



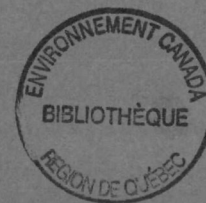
Environnement
Canada

Environment
Canada

91 093

Service de la
protection de
l'environnement

Environmental
Protection
Service



Divers moyens d'économiser l'eau dans les régions du Nord

Canada

Analyse économique et technique
Rapport EPS 3-WP-80-2 F

Direction générale de la lutte contre la pollution des eaux
Novembre 1980

TD
182
R46
3-WP-
80-2F

Rég. Québec Biblio. Env. Canada Library



38 504 395

LES RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les rapports d'analyse économique et technique font le point sur l'état des connaissances, présentent des études bibliographiques et des inventaires industriels et comportent des recommandations afférentes, dans la mesure où celles-ci n'impliquent aucune recherche expérimentale. La préparation des rapports peut être confiée soit au personnel du Service de la protection de l'environnement, soit à des entreprises ou organismes dont il sollicite les services.

Le Service publie nombre d'autres rapports dans les collections suivantes: "Règlements, codes et méthodes d'analyse", "Politique et planification", "Développement des techniques", "Surveillance", "Exposés et mémoires soumis à des enquêtes publiques", "Évaluation des incidences sur l'environnement" et "Guides de formation".

Pour tout renseignement, prière de s'adresser au Service de la protection de l'environnement, ministère de l'Environnement, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 1C8

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES

Economic and Technical Review Reports relate to state-of-the-art reviews, library surveys, industrial inventories, and their associated recommendations where no experimental work is involved. These reports will either be undertaken by an outside agency or by the staff of the Environmental Protection Service.

Other categories in the EPS series include such groups as Regulations, Codes, and Protocols; Policy and Planning; Technology Development; Surveillance; Briefs and Submissions to Public Inquiries; and Environmental Impact and Assessment.

Inquiries pertaining to Environmental Protection Service Reports should be directed to the Environmental Protection Service, Department of the Environment Ottawa, Ontario, Canada, K1A 1C8.

TD
182
R46
3-WP-80-2F

Divers moyens d'économiser l'eau dans les régions du Nord

Préparé par

James J. Cameron et Bryan C. Armstrong
Section de technologie des régions du Nord
Direction généralé de lutte contre la pollution des eaux
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada

Rapport n° EPS 3-WP-80-2

Novembre 1980

Publication distribuée par
Environnement Canada
Ottawa K1A 1C8

Édition française de
Water Conservation Alternatives for the North
préparée par le Module d'édition française
de Environnement Canada

Numéro de catalogue : EN 43-3/80-2 F
ISBN : 0-662-90886-4

©
Ministre des Approvisionnements et Services
1980

AVANT-PROPOS

Ce rapport a été présenté pour la première fois à la Conférence sur "la fourniture des services d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées dans les régions du Nord" qui s'est tenue à Edmonton du 19 au 21 mars 1979. C'est un résumé d'une étude générale faite conjointement par la Section de technologie des régions du Nord, Service de la protection de l'environnement, et par le Service des affaires locales du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Cette étude, qui avait pour titre "Moyens d'économiser l'eau et l'énergie dans les régions du Nord", contenait des informations beaucoup plus détaillées sur les systèmes d'approvisionnement et d'évacuation en région nordique, les facteurs de la consommation d'eau, les coûts et les méthodes d'analyse économique. Des annexes, au nombre de neuf, apportaient des informations complémentaires sur la tarification et l'établissement des prix, sur les moyens d'économiser l'eau dans les cabinets, les salles de bains, les buanderies, les cuisines et autres, sur la réutilisation des eaux usées, sur les systèmes communautaires et sur l'éducation des consommateurs. Une dernière annexe présentait une bibliographie choisie et annotée pour guider le lecteur désireux de s'informer plus amplement dans le choix d'ouvrages de référence supplémentaires. Ces annexes contenaient également des listes de fournisseurs, fabricants ou distributeurs de matériel pour économiser l'eau.

Bien que cette brochure, ainsi que sa version plus détaillée, soit conçue à l'intention des régions du Nord, elle concerne également les personnes qui s'intéressent aux économies d'eau et par conséquent d'énergie ailleurs que dans les régions du Nord. Pour plus ample information, demander la version plus détaillée à l'une des adresses suivantes :

Northern Technology Unit
Environmental Protection Service
Environment Canada
9942 108th St., room 804
Edmonton, Alberta
T5K 2J5

Water and Sanitation Section
Town Planning and Lands Division
Department of Local Government
Government of the Northwest Territories
Yellowknife, Northwest Territories
X0E 1H0

RÉSUMÉ

Grâce à des méthodes et à des techniques de conservation de l'eau qui sont appropriées et efficaces sur le plan économique, on peut améliorer la qualité, la salubrité et les coûts des services de distribution d'eau et d'évacuation des eaux usées dans les collectivités du Nord. Dans ce rapport, on examine les caractéristiques d'utilisation de l'eau, les modalités de fixation des prix, les codes de plomberie et les méthodes et techniques de réduction de l'utilisation de l'eau, ainsi que les besoins connexes en énergie, la réaction du public et les expériences de conservation de l'eau. Diverses solutions administratives et techniques d'économie de l'eau pour le cabinet, le bain, la lessive, la cuisine et la maison sont analysées du point de vue de leur applicabilité, de leur acceptation par la population et de leur rapport efficacité/coût. Des analyses économiques et des stratégies de conservation de l'eau sont présentées pour les services publics fournis par camions et par canalisations.

L'installation de simples accessoires sur les cabinets ordinaires (double chasse ou vidage partiel), de pommes de douche à faible débit et de robinets équipés d'aérateurs limitant le débit, est recommandée dans les maisons dotées de toutes les installations ordinaires de plomberie et raccordées à des systèmes de distribution d'eau et d'évacuation des eaux usées par canalisations. Dans certains cas, l'utilisation de cabinets européens à faible consommation d'eau, de machines à laver à chargement par l'avant, de robinets mélangeurs, de canalisations d'eau chaude isolées et de détenteurs régulateurs, peut représenter une économie. Avec l'adoption de ces techniques, on peut réduire de 38 à 55 p. 100 la consommation d'eau dans une maison.

Pour les maisons situées dans les régions septentrionales, qui ont toutes les installations ordinaires de plomberie et où la distribution d'eau et l'évacuation des eaux usées se font par camions, on recommande de remplacer les cabinets classiques par des modèles utilisant 3 l d'eau ou moins par chasse et d'utiliser des pommes de douche à faible débit et des aérateurs limitant le débit. Dans la plupart des maisons, on suggère également d'installer une machine à laver à chargement par l'avant. L'installation de soupapes de réglage de la température, de douches-téléphones, de robinets mélangeurs, de canalisations d'eau chaude isolées et de systèmes de circulation et de retour de l'eau chaude, représente une autre solution. On estime qu'une maison dotée de tels dispositifs peut réduire à 50 l par personne ses besoins quotidiens en eau.

Dans les localités à approvisionnement limité en eau, on recommande un service d'approvisionnement et d'évacuation par camion et l'utilisation d'appareils à très faible consommation d'eau, comme les cabinets à recirculation, les douches-téléphones à fermeture automatique et les robinets à aspersion. Si on installe une laverie centrale, les besoins quotidiens en eau des maisons peuvent être réduits à 13 l par personne.

Finalement, on suggère une démonstration de la conservation de l'eau afin d'expliquer le fonctionnement des installations nouvelles ou modifiées, desservies par canalisations ou par camions.

ABSTRACT

Appropriate and cost-effective water conservation methods and technology can improve the levels of service and sanitation and the economics of providing water and sewage services in northern communities. This report reviews water use characteristics, pricing policies, plumbing codes, public acceptance, water conservation experiences, and the methods and technology to reduce water use and the concomitant energy requirements. Various administrative alternatives and water conservation technology for toilets, bathing, laundry, kitchen and households are analyzed with respect to appropriateness, public acceptance and cost-effectiveness. Economic analyses and water conservation strategies for both trucked and piped utility systems are presented.

Simple dual/flush or dam attachments for conventional toilets, low-flow shower heads and flow control aerators for faucets are recommended to reduce water use in households with full conventional plumbing and serviced by piped water and sewer systems. In some cases low water use European toilets, front loading clothes washing machines, mixing faucets, insulated hot water lines and pressure reducers are economically attractive. These measures can reduce household water use by 38 p. 100 to 55 p. 100.

For northern households with full conventional plumbing and serviced by trucked water delivery and sewage pumpout, it is recommended that existing conventional toilets be replaced with models that use 3 l or less per flush. Low-flow shower heads and flow control aerators are useful, and most trucked serviced households will find it economical to install a front loading clothes washing machine. Other alternatives include temperature control valves, hand-held shower units, mixing faucets, insulated hot water lines and circulating or return hot water systems. It is estimated that a household equipped with these cost-effective water conservation fixtures can reduce water requirements to 50 l/person/d.

Trucked systems are preferred in communities with limited water supplies, and very low water use fixtures such as recirculating toilets, self-closing hand-held shower units and spray faucets are recommended. If a central laundry facility is installed, household water requirements can be reduced to only 13 l/person/d.

A final recommendation is made for a water conservation demonstration project to monitor retrofit and new installations for both the piped and trucked systems.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	III
Résumé	IV
Abstract	V
Liste des figures	VIII
Liste des tableaux	VIII
1 INTRODUCTION	1
2 POURQUOI ÉCONOMISER L'EAU ?	2
3 LA CONSOMMATION DE L'EAU	5
4 LES FACTEURS DE LA CONSOMMATION D'EAU	6
5 LES ÉCONOMIES D'EAU	9
6 TECHNIQUE D'ÉCONOMIE DE L'EAU	10
6.1 Divers types de cabinets	20
6.2 Divers types de baignoires et douches	26
6.3 Divers types de buanderies	28
6.4 Lave-vaisselle, eau de boisson et eau de cuisine	29
6.5 Diverses méthodes pour économiser l'eau	29
6.6 Réutilisation des eaux usées	33
6.7 Systèmes communautaires	34
7 RÉCAPITULATION ET CONSEILS	35
7.1 Réseaux de canalisations	35
7.2 Service par camions	37
7.3 Bâtiments publics	38
7.4 Situations critiques	38
8 ÉTUDES ULTÉRIEURES	39
9 REMARQUES FINALES	40
Travaux et ouvrages de référence	41

LISTE DES FIGURES

1	Répartition de la consommation d'eau domestique	5
2	Caractéristiques de débit de chasse pour des cabinets de 6 l, 11 l et 16 l	21
3	Valeur actuelle des différents types de cabinets pour une installation modifiée	24
4	Valeur actuelle des différents types de cabinets pour une installation neuve	25
5	Caractéristiques de fonctionnement et de débit d'un appareil de contrôle du débit par compensation de pression	32

LISTE DES TABLEAUX

I	Sommaire de la documentation sur la consommation de l'eau	4
II	Diverses modifications à apporter aux cabinets	11
III	Divers types de cabinets	12
IV	Divers types de baignoires et douches	15
V	Divers types de buanderies	17
VI	Divers accessoires pour économiser l'eau	18
VII	Coûts d'investissement et de fonctionnement et analyse économique des divers types de cabinets	22
VIII	Coût moyen par bain ou douche	27
IX	Coûts d'investissement et de fonctionnement et analyse économique des divers types de buanderies	30
X	Propositions d'installations qui économisent l'eau	36

1 INTRODUCTION

L'eau étant indispensable à la vie humaine, il faut pouvoir disposer de quantités suffisantes d'eau d'une qualité convenable. Bien que le Nord soit en général abondamment doté sous ce rapport, il est des zones et des collectivités qui ne disposent pas d'un approvisionnement suffisant en eau potable toute l'année. Même lorsque l'eau est facilement disponible, l'adduction et la distribution de l'eau potable nécessaire, ainsi que la collecte et l'évacuation des eaux usées dans de bonnes conditions de salubrité sont des opérations difficiles et coûteuses. Le coût élevé de l'énergie qu'exigent le pompage et le chauffage de l'eau intervient pour une part notable dans le prix de revient des services afférents à l'utilisation de l'eau que le consommateur doit supporter. L'intérêt d'économiser l'eau est donc en général encore plus grand dans le Nord que partout ailleurs et, par suite, des méthodes appropriées et des techniques d'une efficacité élevée par rapport à leur coût doivent y être appliquées.

Ce rapport traite des besoins en eau et des techniques visant à réduire la consommation d'eau et la demande correspondante d'énergie. Diverses solutions sont examinées sous l'angle de l'applicabilité, de la réaction du public et de l'efficacité par rapport au coût. Ce rapport constitue un résumé d'une étude plus générale menée conjointement par la Section de technologie des régions du Nord du Service de la protection de l'environnement et par le Service des affaires locales du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest en vue d'assurer dans le Nord des services de distribution d'eau et d'évacuation de bonne qualité, à un coût acceptable (Cameron et Armstrong, 1979). L'objectif initial était de réduire les coûts des services d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées par camion, mais l'étude a été étendue pour inclure la prestation de ces services par des réseaux de canalisations. Bien que les informations qu'il contient concernent plus particulièrement les habitations du Nord, elles s'appliquent aussi bien à d'autres régions ou situations.

2 POURQUOI ÉCONOMISER L'EAU?

De récentes pénuries d'eau en bien des points du monde et la "crise de l'énergie" ont sensibilisé le public à la nécessité de réduire nos demandes d'eau et d'énergie. Moins dramatique mais peut-être plus significative à long terme nous apparaît la nécessité de plus en plus aiguë de réduire le gaspillage de nos ressources naturelles et de les préserver. Du point de vue économique, conserver l'eau et épargner l'énergie correspondante constitue une pratique judicieuse.

L'économie de l'eau se justifie aussi bien sur le plan philosophique que sur le plan économique. Les avantages qui peuvent en résulter varient selon les conditions locales et le type des services, et les consommateurs, les fournisseurs de service et les organismes qui les subventionnent directement ou indirectement, de même que tout le pays, en profiteront. Cette analyse des techniques d'économie de l'eau s'attache surtout à l'efficacité à long terme par rapport au coût et non aux situations de crise périodiques ni à une approche philosophique de la préservation de l'environnement.

L'économie de l'eau, en réduisant les demandes de pointe et la demande totale dans les services de distribution, aura pour effet de diminuer la capacité requise des moyens de distribution et d'évacuation. La réduction de la demande peut avoir pour effet soit de prolonger la durée utile des moyens mis en place, soit de leur permettre de servir plus d'usagers. Les dépenses d'investissement pour les extensions peuvent être remises à plus tard, ou même évitées et, s'il s'avère nécessaire d'agrandir ou de remplacer ces installations, elles pourront être de moindre capacité et par conséquent moins coûteuses. Les réseaux de canalisations ont généralement des coûts unitaires décroissants en raison d'une "économie d'échelle", et une capacité minimum, surtout pour la protection contre l'incendie, mais l'économie d'eau présente toujours des avantages pour les dépenses d'investissement. Ces avantages sont souvent les seuls à se manifester lorsqu'on se trouve en situation de crise ou que d'importantes dépenses d'investissement sont imminentes. Les coûts variables de fonctionnement, tels que le préchauffage, le pompage, les traitements chimiques et la main-d'oeuvre sont directement influencés par la demande en eau.

