conduit à des résultats à peu près identiques, soit une augmentation de 3 à 4% des coûts à la construction (design) et de 2% de la capacité attribuée à la demande autre que protection-incendie. Dans ce cas, c'est la protection-incendie qui voit diminuer sa part.

- Station de pompage:

On doit, pour cette composante, considérer les fuites du secteur Plateau, ainsi que celles du secteur Médian. Ces dernières ont été évaluées à $f = 1.8$ pour l'ensemble du secteur; on supposera qu'elles sont identiques pour la partie du secteur desservie à partir du réservoir Plateau. La capacité inutilisée est évaluée, pour le design, d'après la demande journalière maximum et, pour l'attribution de la capacité, en tenant compte de la demande horaire maximum correspondante. Les fuites ont également été évaluées pour l'utilisation future sur la même base que pour la demande actuelle. Il en résulte une

influence globale des fuites de l'ordre de 20%, tant pour le design (tableau 22) que pour l'attribution de la capacité en dehors des périodes d'incendie (tableau 23).

- Réservoir:

La distribution entre normes de design et critères d'opération en dehors des périodes d'incendie étant, dans ce cas, plus délicate, nous nous contenterons de considérer l'influence des fuites sur les coûts de design. Les résultats (tableau 24) démontrent clairement:

- Que la capacité inutilisée est à peu près inexistante et ce, en grande partie à cause de l'influence des fuites sur la réserve d'urgence;
- Que les fuites provoquent une augmentation de 75% des coûts au design.

Le seul élément de cette analyse qui pourrait être discuté réside dans l'évaluation de la réserve

TABLEAU 22

Influence des fuites sur le design
de la station de pompage

<u>Secteur et caractéristique</u> <u>de la demande</u>	<u>G/mn</u>
Plateau	
Demande moyenne	950
Fuites	1,900
Demande journalière maximum avec arrosage	1,786
Médian (partiel)	
Demande moyenne	270
Fuites	486
Demande journalière maximum avec arrosage	675
<u>Total</u>	
Demande journalière maximum	2,461
Fuites	2,386
Incendie	4,000
Inutilisé	2,612
Augmentation indice .21 (dont .09 pour la capacité inutilisée)	

TABLEAU 23

Influence des fuites sur l'attribution
de la capacité de la station de pompage

<u>Secteur et caractéristique</u> <u>de la demande</u>	<u>G/mn</u>
<u>Plateau</u>	
Demande moyenne	950
Fuites	1,900
Demandes horaire maximum avec arrosage	3,671
<u>Médian</u>	
Demande moyenne	270
Fuites	486
Demande horaire maximum avec arrosage	1,620
<u>Total</u>	
Demande horaire maximum avec arrosage	5,291
Fuites	2,386
Réserve pour dévelop- pement (d'après capa- cité inutilisée au design)	3,355
Augmentation indice .18 (dont .09 pour la capacité inutilisée)	

TABLEAU 24

Influence des fuites sur la capacité de design du réservoir

Secteur	Demande moyenne annuelle G/mn	Fuites G/mn	Réserves sans fuite MG	Réserve incendie MG	Réserves pour fuites MG	Augmentation indice
Secteur Plateau	950	1,900	1.63	2.03	3.26	.58
Médian	300	540	.51	.37	.92	.16
Capacité restante			.28			

d'égalisation. En effet, les fuites réduisant l'importance relative des variations de la demande horaire, on devrait, alors, augmenter les valeurs de cette réserve en l'absence de fuites.

- Conduites de transmission:

L'analyse dans ce cas est relativement simple et se rattache à celle présentée pour les autres conduites. La demande journalière maximum du secteur Plateau est de 1800 G/mn et de 675 G/mn pour la partie du secteur Médian desservie par le réservoir Plateau. Cette demande a nécessité de faire passer la conduite AC de \emptyset 14" à \emptyset 20". Les fuites font passer les demandes maximum respectivement à 3886 G/mn et 1161 G/mn. Il en résulte une augmentation théorique de l'indice de 4%. Nous avons retenu ce résultat, bien que les critères de design n'aient pu être satisfaits (vitesse de débit excessive).

- Usine de traitement:

L'influence des fuites avait déjà été mentionnée lors de l'analyse; il reste à évaluer leur effet ce qui

est simple d'après la méthode développée. Elles contribuent à une augmentation de 35% de l'indice total, dont 23% attribuable au secteur Plateau.

- Prise d'eau, station de pompage et conduite d'eau brute:

Les composantes ont déjà été analysées.

La question des fuites ne saurait être abordée sans considérer la responsabilité des divers usagers à cette demande. A ce sujet, nous relevons les éléments suivants:

- Les usagers résidentiels (et surtout unifamiliaux) amènent, d'une part la multiplication des entrées de service et d'autre part, de nombreuses et longues conduites de rue. Il serait donc logique de penser qu'à demande égale, un sous-secteur où domine la demande résidentielle, introduit plus de fuite qu'un autre où les usagers commerciaux sont plus importants;

- Les usagers commerciaux réclament une pression plus élevée lorsqu'ils disposent de gicleurs d'incendie sans un système de réservoir (colonnes d'eau) en parallèle;
- D'une façon générale, la protection-incendie nécessite une pression plus élevée que la demande résidentielle soit (60 lbs/po² contre 40 lbs/po²). Si on considère que cette augmentation de 20 lbs/po² représente en fait 50%, on peut attribuer directement environ 25% des fuites à la protection-incendie et le reste à la demande de base.

1.3.4 Résumé

Le regroupement des résultats de l'analyse de chacune des composantes permet (tableau 25) de constater que l'étape de production mobilise à elle seule 45% des immobilisations actualisées, alors que le réseau secondaire et l'ensemble réservoir, station de pompage et conduite de transmission se partagent également

TABLEAU 25

Répartition des coûts de capacité aux différentes caractéristiques de l'eau (pour le secteur Plateau)
(Indice)

Demandes Composantes	Demande instantanée	Demande horaire maxi avec arrosage	Demande horaire maxi sans arrosage	Demande journalière maxi avec arrosage	Demande journalière maxi sans arrosage	Demande moyenne	Incendie	Capacité non utilisée	Fuites		Total	Répartition
									Transfert incendie	Transfert capacité non utilisée 1		
Conduite rue	93,600						24,600 ¹		(500)		118,200	22 28 6
Conduite secteur		400	24,600				6,800 ¹		(600)		31,800	
Station pompage		1,400	7,100				3,800 ¹	900	(900)	900 ¹	14,100	3 28 3
Réservoir						27,900 ¹	24,900 ¹	25,100		30,600 ¹	108,500	
Conduite transmission				1,700 ¹	14,600						16,300	
Usine				20,800 ¹	13,900	54,200				88,400 ¹	177,300	33 45 12
Amont				7,800 ¹	3,600	35,800		8,700		18,000 ¹	74,700	
	93,600	1,800	31,700	30,300	32,100	117,900	60,100	34,700	(2000)	137,900	540,000	
Après transfert	17	<1	6	6	6	22	11	6	<1	26		
Répartition										26		

¹ Demande dont la réduction peut introduire une économie réelle dans design
Note: L'indice de coût utilisé correspond à l pi. de conduite de Ø20 posé.

tout d'abord les difficultés pratiques rencontrées dans le cas des services municipaux, puis nous examinerons les méthodes d'analyse les plus adaptées aux services publics comme celui de l'eau.

2.2.1 Le contexte actuel de la comptabilité municipale

Les trois principales difficultés rencontrées dans l'analyse des coûts des services municipaux méritent d'être approfondies.

2.2.1.1 Coûts moyens historiques

La méthode traditionnelle de comptabilité, dans le service eau tout comme dans les autres services municipaux, est basée sur les coûts moyens historiques et ce, partiellement pour des raisons de simplicité. Cependant, cette méthode de comptabilité conduit tout d'abord à une sous-estimation de la valeur réelle des composantes reliée à l'augmentation rapide des coûts de la construction et des taux d'intérêt. D'autre part, la différence entre la durée de vie des équipements et leur période de

financement enlève une partie de la valeur de la méthode.

2.2.1.2 Identification de la responsabilité financière des services

Tant pour les coûts d'immobilisation que pour les coûts de fonctionnement, il est toujours difficile, à partir des documents officiels, de faire ressortir l'ensemble des coûts reliés à un service. En ce qui concerne les coûts d'immobilisation, les raisons sont les suivantes:

- Les règlements d'emprunts, constituant la base du financement à long terme des travaux et leur refinancement, regroupent habituellement divers projets ou tous les travaux d'un même projet;
- Les modes de taxation favorisent la taxe foncière sans lien avec des dépenses spécifiques ou étiquetées.

Les coûts de fonctionnement ne sont guère plus faciles à analyser à cause:

- de l'utilisation, par plusieurs services, de matériel, de main-d'oeuvre ou d'autres services;
- du manque de rigueur budgétaire. (Il faut remarquer à ce sujet que le ministère des Affaires Municipales fait actuellement un effort pour rationaliser la comptabilisation municipale. On peut supposer qu'avec l'amélioration du schéma comptable du M.A.M., il sera bientôt possible d'obtenir une information pertinente à l'identification des coûts par service).

La présente situation entraîne un partage inéquitable des coûts, non seulement parmi les services municipaux (Castonguay 1976), mais aussi entre les usagers d'un service en particulier et les contribuables municipaux (Keig, Fristoe 1970). Montréal nous fournit

un exemple marquant à cet égard: le rapport de recettes aux dépenses pour le service eau est environ cinq à un (rapport A.Q.T.E., vol. 1, 1974). Il est donc évident que l'identification des coûts par service est nécessaire à une tarification équitable.

2.2.1.3 Financement temporaire

Le financement temporaire des dépenses de différents services entraîne plusieurs distorsions dans les budgets municipaux. En effet, plusieurs années peuvent passer avant que le véritable impact financier des projets importants se trouve reflété dans les annuités municipales. Ce retard a pour effet - surtout dans la période inflationnaire que nous vivons - de sous-estimer la valeur réelle du réseau et, par conséquence, les tarifs que devraient payer les abonnés. De plus, il accentue la tendance à faire payer les équipements actuels du réseau par les futurs usagers. En résumé, les pratiques courantes de la comptabi-

lité municipale, à savoir l'emploi des coûts historiques, le retard dans le financement à long terme et la perte de l'identification des responsabilités financières, camouflent le vrai coût du service à l'abonné. Il importe d'y remédier car la connaissance des coûts réels est un pré-requis d'élaboration d'une tarification dont la relation avec le service soit plus évidente.

2.2.2 Analyse des coûts, première étape de la taxation

L'utilisation de la méthode des coûts marginaux est généralement préconisée par les économistes dans le cas des services publics. Nous examinerons tout d'abord la nécessité du caractère public du service eau, puis l'intérêt de la méthode des coûts marginaux.

2.2.2.1 Eau en milieu urbain, service public

Sauf rares exceptions, le système de distribution des services en eau est caractérisé par la présence de réseaux assumés par des organismes publics décentralisés (les munic-

palités) et non par des sociétés privées comme, par exemple, en France. Les principales raisons données pour le développement des systèmes-eau publics - quoique non nécessairement une justification pour ce dernier - sont: l'investissement élevé par abonné, l'intégration verticale nécessaire depuis la source jusqu'à la conduite de rue, la basse rentabilité (Keller 1975) et enfin, dans un contexte non-économique, la reconnaissance de la nécessité du système eau potable pour le bien-être de la population. La Commission Legendre (1970) recommandait d'ailleurs la mise sur pied d'une société para-publique qui aurait le mandat de fournir l'eau traitée aux municipalités. (1) La discussion de ce sujet n'entre cependant pas dans le cadre de ce travail. Nous ne considérerons donc pas l'hypothèse de la responsabilité municipale de la planification locale de l'opération et du financement du service.

1. Il s'agit de la Société Nationale des Adductions d'eau (SNAE) dont les fonctions seraient la réalisation des réseaux d'adduction, de distribution et de circulation de l'eau.

2.2.2.2 Coût marginal

Hirshleifer, Milliman et d'autres ont largement diffusé les éléments économiques justifiant l'utilisation du coût marginal dans la taxation du service eau. Nous nous contenterons donc de décrire le mécanisme lui-même.

2.2.2.2.1 Le mécanisme d'ajustement du prix

On rappelle ainsi qu'en établissant l'égalité entre le coût marginal du service et le prix, on assure une allocation équitable et efficace des ressources, non seulement parmi ceux qui participent au marché en question, mais entre ce marché et l'économie en général. Dans les marchés concurrentiels, la présence de plusieurs vendeurs de même service a pour effet de rapprocher

le prix du coût. Dans un marché de monopole (cas de l'eau), ces forces compétitives sont absentes et il faut leur substituer des mesures administratives.

L'évolution relative du coût marginal introduit diverses situations où un tel ajustement est nécessaire. Ces situations sont examinées ci-dessous (figures 6, 7 et 8).

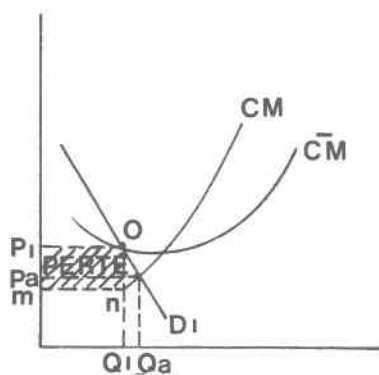


FIGURE 6

Coût moyen descendant

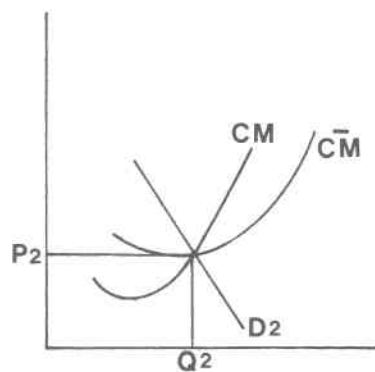


FIGURE 7

Coût moyen minimum

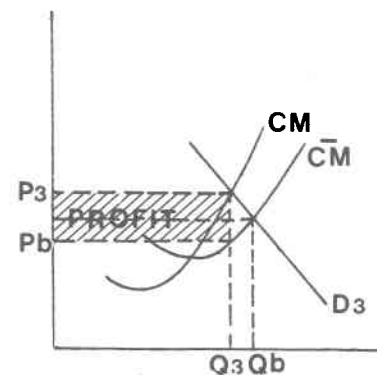


FIGURE 8

Coût moyen ascendant

On notera que seule la situation du coût moyen minimum (figure 7) correspond à la situation optimale visée.

Dans les conditions de coût moyen ($\bar{C}M$) minimum ou croissant la politique d'établir le prix (P) égal au coût marginal (CM) permet d'assurer la rentabilité minimum de service eau. Le problème surgit lorsque le coût moyen décroît et que l'application de la solution du coût marginal impliquerait une perte pour le service (rectangle m, n, o, P_1 dans la figure 6). Dans une telle situation, l'entreprise doit avoir recours à l'application d'une charge fixe afin de capter une partie du "surplus" des consommateurs, surplus défini comme étant la différence entre le prix du marché et ce qu'ils sont prêts à payer (Hirshleifer 1963). En pratique, il est difficile d'identifier les bénéfices attribuables à différentes catégories de consommateurs et encore plus difficile à les

récupérer (Hirshleifer 1969). De ce fait, on doit choisir un véhicule qui peut s'approcher des bénéficiaires reçus afin de récupérer les coûts, tel qu'une taxe foncière (pour une discussion plus détaillée sur ce dernier, voir la section sur le contrôle des demandes spéciales).