Les services assurés par camions ont des coûts unitaires relativement élevés et constants, et le coût total des services d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées dépend essentiellement de la consommation d'eau. Les avantages économiques de la réduction de la demande sont évidents et faciles à calculer. L'utilisation efficace de l'eau est essentielle pour que les services assurés par camions soient commodes et puissent entrer en compétition avec les réseaux de canalisations. Une demande réduite dans les bâtiments assure une plus grande capacité de réserve pour les usages essentiels, ce qui rend plus sûr le service par camions.

Le consommateur tirera avantage de la réduction du coût des services; en effet les factures de services seront moins élevées, même si le prix unitaire est augmenté pour assurer le revenu nécessaire aux fournisseurs des services. Il tirera également avantage de la réduction de sa consommation d'eau chaude qui se traduira par des factures d'énergie moins élevées et une capacité apparemment accrue des chauffe-eau existants.

La consommation d'eau peut influencer considérablement sur les installations de traitement des eaux usées qui sont essentiellement conçues conformément aux lois de l'hydraulique, tels les bassins de rétention d'hiver. Il peut y avoir avantage à utiliser d'autres méthodes de traitement et d'évacuation, rendues moins coûteuses par la réduction significative des quantités d'eaux usées à traiter, mais elles doivent être conçues

en fonction du degré de pollution le plus élevé des eaux usées de moindre dilution. Dans certains cas, il peut être nécessaire, ou simplement économique, de s'assurer d'une pollution réduite ou même nulle en utilisant certains types de cabinets à recirculation.

Dans les endroits où l'approvisionnement en eau est limité, il importe d'utiliser l'eau à bon escient. Certaines collectivités du Nord n'ont pas une source d'eau économiquement et commodément exploitable pendant l'hiver ; il faut donc leur assurer une capacité de stockage d'eau suffisante pour répondre aux besoins pendant cette période (Reid, 1977 ; Foster etc., 1977). Dans ces endroits, des mesures restrictives et des techniques d'économie d'eau seront indispensables et s'avèreront économiques.

TABLEAU I SOMMAIRE DE LA DOCUMENTATION SUR LA CONSOMMATION DE L'EAU

Consommation l/pers./j	Remarques	Référence
240	moyenne résidentielle annuelle mesurée de 1963 à 1965 dans l'Ouest des É.-U.	Howe et Linaweaver, 1967
167	moyenne pour 18 maisons d'habitation à Louisville	Anderson et Watson, 1967
68-261	marge	
263	moyenne non mesurée par habitation en 1968 à Toronto	Grima, 1972
171	moyenne mesurée par habitation en 1968 à Toronto	
114-189	marge pour les maisons d'habitation	Wallman, 1972
330	par maison d'habitation en janvier à Phoenix, Arizona	Whitford, 1972
1325	par maison d'habitation en juillet à Phoenix, Arizona	
208	par maison d'habitation en juillet à Baltimore, Maryland	
253	maisons reliées à l'égout collecteur	Cohen et Wallman, 1974
167	maisons reliées à des fosses septiques	
168	moyenne pour 19 habitations rurales	Ligman <i>et al.</i> , 1974
31-615	marge	
153-182	intervalle de fiabilité à 95%	
169	moyenne pour 6 maisons d'habitation	Bennett, 1975
161	moyenne pour 11 habitations rurales	Siegrist <i>et al.</i> , 1976
154-168	intervalle de fiabilité à 90%	
190	moyenne par maison mesurée en 1972-73-74 à Edmonton	Gysi et Lamb, 1977*
217	moyenne par maison mesurée en 1972-73-74 à Calgary	
420	moyenne non mesurée par maison en 1972-73-74 à Calgary	
202	moyenne par maison mesurée en 1975 à Edmonton	
210	moyenne par maison mesurée en 1975 à Calgary	
465	moyenne non mesurée par maison en 1975 à Calgary	
236	moyenne mesurée en 1977 à Edmonton, à 3,5 pers./maison	Betker, 1977
625	moyenne pour 2780 municipalités en 1975 au Canada	SPE, 1977
485	partie desservie de la collectivité d'Inuvik en 1973	Associated Engineering Services Ltd., 1973
1680	moyenne par habitation avec dispositif de drainage à Whitehorse	Stanley & Associates Engineering Ltd., 1974
1135-2500	marge	
530-6200	étude faite en 1973 sur 20 collectivités en Alaska (les plus importantes utilisant des dispositifs de drainage)	Hansen, 1975
430	consommation totale de la collectivité de Yellowknife en 1975	SPE, 1977
118	moyenne pour les maisons desservies par camions à 2,85 pers./maison	Cameron, 1977
45-295	marge	
70-167	intervalle de fiabilité à 95%	
9	collectivité des T. du N.-O. n'ayant pas d'installations de plomberie	
243	moyenne pour des camps de 200 à 1300 hommes	Murphy <i>et al.</i> , 1977
160-410	marge	
200-286	intervalle de fiabilité à 95%	
86	camion-douches avec cabinet à aspiration pour un camp de 18 hommes (non compris eau de cuisine et eaux usées)	Given et Chambers, 1976

* Les valeurs indiquées pour la consommation totale par habitation ont été divisées par une moyenne de 4 personnes par habitation.

3 LA CONSOMMATION DE L'EAU

Il faut connaître la consommation d'eau à usage domestique et à quelles fins elle est utilisée avant de mettre en place des mesures d'économie. Les données représentatives du tableau I sur la consommation de l'eau indiquent qu'il n'existe pas une "moyenne" de consommation domestique et que la consommation totale dépend de nombreux facteurs. Il y a dans les maisons des appareils et dispositifs variés qui consomment de l'eau. Les valeurs moyennes de plusieurs études de mesure de la consommation domestique pour des maisons individuellement desservies par canalisations sont représentées à la figure 1. Naturellement, il peut y avoir des variations importantes d'une maison à l'autre. Aucune étude de consommation d'eau n'a été effectuée pour les maisons desservies par camions mais, lorsque la tuyauterie est la même, il est permis de supposer que les résultats seraient du même ordre.

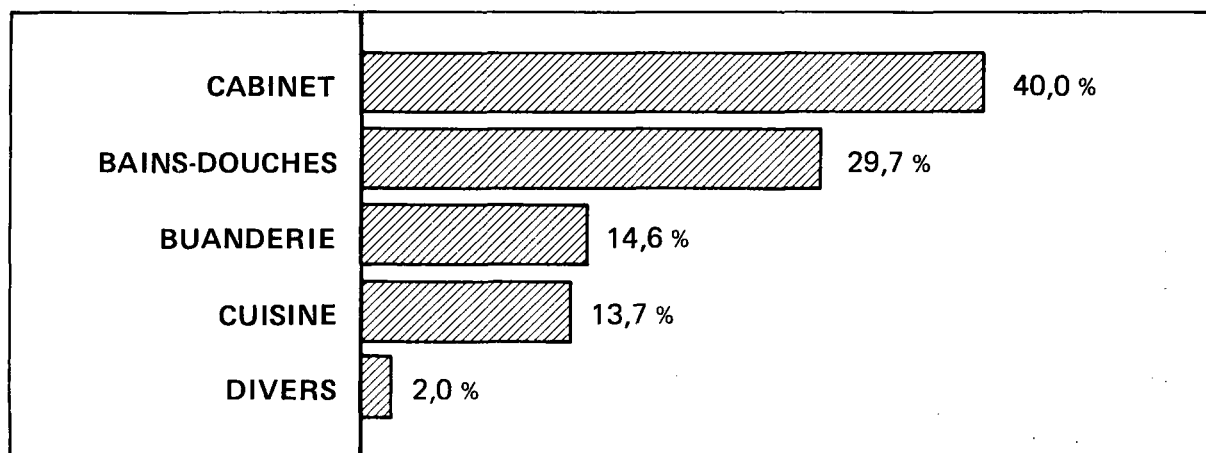


Figure 1 RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'EAU DOMESTIQUE

4 LES FACTEURS DE LA CONSOMMATION D'EAU

La consommation d'eau domestique dépend de nombreux facteurs, au nombre desquels la qualité de la plomberie, le type de système d'adduction et d'évacuation, l'importance de la famille (c'est-à-dire le nombre d'occupants), la situation socio-économique, le climat, le prix de l'eau et les codes de plomberie.

Dans les collectivités nordiques où chacun va tirer son eau, ou bien dans lesquelles l'eau est amenée aux maisons sans l'aide de canalisations, la consommation n'est que de 10 l/pers./jour environ. Une si faible quantité ne favorise guère l'hygiène ni la bonne santé. Pour remédier à ces situations, divers organismes gouvernementaux ont adopté des programmes destinés à améliorer les services à la collectivité. La consommation d'eau augmente énormément dans les maisons qui disposent d'eau courante chaude et froide et d'appareils consommateurs d'eau et où il existe un système communautaire organisé d'alimentation et d'évacuation. Des données pour une zone de Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest, qui est desservie par camions, indiquent qu'une maison de quatre personnes avec toute la tuyauterie traditionnelle consomme environ 95 l/pers./jour. Cette consommation relativement faible pour des maisons desservies par camions est attribuable à la faible pression d'eau des pompes individuelles et à une conscience générale de l'existence d'une quantité limitée d'eau disponible dans le réservoir de la maison. Les habitudes de consommation sont modifiées pour réduire le gaspillage et les fuites, et certaines méthodes d'économie de l'eau sont utilisées.

Les maisons desservies par un réseau de canalisations consomment beaucoup d'eau, en grande partie parce que la quantité d'eau disponible semble illimitée. La consommation interne d'une maison de quatre personnes est de 225 l/pers./jour, mais, lorsqu'un dispositif de drainage est utilisé pour maintenir un débit et prévenir le gel des conduites d'eau et d'évacuation, la consommation peut dépasser 2500 l/pers./jour. En raison de l'augmentation du coût de l'énergie et des réseaux d'alimentation et d'évacuation, les nouveaux réseaux sont généralement conçus de façon à éviter de recourir aux dispositifs de drainage. Des mesures pour réduire ou éliminer le drainage de l'eau dans les réseaux existants sont en cours d'étude (Armstrong et Given, 1979). Un autre problème spécifiquement nordique est la surchauffe des conduites d'alimentation en eau qui se trouvent dans la même gaine que des conduites de chauffage central. Un volume considérable d'eau est gaspillé lorsqu'on cherche à obtenir un verre d'eau fraîche.

Les réseaux d'évacuation par gravité exigent des vitesses d'écoulement minimales pour empêcher les dépôts solides. Des cabinets qui utilisent moins d'eau mais qui ont une chasse à écoulement rapide ou qui débitent dans un ralentisseur peuvent maintenir un débit fort et fonctionnent correctement si la conduite de raccordement de la maison a un diamètre de 100 mm sur une dénivellation de 2 p. 100 (Cole, 1975; Konen et De Young, 1975). Dans les réseaux d'évacuation non gravitaires, on peut utiliser des conduites de petit diamètre et des cabinets consommant très peu d'eau. En particulier, il existe un modèle de cabinet spécial à chasse de 1,5 l que l'on utilise avec les réseaux d'évacuation à dépression.

La demande totale d'eau croît avec le nombre de personnes vivant dans l'habitation, mais la consommation par personne diminue. Cette diminution tient aux quantités relativement fixes d'eau utilisées pour accomplir certaines tâches domestiques, quel que soit le nombre des occupants. Le niveau socio-économique permet de mesurer indirectement la consommation d'eau et donne une idée de l'appareillage consommateur d'eau et de ses utilisations dans la maison.

Le climat influe sur l'utilisation de l'eau à l'extérieur des maisons; dans les régions du Nord, cette consommation est relativement faible en raison de la brièveté de l'été et de la rareté des pelouses.

L'objectif essentiel de l'établissement des taux et des prix est de réaliser un bénéfice. La tarification influe sur la demande d'eau, en particulier pour l'usage extérieur ; il est donc possible de se servir des prix pour agir sur la demande d'eau (Howe et Linaweaver, 1967 ; Grima, 1972). Les diverses tarifications qui ont été utilisées comprennent : le taux forfaitaire (prix constant par litre), le taux global décroissant (prix décroissant par litre), le taux global croissant (prix croissant par litre), des taux pour la demande normale et les demandes de pointe, et enfin la tarification saisonnière. Lorsqu'il n'y a pas de mesurage, le même taux forfaitaire est appliqué quelle que soit la consommation. Un taux forfaitaire n'incite pas, sur le plan économique ou autre, les consommateurs à réduire leur consommation d'eau et on constate régulièrement une consommation de 30 à 50 p. 100 supérieure à celle des consommateurs qui ont un compteur. Avec toutes les autres tarifications, la consommation d'eau peut varier jusqu'à un point et le coût des services d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées peut être équitablement réparti. En utilisant un modèle économique détaillé, Chan et ses collaborateurs (1976) ont mis en évidence que, par rapport à la demande d'eau, la tarification n'était significative que dans la mesure où elle établissait le prix correspondant à une marge de consommation. À prix de marge égal, la demande était la même quel que soit le type de tarification. À l'exception, non négligeable, d'un taux forfaitaire non mesuré, un type quelconque de prix unitaire peut équitablement rapporter un revenu convenable tout en facilitant l'économie et en encourageant l'efficacité, à condition que le prix unitaire reflète le coût réel de ce service.

La tarification et les prix doivent refléter le coût réel à long terme du système d'approvisionnement et d'évacuation dans la marge d'utilisation. Malheureusement, il est difficile de déterminer ce coût avec précision, en particulier pour les réseaux de canalisations, et les subventions et les aides administratives peuvent introduire une distorsion ou même imposer le type de tarification et le prix. Pour des services fortement subventionnés, et dans les petites collectivités, il est tentant d'appliquer un taux forfaitaire pour réduire la complexité des questions administratives. Étant donné les contraintes sociales, politiques et techniques, il n'est pas étonnant que "les procédures pour établir les tarifs d'eau aient généralement été appliquées par tâtonnement aux chiffres des ventes de la collectivité particulière" (American Water Works Association, 1954). On peut s'attendre à des compromis et à une certaine inefficacité, mais ceci ne doit pas faire perdre de vue l'objectif de récupérer le coût total à long terme de la fourniture de la dernière unité d'eau demandée.

Les subventions directes ou indirectes des services d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées et les coûts de l'énergie sont particulièrement en expansion dans le Nord. Les subventions peuvent faciliter la réalisation d'objectifs sociaux, politiques, administratifs, économiques ou de santé publique. Toutefois il convient de les examiner pour s'assurer qu'en atteignant ces objectifs, elles n'auront pas pour conséquence un fonctionnement anormalement inefficace des services envisagés. Les subventions qui réduisent ou même éliminent la charge des services tendent à influencer sur la demande, et ceci peut avoir pour résultat une consommation excessive d'eau, un coût élevé des services, et le besoin de nouvelles subventions. La subvention des services d'alimentation et d'évacuation peut comprendre des prêts ou des allocations, en capital ou en crédits de fonctionnement pour l'installation ou le fonctionnement des services envisagés, ou bien l'attribution d'allocations aux consommateurs. Lorsque ces subventions sont importantes, les organismes qui les accordent seront les principaux bénéficiaires des réductions des demandes d'eau et d'énergie. Dans d'autres cas, des profits divers liés aux économies d'eau sont réalisés à la fois par les consommateurs et ces organismes. Tous les organismes qui accordent des subventions ont la responsabilité de s'assurer de l'équité et de l'efficacité des services subventionnés et de la rentabilité des dépenses des fonds publics. Cet objectif peut être atteint en appliquant aux consommateurs le plein tarif économique (prix de marge) pour une consommation d'eau qui dépasse une limite raisonnable. Dans certains cas, des subventions pour l'achat et l'installation d'appareils économiseurs d'eau peuvent être plus indiquées, plus équitables et plus économiques que de subventionner des services. Des programmes nationaux analogues ont été mis en oeuvre pour aider les propriétaires de maisons et l'industrie à réduire les pertes de chaleur et la demande d'énergie.