Une deuxième solution serait de financer temporairement le déficit à partir des recettes générales de la ville, puis de rembourser plus tard lorsque la situation coût moyen-coût marginal s'inverse: "les pertes dans les périodes de surcapacité devraient être remboursées par les profits réalisés pendant les périodes où la capacité est pleinement utilisée"(Goolsby Jawwa, 1975).

le reste. De nombreuses remarques découlent de ce tableau:

- La demande-incendie ne requiert que 11% des immobilisations. Ce chiffre peut sembler très faible; il ne faut cependant pas oublier que le secteur Plateau est desservi localement par un réservoir proportionnellement très important. Si ce n'était pas le cas on aurait vu apparaître des coûts au niveau de l'ensemble des structures de production.

Par ailleurs, on a attribué les coûts par la méthode marginale avant les fuites en accordant à cette demande la dernière tranche. Les montants imputés sont donc inférieurs aux coûts moyens. Enfin, il faut voir que dans tous les cas une diminution de cette demande introduirait une économie globale.

- Les conclusions sur les demandes moyennes et maximum doivent être entourées de précautions

si l'on veut éviter les erreurs d'interprétation. En effet, il serait faux de dire qu'une diminution de la demande instantanée pourrait introduire une réduction des coûts puisqu'automatiquement la capacité économisée serait reportée sur la demande-incendie sans diminution de coûts globaux. Les seuls transferts, introduisant des économies réelles, sont ceux qui font passer des coûts vers la capacité non-utilisée.

- Si l'on considère l'ensemble des demandes moyennes journalières, maximum avec et sans arrosage, on arrive à un total de 35% des immobilisations, ce qui correspond bien à l'idée généralement admise. L'arrosage y joue un rôle non négligeable avec 6% des immobilisations. Notons à ce sujet que, si l'arrosage amène une augmentation de la demande journalière maximum, son influence sur la demande moyenne est très faible.
- La participation des demandes horaires maximum (avec et sans arrosage) est très faible.

Ceci s'explique, puisque les composantes pour lesquelles ces demandes sont importantes ne représentent que 9% des immobilisations et que, par ailleurs, leur design est fait en tenant largement compte de la demande-incendie. Encore une fois, l'influence du réservoir Plateau se fait sentir.

- La part de la demande instantanée qui semble importante ne doit pas être surestimée, puisque la diminution de cette demande n'introduirait aucune économie réelle à cause du transfert vers la demande-incendie.
- L'influence des fuites est d'autant plus importante qu'on leur a arbitrairement attribué la dernière tranche dans la méthode marginale de répartition de la capacité. Par contre, les immobilisations correspondantes seraient purement et simplement économisées si les fuites avaient été moindres dès l'étape de design. A l'heure actuelle, leur réduction libèrerait une capacité à utiliser dans la

plupart des cas et surtout pour le réservoir Plateau, l'usine de traitement et les infrastructures en amont de l'usine.

Puisque l'analyse fait intervenir la dimension usagers (commerces, résidences, etc...), les données doivent être présentées suivant deux autres plans: usagers - composantes et usagers - caractéristiques d'utilisation. On les retrouve dans les tableaux 26 et 27.

Le premier tableau fait ressortir que pour un secteur aussi commercial que celui considéré (43% de la demande totale moyenne), c'est malgré tout l'utilisateur résidentiel (unifamilial et duplex) connexe qui a requis le plus d'immobilisations (42%). Ce résultat est conforme à l'idée généralement admise que le coût unitaire du service est moins élevé pour les usagers non résidentiels. Les fuites y jouent un rôle tel qu'on leur attribue des coûts qui sont même supérieurs à ceux des usagers commerciaux.

L'analyse de la répartition des coûts aux usagers, en fonction des caractéristiques

TABLEAU 26

Répartition des coûts de capacité aux usagers du Plateau en fonction des composantes du système (indice)

Composantes	Conduites rues	Conduites secteur	Station pompage	Réservoir	Conduite trans- mission	Usine traitement	Amont usine	Total	Répartition de la demande moyenne %	Répartition de l'indice	
										Demandes des usagers %	Capacité totale %
Groupes des usagers											
Commerces		22,600	7,100	30,200	6,900	31,600	17,200	115,600	43	32	21
Résidences unifamiliales	86,300	2,800	3,100	7,500	3,800	30,100	14,000	153,800	19	42	29
Duplex	2,800	300			200	2,000	900				
Résidences Multifamiliales	28,400	5,000	2,400	15,100	5,200	24,700	14,700	97,200	38	26	18
Petits commerces	700	100			100	500	300				
Total	118,200	30,800	12,320	52,800	16,200	88,900	47,100	366,600	100	100	
Non utilisé après transfert			1,800 (900)	55,700 (25,100)		88,400	27,500 (8,700)	34,700			6
Fuites Transfert non utilisé seulement			900	30,600		8,400	18,800	138,700			26
Total	118,200	30,800	14,100	108,500	16,200	117,300	74,600	540,000			100

Note: L'Indice de coût utilisé correspond à l p.i. de conduite de Ø2" posé.

TABLEAU 27

Répartition des coûts de capacité aux usagers en fonction des caractéristiques d'utilisation (indice)

Demandes Groupes d'usagers	Demande ins- tantanée	Demande horair- maxi avec ar- rosage	Demande ho- raire maxi sans arrosage	Demande jour- nalière maxi avec arrosage	Demande jour- nalière maxi sans arrosage	Demande mo- yenne	Incendie	Total	Répartition de l'indice pour les de- mandes des usagers %
Commerces			21,300 (5.8)		16,700 (4.6)	51,000 (13.9)	26,000 (7.3)	115,600	32
Résidences unifam- iliales	68,400 (18.7)	1,700 (.5)	3,400 (.9)	28,300 (7.7)	4,000 (1.1)	20,600 (5.6)		153,800	42
Duplex	2,200 (.6)	200 (.1)	300 (.1)	2,000 (.5)	100 (.1)	1,300 (.4)	21,300 (5.8)		
Résidences multifa- miliales	22,500 (6.1)		5,700 (1.6)		11,000 (3.0)	44,000 (12.0)		97,200	26
Petits commerces	600 (.2)		100 (.1)		100 (.1)	1,000 (.3)	12,100 (3.3)		
TOTAL	93,600 (25.5)	1,900 (.5)	30,800 (8.4)	30,300 (8.3)	31,900 (8.7)	117,900 (32.2)	60,000 (16.4)	366,600	100

1. L'indice de coût utilisé correspond à 1 pl. de conduite de Ø2" posé.

2. 5.8%

d'utilisation (tableau 27), permet d'expliquer la remarque précédente. C'est en effet l'influence des conduites de rue et de l'arrosage qui augmente considérablement les immobilisations requises pour les résidences unifamiliales et duplex. On remarque également que les usagers commerciaux mobilisent près de la moitié des immobilisations imputées à la protection-incendie. On notera, quoi que les coûts de capacité attribuables aux fuites n'ont pas été répartis aux usagers, la méthode proposée à la fin du paragraphe précédent pourrait être utilisée.

CHAPITRE 2

L'ANALYSE DES COUTS ET LA TARIFICATION

2.1 Introduction

L'étude de la demande en eau, présentée dans le premier chapitre, nous a conduit à identifier les critères de design des diverses composantes du système et à attribuer leur capacité (et leur coût d'immobilisation) aux différents groupes d'usagers. Dans ce chapitre, nous examinerons tout d'abord les méthodes d'analyse des coûts que requiert la gestion du service eau. Par la suite, les modes de taxation seront analysés en fonction des principes de rendement, d'équité et de contrôle, et pour terminer, les résultats du chapitre 1 seront utilisés pour proposer à la ville de Ste-Foy un mode de taxation et une structure tarifaire.

2.2 Détermination des coûts

Dans l'analyse de différents marchés, la détermination des coûts est une opération bien connue. Nous examinerons

2.2.2.2.2 Le rôle du coût marginal
dans l'expansion de la
demande

Les trois conditions du marché peuvent être considérées comme trois des étapes dans l'expansion de la demande dans le temps pour une étape donnée de capacité du réseau. Ainsi dans la figure 6, la situation est celle que l'on retrouve après une étape d'augmentation de capacité (c'est-à-dire capacité supérieure à la demande), la situation décrite par la figure 8 est celle que l'on rencontre lorsqu'on s'approche des limites de la capacité existante (c'est-à-dire avant qu'une nouvelle étape d'expansion soit nécessaire); et la situation intermédiaire est représentée par la figure 7.

L'ajustement du prix en fonction du coût marginal a pour effet

d'équilibrer la demande avec la capacité existante: de l'encourager après une étape d'expansion et de la décourager lorsqu'on approche des limites de la capacité.

On peut se demander si la fixation du prix d'après le coût marginal n'introduirait pas de fluctuation trop rapide du prix et ne gênerait pas la perception de l'utilisateur. En effet, après une augmentation de capacité (donc en situation de coûts élevés mais décroissants), l'utilisateur pourrait être tenté de se procurer des appareils demandant plus d'eau, ainsi que de mettre un terme à ses habitudes d'économie.

Lorsque, plus tard, la demande atteint la capacité, les coûts moyens deviennent croissants et l'utilisateur se retrouve dans une situation

totallement différente à laquelle il peut éprouver de la difficulté à s'adapter surtout si les fluctuations sont rapides, ce qui est le cas d'une ville en période de forte croissance.

Néanmoins, le consommateur est déjà familier avec des fluctuations temporelles rapides de prix (produits saisonniers, cycles des soldes, etc...) et il nous semble qu'une gestion efficace du service ne peut se passer d'agir sur le mécanisme du prix.

2.2.2.2.3 La situation à long terme

A long terme, les courbes de coût moyen déjà établies à court terme telles qu'apparaissant dans les figures 6, 7 et 8 sont englobées par une courbe de coût moyen "enveloppe" à long terme. Hirshelifer et al., (1971) rap-

portent que cette courbe-enveloppe est généralement ascendante (figure 9).

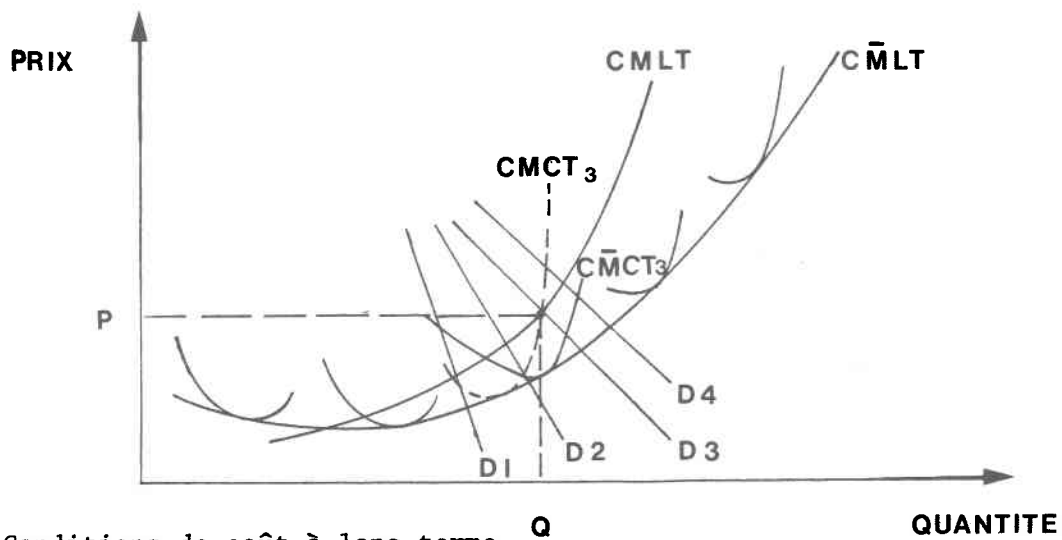


FIGURE 9: Conditions de coût à long terme

Les courbes de coût moyen à court terme ($\bar{C}MCT_3$) et les courbes de demande D_1 , D_2 , D_3 reprennent celles des figures 6, 7 et 8. La solution telle que définie par l'intersection

de la courbe de coût marginal à long terme (CMLT) avec celle correspondante à court terme (CMCT₄) résulte en un prix stable et amène des profits au service d'aqueduc.

Cependant, ce type d'analyse se heurte à plusieurs difficultés:

- Il existe des économies d'échelle pour des composantes telles que réservoirs et usines de production (Goolsby 1975), si bien qu'on ne peut considérer l'hypothèse de continuité;
- Les améliorations technologiques d'une part, et l'inflation d'autre part empêchent de considérer les coûts historiques comme base de tarification;

- Le contrat de service de l'utilisateur n'est pas à long terme et la conjoncture économique peut nécessiter d'avoir recours à des interventions à court terme.

En conclusion, il nous semble que le service d'eau, monopole de type public, peut s'approcher de la solution optimale en fixant un prix basé sur le coût marginal à court terme. Les déficits occasionnés temporairement par cette solution peuvent être comblés par une charge fixe ou par les fonds généraux. A long terme, l'augmentation générale des coûts est à répercuter sur les nouveaux usagers.

2.3 La taxation du service eau, théorie et pratique

Les principes de taxation seront d'abord discutés, puis les méthodes existantes seront examinées et évaluées en fonction de ces principes.

2.3.1 Principes de taxation

Le contexte opérationnel peut introduire divers modes de taxation et de structures tarifaires. Pour les discuter, on peut considérer trois principes majeurs: le rendement, l'équité et le contrôle de l'utilisation.

2.3.1.1 Rendement

Le rendement global d'un mode de taxation (les revenus qu'il procure) est évidemment le premier et le plus reconnu des principes.

L'autorité doit obtenir - tout comme n'importe quelle entreprise - la récupération de ses coûts d'opération actuels au minimum à court terme et le coût total du service à long terme afin de garantir sa stabilité financière et sa capacité à planifier sur des longues périodes. On doit préciser que l'évolution temporelle du rendement est également importante (voir section 2.2.2.2 sur le mécanisme d'ajustement du prix à ce sujet).

2.3.1.2 Equité

Le service doit récupérer, de chacun de ses groupes d'usagers, le plein montant des coûts encourus. Dans notre analyse, il s'agit comme nous l'avons vu, du coût marginal à court terme que nous devons relier aux caractéristiques de la demande. Une politique favorisant un type de développement (les résidences multifamiliales par exemple) peut bien sûr être mise de l'avant; cependant, ses conséquences ne sont pas à reporter sur la taxation des services et doivent être clairement établies.

2.3.1.3 Contrôle de l'utilisation

Dans le cadre d'une politique de gestion de l'utilisation de l'eau, la taxation doit pouvoir jouer un rôle de contrôle sur l'ensemble des utilisations et en particulier, celles qui procurent le moins de satisfaction à l'utilisateur et provoquent les pointes les plus élevées (Howe, Linaweaver 1967, Grima 1970 et Keller 1975).

2.3.1.4 Autres principes

D'autres facteurs peuvent également être mentionnés:

- Simplicité: permettant à l'administrateur de comprendre et d'utiliser correctement la taxation;
- Compréhension: l'utilisateur doit lui aussi avoir une connaissance et une compréhension du mode de taxation et de sa structure tarifaire. Cependant, il faut mentionner qu'il est encore plus important qu'il ait une connaissance de son utilisation.

Enfin, on peut également mentionner brièvement que, dans le cadre de ce travail, nous n'avons pas envisagé l'hypothèse de gratuité pour services en eau potable proposée par Legendre (1970). De la même façon la prise en charge partielle par l'Etat des coûts des services n'est pas considérée. Le lecteur trouvera dans les récents travaux de l'A.Q.T.E., un résumé des propositions actuellement pertinentes. (1)

1. Association Québécoise des Techniques de l'Eau (1977) - Propositions d'une réforme dans le domaine de l'eau au Québec
Mémoire 53 pages - Février 1977.

2.3.2 Politiques courantes de taxation

L'A.Q.T.E. a fait ressortir la multitude et les incohérences de modes de taxation et de structures tarifaires actuellement utilisés. Grima (1972) résume bien le mécanisme qui a provoqué cette situation: "il est basé, en théorie, sur les coûts moyens, mais en réalité c'est un processus itératif conçu en fonction de la récupération totale des coûts".

En pratique, toutefois, les buts recherchés ne sont pas réalisés, puisqu'il existe peu de rapports entre les recettes et les dépenses (A.Q.T.E.). On peut expliquer cet état de choses, d'abord par l'emploi des coûts moyens historiques - qui a pour résultat la sous-estimation de valeur actuelle du système eau et ainsi les coûts du service à récupérer. Au lieu du plein coût du service, la politique actuelle de taxation est conçue pour la récupération du coût d'opération et une portion variable du coût d'investissement (Hanke 1975, A.Q.T.E. mise à jour 1975). Le déficit entre la taxe du service et les coûts réels du service doit être comblé à partir des recettes générales - basées elles mêmes sur la taxe foncière.

L'autre extrême selon lequel le service eau récupère au-delà des coûts du service est également possible. Dans ce cas, il est tout probable que le surplus de recettes sert à subventionner le déficit dans d'autres services (A.Q.T.E.). Evidemment, un transfert dans ce sens n'est pas plus équitable que dans l'autre (Castonguay 1976).

L'inéquité trouvée entre les services est également présente entre les usagers d'un service. A son origine, on trouve le manque de considération des caractéristiques de la demande dans l'allocation des coûts lors de la taxation (Feldman 1975). On néglige l'ensemble de services fournis: pression, capacité en réserve et gallonage. L'allocation des coûts à présent est fondée sur la demande moyenne annuelle et/ou une évaluation des investissements locaux.

Les caractéristiques de demandes spécifiques, à chaque groupe d'usagers, ont une influence directe sur le dimensionnement des composantes et ainsi sur les coûts. Une politique de tarif uniforme au gallon

pour tous les usagers masque les différences réelles de coûts de service et amène les inéquités entre les usagers (Fristoe 1970, Hanke 1975).

Ayant ni la connaissance de l'impact financier des demandes, ni le mode de taxation nécessaire pour les contrôler, le gestionnaire voit son rôle limité à satisfaire toute demande, peu importe sa valeur à l'utilisateur. Cette situation appelée l'approche "requirements" (Hanke 1975) aboutit à une surcapacité dans le dimensionnement des composantes et l'inefficacité dans l'emploi de la capacité existante du système.

On notera que dans tous les cas, il y a intérêt à identifier clairement sur le compte de taxes, chacun des principaux services (Castonguay).

2.3.2.1 Mode de taxation

Le cas de Ste-Foy est clair, puisque tous les usagers sont taxés d'après des relevés annuels de compteurs; les taxes de secteurs

ont été abolies et la protection-incendie des édifices non-résidentiels fait l'objet d'une taxe foncière.

2.3.2.1.1 Taxe foncière

La taxe foncière constitue la première source de revenus des municipalités québécoises. Elle sert habituellement à couvrir l'ensemble des dépenses ne faisant pas l'objet de taxes spécifiques, ainsi que le service général de la dette. L'évaluation foncière peut également être utilisée comme base de taxation des services. Il est important de noter les avis des spécialistes au sujet de la taxe foncière:

* Avantages

- Simplicité du concept;
- Rendement facile à évaluer et néces-

sitant un ajustement annuel simple pour tenir compte des besoins de revenus municipaux.

- Intègre un ensemble de facteurs qui déterminent une partie des coûts du service, dont en particulier ceux précisant une partie de la demande en eau (Demard 1976), ainsi que ceux qui interviennent dans les coûts d'immobilisation (le terrain intervient aussi). La demande pour la protection-incendie est également reliée à la valeur des édifices, dont l'évaluation constitue une approximation.

* Inconvénients

- Caractère régressif par rapport aux revenus des occupants ou des propriétaires (Castonguay).
- Absence d'efficacité dans la gestion du développement urbain (Castonguay).

- Spécifiquement dans le cas de l'eau
- a) Aucune participation à la gestion de la demande;
 - b) Les relations évaluation foncière - demande en eau sont limitées aux usages résidentiels (seulement la demande moyenne annuelle);
 - c) La combinaison des éléments d'évaluation est faite en cherchant à s'approcher de la valeur marchande. Leur pondération est donc inappropriée au calcul des bénéfices des consommateurs du service eau. On remarquera cependant qu'un effort pourrait être fait pour générer un indice spécifique (solution utilisée à Sherbrooke);
 - d) Sans compteur, pas de connaissance de la demande.

2.3.2.1.2 Compteurs (tarif au gallon)

Leur utilisation soulève plus de questions dans la province que nombre de pays qui dépensent moins d'argent pour l'alimentation urbaine.

* Avantages

- Compréhension du principe par l'utilisateur et moyen d'incitation à l'économie.
- Mesure en paramètre (\bar{Q}_{an}) qui est reliée individuellement aux coûts. Cela rencontre le principe d'équité.
- Fournit une donnée fondamentale à la gestion des réseaux.

L'A.Q.T.E. a évalué globalement à 30% la réduction de la demande dans les résidences équipées de compteurs.

* Inconvénients

- La structure de tarification est peut-être plus importante que le mode de taxation lui-même (Grima). C'est la raison qui explique la plupart des échecs.
- Les coûts d'achat et d'installation, de lecture et d'entretien ne sont pas nuls. Ces quatre étapes réclament une attention qu'on ne leur accorde pas.
- L'illusion de disponibilité illimitée d'eau potable gratuite persiste à tous les niveaux. Le politicien local pense que la population en est encore à ce stade.
- Un certain nombre de coûts ne sont pas reliés à la valeur de la demande, surtout dans le cas de relevés annuels.

- L'élasticité de la demande peut sembler douteuse, surtout lorsque la structure tarifaire est aberrante (cas courant).

Ne visant pas à justifier rétrospectivement l'installation de compteurs dans la ville de Ste-Foy, nous ne discuterons donc pas de la faiblesse des arguments contre les compteurs. Le sujet même de ce mémoire fournira une réponse au lecteur.

2.3.2.1.3 Taxes de secteur

Il s'agit également d'une forme de taxation controversée . Son but est de faire supporter, en totalité ou en partie, les coûts des immobilisations locales aux usagers du secteur. On conçoit alors que dans le cas de nouveaux secteurs, un mini-

mum de charges sont reportées sur les anciens usagers. Dans le cas d'améliorations de service à des secteurs déjà développés, l'intérêt des taxes de secteur est également évident. Enfin, le report aux usagers des coûts entraînés pour les desservir constitue un élément non-négligeable de contrôle du développement urbain et libère également la municipalité d'une partie de sa dette.

La situation est cependant plus complexe si l'on se réfère au principe d'équité sous sa forme la plus discutable: à service égal, charges égales.

2.3.2.2 Structure tarifaire

Le mode de taxation par compteur étant admis, l'établissement d'une structure tarifaire dans le contexte des principes directeurs

déjà mentionnés devient l'élément le plus important. Cette structure comprend généralement une taxe de service associée à une allocation de demande et un taux dégressif en fonction de la demande*.

- Taxe de service

Il est évident qu'une partie des coûts ne sont pas reliés à la demande mesurée au compteur (lecture, facturation, entrées de service, etc...) et peuvent être défrayés par une charge fixe. Cette charge peut être variable d'un groupe d'usagers à un autre.

- Allocation de demande

D'une pratique très courante, cet élément de la structure tarifaire est associé à la taxe de service au titre de minimum "vital" ou "raisonnable" (Legendre 1970).

L'évaluation de la demande de l'utilisateur dans l'établissement d'une allocation minimum

* La demande est définie ici sur une base de temps correspondant à la période de lecture des compteurs.

est souvent ce qui entraîne le plus grand nombre d'erreurs et c'est une des causes les plus fréquentes de l'inefficacité de la taxation par compteur. A Ste-Foy, en 1975, cette allocation était ainsi de 200 G/j pour les résidences unifamiliales, alors que la médiane était à 160 G/j et que 40 % des usagers dépassaient l'allocation. Le cas des résidences multifamiliales était encore plus flagrant puisque, l'allocation étant la même, seulement 5 % des usagers l'ont dépassée.

Puisque chaque usager doit payer la même charge fixe du service, indépendamment de sa demande, on doit conclure que cette charge est discriminatoire envers le locataire de multifamiliale. Ce dernier paie en moyenne un prix plus élevé par gallon utilisé.

Il faut remarquer que le manque de connaissance de la demande est souvent à l'origine de cette situation. Dans certains cas, c'est l'image que veulent transmettre les po-

liticiens municipaux qui est en cause. Nous retiendrons cependant que le minimum "vital" est inférieur à 1 G/jp et que la notion de demande raisonnable est extrêmement subjective et difficile à justifier dans le cadre de la gestion de la demande.

- Taux dégressif

Pratiqué couramment, le taux dégressif traduit la notion d'économie d'échelle associée à la longueur de conduite réduite que requiert un gros usager par rapport à un ensemble de petits (Keller 1969). Cette économie existe (chapitre 1), mais nous évaluons plus loin les possibilités d'en tenir compte.

Une variabilité plus faible chez les gros usagers est mentionnée pour justifier l'utilisation du taux dégressif. Cet argument montre une certaine méconnaissance quant au véritable effet de l'amortissement sur la demande parmi les usagers. Or, par exemple, il est

possible qu'un quartier résidentiel - dont les habitations individuelles dans les catégories duplexes et unifamiliales ont d'importantes demandes de pointe d'arrosage - n'ayant qu'un compteur, montre dans sa demande une variation semblable à celle d'un gros centre d'achat qui lui n'a seulement qu'un compteur pour l'ensemble de magasins. (Pour une discussion plus en détail sur ce point voir le titre "amortissement" dans la section 1).

Enfin, l'existence de surplus de capacité sur l'ensemble du système (alimentation, traitement, distribution) amène le gestionnaire à proposer une telle structure tarifaire.

- Période de lecture

Les coûts de relevés et de facturation conduisent à choisir une base annuelle de lecture de compteurs. Nous avons vu cependant

(chapitre 1) que si la demande moyenne intervient dans l'attribution des coûts de capacité, d'autres caractéristiques de la demande interviennent (demande horaire maximum, demande journalière maximum).

Dans quelques cas (dont Fairfax County) on peut noter des relevés trimestriels permettant d'avoir une évaluation de la demande d'arrosage (et une surtaxe spéciale). Feldman (1975) propose même des compteurs permettant d'enregistrer les demandes en période de pointe, cette dernière étant identifiée par les basses pressions qu'elle entraîne plutôt que par l'heure à laquelle elle se produit. On pourrait également suggérer l'utilisation de débit-mètres de quartiers permettant la taxation des pointes. L'inconvénient de telles méthodes (à part le coût de ces compteurs) est que l'utilisateur ne sait pas à priori quand il se trouve en période de pointe, donc il peut avoir de la difficulté à tenir compte de cette taxation.

Autres coûts pouvant être reliés à la demande

Sans analyser en détail la relation, les coûts de collecte et de traitement des eaux usées sanitaires peuvent être inclus dans la partie variable de la taxation du service eau. De la même façon, la partie fixe peut comprendre une taxe pour les eaux usées.

Bref, le tarif aux paliers dégressifs - tout comme la charge minimum de service - est inéquitable du fait que les petits usagers subventionnent la consommation des gros usagers et que le gaspillage est encouragé (Colberg 1955) - ce qui se résume à plus qu'on ne le paie par gallon.

D'un autre côté, si le tarif aux marches se repose sur l'analyse détaillée des demandes de pointe de l'abonné et non seulement sur ses demandes moyennes annuelles (\bar{Q}_{an}), comme c'est le cas maintenant, cette méthode peut

être réconciliée, avec les principes directeurs de la tarification tels que présentés auparavant.

2.3.2.3 Taxe pour la protection-incendie

Ste-Foy utilise actuellement, pour les édifices non-résidentiels, une taxe foncière pour les coûts associés à la protection-incendie. Comme il existe une relation entre les besoins de protection-incendie (capacité en réserve) et la valeur des édifices (C.U.A.), une telle taxe semble cohérente. Toutefois, il existe un autre élément dans cette demande soit la pression requise pour les systèmes de gicleurs. Les édifices équipés d'un tel système n'ayant pas des systèmes de réservoirs (colonnes d'eau), requièrent environ quarante livres de pression dans les conduites avoisinantes au lieu de vingt. Puisque cet excédent de pression crée des pertes additionnelles dans le système eau et, puisque les bâtisses à gicleurs sont les seules à bénéficier des réduc-

tions dans leurs primes d'assurance, elles doivent assumer entièrement les coûts associés aux pertes additionnelles.

Toutefois, il existe quelques difficultés à l'établissement d'une surtaxe pour la protection-incendie: d'abord, il est difficile d'évaluer les pertes qui ne varient pas de façon simple et continuent en fonction de la pression et doivent être estimées selon les observations sur place; deuxièmement, puisque la capacité réelle du système varie localement, on peut se demander si une surtaxe uniforme, pour tous les secteurs, est justifiée. Ceci est d'autant plus vrai que pour les édifices importants, le taux des primes dépend de la capacité locale du réseau. Enfin, quoique les propriétaires des édifices commerciaux peuvent modifier leurs besoins de pression par l'installation du système de colonnes d'eau, il leur est impossible de modifier la capacité en réserve requise, puisque cette dernière est définie par les normes de la C.U.A..

2.3.3 Taxation et outils de gestion de la demande

Considérant les moyens dont dispose le gestionnaire, la taxation constitue un des outils les plus utilisés. Nous examinerons les résultats des principales études sur le sujet, ainsi que d'autres moyens connus de contrôle de la demande tels la réglementation, la réduction de la pression et l'information à l'utilisateur.