Des directives relatives à la plomberie sont généralement établies pour assurer la sécurité et protéger la santé du consommateur et pour fixer des normes minimales pour le matériel et son fonctionnement. Des directives ont également été utilisées pour promouvoir l'utilisation de techniques d'économie d'eau afin de réduire la demande d'eau. Les prescriptions les plus courantes fixent un volume maximum de chasse, pour les cabinets à réservoir, de 13 l (3,5 gallons U.S.), un débit maximum de 11 à 13 l/mn (3 à 3,5 gallons U.S.) pour les pommes de douches, et de 7,6 à 15 l/mn (2 à 4 gallons U.S./mn) pour les autres robinets. Indépendamment de l'utilisation des codes de plomberie pour réduire la demande d'eau, il apparaît désirable de réviser les codes existants de façon qu'ils permettent au moins l'utilisation des appareils économiseurs d'eau lorsqu'ils sont garantis sur la base de considérations d'économie, de salubrité ou autres. Les codes de plomberie doivent encourager l'efficacité et non empêcher d'une façon injustifiable l'économie de l'eau comme le font certaines normes actuelles.

5 LES ÉCONOMIES D'EAU

Il existe plusieurs méthodes pour réduire la demande d'eau, à savoir : les pratiques administratives, les campagnes d'information et les techniques d'économie de l'eau. Dans toute démarche visant à favoriser ou mettre en place des mesures d'économie d'eau, il faudra tenir compte des habitudes culturelles et personnelles des usagers. Les fournisseurs de services ou les organismes subventionnaires intéressés à réduire la demande d'eau devraient entreprendre une campagne d'information et d'éducation du public qui sensibilise les consommateurs. Des changements dans le comportement et les habitudes de gaspillage, combinés avec la connaissance de simples conseils en économie de l'eau et une bonne information sur les avantages de cette économie sont susceptibles d'amener une réduction sensible de la demande d'eau.

Un exemple récent d'éducation du public est celui des mesures contre la sécheresse dans le comté de Marin (Californie) pour combattre la pénurie d'eau qui durait depuis deux ans (Nelson, 1977). En 1976, une campagne d'information du public, appuyée par les médias, sur la nécessité de réduire la consommation a permis au service municipal des eaux de Marin de réduire la demande d'eau de 25 à 30 p. 100 annuellement. En 1977, pour réduire encore la demande, les autorités du comté attribuèrent à chaque consommateur une allocation d'eau basée sur le nombre de personnes habitant la maison. Pour maintenir les contingents accordés, de nouveaux tarifs plus sévères furent imposés. Le taux de base fut doublé ; quiconque consommait jusqu'à deux fois la quote-part accordée payait plus de huit fois l'ancien taux, et un usage encore plus élevé coûtait 40 fois le taux d'avant la sécheresse. Pour aider les consommateurs à respecter ces contingents, le service émit des instructions sur les moyens d'économiser l'eau et offrit gratuitement de petits équipements permettant les économies d'eau, soit des réducteurs de débit à introduire dans les pommes de douches et des bouteilles à mettre dans les réservoirs de cabinets. En conséquence, les résidents du comté de Marin réduisirent leur consommation d'eau de 65 p. 100 et ne dépassèrent que rarement le quota. Lorsque la sécheresse prit fin et que les restrictions furent levées, selon le Consumer Reports (mai 1978), la consommation d'eau se tenait encore à 45 p. 100 au-dessous du niveau d'avant la sécheresse. Cette campagne, certes, répondait à une situation de crise, mais elle met en évidence les avantages de l'éducation du consommateur, et combien il est nécessaire pour le consommateur d'adhérer aux mesures d'économie de l'eau.

6 TECHNIQUES D'ÉCONOMIE DE L'EAU

Les besoins en eau peuvent être notablement réduits en recourant à des techniques d'économie de l'eau. Les tableaux 2 à 6, qui couvrent les catégories des cabinets, des bains et douches, des buanderies et de diverses utilisations de l'eau, offrent un résumé des divers moyens d'économie de l'eau dont ils donnent un aperçu aussi complet que pratique. Il peut exister plusieurs types et modèles d'un appareil destiné à économiser l'eau et comme aucune évaluation objective n'a été établie, dans bien des cas, les données sur la performance sont basées sur la documentation publiée, l'information obtenue des fabricants et l'expérience personnelle. Les codes de plomberie existants peuvent restreindre l'utilisation de certains dispositifs économiseurs d'eau, même s'ils fonctionnent correctement. De plus, les appareils ne sont pas tous techniquement viables ou ne conviennent pas à toutes les situations, et par conséquent, il faut se fier à l'évaluation de l'utilisateur.

La connaissance des méthodes et dispositifs d'économie de l'eau aura pour effet d'en accroître l'application. Ceci est particulièrement vrai pour les nouvelles techniques et pour les dispositifs étrangers, qui peuvent être rejetés sans essai, même si leur performance est très acceptable ou même excellente.

Les consommateurs et les organismes fournisseurs des services d'alimentation et d'évacuation doivent être tenus au courant des avantages économiques des divers dispositifs économiseurs d'eau. D'autres aspects, tels le caractère désirable, l'esthétique, les préférences des usagers, l'applicabilité de la méthode et autres avantages et inconvénients de chaque solution ne font pas partie de l'analyse économique, afin de n'en pas fausser les conclusions. Ces facteurs subjectifs peuvent être ajoutés aux considérations économiques lorsqu'il faudra prendre une décision. Il importe donc de noter que la solution la moins coûteuse n'est pas nécessairement la meilleure.

Toute comparaison suppose des réserves d'ordre pratique et technique qui influent sur le choix d'une solution. Il faut tenir compte de tous les coûts d'investissement, d'installation, de fonctionnement et d'entretien pour calculer la valeur réelle de la solution choisie. Ces coûts étant fonction des coûts unitaires de fourniture d'eau, de l'évacuation, de l'énergie, du nombre des usagers ou des quantités utilisées, de même que du coût de fonctionnement et d'entretien, les situations ne sont jamais identiques. Les coûts unitaires de marges de consommation, nets de toute subvention, doivent être utilisés pour arriver au coût définitif, mais ils sont souvent difficiles à évaluer de façon certaine.

Les aspects économiques sont particuliers à chaque système d'alimentation et d'évacuation et à chaque endroit. Une analyse précise mais très complexe doit se fonder sur les changements des coûts totaux des systèmes d'alimentation et d'évacuation et des coûts pour le consommateur, en particulier lorsqu'une forte réduction de la demande d'eau est rendue possible par l'utilisation simultanée d'un certain nombre d'appareils. Dans un esprit de simplicité, on a utilisé une analyse économique basée sur un prix unitaire fixe pour présenter des résultats caractéristiques. On a établi un taux élevé et un taux minimum pour les systèmes de distribution et d'évacuation par canalisations et par camions, et on a supposé quatre personnes par maison pour chaque utilisation d'eau. Les situations relatives aux taux choisis étaient :

- Situation 1 : Distribution et évacuation par canalisations, \$ 0.10/1000 l
électricité, \$ 0.05/kWh
- Situation 2 : Distribution et évacuation par canalisations, \$ 1/1000 l
électricité, \$ 0.20/kWh

TABLEAU II DIVERSES MODIFICATIONS À APPORTER AUX CABINETS

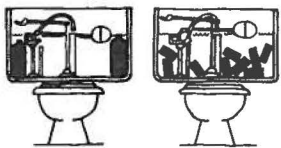
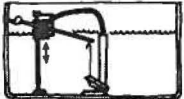
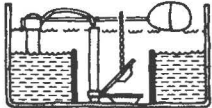
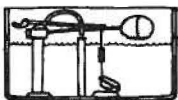
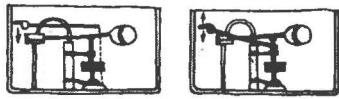

	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branchements à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
<p>Briques ou bouteilles de plastique</p> 	<p>Des briques ou des bouteilles en plastique remplies d'eau et lestées avec de petits cailloux et entièrement remplies de sable ou de gravier sont introduites dans le réservoir de chasse. À chaque chasse, elles épargnent un volume d'eau égal à celui qu'elles occupent.</p>	<p>Dispositif peu coûteux, facile à installer par l'occupant généralement constitué d'objets de rebut domestiques. Si la chasse est insuffisante, on peut mettre des bouteilles plus petites, jusqu'à ce que la chasse soit suffisante.</p>	<p>Les briques se détériorent dans l'eau et leurs débris vont encombrer les trous d'écoulement et le siège du clapet de chasse, causant une fuite continue. Elles peuvent aussi fêler le réservoir en y tombant et un trop grand nombre de briques gênerait la circulation de l'eau autour d'elles. Les briques ne sont pas conseillées. Les bouteilles de plastique peuvent glisser et coincer le mécanisme de chasse; si elles sont remplies de sable et mal bouchées, le sable peut s'échapper et s'accumuler sous le clapet de chasse, causant une fuite continue.</p>	<p>Néant</p>	<p>Dépend des dimensions. Deux briques ou deux bouteilles de plastique épargneront à peu près 2 l soit environ 10% par chasse.</p>	<p>Faible ou nul si fabriqué par l'occupant.</p>	<p>Néant</p>
<p>Flotteurs améliorés</p> 	<p>Remplacent les flotteurs sphériques ordinaires et les robinets de remplissage, permettant l'abaissement du niveau de l'eau et son réglage de façon à n'utiliser que le strict nécessaire d'eau pour une chasse efficace.</p>	<p>Améliorent l'efficacité de la chasse; certains facilitent la détection des fuites. Peuvent durer plus longtemps que les modèles qu'ils remplacent car s'ouvrant moins sur les modèles signaleurs de fuites; le robinet est toujours entièrement ouvert ou fermé, donc plus silencieux que le robinet à flotteur ordinaire à fermeture progressive.</p>	<p>L'économie d'eau se limite essentiellement à l'élimination des fuites. Un peu plus coûteux que l'appareillage classique.</p>	<p>Se branchent sur le tuyau d'alimentation du cabinet.</p>	<p>Dépend du mécanisme existant; l'économie peut varier de zéro à une valeur notable. On a très peu de données sur la quantité d'eau qui se perd par les fuites.</p>	<p>De \$6 à \$10.</p>	<p>Néant</p>
<p>Bâtardeaux</p> 	<p>Cloisons de plastique ou de métal introduites en position verticale dans le réservoir de chasse et fixées de façon étanche au fond et aux parois du réservoir. Certains modèles se placent autour de l'orifice d'écoulement de la chasse, mais tous retiennent une certaine quantité d'eau dans le réservoir quand on fait fonctionner la chasse.</p>	<p>Faciles à installer; réduisent davantage la consommation que les dispositifs faits par l'occupant. N'ont pas d'action sur la hauteur d'eau ni sur le mécanisme de chasse. Les modèles en caoutchouc et en métal sont plus durables que ceux en plastique.</p>	<p>Certains modèles ne sont pas réglables et ne permettant pas de limiter l'écoulement au minimum strict nécessaire pour une chasse efficace. Avec certains modèles de cabinets anciens ils peuvent ne pas donner une bonne chasse.</p>	<p>Néant</p>	<p>Économisent environ 35% soit à peu près 7 l par chasse.</p>	<p>De \$4 à \$8.</p>	<p>Néant</p>
<p>Poids</p> 	<p>Fixés sur la chaîne ou sur la tige du flotteur. Quand la quantité voulue d'eau est écoulée, on lâche la poignée de chasse, et le poids ramène immédiatement le clapet sur son siège, et l'écoulement s'arrête.</p>	<p>Presque aussi efficaces que les bâtardeaux pour réduire la consommation d'eau, on peut les utiliser conjointement avec ceux-ci pour accroître l'économie d'eau. Peuvent être fabriqués par l'occupant.</p>	<p>Rend inutile le fonctionnement normal du mécanisme de chasse; l'usager doit tenir la poignée en position basse jusqu'à ce que la quantité voulue d'eau soit écoulée. Les modèles commerciaux ne présentent aucun avantage sur ceux faits par l'occupant.</p>	<p>Néant</p>	<p>Économisent à peu près 30% soit environ 6 l par chasse, en moyenne.</p>	<p>De \$0,80 à \$8,00. Nul si fabriqué par l'occupant.</p>	<p>Néant</p>
<p>Mécanismes à double action</p> 	<p>Le type à simple action peut être un contrepois, un flotteur cylindrique ou un mécanisme à pulsoir d'air qui manœuvre le clapet. Quand la chasse est actionnée normalement, une partie seulement de l'eau est chassée. Pour une chasse complète, la poignée doit être tenue en position basse. Les types à double action remplacent le mécanisme de commande du clapet. On actionne la poignée dans un sens pour une chasse de petit volume (déchets liquides), et dans l'autre sens pour une chasse complète (déchets solides).</p>	<p>Permet à l'usager le choix de la quantité d'eau chassée. Peut être utilisé conjointement avec un bâtardeau.</p>	<p>Avec les types à simple action, il faut tenir la poignée pour un écoulement complet. Les types à pulsoir d'air peuvent s'encrasser par les dépôts de l'eau ou par de la saleté. Le mécanisme à double action est difficile à installer et n'étant pas réglable, il peut ne pas donner une bonne chasse avec tous les cabinets.</p>	<p>Néant</p>	<p>Économise à peu près 50% sur les chasses de petit volume. L'économie totale moyenne est d'environ 30% soit 6 l par chasse.</p>	<p>De \$3 à \$15.</p>	<p>Néant</p>
<p>Réservoir de remplacement</p> 	<p>Se montent sur les cuvettes de cabinets existantes à la place de tout le réservoir de chasse; le nouveau réservoir comporte une cartouche de pression et un couvercle. En entrant dans le réservoir vide, l'eau comprime l'air intérieur, et le débit s'arrête quand les pressions de l'eau et de l'air sont égales. Lorsqu'on actionne la chasse, l'air comprimé et la gravité chassent l'eau dans la cuvette.</p>	<p>Consomment environ la moitié moins d'eau que les réservoirs ordinaires.</p>	<p>Coûteux et plus difficiles à installer que les autres dispositifs. Un peu bruyants aux hautes pressions. Peuvent ne pas avoir un fonctionnement satisfaisant sur les réseaux où la pression est moindre que 240 kPa.</p>	<p>Se posent sur les cuvettes de cabinets ordinaires et se branchent sur la conduite d'eau.</p>	<p>Consomment de 9,5 l à 11,5 l par chasse, d'où une économie d'environ 50%.</p>	<p>De \$65 à \$85.</p>	<p>Néant</p>