2.3.3.1 Elasticité de la demande moyenne

De multiples auteurs ont démontré que l'élasticité de la demande moyenne des résidences est relativement faible (de l'ordre de $-.3$ à $-.4$ d'après Milliman). Seul Grima a mis en évidence que les taux pratiqués sont généralement si bas qu'ils perdent toute influence. Cet auteur a cependant fait ressortir que, lorsque les taux augmentent (au-delà de 40 $\text{¢}/1000$ G en 1968), on observe une réduction rapide de la demande, réduction qui diminue par la suite pour les taux les plus élevés. Il interprète la réduction rapide de la demande obser-

vée pour les premiers accroissements comme une élimination des usages les moins prioritaires, alors que l'élasticité diminue par la suite. Il faut remarquer que le travail de Grima est basé sur les données dans l'espace plutôt que dans le temps qui sont habituellement inexistantes ou plus délicates à analyser, puisque d'autres facteurs interviennent (accroissement du revenu, diminution du nombre de personnes par logement, transfert d'un type de résidence à un autre, etc...). Il faut également noter que plusieurs auteurs ont introduit une nuance dans les usages pour faire ressortir que certains sont plus influencés que d'autres par le prix.

2.3.3.2 Elasticité de la demande d'arrosage

Howe et Linaweaver (1967) ont établi que si la demande domestique était faiblement élastique (-.23 d'après leur étude), la demande pour l'arrosage l'est beaucoup plus (- 1.6 pour l'est des Etats-Unis) et ce, sans taxation

spécifique de cet usage. Cette même demande est également connue pour être influencée par le mode de taxation lui-même (c'est en fait elle qui diminue le plus à la suite de l'installation de compteurs). L'utilisation actuelle dépasse largement les besoins réels (Demard et al 1976). Il est logique de penser qu'une taxation spécifique de la demande d'arrosage conduirait à une réduction encore plus importante que celle traduite par l'élasticité globale et l'élasticité de l'arrosage dans une tarification globale.

La réponse de l'utilisateur, à une augmentation de prix, est constituée d'une part, d'une économie sur ses usages actuels comme l'arrosage et d'autre part, de changements dans ses investissements: appareils consommant moins, pelouses plus petites, mieux établies, fuites réparées plus rapidement (Hanke, Flack 1968). Les promoteurs résidentiels pourraient alors également en faire un argument de vente comme pour l'électricité.

La taxation spécifique de cette utilisation soulève cependant deux types de problèmes:

* Technologique

La possibilité d'installer un second compteur pour les utilisations extérieures de l'eau n'a jamais été approfondie au Québec. Les coûts d'investissements seraient sans doute le facteur limitant. En attendant la commercialisation des compteurs de type "Feldman" il ne semble donc pas qu'il y ait de possibilité réelle d'application.

* D'évaluation

Les coûts d'immobilisation associés à l'arrosage sont reliés à la demande de pointe d'un ensemble d'utilisateurs. Il faudrait donc surtaxer les arrosages qui se produisent aux mêmes moments. En l'absence de compteurs de type "Feldman", on ne peut qu'évaluer l'arrosage total et son moment d'occurrence. Il faut donc

se limiter à obtenir par les compteurs une incitation générale et développer d'autres outils de gestion.

"A présent, les augmentations du prix incitent la modification dans l'usage moyen d'arrosage, mais ne fournit pas l'incitation spécifique à éviter les journées particulières d'arrosage élevé" (Hanke, Flack, 1968). Quant aux autres pointes de demande, leur taxation spécifique se heurte aux mêmes problèmes.

2.3.3.3 Autres outils de gestion

La réglementation, la réduction de la pression et l'information aux usagers sont les autres outils à la disposition du gestionnaire.

a) Règlementation

S'appliquant aux usagers extérieurs (arrosage, piscine, lavage d'autos), elle peut comporter un facteur temps ou un facteur espace, ou les deux . Déterminée dans le

temps, elle vise à éviter de superposer à la pointe de demande domestique (17 heures à 20 heures), celle de l'arrosage. En pratique, il y a quelques difficultés pour atteindre ce but: si la période autorisée est après 20 heures, on prend le risque de voir certains usagers laisser l'arrosage se poursuivre jusqu'au matin s'ils ne sont pas sensibilisés à ce problème. En autorisant l'arrosage dans la journée, certains se plaindront d'une efficacité réduite voir du dépérissement de leur pelouse et il y a risque de superposition avec la pointe domestique du matin (7 heures - 11 heures).

Par ailleurs, une réglementation comporte des éléments négatifs pour l'utilisateur et la nécessité de confier son application à d'autres services (inspection, police). La réglementation dans l'espace consiste en une division, soit par quartier, soit par

côté de rue. La seconde semble préférable, puisqu'elle uniformise mieux la charge sur l'ensemble du réseau.

La combinaison des deux modes de réglementation peut éventuellement atteindre une certaine efficacité.

b) Réduction de la pression

S'effectuant naturellement dans les quartiers les plus mals desservis, cet outil de gestion peut être appliqué, si l'on dispose, d'une part, d'une connaissance précise du comportement du réseau et de la demande et d'autre part, de la technologie requise. Par ailleurs, cette méthode permet également de réduire la pression la nuit, donc les fuites.

c) Information à l'utilisateur

Le peu de sensibilisation de l'utilisateur et l'ignorance de ses besoins en eau et de sa demande le privent de toute possibilité

de choix réaliste dans ses utilisations (Hanke). Comme, par ailleurs, les occupants de logements loués ne sont pas touchés directement par la taxation, on peut comprendre le peu d'information dont dispose l'utilisateur. La première étape de la gestion de la demande est donc de fournir à l'utilisateur des informations sur:

- Ses utilisations domestiques
- Les besoins des pelouses
- Les conséquences des charges qu'il impose au réseau
- Les coûts engendrés par sa demande

Par ailleurs, les moyens de réduire sa demande, tout en répondant à ses besoins, doivent également lui être fournis. L'information elle-même peut prendre différentes formes, mais le recours à des campagnes doit être complété par un programme continu.

Les résultats obtenus pour l'arrosage, par Demard et al, prouvent clairement l'effica-

cité de ces actions et la réponse des usagers.

Par ailleurs, si l'information à l'utilisateur constitue la première étape, elle peut également augmenter l'efficacité des autres outils pour s'intégrer à une gestion de la demande.

CHAPITRE 3

TARIFICATION PROPOSEE

Après avoir élaborée une méthode d'attribution aux usagers des coûts d'investissement et examiné les divers modes de taxation et les structures tarifaires, nous compléterons l'analyse des coûts en considérant les dépenses effectives. Par la suite, un principe de tarification sera proposé et appliqué au cas du secteur Plateau.

3.1 Dépenses totales

Les dépenses d'investissement et de fonctionnement ont été tirés des dossiers de la ville. Une telle opération a nécessité l'analyse des documents concernant chaque projet et chaque emprunt ainsi qu'un examen des dépenses de fonctionnement.

3.1.1 Base de calcul

En période de faible inflation, les variations annuelles des dépenses conduisent à évaluer une dépense

moyenne sur une base de quelques années.

L'introduction d'une moyenne en période d'augmentation rapide des dépenses se traduit par une grave sous-estimation des dépenses. Pour éviter ce problème, nous considèrerons les données de la dernière année (1975), étant entendu qu'un travail plus complet pourrait être fait en réalisant un lissage des données annuelles.

3.1.2 Dépenses d'investissement

Dans le chapitre 1, les coûts d'investissement ont été analysés d'après les valeurs de remplacement des composantes. Les dépenses d'investissement (annuités) sont présentées au tableau 28 pour 1975, ainsi que la moyenne pour les années 1971 à 1975. On notera que ces données ne tiennent pas compte des investissements réalisés pour le réservoir Plateau, dont le financement est toujours temporaire. L'attribution au secteur Plateau des dépenses d'investissement, en ce qui concerne les conduites, est basée d'après leur longueur et leur diamètre sur la part de ce secteur dans le total de la valeur de remplacement (tableau 29),

TABLEAU 28

Sommaire des coûts d'investissement et du fonctionnement pour la période 1971 à 1975

ELEMENTS BUDGETAIRES	MOYENNE 1971 A 1975		1975	
	STE-FOY	LE PLATEAU	STE-FOY	LE PLATEAU
<u>I. COUTS ANNUELS DU CAPITAL</u>				
A) <u>Le réseau</u>				
Amont UTE	\$ 235,620	\$ 69,743	\$ 242,392	\$ 71,748
UTE	<u>132,515</u>	<u>47,501</u>	<u>224,320</u>	<u>80,531</u>
Total	368,135	117,244	466,712	152,279
Réservoir du Plateau	38,810	34,572	50,154	44,678
Stations de pompage	12,745	4,499	16,471	5,814
Conduites de transmission	50,587	5,184	65,374	6,700
" " secteur	87,583	10,006	113,185	12,931
" " rue	<u>330,155</u>	<u>38,350</u>	<u>426,663</u>	<u>49,560</u>
Total	<u>519,880</u>	<u>92,611</u>	<u>671,847</u>	<u>119,683</u>
Total	898,015	209,855	1,138,559	271,962
B) <u>La protection incendie</u>				
Total	<u>108,000</u>	<u>31,320</u>	<u>108,000</u>	<u>31,320</u>
<u>TOTAL</u>	1,006,015	241,175	1,246,559	303,282

ELEMENTS BUDGETAIRES	MOYENNE 1971 A 1975		1975	
	STE-FOY	LE PLATEAU	STE-FOY	LE PLATEAU
II. COÛTS DU FONCTIONNEMENT				
A) <u>Opération et entretien du réseau</u>				
1- <u>La production (opération et entretien)</u>				
Amont UTE	\$ 90,441	\$ 23,605	\$ 89,207	\$ 23,283
UTE	<u>296,439</u>	<u>53,359</u>	<u>339,195</u>	<u>61,055</u>
Total	386,880	76,964	428,402	84,338
2- <u>La distribution (entretien)</u>				
Les réservoirs au Plateau et les stations de pompage	24,942	12,789	45,111	22,000
Conduites de transmission	10,004	945	8,778	829
" " secteur	39,303	4,391	34,485	3,853
" " rue	188,893	21,534	165,739	18,895
Ingénierie	<u>22,500</u>	<u>4,208</u>	<u>25,000</u>	<u>4,675</u>
Total	<u>285,642</u>	<u>43,867</u>	<u>279,111</u>	<u>50,252</u>
Total réseau	672,522	120,831	707,513	134,590
B) <u>La partie fixe des coûts de fonctionnement</u>				
1- Compteurs et entrées du service	77,493	11,237	67,800	9,831
2- Comptabilité et service à l'abonné	38,152	5,532	40,480	5,870

3.

ELEMENTS BUDGETAIRES	MOYENNE 1971 A 1975		1975	
	STE-FOY	LE PLATEAU	STE-FOY	LE PLATEAU
II. <u>COUTS DU FONCTIONNEMENT</u> (suite)				
3- Frais généraux	\$ 46,354	\$ 8,130	\$ 51,505	\$ 9,116
4- Protection - incendie	<u>252,045</u>	<u>58,052</u>	<u>296,000</u>	<u>70,231</u>
Total	414,044	82,951	455,785	95,048
TOTAL FONCTIONNEMENT	<u>1,086,566</u>	<u>203,782</u>	<u>1,163,298</u>	<u>229,638</u>
TOTAL COUTS	\$2,092,581	\$444,957	\$2,409,857	\$532,920

TABLEAU 29

Attribution de coûts* dans les conduites
de Ste-Foy

Diamètre conduite po.	indice	longueur totale dans Ste-Foy (pi)	total indice	longueur secteur Plateau (pi.)	indice	% Plateau
2 P.V.C.	1.	-	-	-	-	
3 P.V.C.	1.03	15,350	15,811	-	-	
4 fonte	1.18	40,180	47,412	4,353	5,137	
6 fonte	1.26	592,535	746,594	68,543	86,364	
8 fonte	1.39	162,835	226,341	20,759	28,855	
Total:		810,900	1,036,158	93,655	120,356	.116
10 fonte	1.51	81,255	122,695	3,480	5,255	
12 fonte	1.65	45,370	74,861	10,718	17,685	
14 fonte	1.78	4,660	8,295			
14 hyperscon	1.68	8,400	14,112	4,100	6,888	
16 hyperscon	1.97	23,200	45,704	800	1,576	
16 hyperscon	1.77	5,200	9,204			
Total:		168,085	274,871	19,098	31,404	.114
18 hypres- con	3.196	10,575	33,798	-	-	
20 hypers- con	3.53	8,340	29,440	-	-	
24 hyperscon	3.96	24,122	95,523	4,109	16,272	
Total		43,037	158,761		16,272	.102
30 hypers- con	4.26	8,310	35,401	2,161	9,206	
36 hypers- con	4.66	5,620	26,189	1,461	6,808	
Total		13,930	61,590		16,014	.25
TOTAL		1,035,952			184,046	.12

* coûts de remplacement juin 1976

alors que le calcul a été fait spécifiquement pour les autres composantes (chapitre 1).

La comparaison des dépenses d'investissement (tableau 28), par rapport aux coûts de remplacement (tableau 25), permet de mettre en évidence que dans les deux cas la production représente approximativement la moitié des coûts.

3.1.3 Dépenses de fonctionnement

L'obtention de données pour les dépenses de fonctionnement est généralement difficile; dans notre cas, nous avons tenté d'évaluer chacune des dépenses attribuables au service (main-d'oeuvres, machinerie, services), même lorsque la comptabilité ne les identifie pas (tableau 28). Le total de ces dépenses s'établit à plus de 47% des dépenses totales confirmant ainsi une importance approximativement égale des dépenses d'investissement et de fonctionnement. La comparaison des valeurs de remplacement (tableau 25) et des coûts d'opération et d'entretien (tableau 28) permet de faire ressortir que ces deux

coûts ne représentent que 2.3% de la valeur de remplacement, dont .6% seulement pour les coûts d'entretien. On a ainsi une image exacte de l'importance qu'on accorde à l'entretien des composantes.

Les coûts d'opération et d'entretien pour l'année 1975, sont présentés en détail au tableau 30; on y constate que les coûts d'entretien représentent environ 25% du total. Il est également intéressant de noter que pour un total d'environ 10,000 compteurs, le budget d'opération et d'entretien n'est que de \$10,000.00, soit \$1.00/compteur et par an, lecture comprise, ce qui est faible.

La répartition de ces dépenses de fonctionnement, au secteur Plateau, s'est faite suivant plusieurs méthodes pour:

- L'opération et l'entretien de toutes les composantes en amont des conduites suivant la part du secteur dans les coûts de remplacement;
- L'entretien des conduites d'après la part du secteur dans la longueur totale des conduites;

TABLEAU 30Analyse de coût par composante dans le budget 1975

COUTS ANNUELS TOTAUX DE SERVICE	ANNEE 1975	
	<u>Ste-Foy</u>	<u>Plateau</u>
I. <u>COUTS ANNUELS DU CAPITAL</u>		
L'annuité: remboursement du capital et intérêts		
1- <u>La production</u>		
A) <u>La prise d'eau, les puits, la conduite d'adduction et le poste de pompage</u>	\$242,392	
Partie attribuable au Plateau		\$71,748
B) <u>L'usine de traitement d'eau</u>	224,320	
Partie attribuable au Plateau		80,531
Total de la production	446,712	
Partie du total attribuable au Plateau		152,279
2- <u>La distribution</u>		
A) <u>Les réservoirs du Plateau</u>	50,154	
Partie attribuable au Plateau		44,678
B) <u>Les stations de pompage</u>	16,471	
Partie attribuable au poste le Plateau		5,814
C) <u>Les conduites de transmission</u>	65,374	
Partie attribuable au Plateau		6,700
D) <u>Les conduites du secteur</u>	113,185	
Pourcentage attribuable au Plateau		12,931

.../2

2.

I. COUTS ANNUELS DU CAPITAL (suite)

E) <u>Les conduites de rues</u>	426,663	
Pourcentage attribuable au Plateau		49,560
Total de la distribution	671,847	
Partie attribuable au Plateau		119,683
Total de la production et de la distribution	1,138,559	
Partie attribuable au Plateau		271,962
3- <u>La protection incendie</u>		
A) <u>L'équipement</u>	108,000	
Partie attribuable au Plateau		31,320
Total des coûts annuels du capital	1,246,559	
Partie attribuable au Plateau		303,282

II. COUTS DE FONCTIONNEMENTA. L'opération et l'entretien du réseau1- La productionA) La prise d'eau, les puits, la conduite
d'adduction et le poste de pompage

i La mécanique	5,000	
ii L'électricité	75,207	
iii L'achat d'eau	9,000	
IV Autre		

Total	89,207	
-------	--------	--

Partie attribuable au Plateau		23,283
-------------------------------	--	--------

.../3

3.

II. COUTS DE FONCTIONNEMENT (suite)

B) <u>L'usine de traitement d'eau</u>		
i Les salaires	122,000	
ii Les produits chimiques	108,872	
iii L'électricité	71,530	
IV L'entretien de l'équipement et de l'usine	36,793	
V Autre		
	Total	339,195
Partie attribuable au Plateau		61,055
Total de la production	428,402	
Partie attribuable au Plateau		84,338
2- <u>La distribution</u>		
A) <u>Les réservoirs au Plateau et les stations de pompage</u>	45,111	
Partie attribuable au Plateau		22,000
B) <u>Les conduites: l'entretien, l'équipement, la machinerie et la réparation des fuites</u>		
- Conduites de rue	165,739	
		18,895
- Conduites du secteur	34,485	
		3,853
- Conduites de transmission	8,778	
		829
L'ensemble de conduites	209,000	
		23,557

.../4

4.

II. COUTS DE FONCTIONNEMENT (suite)

C) <u>L'ingénierie nécessaire pour les travaux de réfection</u>	25,000	
Partie attribuable au Plateau		4,675
Total de la distribution	279,111	
Partie attribuable au Plateau		50,252
Total de l'entretien et l'opération	707,513	
Partie attribuable au Plateau		134,590
B. <u>La partie fixe du fonctionnement</u>		
1- <u>Les compteurs et les entrées de service</u>		
A) <u>Les compteurs</u>		
i L'entretien et le remplacement	3,000	
ii La lecture	7,000	
iii L'achat		
Total	10,000	
Partie attribuable au Plateau		1,450
B) <u>Les entrées de service</u>		
i Le dégelage des entrées	7,800	
ii L'entretien	50,000	
Total	57,800	
Nombre d'entrées dans le Plateau p.r. au total		8,381
Total des compteurs et des entrées	67,800	
Partie attribuable au Plateau		9,831

.../5

5.

II. COUTS DE FONCTIONNEMENT (suite)2- La comptabilité et le service de l'abonnéA) La facturation

i Le traitement de comptes, le port de lettres, etc.	2,930	
--	-------	--

ii Les comptes en souffrance	9,000	
------------------------------	-------	--

Total	11,930	
-------	--------	--

Partie attribuable au Plateau		1,730
-------------------------------	--	-------

B) L'information concernant le service dont les comptes

i Donnée par téléphone	8,250	
------------------------	-------	--

ii Donnée par correspondance	19,700	
------------------------------	--------	--

iii Donnée par pochette et lors des conférences	600	
---	-----	--

Total	28,550	
-------	--------	--

Partie attribuable au Plateau		4,140
-------------------------------	--	-------

Total de la comptabilité et le service aux abonnés	40,480	
--	--------	--

Partie attribuable au Plateau		5,870
-------------------------------	--	-------

3- Les frais généraux

A) <u>Du bureau</u>	6,550	
---------------------	-------	--

B) <u>De téléphone, des colloques, du matériel, etc.</u>	49,955	
--	--------	--

Total	51,505	
-------	--------	--

Partie attribuable au Plateau		9,716
-------------------------------	--	-------

.../6

6.

II. COUTS DE FONCTIONNEMENT (suite)4- La protection incendieA) Les pompiers

- Les salaires	150,000	
----------------	---------	--

Partie attribuable au Plateau		43,500
-------------------------------	--	--------

B) L'équipement

- Les camions	10,000	
---------------	--------	--

- Le matériel	15,000	
---------------	--------	--

Total	25,000	
-------	--------	--

Partie attribuable au Plateau		7,250
-------------------------------	--	-------

C) Les bornes-fontaines

- L'entretien et le déneigement	121,000	
---------------------------------	---------	--

Partie attribuable au Plateau		19,481
-------------------------------	--	--------

Total de la Protection incendie	296,000	
---------------------------------	---------	--

Partie attribuable au Plateau		70,231
-------------------------------	--	--------

Total de la partie fixe du fonctionnement	455,785	
---	---------	--

Partie attribuable au Plateau		95,048
-------------------------------	--	--------

Total des coûts de fonctionnement	1,163,288	
-----------------------------------	-----------	--

Partie attribuable au Plateau		229,638
-------------------------------	--	---------

Total des coûts du capital et de fonctionnement	2,409,847	
---	-----------	--

Pourcentage du total attribuable au Plateau		532,920
---	--	---------

- L'entretien des bornes fontaines d'après leur nombre dans le secteur;
- L'ingénierie d'après l'ensemble des coûts précédents;
- Les compteurs, entrées de service, comptabilité d'après le nombre de services;
- Les frais généraux d'après l'ensemble des autres coûts.

3.2 Tarifification proposée

3.2.1 Charge fixe et tarif au gallon

L'application des méthodes traditionnelles de séparation entre parties fixe et variable des coûts et des charges aboutit à l'établissement de tarifs de l'ordre de 25 à 30 ¢/1000 G et d'une charge fixe représentant environ la moitié de la charge totale. D'après le chapitre 2, une telle structure tarifaire se place directement dans la zone de demande inélastique, ce qui ôte un rôle fondamental à la taxation par compteur. Nous proposons donc de limiter au

minimum les charges fixes et d'augmenter le tarif au gallon. Une telle proposition se heurte cependant à la difficulté reliée à l'existence des lots non-bâti, mais pourvus de services, dont l'origine est généralement reliée à la spéculation. Le cas sera donc à examiner.

3.2.2 Charge fixe

D'après le principe discuté ci-dessus, les charges fixes sont limitées aux dépenses reliées aux compteurs, entrées de service, à la comptabilité et l'information aux abonnés et aux frais généraux. Leur mode de répartition à l'utilisateur est uniforme pour tous les services (raccordement).

3.2.3 Tarif au gallon

La charge variable proposée correspond à l'ensemble des dépenses d'investissement et des coûts d'opération et d'entretien des composantes. La répartition proposée est basée sur celle des indices de coûts de remplacement pour être chargée finalement d'après la demande moyenne annuelle (voir tableau 5).

On doit remarquer que cette méthode conduit à un tarif différent suivant les groupes d'usagers. Cette notion est fondamentalement différente de l'habitude consistant en un taux décroissant et à une charge fixe croissante.

3.2.4 Surtaxe d'arrosage

Compte tenu de la forte élasticité de cette demande et de ses conséquences sur le réseau, une telle surtaxe est proposée. Elle s'intègre d'ailleurs fort bien avec la législation en vigueur et les campagnes d'information sur l'arrosage. Le mode de tarification proposé est basé sur le passage à deux relevés de compteurs (mai et août) et l'existence d'une surtaxe traduisant un surplus d'arrosage. Si on considère un besoin de l'ordre de 10 heures d'arrosage par été, la demande "vitale" s'établit à environ 2000 G. Il est donc logique que le surplus à cette allocation fasse l'objet d'une surtaxe sur la base d'un taux à calculer (supérieur au taux de base bien sûr).

3.2.5 Taxe de protection-incendie

Les dépenses, correspondant aux investissements pour capacité en réserve, à l'entretien des bornes-fontaines et aux coûts (investissements et opération) reliés au service de lutte aux incendies, sont réparties de manière séparée du reste.

La base de répartition aux usagers présente quelques difficultés, mais en fonction de son lien avec les normes de protection-incendie, l'évaluation foncière apparaît comme le paramètre le plus adapté. Nous en proposons donc l'utilisation.

3.2.6 Surtaxe de fuites

Le report aux usagers des dépenses associées aux fuites peut être fait de plusieurs façons en considérant:

- Le surplus permanent de pression que réclame certains usagers comme les édifices équipés de gicleurs; le surplus temporaire de pression que réclame l'ensemble des autres usagers;
- La longueur des conduites requise pour desservir un secteur de densité donnée;

- Une combinaison de ces deux solutions.

Nous n'avons considéré que l'influence de la pression sur les fuites suivant le premier type d'analyse et attribué 25% au surplus de pression pour les gicleurs (1.3.3) et 75% des coûts des fuites à la demande de base - tout en reconnaissant que les autres modes d'analyses seraient aussi justifiés.

3.2.7 Surtaxe de capacité inutilisée

L'abaissement des charges fixes pour les secteurs déjà développés et pourvus de services soulève, pour deux types de terrain, le problème déjà mentionné au sujet de la spéculation. Il s'agit d'une part, des terrains non-bâties et d'autre part, de ceux qui ont une utilisation incompatible avec leur zonage. Dans les deux cas, la demande est inférieure à celle d'une utilisation satisfaisante et risque donc de procurer au propriétaire un profit indirect. Nous suggérons dans ces deux cas le recours à une surtaxe basée sur l'évaluation du terrain. Toutefois, compte tenu du lien étroit entre l'identification de ce type de problème avec les politiques de développement urbain, la décision finale pourra alors être sujette à réévaluation.

3.2.8 Structure tarifaire

- Tarif au gallon

Il regroupe les coûts d'investissement et de fonctionnement directement reliés au réseau. Ce tarif inclut les éléments suivants:

a) Tarif domestique

Il inclut la demande domestique et 75% des pertes, le premier étant déterminé selon l'indice des coûts et le deuxième selon la demande moyenne annuelle (\bar{Q}_{an}).

Dans le cas des lots non-construits, on attribue une taxe foncière du pied de façade pour la capacité inutilisée dans le réseau au lieu d'appliquer le tarif domestique.

b) Surtaxe d'arrosage

Elle couvre la partie de l'arrosage qui dépasse le minimum vital de 2000 G (Demard 1976), soit 9000 G. Les coûts sont répartis parmi les résidences unifamiliales et duplexes selon leur gallonage excédentaire.

Ces chiffres apparaissent au tableau suivant:
 TABLEAU 31: Tarif au gallon

Groupe d'usagers	\bar{Q}_{an} G/mn	Tarif domestique ¢/1000 G	Surtaxe d'arro- sage ¢/1000 G
Unifamilial et duplexe	177	1 07	2 40
Multifamilial et petits commerces	362	49	-
Commerces	411	44	-

- Taxe foncière d'incendie

Elle regroupe les coûts associés aux trois éléments suivants: capacité en réserve dans le réseau, équipement connexe (pompiers, camions, etc...) et suppression requise par certains des commerces.

a) Capacité en réserve

Les coûts seront à répartir selon l'évaluation foncière (bâtisses et terrains) de chaque groupe d'usagers lorsqu'ils deviendront disponibles à la Communauté Urbaine de Québec.

b) Service de Protection-incendie

Les coûts sont à répartir selon l'évaluation foncière globale du Plateau (bâtisses et terrain).

c) Les pertes reliées à la surpression

Les coûts, associés aux pertes dues à l'excédent de pression, sont attribués selon l'évaluation des bâtisses commerciales ayant des gicleurs, mais sans colonne d'eau, les chiffres apparaissent au tableau suivant, soit:

TABLEAU 32: Taxe foncière d'incendie

<u>Groupe d'usagers</u>	<u>Tarif en ¢/\$1000. d'évaluation</u>		
	de capacité	de service	de surpression
Unifamilial et duplexe	43¢/1000	29¢/\$1000.	-
Multifamilial et petits commerces	32¢/1000	29¢/\$1000.	-
Commerces	18¢/1000	29¢/\$1000.	46¢/\$1000.

- Charges fixes

Les coûts associés aux services fournis à l'abonné (compteurs, entrées de service, comptabilité, etc....) sont répartis selon l'unité de l'abonné, soit \$16.75 par abonné. Le développement des résultats des tableaux 31 et 32 est présenté dans le tableau A-5.

3.3 Limites à la généralisation

La généralisation de l'analyse à l'ensemble de la ville, qui vient d'être présentée, ne pose pas de problème méthodologique; il suffit de procéder à une évaluation de la demande pour l'ensemble du territoire en procédant par secteur. Seules les fuites sont généralement inconnues par secteur (ce qui est logique, vu le peu d'intérêt que consultants, spécialistes gouvernementaux et municipaux y accordent). Il faut alors se contenter d'une approximation globale et supposer que les fuites sont directement proportionnelles à la demande (ou aux longueurs et diamètres des conduites).

La généralisation, à d'autres villes, soulève la question des taxes de secteur et, en particulier, le report au promoteur d'une partie des coûts des investissements locaux. Ce mode de taxation, adopté par l'Ontario, est particulière-

ment adapté aux cas les plus critiques de développement urbain. Les remarques majeures, formulées en Ontario, nous incitent cependant à ne proposer ce mode de taxation qu'en cas d'urgence, puisqu'en aucun temps il ne saurait remplacer un développement contrôlé et planifié.

On remarquera d'ailleurs que notre proposition de taxation écarte totalement le report des coûts des investissements par l'intermédiaire de charges fixes. Le ministère des Affaires Municipales pourrait, cependant, avoir recours à une telle pratique dans les conditions mentionnées.

Le seul cas de taxe de secteur qui est compatible avec notre approche touche la protection-incendie. En effet, dans le cas où les primes d'assurance varient d'un secteur à l'autre à cause de différences dans la capacité du réseau, les principes de taxation nous conduisent à capter ce surplus à l'utilisateur lorsqu'il est provoqué par l'existence de structures spécifiques (réservoirs, stations de pompage).