TABLEAU III DIVERS TYPES DE CABINETS


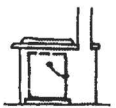





	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branchements à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
Cabinet extérieur 	<p>Les matières se décomposent dans une fosse et sont absorbées par le sol. La fosse se remplit peu à peu et le cabinet doit être déplacé.</p>	<p>Facile à installer, peu coûteux, ne nécessitant ni eau ni conduites. Pas de pièces mobiles.</p>	<p>Odeurs désagréables, froid l'hiver, accès incommode, peut contenir les sources. Inutilisable en zone urbaine ou dans les régions de perméabilité. Doit être périodiquement changé de place.</p>	<p>Néant</p>	<p>Néant</p>	<p>De \$0 à \$150.</p>	<p>Néant</p>
Seau 	<p>Les matières tombent directement dans un seau contenant un désodorisant chimique, ou dans un sac en plastique. Le seau est vidé et rechargé périodiquement, ou le sac est enlevé pour évacuation sanitaire et remplacé par un sac neuf.</p>	<p>Simple et peu coûteux, n'a pas besoin d'eau. Pas de pièces mobiles.</p>	<p>Un peu mieux qu'un cabinet extérieur à l'intérieur. L'enlèvement des déchets de la maison, leur collecte et leur évacuation sont souvent insalubres. La collecte doit être faite cinq fois par semaine.</p>	<p>Uniquement aération.</p>	<p>Néant</p>	<p>De \$25 à \$100.</p>	<p>Variable, mais reste faible. Certains types consomment des produits chimiques et d'autres des sacs en plastique (5¢ par sac).</p>
Cabinet classique 	<p>Les matières sont siphonnées à travers une brusque chasse d'eau tombant du réservoir.</p>	<p>Salubre, inodore, relativement facile à réparer et peu coûteux à l'achat.</p>	<p>Consomme beaucoup d'eau pour transporter peu de matières. Le rejet final de l'effluent pose un problème. Exige une alimentation en eau sous pression et une évacuation par réseau d'égout gravitaire.</p>	<p>Tuyau d'arrivée d'eau de 9,5 mm. Tuyau d'évacuation de 75 mm.</p>	<p>15 à 30 l par chasse. Moyenne, 20 l par chasse.</p>	<p>De \$60 à \$240. Certains peuvent atteindre \$500.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau: une famille de quatre personnes consomme environ 400 l par jour en chasses.</p>
Cabinet à trappe peu profonde 	<p>Comme le précédent, mais avec une trappe moins profonde et un réservoir de chasse plus petit.</p>	<p>Comme le précédent, mais consommation d'eau réduite d'environ 33%.</p>	<p>Comme le précédent, mais consomme moins d'eau.</p>	<p>Comme ci-dessus.</p>	<p>13 à 16 l par chasse. Moyenne, 14,5 l par chasse.</p>	<p>De \$80 à \$200.</p>	<p>Comme ci-dessus, mais consommation familiale réduite à environ 250 l par jour en chasses.</p>
Modèle européen de 6 l 	<p>Les matières sont siphonnées à travers une trappe par une brusque chasse d'eau. Possède une trappe peu profonde et un réservoir plus petit que le type classique. Il existe des modèles à chasse de 9 l.</p>	<p>Salubre, inodore, consomme environ 70% moins d'eau que les types classiques.</p>	<p>Le conduit d'évacuation se branche à l'arrière de la cuvette, ce qui peut poser des problèmes lors d'une modification de l'installation. Ne fonctionne pas aussi bien que les types classiques nord-américains en particulier avec les excréments non humains.</p>	<p>Tuyau d'arrivée d'eau de 9,5 mm. Tuyau d'évacuation de 75 mm.</p>	<p>6 l par chasse</p>	<p>De \$170 à \$225.</p>	<p>Comme le précédent, mais consommation familiale réduite à 120 l par jour pour les chasses.</p>
Modèle européen de 3 l 	<p>Comme le précédent, mais avec une trappe plus petite et un miroir d'eau.</p>	<p>Comme le précédent, mais consomme environ 85% moins d'eau que les types classiques.</p>	<p>Comme le précédent, mais doit être relié à une fosse, pas à un réseau d'égouts. Plusieurs recommandations pour l'installation, concernant le calibre du conduit d'évacuation, la pente et la distance maximum, ce qui peut en restreindre l'emploi lors des modifications d'installation.</p>	<p>Comme le précédent.</p>	<p>3 l par chasse</p>	<p>\$220.</p>	<p>Comme le précédent, mais consommation familiale réduite à 60 l par jour pour les chasses.</p>
Cabinet à chasse sous pression 	<p>La poignée libère une chasse d'eau à grande vitesse qui produit un effet tourbillonnaire et siphonne les matières à travers une trappe.</p>	<p>Élimine le réservoir de chasse. A généralement un cycle et un temps de récupération plus courts. La cuvette est bien nettoyée par l'action de la chasse.</p>	<p>Dépend de la pression d'alimentation en eau. Sera affecté par des chutes de pression dues à l'utilisation d'autres appareils. Exige un tuyau d'eau de 25 mm. Ne peut donc convenir aux usages domestiques.</p>	<p>Tuyau d'arrivée d'eau de 25 mm. Tuyau d'évacuation de 75 mm.</p>	<p>De 8,5 l à 16 l par chasse.</p>	<p>De \$100 à \$175.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau: une famille de quatre personnes consomme de 170 à 320 l par jour en chasses.</p>

TABLEAU III (suite)

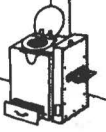
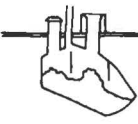
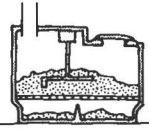
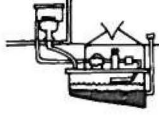
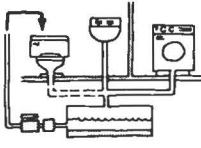

	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branchements à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
Cabinet incinérateur 	<p>Les matières sont incinérées selon un cycle réglé après chaque utilisation. Les cendres doivent être enlevées périodiquement. Fonctionne à l'électricité ou au gaz.</p>	<p>Ne produit aucune matière liquide; très peu de cendres à évacuer. Réduit la pollution.</p>	<p>Consomme beaucoup d'énergie. Certains modèles nécessitent une doublure en papier de la cuvette à chaque utilisation. Mécanisme relativement compliqué. Doit être aéré.</p>	<p>Courant à 120V ou à 220V (conseillé), ou, par option, conduits de gaz de 9,5 mm, avec courant de 120V ou 12V au choix. Tuyau d'aération de 100 mm.</p>	<p>Électricité ou gaz, pas d'eau.</p>	<p>Environ \$650 à \$1000.</p>	<p>Dépend du coût de l'énergie. Consomme environ 0,1 m³ de gaz ou 1 kWh par utilisation. Coût des doublures de cuvette et du catalyseur de contrôle des odeurs.</p>
Cabinet à compost (grand) 	<p>Les ordures ménagères et les excréments humains sont digérés par des micro-organismes et produisent de l'engrais.</p>	<p>Le produit final, le compost, est utilisable comme engrais. Réduit la pollution. Aucun branchement d'eau, d'égout ou d'électricité. Pas de pièces mobiles. Peu d'entretien.</p>	<p>Gros investissement pour l'unité et son installation. L'unité est très grande et nécessite un espace considérable en sous-sol.</p>	<p>Tuyau d'aération de 150 mm.</p>	<p>Néant.</p>	<p>De \$1500 à \$2500.</p>	<p>Néant. Est amorti par la valeur de l'engrais produit.</p>
Cabinet à compost (petit) 	<p>Comme ci-dessus, mais plus compact. Utilise une circulation d'air forcé et de la chaleur pour accélérer le processus.</p>	<p>Pas de branchement d'eau ni d'égout. L'unité est relativement petite et peut être installée dans un cabinet ordinaire. Le produit final, le compost, est utilisable comme engrais. Réduit la pollution.</p>	<p>Coûteux à l'achat et relativement compliqué à entretenir et à bien faire fonctionner. Demande un gros apport d'énergie et ne peut pas traiter un engorgement de choc de matières organiques et liquides.</p>	<p>Courant à 120V. Tuyau d'aération de 100 mm.</p>	<p>Électricité, pas d'eau.</p>	<p>De \$600 à \$1000.</p>	<p>Besoin d'énergie: de 1,2 à 8,75 kWh par jour pour le ventilateur et le chauffage.</p>
Cabinet à fluide synthétique 	<p>Le système utilise un fluide chimique spécial ou de l'huile minérale comme moyen de chasse. Les matières se décantent dans un réservoir de réception et le fluide est filtré et recyclé dans un cabinet ordinaire. Les matières doivent être évacuées par pompage chaque année.</p>	<p>Utilise les cabinets et la plomberie ordinaires, mais pas d'eau. Peut s'utiliser conjointement avec un incinérateur pour détruire les matières concentrées. Convient aux unités multiples telles que les camps ou les toilettes publiques.</p>	<p>Gros investissement pour l'unité et son installation. Relativement complexe et demande beaucoup d'espace. Nécessite le remplacement du fluide perdu et l'addition de produits chimiques de contrôle des odeurs. A besoin d'énergie pour les pompes et, éventuellement pour l'incinérateur, sinon les matières doivent être évacuées par pompage pour destruction.</p>	<p>Connexions au système de recyclage: tuyau d'alimentation de 9,5 mm; tuyau d'évacuation de 75 mm. Électricité pour le système de recyclage.</p>	<p>Électricité, pas d'eau.</p>	<p>De \$2500 à \$5000.</p>	<p>Coût du fluide de remplacement, des produits chimiques de contrôle des odeurs, et du courant pour les moteurs électriques.</p>
Système de traitement (recyclage) 	<p>Recyclage, après filtrage et traitement, des eaux usées des cabinets et des autres appareils pour les chasses de cabinets. Les boues accumulées dans le réservoir doivent être évacuées par pompage une fois par an ou tous les deux ans.</p>	<p>Consomme peu ou pas du tout d'eau neuve. Certains modèles acceptent les eaux usées provenant d'autres appareils.</p>	<p>Coûteux à l'achat et à l'entretien. Nécessite des filtres, du désinfectant, du colorant, des pompes et du courant électrique.</p>	<p>Connexions au système de recyclage et de traitement: tuyau d'alimentation de 9,5 mm; tuyau d'évacuation de 75 mm. Électricité pour le système de recyclage et de traitement.</p>	<p>Électricité. Réutilise l'eau usée.</p>	<p>De \$2500 à \$5000.</p>	<p>Coût du désinfectant du colorant, des filtres et de l'électricité.</p>
Urinoirs 	<p>Une poignée déclenche l'éjection d'eau à grande vitesse qui siphonne les matières liquides à travers une trappe.</p>	<p>Les modèles à faible volume de chasse consomment très peu d'eau, comparés aux cabinets ordinaires. Utilisent la plomberie classique. Sont d'un emploi courant dans les toilettes publiques.</p>	<p>Adjonction relativement coûteuse aux cabinets de maison. Ne traite que les matières liquides. Peu accepté par les consommateurs à cause de l'image institutionnelle et publique.</p>	<p>Tuyau d'eau de 9,5 mm, Tuyau d'évacuation de 50 mm.</p>	<p>De 4 à 15 l par utilisation.</p>	<p>De \$75 à \$150.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau.</p>

TABLEAU III (suite)


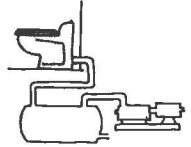
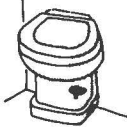
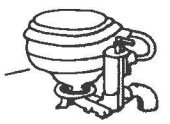



	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branchements à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
<p>Cabinet à air comprimé</p> 	<p>Les matières et l'eau de chasse tombent de la cuvette dans une chambre secondaire où une chasse d'air comprimé est envoyée qui projette l'eau et les matières dans le conduit d'évacuation.</p>	<p>Consomme peu d'eau et nécessite une installation de plomberie d'assises. Le même compresseur d'air peut desservir une installation de plusieurs cabinets. N'a pas de réservoir de chasse.</p>	<p>Exige un compresseur d'air ou une bouteille d'air comprimé; son fonctionnement est relativement complexe. Gros investissement et besoin d'énergie pour le compresseur ou la recharge de la bouteille d'air comprimé.</p>	<p>Tuyau d'arrivée d'eau de 9,5 mm. Tuyau d'évacuation de 75 mm. Air comprimé à 410 kPa ou électricité pour le compresseur.</p>	<p>2 l par chasse.</p>	<p>En porcelaine vitrifiée \$600 à \$675. En acier inoxydable: \$800 à \$875. Compresseur d'air \$400.</p>	<p>Coût de l'eau et de l'électricité. Une famille de quatre personnes consomme 40 l d'eau par jour pour les chasses et 15 kWh par an pour le compresseur.</p>
<p>Cabinet à dépression</p> 	<p>Cabinet à dépression relié à un jeu de vannes et à une canalisation spéciale d'évacuation. Utilise la différence de pression créée par un vide partiel dans les conduites pour transporter les unités d'eau usées par des conduites de petit calibre jusqu'à un réservoir central de réception à dépression.</p>	<p>Consomme peu d'eau et n'a pas de réservoir de chasse. Le réseau d'évacuation est en tuyaux de plastique de petit calibre qui peuvent être installés sans trop tenir compte des sujétions de pente. Les conduites à dépression peuvent être posées dans les mêmes tranchées que les conduites d'eau. Elles perdent moins de chaleur du fait des faibles volumes de fluide transportés. Peuvent être reliées à de nombreux cabinets dans un même immeuble ou une même collectivité.</p>	<p>Fonctionnement relativement complexe et coûteux à l'achat. Nécessite des pompes et consomme de l'énergie. L'installation demande un personnel qualifié.</p>	<p>Tuyau d'arrivée d'eau de 9,5 mm. Tuyau d'évacuation de 38 mm. Électricité au réservoir de réception pour la pompe de dépression.</p>	<p>1 l par chasse.</p>	<p>Pour un immeuble: environ \$3500. Pour une collectivité: variable.</p>	<p>Coût de l'eau et de l'électricité pour la pompe à dépression.</p>
<p>Cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement</p> 	<p>Une pédale ou une poignée ouvre un clapet au bas de la cuvette et déclenche un tourbillon d'eau vive qui rince la cuvette. Il existe aussi des modèles portatifs avec réservoir de réception séparable pour le déversement des matières.</p>	<p>Tourbillon d'eau vive mais très faible consommation d'eau. Pas de produits chimiques ni de recirculation. Peut être utilisé en modèle portatif avec réservoir de réception.</p>	<p>Les conduites d'épouillage s'obstruent à cause du faible volume de chasse. Ne devrait donc être utilisé qu'avec une chute à peu près verticale dans un réservoir de réception. Dans les modèles portatifs, le réservoir doit être vidangé et rechargé.</p>	<p>Tuyau d'arrivée d'eau variant de 0 à 9,5 mm. Tuyau d'évacuation de 75 mm au réservoir de réception.</p>	<p>0,5 l par chasse.</p>	<p>De \$75 à \$175.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau. Une famille de quatre personnes consomme environ 10 l par jour en chasses. Les modèles portatifs exigent un désodorisant chimique.</p>
<p>Cabinet de marine</p> 	<p>Une pompe à main ou électrique envoie de l'eau dans la cuvette. En tournant un robinet, la même pompe éjecte les matières. On peut pomper les matières vers le haut.</p>	<p>Consomme relativement peu d'eau. Peut pomper les matières vers le haut. Pompe à propre eau et pourrait être utilisé comme cabinet à recirculation.</p>	<p>Se bouche assez facilement. Utilisation relativement compliquée. Les modèles électriques consomment de l'énergie.</p>	<p>Tuyau d'arrivée d'eau de 19 mm. Tuyau d'évacuation de 38 mm. Courant de 120V ou de 12V pour les modèles électriques.</p>	<p>1 l par chasse. Électricité pour certains modèles.</p>	<p>De \$100 à \$400.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau, et de l'électricité pour certains modèles.</p>
<p>Cabinet à recirculation</p> 	<p>Une pompe à main ou électrique envoie un tourbillon d'eau usée, filtrée et traitée chimiquement, de la chambre de réception pour nettoyer et rincer la cuvette. Quand la chambre est pleine, il faut la vidanger et la recharger d'eau et de produits chimiques. Il existe des modèles fixes ou portatifs.</p>	<p>Consomme très peu d'eau. Les modèles fixes peuvent être utilisés avec une plomberie classique. Débite en général dans un réservoir de réception.</p>	<p>Relativement compliqué. Certains grands modèles du commerce sont coûteux à l'achat. Exige la vidange et la recharge de produits chimiques tous les cinq jours pour une famille de quatre personnes.</p>	<p>Aucun branchement, ou courant de 120V ou de 12V, tuyau d'eau de 9,5 mm, et tuyau d'évacuation de 75 mm vers réservoir de réception ou vers épouillage.</p>	<p>0,2 l par chasse, en eau neuve. Électricité pour certains modèles.</p>	<p>De \$90 (portatif) à \$350 (fixe). Jusqu'à \$3000 pour toilettes publiques.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau, et de l'électricité pour les modèles électriques à 12V. Une famille de quatre personnes consomme 4 l d'eau par jour. Le produit chimique coûte \$0,50 par charge ou \$0,10 par jour pour une famille de quatre personnes.</p>
<p>Cabinet à emballage</p> 	<p>Les matières tombent dans une cuvette doublée de plastique. Le tube continu de plastique est tiré vers le bas de la cuvette et soudé à chaud, formant un "chapelet de saucisses". Un sac de plastique sous le cabinet recueille les "saucisses" qui doivent être périodiquement enlevées.</p>	<p>La manipulation des matières est améliorée. Les odeurs et ruptures de sacs sont réduites au minimum par isolement de petites quantités de matières en "saucisses" séparées.</p>	<p>Coûteux à l'achat et à l'utilisation. Nécessite des doublures en plastique, des sacs de réception et de l'électricité. La collecte et le rejet final des sacs doivent être organisés et peuvent poser des problèmes.</p>	<p>Courant à 120V.</p>	<p>Électricité, pas d'eau.</p>	<p>De \$500 à \$1000.</p>	<p>Le fabricant affirme que la consommation d'électricité est de 1 kWh pour 3400 utilisations. Coût de changement périodique des sacs de réception et des doublures.</p>
<p>Cabinet réfrigérateur</p> 	<p>Les matières tombent dans un sac en plastique dans un petit compartiment congélateur. Quand il est plein, le sac est enlevé pour le ramassage et remplacé par un sac neuf.</p>	<p>La congélation prévient la décomposition et les odeurs. La manipulation des matières est beaucoup plus facile, plus salubre et plus acceptable.</p>	<p>Relativement coûteux à l'achat. Consomme des sacs plastifiés et de l'électricité. Une panne de courant ou de congélateur relance la décomposition. La collecte et le rejet final des sacs doivent être organisés et peuvent poser des problèmes.</p>	<p>Courant à 120V.</p>	<p>Électricité, pas d'eau.</p>	<p>Environ \$400.</p>	<p>Coût d'un compresseur de 120V et des sacs de réception.</p>

TABLEAU IV DIVERS TYPES DE BAINS ET DOUCHES


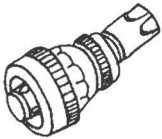




	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branchements à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
Baignoires 	<p>En porcelaine vitrifiée, en fibre de verre ou en métal, la baignoire est remplie d'un mélange d'eau chaude et d'eau froide pour le bain.</p>	<p>Facilite l'hygiène personnelle et la relaxation. Peut être employée sans système de plomberie, et l'eau peut être réutilisée. Le niveau auquel la baignoire est remplie n'a pas besoin d'être excessif, et la consommation est indépendante de la durée du bain. L'eau peut être laissée dans la baignoire pour récupérer sa chaleur avant de la vider.</p>	<p>Consomme une quantité relativement constante d'eau par bain. Les grandes baignoires, avec ou sans bain-tourbillon, consomment de grandes quantités d'eau. La plupart ne sont pas conçues pour se conformer au corps humain, ni isolées pour réduire les pertes de chaleur.</p>	<p>Aucun branchement, ou tuyau de 9,5 mm pour l'alimentation en eau chaude et en eau froide, et de 38 mm pour l'évacuation.</p>	<p>Varie avec les dimensions de la baignoire et les habitudes des usagers. Environ 150 l par bain.</p>	<p>En tôle galvanisée, de \$30 à \$50; en porcelaine vitrifiée ou en fibre de verre, de \$80 à \$250.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau, et de l'énergie pour le chauffage de l'eau.</p>
Pommes de douche classiques 	<p>Un mélange d'eau chaude et froide est déversé par une tête percée de petits trous pour diffuser le jet.</p>	<p>Méthode commode et rapide pour se laver et se rincer. La consommation d'eau peut se régler par le temps que l'on passe sous la douche.</p>	<p>Doit être raccordée à des conduites d'eau et d'égout. Exige une cabine. La consommation est élevée, surtout avec la pomme de type "massuse". Des réducteurs installés sur certains modèles peuvent nuire à la qualité de la douche et la rendre peu agréable, ainsi que les systèmes à basse pression.</p>	<p>Tuyaux d'eau chaude et froide de 9,5 mm et tuyau d'évacuation de 38 mm.</p>	<p>De 15 à 40 l/mn, en moyenne 25 l/mn; la pomme-massuse consomme 55 l/mn. Une douche dure normalement 5 mn.</p>	<p>Type normal de \$5 à \$25, en moyenne \$8. Pomme massuse de \$20 à \$50.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau et de l'énergie. Une famille de quatre personnes prenant chacune une douche de 5 mn tous les 2 jours consomme environ 250 l/j, dont la moitié en eau chaude.</p>
Douches à faible débit 	<p>Comme ci-dessus, mais moindre débit. Des modèles aérateurs mélangent l'air et l'eau.</p>	<p>Comme ci-dessus, mais consomme moins d'eau et d'énergie de chauffage de l'eau pour un même temps passé sous la douche sans nuire à sa qualité. Les modèles aérateurs consomment moins d'eau. La plupart fonctionnent bien sur des systèmes à basse pression en produisant un débit constant quelles que soient les variations de pression.</p>	<p>Généralement un peu plus coûteuse que la pomme de douche classique et la diffusion du jet est souvent plus étroite. Certains préfèrent la douche à faible débit, en particulier pour le lavage des cheveux. Sur les modèles aérateurs, la diffusion du jet n'est pas réglable.</p>	<p>Comme ci-dessus.</p>	<p>De 5 à 12 l/mn, en moyenne 9 l/mn.</p>	<p>De \$5 à \$25, en moyenne \$10.</p>	<p>Comme ci-dessus, mais la consommation familiale est réduite à environ 90 l/j, dont moitié d'eau chaude.</p>
Réducteurs de débit 	<p>Opérucules de petit diamètre qui réduisent le débit. Consistent soit en une pièce à insérer qui glisse dans le tuyau d'alimentation de la douche, soit en une pièce autonome qui se fixe sur le tuyau d'eau avant la pomme de douche.</p>	<p>Modification peu coûteuse pour réduire le débit d'une pomme de douche classique. Peut être fabriqué par l'occupant avec une rondelle de caoutchouc de petit diamètre intérieur.</p>	<p>Peut nuire à la qualité de la douche, sur certains types de pommes de douche classiques.</p>	<p>Se fixe, se visse, ou s'insère en amont de la pomme de douche.</p>	<p>De 8 à 12 l/mn, en moyenne 10 l/mn.</p>	<p>De \$1 à \$6.</p>	<p>Comme la douche classique, mais consommation réduite à environ 100 l/j, dont moitié d'eau chaude.</p>
Robinet "Marche-Arrêt" 	<p>Robinet placé entre la potence et la pomme de douche, permettant d'arrêter le débit sans toucher aux autres réglages. Certaines pommes de douche ont un tel robinet incorporé.</p>	<p>Economise l'eau en permettant à l'utilisateur d'arrêter le débit quand il n'est pas sous la douche, se savonne, se lave les cheveux, etc. Certains modèles laissent, en position d'arrêt, couler un filet d'eau pour maintenir la température choisie.</p>	<p>La température de l'eau dans la colonne montante ou dans la conduite d'alimentation peut changer pendant que le robinet est à l'arrêt. L'utilisateur peut sentir le froid quand le jet est arrêté.</p>	<p>Se fixe en amont de la pomme de douche.</p>	<p>Varie avec le débit et les habitudes des usagers.</p>	<p>De \$2 à \$5.</p>	<p>Dépend du débit et des habitudes des usagers. L'économie d'eau peut varier de 0 à 50%.</p>
Robinet mélangeurs à thermostat 	<p>Contrôle les variations de température des conduites d'alimentation d'eau chaude et d'eau froide au moyen d'un couple thermoélectrique sensible. Les deux métaux du couple, se dilatant différemment, agissent par effet de ressort sur le mécanisme intérieur qui contrôle les arrivées d'eau chaude et d'eau froide, maintenant ainsi un rapport constant entre ces deux arrivées. Possède deux commandes, l'une pour sélectionner la température, l'autre pour régler le débit.</p>	<p>Assure la constance de la température choisie quelles que soient les variations de température, de débit ou de pression dans les conduites d'alimentation en eau chaude ou froide. Accroît l'agrément de l'usage, son confort et sa sécurité en réagissant rapidement aux variations de température des conduites d'alimentation. Un même robinet peut contrôler douche et baignoire, et d'autres appareils.</p>	<p>Coûte deux ou trois fois le prix d'un robinet ordinaire.</p>	<p>Tuyaux d'alimentation en eau chaude et en eau froide de 9,5 mm, et tuyau d'alimentation de la pomme de douche.</p>	<p>Sens objet. Réduit le gaspillage.</p>	<p>Environ \$70.</p>	<p>Néant</p>

TABLEAU IV (suite)

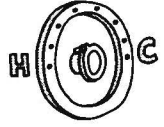


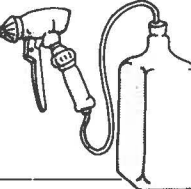
	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branche-ments à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
Robinetts mélangeurs équilibreurs de pression 	<p>Conçu spécialement pour les douches, il compense instantanément les variations de pression dans l'une ou l'autre des tuyauteries d'eau chaude ou froide généralement causées par l'utilisation d'autres appareils, maintenant ainsi la constance du débit choisi, donc aussi de la température de la douche.</p>	<p>Évite l'inconfort et le gaspillage d'eau en maintenant une température de douche constante.</p>	<p>Ne compense pas les variations de température de la source, à moins de variations simultanées de pression. Coûte environ deux fois plus qu'un robinet ordinaire.</p>	<p>Tuyaux d'alimentation en eau chaude et en eau froide de 9,5 mm, et tuyau d'alimentation de la pomme de douche.</p>	<p>Sans objet. Réduit le gaspillage.</p>	<p>Environ \$50.</p>	<p>Néant</p>
Douche-téléphone 	<p>Pomme de douche munie d'un court tuyau souple pour usage manuel. Peut être montée en permanence dans une cabine de douches, ou branchée sur un robinet d'évier.</p>	<p>Permet d'avoir le jet où on veut avec le minimum d'inconvénients. Existe avec réducteur de débit et robinet MA incorporés. Peut être accroché au mur en permanence ou branché sur un robinet quelconque. Peut servir en complément d'une pomme de douche classique ou à faible débit, en particulier pour se laver les cheveux.</p>	<p>Danger possible de contamination par rétroaspiration. Mobilise une main si elle n'est pas fixée au mur. Les opérations de mouillage et de rinçage peuvent être incommodes pour certaines personnes.</p>	<p>Robinet ou sortie de douche, et tuyau d'évacuation de 38 mm.</p>	<p>De 4 à 30 l/mn. Plus forte avec les douches massives.</p>	<p>De \$10 à \$30.</p>	<p>Dépend des prix et des habitudes d'usagers. Faible consommation de 10 l par douche.</p>
Douche à pulsion d'air 	<p>Un petit compresseur d'air envoie de l'air à une pomme de douche spéciale où l'air et l'eau se mélangent pour donner un jet finement pulvérisé.</p>	<p>Très faible consommation d'eau tout en permettant un lavage satisfaisant. Peut utiliser un chauffe-eau en série; n'a alors pas besoin d'une alimentation d'eau chaude. L'avantage économique principal est l'énergie économisée en chauffage d'eau.</p>	<p>Achat et installation coûteux. Le long délai pour avoir l'eau chaude de la conduite rend nécessaire un chauffe-eau en série, une circulation d'eau chaude, ou un réservoir d'eau chaude à proximité. Exige une cabine de douches fermée. Il faut un compresseur à chaque douche. Peu agréable pour certaines personnes.</p>	<p>Tuyaux d'eau chaude et froide de 9,5 mm, tuyau d'évacuation de 38 mm. Courant de 120V pour le compresseur.</p>	<p>2 l/mn.</p>	<p>\$325.</p>	<p>Dépend des prix. Une famille de quatre personnes consomme 20 l par jour, dont moitié d'eau chaude. Un compresseur de 400 W consomme 25 kWh par an.</p>
Douche à jet atomiseur 	<p>L'eau à la température voulue est amenée à un bec atomiseur qui produit un jet finement pulvérisé (brouillard). Le jet d'eau atomisée chasse les cellules superficielles, la saleté et le savon.</p>	<p>Consomme extrêmement peu d'eau. Les modèles existants contiennent leur propre réserve d'eau et n'ont besoin d'aucun branchement d'eau, d'épout ou d'électricité, de plus, ils sont portatifs.</p>	<p>Il faut longtemps pour avoir une douche complète. Dispersion du jet si on n'est pas dans un espace clos. Peut nécessiter un système complémentaire pour le lavage des cheveux. La technique et la plomberie ne sont pas encore au point pour les maisons classiques. Bien des gens n'aiment pas cette douche.</p>	<p>Aucun pour les modèles autonomes.</p>	<p>Très faible: 1 l par douche.</p>	<p>Environ de \$5 à \$30.</p>	<p>Négligeable.</p>