Un dernier cas soulève quelques difficultés; il s'agit de l'attribution de la capacité (réelle) non-utilisée. Nous suggérons que ces coûts fassent spécifiquement l'objet

de subventions des gouvernements supérieurs. Les municipalités seraient, dans ce cas, amenées à justifier complètement ces surplus de capacité. Notons que cette proposition découle de l'impossibilité actuelle pour un service quelconque, de reporter d'une année à l'autre, ses surplus ou ses déficits. Si cette opération devient possible sans nuire, par ailleurs, à l'obtention de subventions (cas des surplus), il faudra par la suite s'assurer que les surplus sont justifiées et conservés dans le budget du service.

CONCLUSION

Dans le contexte d'une urbanisation maîtrisée, nous avons considéré la taxation des services comme un des outils d'une politique de gestion de la demande, comprenant en outre des aspects légaux, technologiques et la participation de la population. L'originalité de la démarche proposée consiste à relier, par la méthode marginale, les caractéristiques des utilisations de l'eau (protection-incendie, demande moyenne et pointes, arrosage) aux capacités des composantes requises dans le système alimentation - traitement - distribution. Ceci permet, entre autres, de mettre en évidence l'importance des demandes de pointe, de la protection-incendie et des fuites dans le design et l'utilisation réelle des composantes et d'identifier les demandes, dont la réduction introduirait une vraie économie. Par la suite, les coûts de remplacement des composantes, ainsi que les coûts d'opération et de fonctionnement qui en découlent sont reportés aux groupes d'utilisateurs, puis aux utilisateurs eux-mêmes en considérant les principes reconnus dans le domaine de la taxation des services.

La taxation qui en résulte comporte une faible partie fixe correspondant aux coûts de service à l'utilisateur et une partie variable en fonction du type d'utilisateur et de sa demande moyenne. De plus, l'arrosage fait l'objet d'une surtaxe fortement incitatrice et la protection-incendie est reliée à une taxe foncière. Quelques aides financières aux problèmes de zonage du territoire sont finalement proposées. (On retrouvera les principaux résultats chiffrés à la fin de chacun des chapitres.)

APPENDICE ADEMANDE HORAIRE ET JOURNALIERE DES RESIDENCES

Les données utilisées pour obtenir les courbes de fréquence cumulative de la demande horaire et journalière en eau, présentées ci-après, proviennent de Demard al., 1977. Les résidences qui apparaissent dans cet appendice ont été numérotées d'après Demard et al..

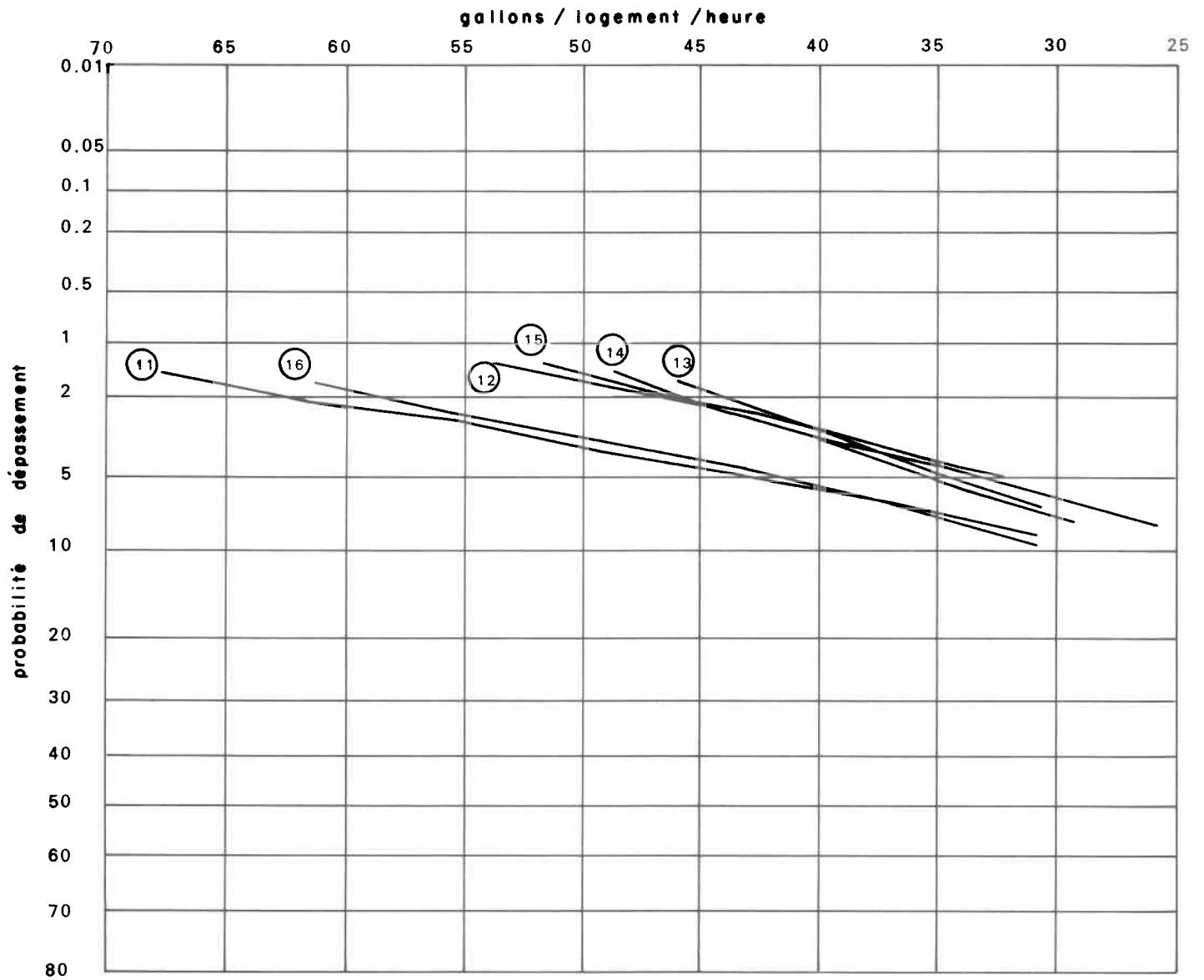


FIGURE A-1: Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées relatives aux habitations "unifamiliales".

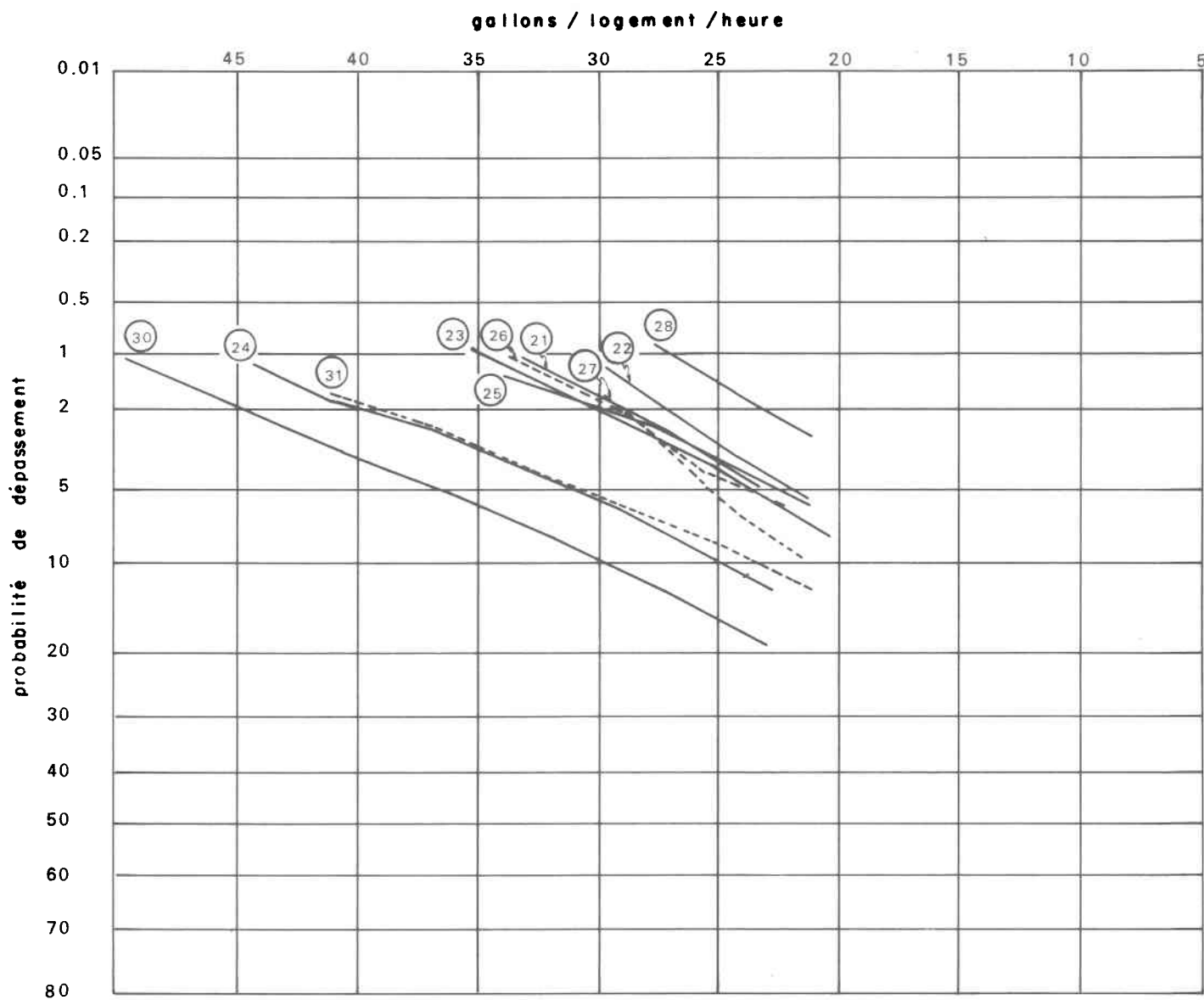


FIGURE A-2: Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées relatives aux habitations "duplexes".

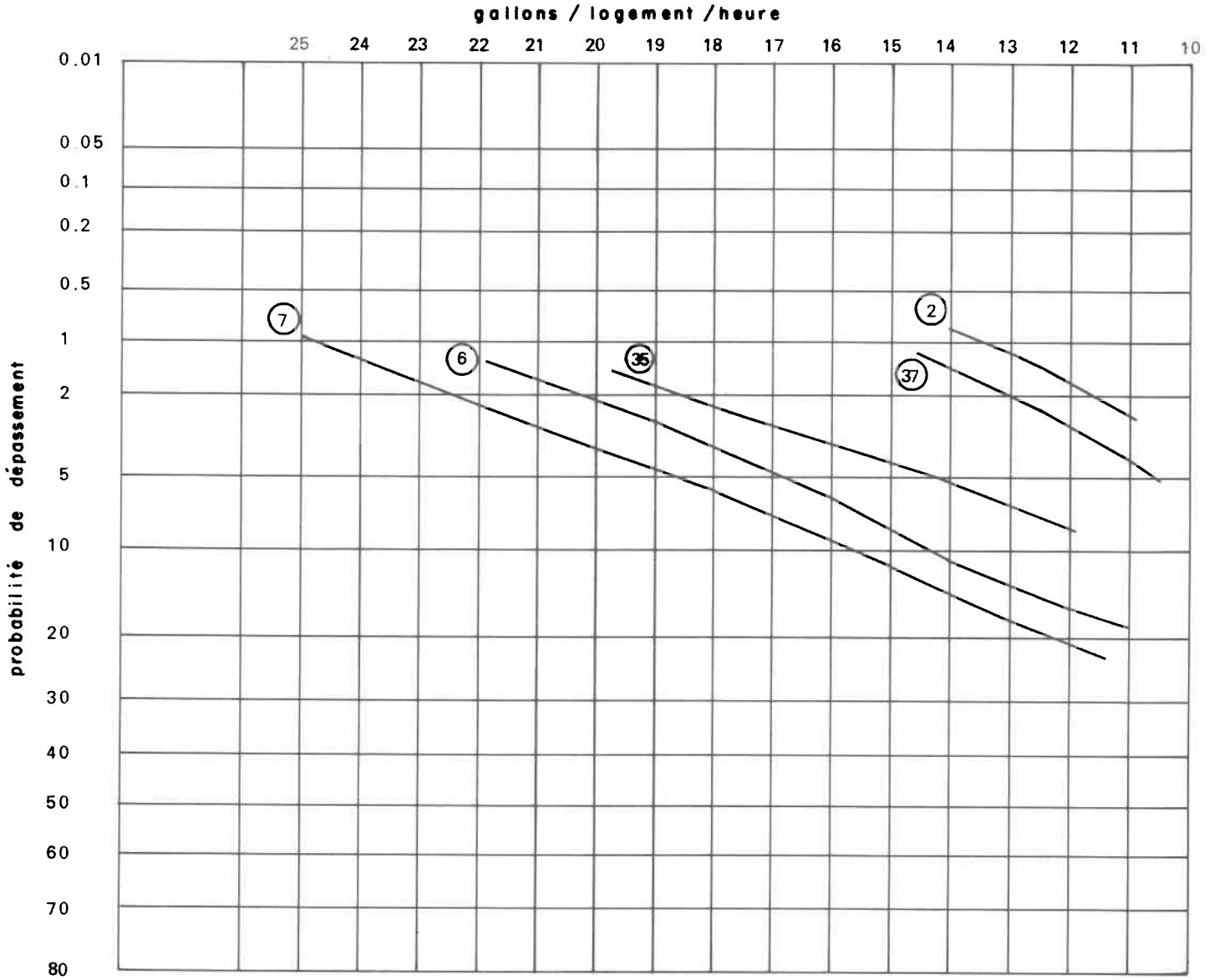


FIGURE A-3: Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées relatives aux habitations (6 logements)