TABLEAU VI DIVERS ACCESSOIRES POUR ÉCONOMISER L'EAU







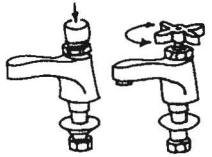
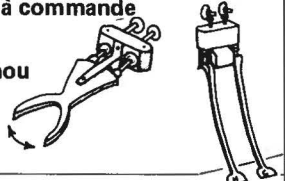
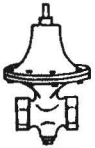
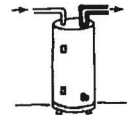
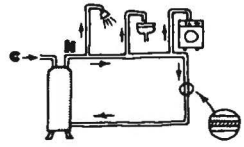
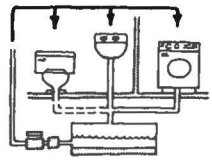
	Principes de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branchements à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
Robinetts classiques 	<p>Le débit de la conduite d'alimentation est contrôlé par un joint de caoutchouc qui s'appuie sur un siège. Le joint, fixé sur le tige du robinet, est manœuvré par une poignée. Il existe un modèle à bec simple, et un modèle à deux corps séparés pour l'eau chaude et l'eau froide.</p>	<p>Contrôle le débit d'eau. Les robinets sans rondelle, avec un disque en céramique au lieu de caoutchouc, résistent mieux à l'eau, à l'usure mécanique, et aux températures de fonctionnement jusqu'à 80 °C.</p>	<p>Les gros débits ne sont pas réduits. Dans les robinets à joint de caoutchouc, l'usure de la rondelle se traduit par des fuites et des pertes d'eau.</p>	<p>Tuyaux d'alimentation en eau chaude et en eau froide</p>	<p>De 20 à 50 l/mn.</p>	<p>De \$15 à \$40. Modèles sans rondelle de \$30 à \$50.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau et de son chauffage.</p>
Robinetts mélangeurs 	<p>Simple robinet avec une poignée de commande qui règle à la fois le débit et la température de l'eau.</p>	<p>Le débit et la température voulus peuvent être rapidement choisis et réglés d'une seule main, ce qui réduit le gaspillage. Modèle compact.</p>	<p>Plus coûteux qu'un robinet classique.</p>	<p>Comme ci-dessus.</p>	<p>Réduit le gaspillage.</p>	<p>De \$30 à \$50.</p>	<p>Comme ci-dessus.</p>
Robinetts à jet diffusé 	<p>Simple robinet qui produit un jet diffusé, un peu comme une pomme de douche. Le débit est pré-régulé, et le bouton de commande ne sert qu'à ouvrir ou fermer, et à régler la température.</p>	<p>Exige une pression minimum de 13 kPa, idéale pour les systèmes à réservoir débitant par gravité. Compact, et compatible avec de petits calibres de tuyaux d'alimentation et d'évacuation. Utilisable avec un chauffe-eau en série, ce qui dispense d'une alimentation d'eau chaude.</p>	<p>Ne convient pas pour remplir des récipients, à cause de son trop faible débit. Bien connus, on en voit dans toutes les toilettes publiques. Un peu plus chers que les robinets classiques comparables.</p>	<p>Comme ci-dessus.</p>	<p>De 2 à 3,5 l/mn.</p>	<p>\$45.</p>	<p>Comme ci-dessus.</p>
Robinetts mélangeurs à thermostat 	<p>Les variations de température des conduites d'eau chaude et d'eau froide sont contrôlées par un couple thermoelectrique sensible. Les deux métaux du couple, se dilatant différemment, agissent par effet de ressort sur le mécanisme intérieur qui contrôle les arrivées d'eau chaude et d'eau froide, maintenant ainsi un rapport constant entre ces deux arrivées. Possède deux commandes, l'une pour sélectionner la température, l'autre pour régler le débit.</p>	<p>Assure la constance de la température choisie quelles que soient les variations de température, de débit ou de pression dans les conduites d'alimentation en eau chaude ou froide. Accroît l'agrément de l'usage, son confort et sa sécurité en réagissant rapidement aux variations de température des conduites d'alimentation. Un même robinet peut commander plusieurs appareils.</p>	<p>Coûteux et généralement utilisés en complément d'autres robinets.</p>	<p>Tuyaux d'alimentation en eau chaude et en eau froide de 9,5 mm, et tuyau d'alimentation du robinet.</p>	<p>Les économies d'eau par rapport aux robinets classiques dépassent 40%.</p>	<p>Environ \$70.</p>	<p>Néant</p>
Réducteurs de débit 	<p>Réduisent le débit au moyen d'un opercule de petit calibre inséré ou intercalé à joints filetés dans la conduite en amont des appareils ou au bec d'un robinet. La plupart compensent les variations de pression dans la conduite et donnent un débit constant.</p>	<p>Réduisent le débit lorsqu'il est trop élevé. Peu coûteux et généralement faciles à installer en modification. Certains robinets ont un réducteur incorporé. Existents en différents maximums de débit.</p>	<p>Les modèles à intercaler obligent à couper la conduite existante. Certains usagers peuvent trouver le débit trop faible. Prennent longtemps pour remplir un récipient. Aucune économie d'eau pour remplir des récipients tels qu'un verre ou une baignoire.</p>	<p>S'insèrent ou se vissent dans la conduite d'alimentation.</p>	<p>De 8 à 12 l/mn, en moyenne 10 l/mn.</p>	<p>De \$1 à \$6.</p>	<p>Néant</p>
Aérateurs 	<p>Se fixent au bec du robinet. Donnent l'impression d'un débit plus important qu'en réalité parce qu'ils divisent le jet et y introduisent des bulles d'air.</p>	<p>Diminuent un peu le débit, mais l'avantage essentiel est la réduction de consommation due à l'impression d'un débit plus élevé. Un jet aéré coule agréablement et n'écabousse pas. Les robinets neufs sont en général munis d'un aérateur, mais cet accessoire peu coûteux est facile à installer sur le bec d'un robinet existant. Certains aérateurs sont munis d'un réducteur de débit qui augmente l'économie d'eau.</p>	<p>Peuvent ne pas s'adapter à tous les vieux modèles de robinets sans un adaptateur. Réduisent un peu le débit.</p>	<p>Filetage du bec du robinet.</p>	<p>De 10 à 25 l/mn.</p>	<p>De \$1 à \$5</p>	<p>Néant</p>

TABLEAU VI (suite)

	Principe de fonctionnement	Avantages	Inconvénients	Branchements à faire	Consommation	Coût approximatif	
						Investissement	Fonctionnement
Robinet à fermeture automatique 	<p>Robinet à ressort, qui coupe l'arrivée d'eau dès qu'on lâche la poignée. Les robinets à minuterie sont de simples robinets à débit et température pré réglés qui sont automatiquement arrêtés par la pression d'eau accumulée.</p>	<p>Réduisent le gaspillage en ne fonctionnant que pendant le temps strictement nécessaire. Ne demeurent pas ouverts après usage ou quand il n'y a personne. Compatibles avec les robinets mélangeurs à thermostat.</p>	<p>Ne fonctionnent pas quand il n'y a personne. Ne sont donc pas pratiques dans les maisons. Les robinets à ressort à eau chaude et à eau froide séparés sont malcommodes: on ne peut obtenir de l'eau tiède qu'en mélangeant de l'eau chaude et de l'eau froide dans un récipient. Ne permettent pas la sélection de la température ni du débit.</p>	<p>Tuyaux d'eau chaude et d'eau froide.</p>	<p>Réduisent le gaspillage.</p>	<p>De \$30 à \$40.</p>	<p>Dépend du prix de l'eau et de son chauffage.</p>
Robinet à commande au pied ou au genou 	<p>On actionne le robinet en appuyant du pied ou du genou sur un levier qu'il suffit de relâcher pour que le robinet se ferme automatiquement.</p>	<p>Réduisent le gaspillage car l'eau ne coule que tant qu'on appuie sur le levier. N'exigent pas l'intervention des mains, ce qui les rend commodes et salubres.</p>	<p>L'achat et les modifications à l'installation existante sont coûteux. Certains modèles ne permettent pas la sélection de la température ou du débit. Exigent une présence pour fonctionner.</p>	<p>Montage au sol ou sur placard, et commandes sur les tuyaux d'eau chaude et froide.</p>	<p>Réduisent le gaspillage.</p>	<p>De \$75 à \$120.</p>	<p>Néant</p>
Régulateur de pression 	<p>Un ressort réglable modifie la pression sur une membrane de caoutchouc qui, à son tour, maintient la pression d'eau de l'immeuble à une valeur pré réglée inférieure à celle de la conduite principale.</p>	<p>Utilisé lorsqu'une pression trop élevée dans la conduite principale risque de faire sauter les joints, ou de causer des bruits excessifs des vibrations et des fuites. En réduisant le débit maximum, réduit également la consommation d'eau et le gaspillage. Assure une pression d'eau constante dans l'immeuble.</p>	<p>La réduction de la pression et, par suite du débit, accroît le temps qu'il faut pour obtenir un volume déterminé d'eau.</p>	<p>Branché sur la conduite d'alimentation en eau de l'immeuble.</p>	<p>Économise de l'eau à tous les appareils.</p>	<p>\$30.</p>	<p>Néant</p>
Isolation des conduites 	<p>L'isolation est placée sur les conduites de façon à les envelopper en général sur les conduites d'eau chaude seulement, pour réduire les pertes de chaleur et contribuer à maintenir constante la température de l'eau dans les conduites.</p>	<p>Réduit les pertes de chaleur et le taux de refroidissement de l'eau dans les conduites et par suite réduit également le gaspillage de l'eau qui reste immobilisée dans les tuyaux.</p>	<p>Peut être difficile, coûteuse et malcommode à placer sur une installation existante.</p>	<p>Néant</p>	<p>Économise environ 7,5 l par personne et par jour.</p>	<p>De \$1.50 à \$3 par mètre.</p>	<p>Néant</p>
Circulation d'eau 	<p>Les conduites d'eau dans l'immeuble ou dans une zone particulière sont bouclées par un retour au réservoir d'eau chaude, et une petite pompe fait circuler l'eau dans la boucle. Les immeubles qui ont une alimentation en eau indépendante n'ont besoin que d'une conduite de retour de chaque robinet au réservoir et d'une vanne pour la vidange. Les robinets et autres appareils s'alimentent sur la boucle. Ne se fait en général que pour les conduites d'eau chaude.</p>	<p>Élimine l'obligation de gaspiller l'eau refroidie par stagnation dans la conduite entre le réservoir d'eau chaude et le robinet avant que l'eau n'arrive chaude. Fournit instantanément de l'eau chaude puisque toute la boucle est maintenue à la température du réservoir. La pompe de circulation peut être munie d'une minuterie ou d'un thermostat pour réduire les pertes de chaleur et le temps de fonctionnement de la pompe.</p>	<p>La modification d'une installation existante peut être malcommode. Pertes de chaleur accrues, en particulier si les conduites ne sont pas isolées, et si la pompe n'est pas munie d'une minuterie. La circulation de l'eau nécessite une pompe.</p>	<p>Pompe de circulation (électricité) et tuyaux de retour.</p>	<p>Réduit le gaspillage.</p>	<p>Pompe: \$100 Plomberie \$25.</p>	<p>Selon la puissance nominale de la pompe.</p>
Systèmes de recyclage 	<p>Les eaux usées de la maison sont collectées et traitées pour réutilisation. Certains systèmes ne recyclent que les eaux sales et ne peuvent recycler pour produire de l'eau potable ou de l'eau de cuisson. Les méthodes de traitement peuvent inclure la précipitation chimique ou biologique, la filtration, l'adsorption par le carbone, l'osmose, la distillation, la désinfection et d'autres.</p>	<p>Réduit la demande totale d'eau à zéro ou au minimum. L'immeuble peut être indépendant de tout réseau d'alimentation ou d'évacuation.</p>	<p>Achat et fonctionnement coûteux. Technique compliquée, entretien trop difficile pour la plupart des occupants. Le recyclage des eaux usées, sauf pour les chasses de cabinets est instable et, pour beaucoup, extrêmement inacceptable. Nécessite de l'énergie, des produits chimiques et les services périodiques d'un personnel qualifié. Occupe de la place et peut exiger un système de rechange pour les cas d'urgence.</p>	<p>Électricité pour le système de traitement et les pompes. Conduite de recyclage et système de secours.</p>	<p>Dépend du système.</p>	<p>De \$2500 à \$5000.</p>	<p>Coût de l'énergie et des produits chimiques. Coût recommandé pour services mensuels. Coût de l'eau neuve et de l'eau d'appoint.</p>

- Situation 3 : Distribution et évacuation par camions, \$10/1000 l
 électricité, \$0.05/kWh
- Situation 4 : Distribution et évacuation par camions, \$20/1000 l
 électricité, \$0.20/kWh

L'analyse de l'efficacité par rapport au coût a été effectuée pour les deux cas d'une installation neuve et d'une installation modifiée. L'analyse de valeur actuelle comprend tous les coûts comme si un seul organisme ou le consommateur devait payer la totalité des coûts relatifs à la consommation d'eau et aux appareils économiseurs d'eau. Compte tenu de l'inflation, on a réduit de 10 p. 100 les coûts futurs pour les ramener à une valeur actuelle afin que la comparaison soit juste. Les solutions doivent être examinées en fonction d'une durée utile équivalente à la vie humaine, quoique dans bien des cas la durée réelle soit inconnue et que nombre d'appareils soient remplacés avant qu'ils ne deviennent inutilisables. D'une façon générale, on a tenu compte d'une durée économique de dix ans dans les calculs avec des taux et des coûts de janvier 1979.

6.1 DIVERS TYPES DE CABINETS

Les cabinets consomment plus d'eau que tout autre appareil dans la maison. Les cabinets classiques, qui consomment en principe 20 litres par chasse, peuvent facilement être modifiés par le propriétaire afin de réduire le volume d'eau de la chasse. Les dispositifs de modification vont du simple accessoire fabriqué à la maison, tel que poids ou bouteilles de plastique à introduire dans le réservoir, aux bâtardeaux faits en usine mais peu coûteux ou aux mécanismes à double action. Une modification plus coûteuse, compatible avec les pressions d'eau constantes qui existent dans les réseaux de canalisations, consiste à remplacer le réservoir de chasse par un réservoir étanche plus petit qui est mis sous pression par la conduite d'alimentation.

Il existe beaucoup de cabinets à faible consommation d'eau. Parmi les cabinets à réservoir de chasse, les modèles européens sont ceux qui utilisent le moins d'eau. Ils fonctionnent sur le même principe que les modèles nord-américains classiques, mais l'écoulement se fait en un temps plus court, de sorte que la vitesse de l'eau usée envoyée dans les conduites du réseau n'est pratiquement pas différente. Ceci est représenté à la figure 2, d'après une étude faite par Konen et De Young en 1975. De tous les cabinets utilisant de l'eau, les plus faibles consommateurs sont les modèles à recirculation. Ils nécessitent une charge initiale d'eau et de produits chimiques ou d'autres additifs. Il existe également des cabinets qui n'utilisent pas d'eau du tout. Il importe de noter que tous les cabinets ne conviennent pas à toutes les situations. Par exemple, un cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement doit se trouver directement au-dessus d'une fosse de réception, et un cabinet européen à chasse de trois litres ne doit débiter que dans une fosse de retenue distante de moins de 25 m, par une conduite de 100 mm avec une pente minimum de 3 p. 100. D'autres solutions, dont certains systèmes à recirculation, sont d'un fonctionnement trop compliqué pour la plupart des gens et présentent de grosses difficultés d'entretien, surtout quand ils se trouvent dans des localités isolées.

Le tableau VII présente un résumé des coûts d'investissement et d'installation et des besoins de fonctionnement pour 25 types de cabinets. Il présente également les formules générales de la valeur actuelle, dans les deux cas d'installations neuve et modifiée, dont on se sert pour calculer la valeur actuelle de chaque solution pour une famille type de quatre personnes utilisant une installation modifiée. Pour la commodité de la comparaison, les solutions ont été classées par ordre de valeur actuelle croissante. Dans la plupart des cas, la valeur actuelle est fonction du produit du coût de l'alimentation et de l'évaluation d'eau (C_E) par le nombre d'utilisations (V) du cabinet par an. Les résultats sont présentés graphiquement à la figure 3

- Situation 3 : Distribution et évacuation par camions, \$10/1000 l
électricité, \$0.05/kWh
- Situation 4 : Distribution et évacuation par camions, \$20/1000 l
électricité, \$0.20/kWh

L'analyse de l'efficacité par rapport au coût a été effectuée pour les deux cas d'une installation neuve et d'une installation modifiée. L'analyse de valeur actuelle comprend tous les coûts comme si un seul organisme ou le consommateur devait payer la totalité des coûts relatifs à la consommation d'eau et aux appareils économiseurs d'eau. Compte tenu de l'inflation, on a réduit de 10 p. 100 les coûts futurs pour les ramener à une valeur actuelle afin que la comparaison soit juste. Les solutions doivent être examinées en fonction d'une durée utile équivalente à la vie humaine, quoique dans bien des cas la durée réelle soit inconnue et que nombre d'appareils soient remplacés avant qu'ils ne deviennent inutilisables. D'une façon générale, on a tenu compte d'une durée économique de dix ans dans les calculs avec des taux et des coûts de janvier 1979.

6.1 DIVERS TYPES DE CABINETS

Les cabinets consomment plus d'eau que tout autre appareil dans la maison. Les cabinets classiques, qui consomment en principe 20 litres par chasse, peuvent facilement être modifiés par le propriétaire afin de réduire le volume d'eau de la chasse. Les dispositifs de modification vont du simple accessoire fabriqué à la maison, tel que poids ou bouteilles de plastique à introduire dans le réservoir, aux bâtardeaux faits en usine mais peu coûteux ou aux mécanismes à double action. Une modification plus coûteuse, compatible avec les pressions d'eau constantes qui existent dans les réseaux de canalisations, consiste à remplacer le réservoir de chasse par un réservoir étanche plus petit qui est mis sous pression par la conduite d'alimentation.

Il existe beaucoup de cabinets à faible consommation d'eau. Parmi les cabinets à réservoir de chasse, les modèles européens sont ceux qui utilisent le moins d'eau. Ils fonctionnent sur le même principe que les modèles nord-américains classiques, mais l'écoulement se fait en un temps plus court, de sorte que la vitesse de l'eau usée envoyée dans les conduites du réseau n'est pratiquement pas différente. Ceci est représenté à la figure 2, d'après une étude faite par Konen et De Young en 1975. De tous les cabinets utilisant de l'eau, les plus faibles consommateurs sont les modèles à recirculation. Ils nécessitent une charge initiale d'eau et de produits chimiques ou d'autres additifs. Il existe également des cabinets qui n'utilisent pas d'eau du tout. Il importe de noter que tous les cabinets ne conviennent pas à toutes les situations. Par exemple, un cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement doit se trouver directement au-dessus d'une fosse de réception, et un cabinet européen à chasse de trois litres ne doit débiter que dans une fosse de retenue distante de moins de 25 m, par une conduite de 100 mm avec une pente minimum de 3 p. 100. D'autres solutions, dont certains systèmes à recirculation, sont d'un fonctionnement trop compliqué pour la plupart des gens et présentent de grosses difficultés d'entretien, surtout quand ils se trouvent dans des localités isolées.

Le tableau VII présente un résumé des coûts d'investissement et d'installation et des besoins de fonctionnement pour 25 types de cabinets. Il présente également les formules générales de la valeur actuelle, dans les deux cas d'installations neuve et modifiée, dont on se sert pour calculer la valeur actuelle de chaque solution pour une famille type de quatre personnes utilisant une installation modifiée. Pour la commodité de la comparaison, les solutions ont été classées par ordre de valeur actuelle croissante. Dans la plupart des cas, la valeur actuelle est fonction du produit du coût de l'alimentation et de l'évaluation d'eau (C_E) par le nombre d'utilisations (V) du cabinet par an. Les résultats sont présentés graphiquement à la figure 3

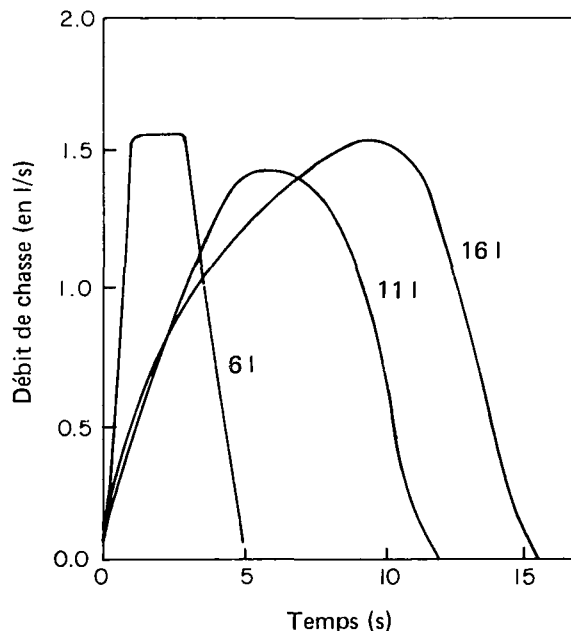


Figure 2 CARACTÉRISTIQUES DE DÉBIT DE CHASSE POUR DES CABINETS DE 6 l, 11 l ET 16 l

pour les installations modifiées et à la figure 4 pour les installations neuves. Ces chiffres sont valables pour toutes les valeurs du produit $C_E \times U$; on peut donc facilement déterminer la valeur actuelle de chaque solution et la solution la moins coûteuse. Pour pouvoir présenter des valeurs du produit $C_E \times U$ applicables aussi bien au cas des services par canalisations que par camions sur le même graphique, l'échelle de la zone a été agrandie dix fois. Les choix étant relativement clairs, l'échelle ne dépasse guère 70. Pour conserver la grande échelle et éviter la surcharge du graphique, on n'a pas représenté toutes les solutions; on a exclu en particulier les solutions coûteuses qui n'utilisent pas d'eau.

Pour les installations modifiées desservies par canalisations, les dispositifs qui modifient les cabinets classiques sont économiques et doivent être installés dans tous les cabinets. Dans le cas de services d'alimentation et d'évacuation très coûteux ou d'utilisation intensive, il faut envisager sérieusement le remplacement des cabinets classiques. Pour les installations neuves desservies par canalisations, le cabinet classique ne devrait être installé que pour des valeurs du produit $C_E \times U$ inférieures à 0,5. Pour les valeurs de $C_E \times U$ comprises entre 0,5 et 2,5, il vaut mieux installer un cabinet à trappe peu profonde, avec ou sans mécanisme à double action, ou bien un cabinet classique modifié par un dispositif simple. Pour les valeurs de $C_E \times U$ supérieures à 2,5, ce qui ne représente que 6,8 utilisations quotidiennes à \$1/1000 l il faut installer le cabinet européen de six litres, bien que, pour des taux élevés ou des usages intensifs, le cabinet à recirculation soit légèrement plus économique.

L'analyse du cas des installations modifiées desservies par camions montre que les cabinets classiques, même modifiés, sont très peu économiques et qu'il y a avantage à les remplacer immédiatement. Le cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement est toujours la solution de remplacement la moins coûteuse, mais

NOTES:

- (1) On suppose qu'un cabinet classique est actuellement installé, donc qu'il doit être enlevé, si c'est nécessaire, et qu'il n'a aucune valeur de récupération.
- (2) Inclut tous les branchements d'électricité et de plomberie.
- (3) On admet un abattement de 10 % et une durée de vie économique de 10 ans; il en résulte que le facteur "Valeur actuelle" est de 6,144.
- (4) La consommation d'énergie est peu coûteuse.
- (5) Il s'agit de produits chimiques.
- (6) Doublures, électricité et ramassage.
- (7) Modèles électriques.
- (8) N'inclut pas l'inspection par du personnel qualifié ni l'entretien.
- (9) Système réalisé par l'occupant avec un cabinet économiseur d'eau.
- (10) Équivalent à une maison de quatre personnes dont chacune se servirait du cabinet quatre fois par jour.

LÉGENDE:

- | | | |
|-------|---|---|
| I | = | Coût d'investissement de l'installation (modifiée ou neuve). |
| R_w | = | Taux unitaire des services d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées (\$/l). |
| R_e | = | Taux unitaire de l'électricité (\$/kWh). |
| U | = | Nombre d'utilisations par an. |
| P | = | Nombre de ramassages par an. |
| M | = | Valeur actuelle de l'entretien annuel. |
| VA | = | Valeur actuelle. |
| Sol. | = | Solutions. |

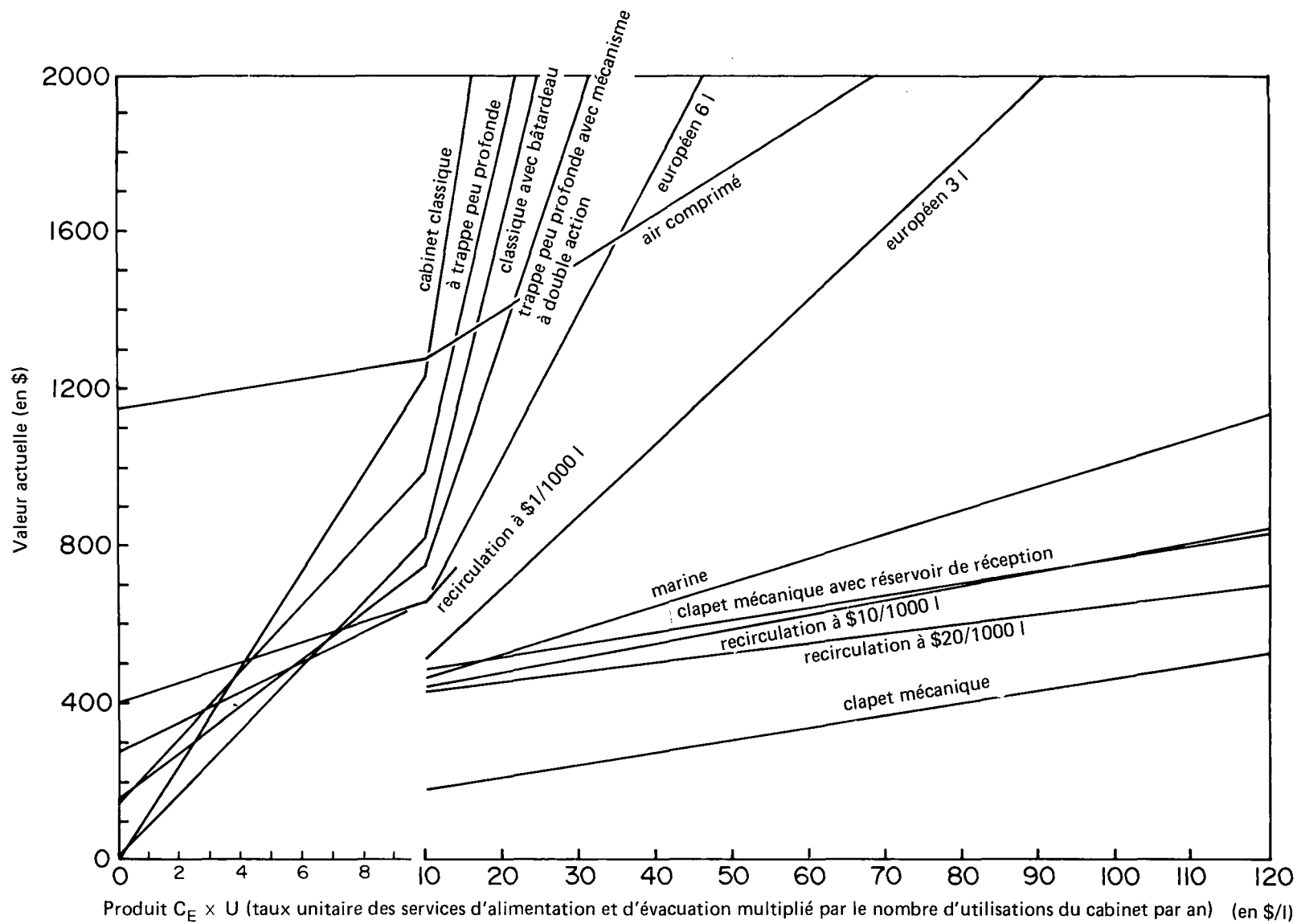


Figure 3 VALEUR ACTUELLE DES DIFFÉRENTS TYPES DE CABINETS POUR UNE INSTALLATION MODIFIÉE

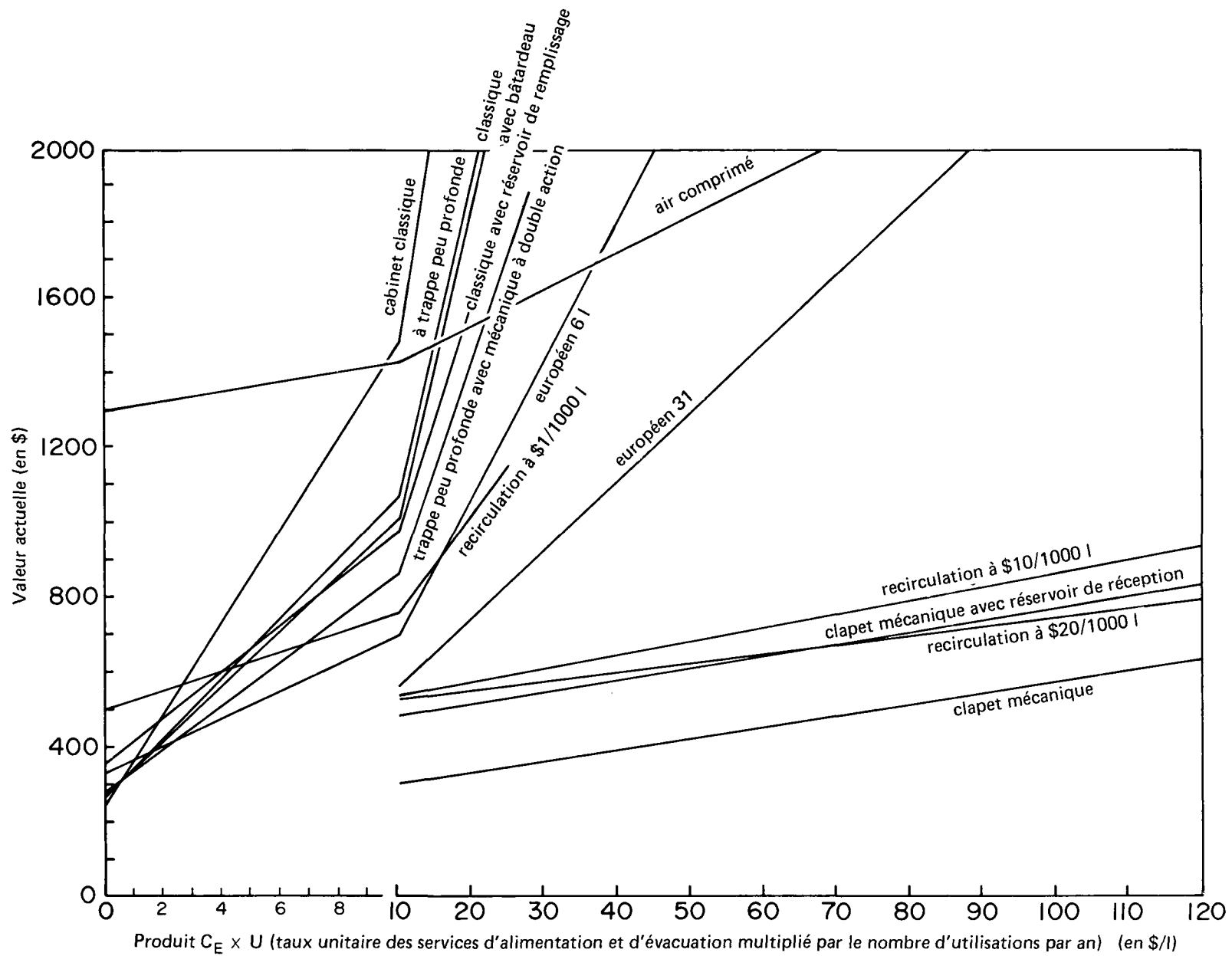


Figure 4 VALEUR ACTUELLE DES DIFFÉRENTS TYPES DE CABINETS POUR UNE INSTALLATION NEUVE

son utilisation n'est possible que s'il est placé directement sur une fosse de retenue, ce qui n'est pas courant dans une installation modifiée. Le cabinet à réservoir de chasse le moins coûteux est le modèle européen de trois litres. Il coûte deux ou trois fois plus que le cabinet à recirculation, mais certains pensent qu'il représente la plus esthétique des solutions de valeur actuelle raisonnable. Le cabinet à compost petit modèle n'est économique et intéressant que si l'électricité n'est pas chère (moins de \$ 0.05/kWh), et si les services d'alimentation et d'évacuation sont très coûteux. Les installations neuves desservies par camions sont à peu près aussi économiques que les installations modifiées. On constate que, partout où c'est possible, le cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement à chute directe est la solution la moins coûteuse, mais lorsqu'il est impossible ou difficile à installer, c'est le cabinet à recirculation qui convient. Le cabinet à réservoir de chasse considéré comme le plus économique est le modèle européen de trois litres, mais sa valeur actuelle est à peu près le double de celle du cabinet à recirculation.