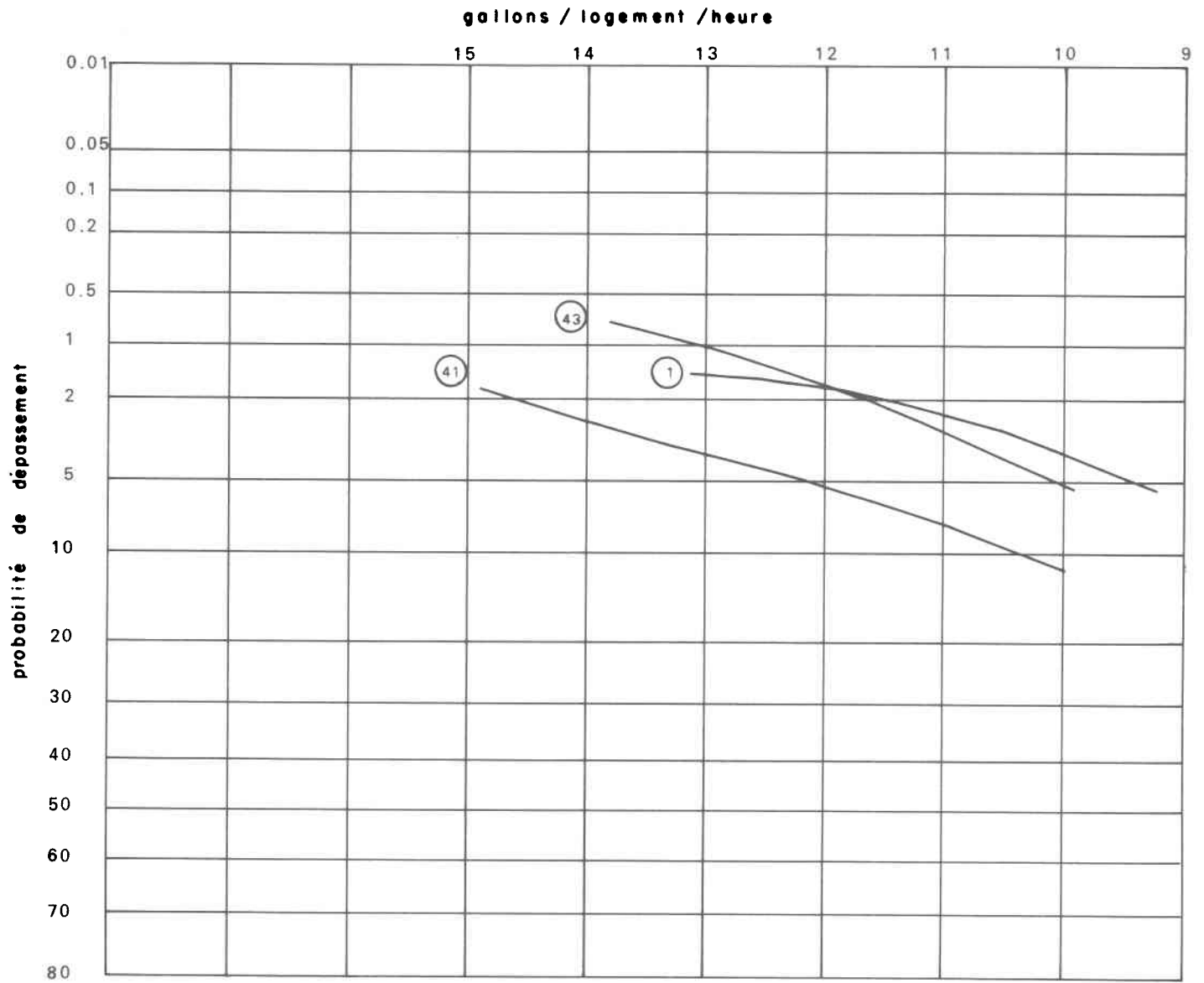


FIGURE A-4: Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs horaires non-élevées relatives aux habitations (18,24,41 logements).

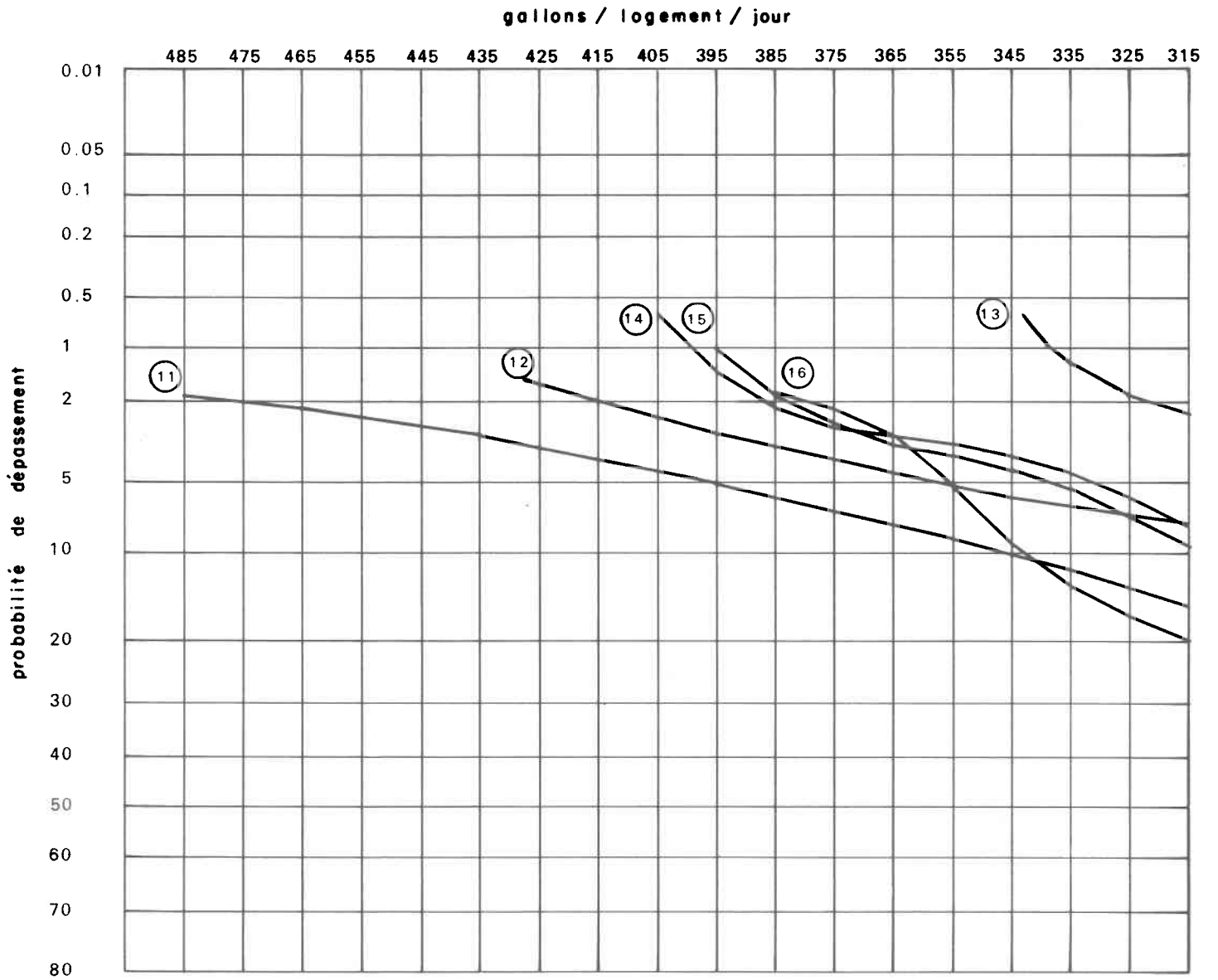


FIGURE A-5: Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations "unifamiliales".

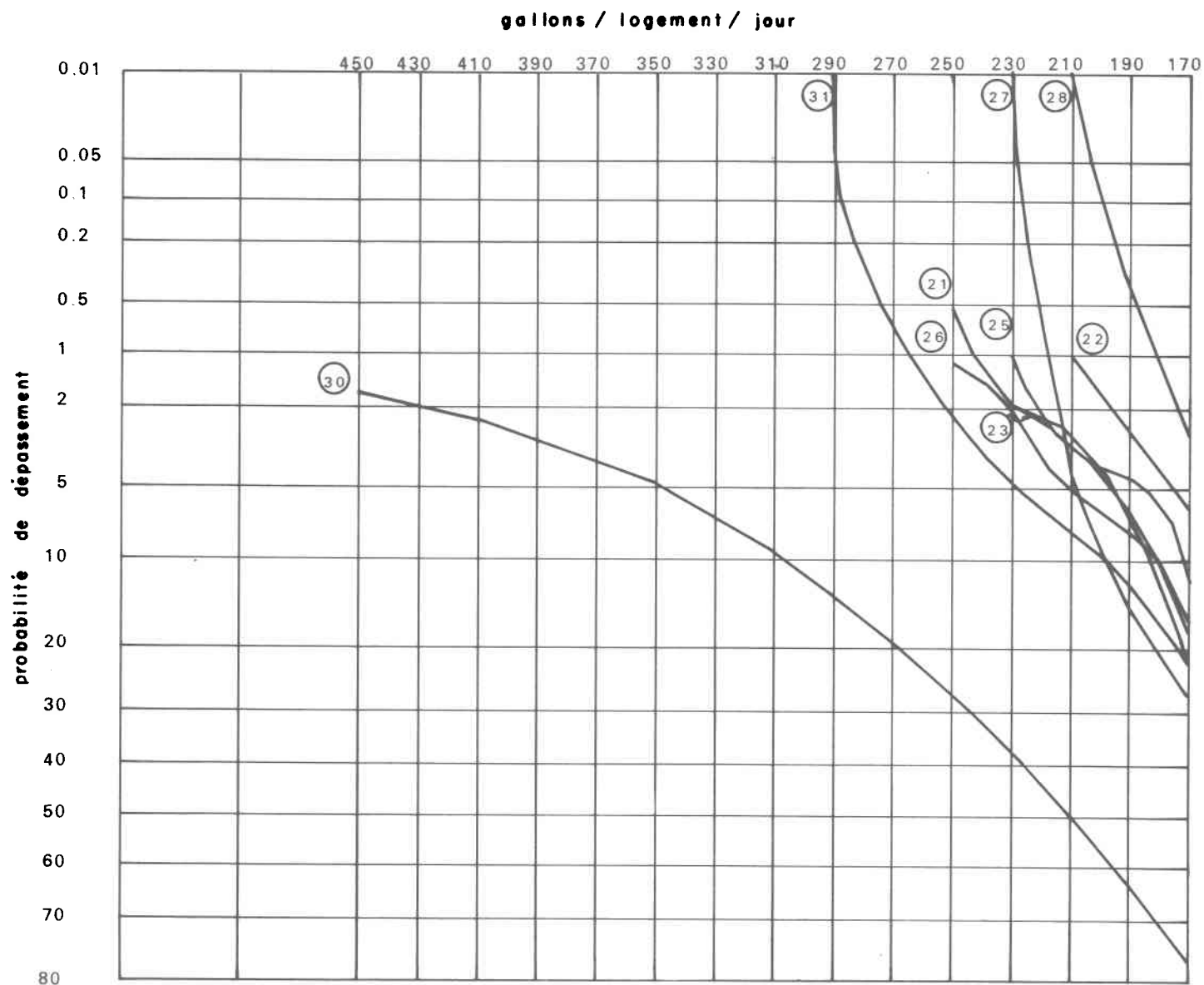


FIGURE A-6: Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations "duplexes".

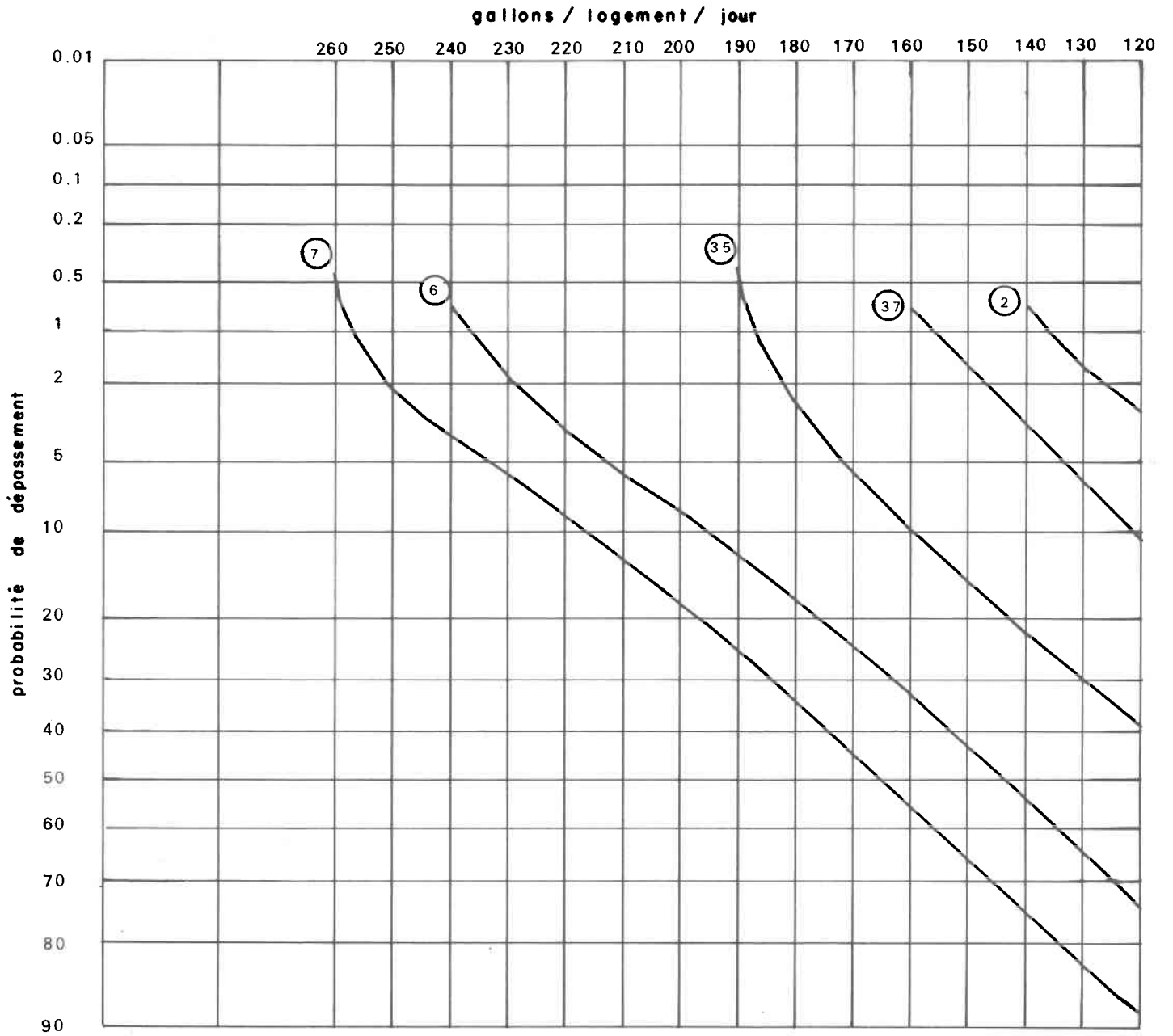


FIGURE A-7: Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations (6 logements).



FIGURE A-8 : Courbes de fréquences cumulatives de consommation d'eau pour les valeurs journalières non-élevées relatives aux habitations (18, 24, 41 logements).

APPENDICE B

DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES DE RUE

Considérons une rue de 800 pieds de long alimentée par ses deux extrémités. Le calcul de la conduite se fait donc pour un tronçon de 400 pieds de long sur lequel on peut retrouver, d'après la densité moyenne 12 résidences ou 10 duplex (soit 20 unités d'habitation) ou 40 logements dans le cas de résidences multifamiliales.

L'évaluation de la demande de base instantanée maximum est faite d'après les résultats de Bleu décrits ci-dessous.

Bleu (1965) arrive au débit instantané maximum d'après la relation:

$$Q_{inst} = \frac{1.32 \times n}{\sqrt{\frac{n}{2} - 1}}$$

où n est le nombre d'habitants

Q_{inst} le débit instantané maximum (GI/mn).

Cette relation permet, connaissant le nombre d'habitants par unité de logement, d'arriver aux résultats présentés dans le tableau A1. Le calcul des conduites de rue fait également appel aux normes de protection-incendie sur les débits précédemment décrites (C.U.A.), ainsi qu'aux normes concernant la pression résiduelle pour pompage (20 lbs/po²). Les calculs de dimensionnement ont été faits en considérant une vitesse maximum de 8 pi/s et en tolérant une perte de charge maximum de 10 lbs/po².

TABLEAU A1

Débit instantané pour la demande de base

Type de résidence	Nombre d'unités d'habitations	Nombre de personnes	Débit instantané d'après Bleu G/mn	Débit moyen annuel G/mn	Ø conduite de service	Ø conduite de rue
Unifamilial	12	53	14	.56	3/4"	2
Duplex	20	88	18	.67	3/4"	2
Multifamilial	40	112	20	2.35	1"	2

APPENDICE CCALCUL DE STRUCTURE TARIFAIRE

Dans les tableaux suivants, on présente les éléments du calcul de la structure tarifaire.

TABLEAU A-2

Classification des commerces et des institutions
par système de protection-incendie

1. Système de gicleurs

	Au complet	Partie avec les colonnes d'eau	Evaluation non cou- verte par les colon- nes d'eau
A) <u>Centre d'achats moyens</u>			
i Galeries Duplessis	X	.66	\$ 323,000.00
ii Place 4-Bourgeois	X	-	\$ 5,199,000.00
B) <u>C.V.C.</u>			
i Canadian Tire	X	-	\$ 1,000,400.00
ii Pollacks	X	-	\$ 2,184,000.00
iii Place Laurier	X	.50	\$13,558,000.00
IV Place Ste-Foy	X	-	\$ 9,836,000.00
C) <u>Restaurants</u>			
i Nouvelle Orléans	X	-	\$ 1,714,000.00
ii Le Carillon*	X	-	\$ 522,000.00
iii Le Deauville	X	-	\$ 249,000.00
IV Tyrolienne	X	-	\$ 147,000.00
v La Houblonnière	X	-	\$ 904,000.00

* Restaurant et hôtel ensemble

	Au complet	Partie avec les colonnes d'eau	Evaluation non cou- verte par les colon- nes d'eau
E) <u>Edifices à bureaux</u>			
Edifice du c. d'achats Laurier (ancien édifice)	X	-	
Edifice des postes	X	-	\$ 3,782,000.00
F) <u>Hôpital Laval</u>	X		\$16,440,000.00
G) <u>Ecoles</u>			
C.E.G.E.P. Champlain	X	-	\$ 3,621,000.00
			<hr/> \$57,969,000.00

2. Autres systèmes

A) Centre d'achats moyens	
Centre d'achats de la Colline	Extincteurs
B) <u>Restaurants</u>	
Shamrock	Extincteurs
Le Fiacre	Colonne d'eau
Lucky Garden	Extincteurs
Marie Antoinette	Extincteurs
C) <u>Hôtels</u>	
Auberge des Gouverneurs	Colonnes d'eau - extincteurs
L'Habitation	Extincteurs
Holiday Inn	Colonnes d'eau - extincteurs
D) <u>Edifices à bureaux</u>	
Edifice Delta-Nord	Colonne d'eau
Edifice Gomin	Extincteurs
Edifice de la Police	Extincteurs
Edifice de l'Etat Major	Extincteurs
Edifice Légaré	Extincteurs
Edifice Le Grandin	Extincteurs
Edifice 4-Bourgeois (2900 4B)	Extincteurs
Edifice 955 de Bourgogne	Extincteurs
Edifice nouveau C. d'achats Laurier	Colonne d'eau

2. Autres systèmes (suite)E) Centres médicaux

Centre médical 4-Bourgeois	Colonne d'eau
Centre médical Ste-Foy	Colonne d'eau
Clinique Pédiatrique	Colonne d'eau

F) Ecoles Primaires

St-Denys Joli Bois	Colonne d'eau
St-Mathieu	Colonne d'eau
St-Vincent	Colonne d'eau

G) Ecoles Secondaires et C.E.G.E.P.

Régionale de Tilly - Campus 1	Colonne d'eau
St-Vincent Katamavik	Colonne d'eau

TABLEAU A-3

Calcul du nombre de compteurs* dans le
Plateau par rapport au total dans Ste-Foy

Groupe d'usagers	Diamètre po	Ste-Foy	Le Plateau	%
Résidentiel		9,352	1,414	
Unifamilial	5/8	8,615	1,047	} 76
Duplex	} 1 et 2	737	80	
Multifamilial **				287
Commerciale	5/8 au 8	647	68	5
Total		9,999	1,482	100

* Le calcul sert pour répartir les coûts associés aux entrées de service, à la comptabilité et au service à l'abonné aussi bien que les compteurs.

** Inclut les petits commerces.

TABLEAU A-4

Sommaire des indices relatifs aux composantes

Composante	Indices total Ste-Foy	Plateau	Rapport <u>Plateau</u> Ste-Foy
La Production:			
L'ensemble "amont" de l'U.T.E.	249,920	73,874	.296
L'U.T.E.	493,400	177,300	.359
Total	743,320	251,174	.338
La distribution:			
Les réservoirs du plateau	121,800	108,500	.891
Les stations de pompage	40,000	14,120	.355
Les conduites de trans- mission	158,761	16,272	.102
Les conduites de secteur	274,871	31,404	.114
Les conduites de rue	1,036,158	120,356	.116
Total	1,631,590	290,652	.178
TOTAL	2,374,910	541,826	.228

TABLEAU A-5

Tarification des usagers du secteur Plateau (basée sur les coûts 1975)

Groupe d'usagers	Coûts reliés à la demande*						Coûts fixes (indépendants de la demande)	
	Tarif au gallon		Taxe foncière d'incendie		Taxe foncière Capacité in-utilisée	Charge du service (différents services fournis à l'abonné)	Taxe foncière (service de protection-incendie)	
	Domestique - Demande Domestique -.75 pertes	Surtaxe d'arrosage	Capacité en réserve	Suppression (.25 pertes)				
Commerces	.16 \$65,048.00 .08 \$34,090.00 \$99,138.00	-	.05 \$20,328.00	.07 \$26,426.00 (gicleurs, sans colonne)	(Lots non bâtis non conformes)	\$ 1,241.00		
Unifamiliales et duplex	.19 \$77,245.00 .04 \$15,063.00 \$92,308.00	.06 \$24,393.00	.04 \$16,262.00	-	(Lots non bâtis non conformes)	\$18,861.00		
Multifamiliales et petits commerces	.16 \$65,048.00 .07 \$30,126.00 \$95,174.00	-	.02 \$ 8,131.00	-	(Lots non bâtis non conformes)	\$ 4,715.00		
Total	.70 \$286,620.00	.06 \$24,393.00	.11 \$44,721.00	.07 \$26,426.00	.06 \$24,393.00	\$24,817.00	\$101,551.00	
			\$406,552.00** = 1.0					

* \$406,552.00, total de coût du capital et du fonctionnement reliés directement au réseau.

** Les pertes représentent .26 des coûts reliés au réseau. On attribue 257 de ce dernier à la suppression d'incendie et le reste (757) à la demande moyenne annuelle.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ADAMS, J.C. (1969). Revenues rates and realism. Journal of the New England Water Works Association, 83 (3): 191-209.
- (2) ADKINS, W.W., GREEN, A.H., BENEDETTI, A.J. (1974). A business like approach to fire protection charges. A.W.W.A. Committee on Financial Aspects of fire prevention and protection. Journal of A.W.W.A. 66 (1): 22-25.
- (3) AYRES, L.E. (1950). Basic considerations, in determining Water rates. Journal of A.W.W.A., 42: 981-1002.
- (4) ASSOCIATION QUEBECOISE DE LA TECHNIQUE DE L'EAU. (1974). Inventaire des équipements en eau des municipalités du Québec. Tome 1: Traitement de l'information. 3 annexes. Mai 132 p.
- (5) BEAULIEU, POULIN, ROBITAILLE ET ASSOCIES. (1973). Etude préliminaire: Réserve en eau-secteur Plateau. Ville de Ste-Foy, Québec. 91 p.

- (6) BELANGER M., GOLDENBURG C., PERREAULT C.H. (1965).
Rapport de la commission royale d'enquête sur la fiscalité. Editeur officiel du Québec. 552 p.
- (7) BLEU A. (1965). Considérations sur l'étude analytique des variations périodiques dans les consommations d'eau. Techniques et sciences municipales. Mai. 139-170.
- (8) CASTONGUAY C., BELANGER G., DUSSAULT L., GUINDON H., MARINER P., RICHARD J. (1976). Le rapport de groupe du travail sur l'urbanisation. Québec le chapitre sur l'impôt foncier. Editeur officiel du Québec. 347 p.
- (9) COLBERG M.C. (1955). Utility profits: a substitute for property taxes. National tax journal. 9: 382-387.
- (10) COMMUNAUTE URBAINE DE QUEBEC (1971). Rôles d'évaluation pour la ville de Ste-Foy. Service de l'évaluation, C.U.Q. (microfiches).
- (11) COMMUNAUTE URBAINE DE QUEBEC. (1976). Rôles d'évaluation. Service de l'évaluation, C.U.Q. (microfiches).

- (12) DEMARD H. (1971). La demande en eau des résidences unifamiliales. Thèse de maîtrise, Université de Sherbrooke. Novembre. 127 p.
- (13) DEMARD H., BOBEE B., VILLENEUVE J.-P. (1975). Analysis and management of water distribution systems. Journal of urban planning and development Division, A.S.C.E. 101 (UP 2): 167-182.
- (14) DEMARD H., FORTIN J.P., GRENON A. (1976). La demande en eau du milieu urbain: cas d'arrosages des pelouses. Rapport no 63 INRS-Eau Université du Québec. 20 p.
- (15) DEMARD H., BOBEE B., GRENON A., VILLENEUVE J.P. (1977). Etude de la demande en eau des résidences à Ste-Foy. INRS-Eau, Université du Québec, sous-presse.
- (16) FELDMAN S.L. (1975). On the peak load pricing of urban water supply. Water resources research. 11 (2) 355-356.
- (17) FELDMAN (1975). Peak Load pricing through demand metering. Journal of A.W.W.A. 490-494.

- (18) GOOLSBY W. (1975). Optimal pricing and investment in community water supply. Journal of A.W.W.A. 67 (5): 220-224.
- (19) GRIFFITH F.P. (1975). An innovative approach to rate making to achieve equity and promote conservation. 9 5 th conference of A.W.W.A. 14 p.
- (20) GRIMA A.P. (1972). Residential water demand: alternative choices for management. Doctoral thesis. University of Toronto. 211 p.
- (21) GRIMA A.P. (1976). Municipal water pricing in Ontario: empiracal findings and policy implications. Water resources management group, Institute for Environnement studies, University of Toronto. Publication WRMG, W-3.
- (22) HANKE S.H., FLACK J.E. (1968). Effects of metering urban water. Journal of A.W.W.A. 60 (2): 1359-1366.
- (23) HANKE S.H. (1970). Some behavioural characteristics associated with residential water price changes. Water resources research. 6 (5): 1383-1386.

- (24) HANKE S.H., DAVIS R.K. (1973). Potential for marginal cost pricing in water resource management. Water resources research. 9 (4): 808-825.
- (25) HANKE S.H. (1975). Water rates: an assessment of current issues. Journal of A.W.W.A., May. :215-219.
- (26) HARRISON C. (1974). Public works capacity expansion based on unit cost. Journal of the Hydraulic Division American Society of Civil Engineers. 100 (H y 11):1707-1715.
- (27) HEADLEY J.C. (1963). The relation of family income and use of water for residential and commercial purposes in the San-Francisco-Oakland Metropolitan Area. Land Economics. 39:441-9.
- (28) HIRSHLEIFER J., DEHAVEN J.C., MILLIMAN J.W. (1968). Water supply: economics, technology and policy. University of Chicago Press. 386 p.
- (29) HIRSHLEIFER J., MILLIMAN J.W. (1967). Urban water supply, a second look. American economic review. 57: 169-178.

- (30) HITTMAN ASSOCIATES INC. (1969). Forecasting municipal water requirements. Vol. 1. The main II system HIT-413 Columbia, Maryland. Office of Water Resources Research, U.S. Dept. of interior Washington. 106 p.
- (31) HOWE C.W., LINAWEAVER F.P. (1967). The impact of price on residential water demand and its relationship to system design and price structure. Water resources research. 3 (1) 13-32.
- (32) INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION (I.F.S.T.A.). (1971). Water supplies for fire protection (manuel). Fire protection publications, Oklahoma State University, Still water, Oklahoma. 116 p.
- (33) KELLER C.W. (1966). Design of water rates. Journal of A.W.W.A. 58:293-299.
- (34) KELLER C.W. (1975). Trends in water rates. Journal of A.W.W.A. :255-257.
- (35) LINAWEAVER F.P., GEYER J.C. (1964). Use of peak demands in determination of residential rates. Journal of A.W.W.A. 61 (4): 403-410.

- (36) MANN P.C. (1970). A new focus in water supply economics-urban water pricing. Journal of A.W.W.A. 62 (9): 134-137.
- (37) MILLIMAN J.W. (1964). New price policies for municipal water service. Journal of A.W.W.A. 56 (2): 125-131.
- (38) ONTARIO WATER RESOURCES COMMISSION (1975). Guide on estimating water work construction in the province of Ontario. Publication no 2, O.W.R.C. Design approval Branch, Department of Sanitary Engineering.
- (39) PATTERSON W.L. (1962). Practical water rate determination. Journal of A.W.W.A. August 1962. :904-912.
- (40) POPE R., STEPP J.M., LYTLE J.S. (1975). Effects of price change upon the domestic use of water over time. Water resources research Institute, Clemson State University, Clemson South Carolina Report no 56. 129 p.

- (41) QUEBEC. MINISTERE DES AFFAIRES MUNICIPALES. (1964).
Méthode simplifiée pour l'essai des réserves d'eau.
Adapté et traduit de la 3ième édition anglaise
(1964) avec l'autorisation de l'American Mutual
Insurance Alliance. Direction générale de la pré-
vention des incendies. 34 p.
- (42) QUEBEC. MINISTERE DU TRAVAIL ET DE LA MAIN-D'OEUVRE
(1974). Code de la plomberie. Gazette officielle
du Québec. pp. 691-729.
- (43) VICKREY W. (1971). Maximum output or maximum welfare?
More on the off-peak pricing problem. Kyklos 24 (2):
305-330.
- (44) VILLE DE STE-FOY (1976). Règlements de zonage. Service
de construction. 132 p.
- (45) VILLE DE STE-FOY (1973). Recensement 1973. Service des
greffes. 113 p.
- (46) WOLFF J.B. (1957). Forecasting water requirements for
distribution systems. Journal of A.W.W.A. 49 (3):
225-235.

- (47) WONG ST. (1972). A model of municipal water demand:
a case study of north eastern Illinois. Land Eco-
nomics. :34-44. February 1972. :33-34.