6.2 DIVERS TYPES DE BAINS ET DOUCHES

Bien que la consommation varie beaucoup selon les habitudes des utilisateurs, les douches consomment en général moins d'eau que les bains, en particulier si on utilise un accessoire peu coûteux que l'on introduit dans la pomme de douche pour en réduire le débit ou si on a installé une pomme de douche spéciale à faible débit. Bien des pommes de douche à faible débit permettent une douche satisfaisante ou même excellente tout en épargnant beaucoup d'eau et d'énergie utilisée pour le chauffage d'eau. On trouve dans le commerce des appareillages spéciaux qui utilisent très peu d'eau. On trouve également des accessoires qui s'ajoutent à l'appareil de douche pour en réduire la consommation, dont certains même accroissent l'agrément de l'utilisateur, son confort et sa sécurité.

À partir des données sur la consommation, une famille de quatre personnes desservie par canalisations prend en moyenne 630 bains ou douches par an, soit environ trois par semaine et par personne. Comme on ne peut s'attendre à ce que la population abandonne les bains au profit des douches, et la fréquence des bains étant éminemment variable, ou même totalement inconnue pour des maisons desservies par camions, il est nécessaire de connaître le nombre d'utilisations annuelles à partir duquel une solution de rechange devient économique. Le tableau VIII donne les coûts moyens par bain ou douche pour les diverses solutions dans quatre situations de coûts unitaires. On a supposé qu'une douche dure cinq minutes et que la température de l'eau est élevée de 35 °C pour l'amener à 40 °C. Les mêmes valeurs ont été utilisées pour les pommes de douche à débit réduit parce que rien n'indique que ces valeurs soient sensiblement différentes. Le coût par bain ou douche, avec chauffage électrique de l'eau, a été calculé par la formule :

$$\text{Coût/bain} = \text{cons. d'eau/bain} [\text{coût de l'eau} + (0.041 \times \text{coût de l'électricité.})]$$

Sur une période de dix ans avec un abattement de 10 p. 100, le facteur valeur actuelle (FVA) est de 6,144 et la valeur actuelle de chaque solution, pour un investissement I et un nombre U d'utilisations par an, est :

$$\text{Val. act.} = I + (U \times \text{FVA} \times \text{coût/bain ou douche})$$

Le tableau VIII montre qu'un bain normal de 150 l représente une consommation un peu plus élevée qu'une douche classique de 125 l, mais beaucoup moindre qu'une douche à débit réduit à 45 l par douche. Même si cette consommation était réduite par l'emploi de baignoires plus petites, isolées et mieux conçues, et par une réforme des habitudes des usagers, il est peu probable qu'elle soit inférieure à celle d'une douche à débit réduit. Le bain est généralement moins économique et devient un luxe coûteux lorsque l'eau et l'énergie sont chères.

TABLEAU VIII COÛT MOYEN PAR BAIN OU DOUCHE

	INSTALLATIONS DESSERVIES PAR CANALISATIONS		INSTALLATIONS DESSERVIES PAR CAMIONS	
	Situation 1 \$0.10/1000 l	Situation 2 \$1/1000 l	Situation 3 \$10/1000 l	Situation 4 \$20/1000 l
	Coût unitaire de l'eau \$0.05/kWh	\$0.20/kWh	\$0.05/kWh	\$0.20/kWh
Solutions	\$	\$	\$	\$
Baignoire – 150 l				
Eau	0.015	0.150	1.500	3.000
Chauffage	0.300	1.230	0.300	1.230
<i>Coût total</i>	<i>0.315</i>	<i>1.380</i>	<i>1.800</i>	<i>4.230</i>
Douche classique – 125 l				
Eau	0.013	0.125	1.250	2.500
Chauffage	0.256	1.025	0.256	1.025
<i>Coût total</i>	<i>0.269</i>	<i>1.150</i>	<i>1.506</i>	<i>3.525</i>
Douche à faible débit – 45 l				
Eau	0.005	0.045	0.450	0.900
Chauffage	0.092	0.369	0.092	0.369
<i>Coût total</i>	<i>0.097</i>	<i>0.414</i>	<i>0.542</i>	<i>1.269</i>
Douche à pulsion d'air – 10 l				
Eau	0.001	0.010	0.100	0.200
Chauffage	0.021	0.082	0.021	0.082
<i>Coût total</i>	<i>0.022</i>	<i>0.092</i>	<i>0.121</i>	<i>0.282</i>
Douche-téléphone – 10 l				
Eau	0.001	0.010	0.100	0.200
Chauffage	0.021	0.082	0.021	0.082
<i>Coût total</i>	<i>0.022</i>	<i>0.092</i>	<i>0.121</i>	<i>0.282</i>

Dans la pratique, il est avantageux de modifier une pomme de douche existante par un réducteur de débit ou d'installer une douche à faible débit. Par exemple, aux taux faibles de \$0.10/1000 l et \$0.05/kWh avec service par canalisations, l'installation d'une douche à faible débit épargne \$0.17 par utilisation par rapport à un appareil de douche classique. Si l'installation coûte \$18., l'investissement est amorti après 105 utilisations, ce qui correspond à peine à 17 utilisations par an. À 500 utilisations par an, la valeur actuelle de l'épargne ainsi réalisée serait de \$500. Avec des taux d'électricité plus élevés et pour un service par camions, l'économie serait encore plus importante. Par exemple, aux taux faibles de \$10/1000 l et \$0.05/kWh, l'économie est de \$0.96 par douche de cinq minutes. Il devient donc avantageux de modifier l'installation avec une douche à faible débit après 20 utilisations seulement, et la valeur actuelle de l'économie à 250 utilisations par an est de \$1460. Le coût initial de la pomme de douche est insignifiant, et par suite, l'objectif essentiel dans le choix d'un tel appareil est la satisfaction de l'utilisateur.

Une commande "Marche-Arrêt" peu coûteuse sur la pomme de douche peut, si elle est utilisée à bon escient, s'amortir rapidement et rend en général d'appréciables services, aussi bien avec un service par canalisations que par camions. Une douche-téléphone complète bien un appareil à faible débit et doit être installée pour rendre l'appareillage plus agréable et permettre encore plus d'économies d'eau. Les mêmes remarques s'appliquent aux robinets mélangeurs thermostatiques et équilibrateurs de pression qui ne peuvent pas être strictement économiques par eux-mêmes.

La douche à pression d'air est beaucoup plus coûteuse que la douche-téléphone, en particulier dans les installations modifiées; de plus, elle peut présenter des difficultés d'installation dans certains immeubles. L'installation doit comprendre une cabine de douches, un robinet mélangeur thermostatique et une production d'eau chaude instantanée. Si cette installation peut être faite pour \$700, elle sera plus économique qu'une douche à faible débit si le nombre d'utilisations est supérieur à 230 par an dans le cas des taux faibles de \$10/1000 l et \$0.05/kWh, et supérieur à 100 par an dans le cas des taux élevés de \$20/1000 l et \$0.20/kWh, avec service par camions dans les deux cas. Pour la plupart des habitations, un tel système serait peu économique ou pour le moins peu intéressant.

Avec une douche-téléphone à fermeture automatique, on peut se doucher avec dix litres d'eau, soit la même consommation qu'une douche de cinq minutes avec un système à pression d'air. L'installation nécessite une cabine de douche, un robinet mélangeur thermostatique et une production d'eau chaude instantanée. À 250 utilisations par an, les valeurs actuelles des économies réalisées avec ce système comparativement à une douche à faible débit sont respectivement de \$950 et \$1600 pour le taux faible et le taux fort avec services par camions. L'investissement pour une telle installation est variable, mais elle est moins coûteuse et plus facile à installer qu'un système à pression d'air, et par suite, économiquement plus intéressante. Elle peut être montée en complément d'une douche à faible débit, ou comme installation principale lorsque l'eau est limitée ou très chère. Toutefois, l'utilisation d'une douche-téléphone suppose un certain changement d'habitudes, ce que bien des gens n'aiment pas beaucoup. Une étude faite à ce sujet par Schatzberg en 1975 a montré que la réaction de l'utilisateur s'améliorait beaucoup à l'usage.

6.3 DIVERS TYPES DE BUANDERIES

La lessive à la main est le procédé qui consomme le moins d'eau, mais il exige beaucoup de temps et d'effort. Les machines à laver à essoreuse à rouleaux permettent la récupération de l'eau, mais leur performance est largement dépassée par les machines automatiques. Il existe de nombreuses laveuses automatiques à chargement par le haut, dont certaines consomment beaucoup moins d'eau que les autres. Les machines se chargeant par l'avant ont un brassage plus efficace et leur consommation d'eau est la plus faible de toutes les laveuses automatiques. Toutefois, elles coûtent plus cher et les consommateurs n'ont pas jusqu'à maintenant manifesté un grand enthousiasme.

Le tableau IX donne les coûts d'investissement et de fonctionnement et une analyse économique des divers types de machines à laver automatiques dans le cas d'installations neuves et modifiées. Il donne également les formules de la valeur actuelle de chaque machine en fonction des prix de l'eau et de l'électricité et du nombre d'utilisations par an. Enfin, pour illustrer les économies dans les cas d'installations neuves et modifiées, il donne la valeur actuelle de chaque situation pour deux taux d'eau et d'électricité dans chacun des cas de services par canalisations et par camions, et pour 251 et 106 lessives par an. Ces fréquences sont basées sur l'estimation du nombre de lessives faites par an pour une famille de quatre personnes, respectivement desservie par canalisations et par camions, dans l'hypothèse où 14,6 p. 100 de l'eau domestique sert au lavage avec une machine automatique classique se chargeant par le haut.

L'analyse indique que, dans le cas d'une installation modifiée desservie par canalisations, il n'est économique de remplacer une machine classique existante par une machine se chargeant par l'avant que si la fréquence d'utilisation est très élevée et l'eau et l'électricité sont très chères. Par exemple, aux taux faibles de \$0.10/1000 l et \$0.05/kWh avec services par canalisations, l'avantage n'apparaît qu'à partir de 610 lessives par an, et aux taux forts de \$1/1000 l et \$0.10/kWh, à partir de 270 lessives par an. Pour la plupart des habitations desservies par canalisations, il y a possibilité de faire des économies en installant une machine se chargeant par l'avant dans des immeubles neufs ou lorsque la machine existante a besoin d'être remplacée. Pour une installation neuve, avec les taux les plus bas, l'avantage apparaît à partir de 120 lessives par an, et pour les taux élevés, à partir de 50 seulement.

Pour les installations modifiées desservies par camions, il y a avantage à remplacer une machine classique existante par une machine se chargeant par l'avant dans presque tous les cas. Par exemple, aux taux faibles de \$10/1000 l et \$0.05/kWh, l'avantage apparaît à partir de 140 lessives par an, et aux taux plus élevés de \$20/1000 l et \$0.20/kWh, à partir de 65. Dans les immeubles collectifs ou les maisons habitées par des familles nombreuses, il y a un avantage substantiel à tirer de la modification, mais les petites familles ou les couples n'en tireraient que des avantages marginaux, à moins que la machine existante ait une certaine valeur de récupération. Dans les installations neuves, la laveuse à chargement frontal est pratiquement toujours plus avantageuse. L'avantage apparaît, dans le cas de services par camions, à partir de 25 lessives par an aux taux faibles, et de 15 lessives par an aux taux élevés.

6.4 LAVE-VAISSELLE, EAU DE BOISSON ET EAU DE CUISINE

Le lavage de la vaisselle absorbe le plus gros de l'eau consommée dans la cuisine. Il peut se faire à la main en consommant très peu d'eau, mais cela est moins commode et exige un effort superflu. Si on utilise un lave-vaisselle automatique toujours chargé à pleine capacité pour chaque cycle complet d'opérations, la consommation d'eau sera comparable à celle du lavage manuel dans une bassine pleine avec rinçage de chaque pièce à l'eau courante. Les dispositifs de collecte des déchets alimentaires à l'intérieur du bassin constituent une commodité moderne qui, si elle est judicieusement utilisée, n'augmentera pas sensiblement la consommation d'eau domestique. Quant à la consommation d'eau de boisson et de cuisine, elle ne porte que sur des quantités relativement faibles et constantes. On peut restreindre le gaspillage de l'eau en réformant les habitudes des usagers, par exemple en maintenant un récipient d'eau fraîche dans le réfrigérateur au lieu d'ouvrir constamment le robinet et de laisser couler l'eau pour la rafraîchir.

6.5 DIVERSES MÉTHODES POUR ÉCONOMISER L'EAU

Il existe plusieurs types de robinets et d'accessoires de robinetterie qui réduisent le débit et le gaspillage par rapport aux robinets ordinaires. La réduction du débit des robinets a l'avantage supplémentaire d'économiser de l'énergie, car environ 50 à 75 p. 100 du volume débité est de l'eau chaude (Nelson, 1977). Les robinets mélangeurs, qui ont une simple manette de commande pour régler à la fois le débit et la

TABLEAU IX COÛTS D'INVESTISSEMENT ET DE FONCTIONNEMENT ET ANALYSE ÉCONOMIQUE DES DIVERS TYPES DE BUANDERIES 8

SOLUTIONS		COÛTS INITIAUX			Consom- mation totale d'eau (l/util.)	COÛT DE FONCTIONNEMENT	FORMULES DE LA VALEUR ACTUELLE ^(3,4)
Code	Description	Investis- sements \$	Installations(I)			Autres (3)	
			Modifiées (1) \$	Neuves (2) \$			
1	Laveuse automatique se chargeant par le haut	550	0 ⁽¹⁾	700	190,8	Eau chaude ⁽⁵⁾ = 63,2 l Chauffage ⁽⁶⁾ = 3,67 kWh Électricité ⁽⁷⁾ = 0,23 kWh Détergent = 300 ml Lessive = 225 ml	$I + FVA(0,19R_w + 3,90R_e + 0,20)U$
2	Laveuse automatique à faible consommation se chargeant par le haut	625	700	775	139,1	Eau chaude = 39,8 l Chauffage = 2,31 kWh Électricité = 0,23 kWh Détergent = 300 ml Lessive = 225 ml	$I + FVA(0,14R_w + 2,54R_e + 0,20)U$
3	Laveuse automatique à faible consommation se chargeant par l'avant	700	775	850	119,2	Eau chaude = 29,8 l Chauffage = 1,73 kWh Électricité = 0,18 kWh Détergent = 150 ml Lessive = 113 ml	$I + FVA(0,12R_w + 1,91R_e + 0,10)U$

TABLEAU IX
(suite)

	VALEUR ACTUELLE ET CLASSEMENT DES SOLUTIONS ^(3, 4)								
	R _w = R _e = Rang	Installations desservies							
		par canalisations			par camions				
		\$0.10/1000 l \$0.05/kWh		\$1/1000 l \$0.20/kWh		\$10/1000 l \$0.05/kWh		\$20/1000 l \$0.20/kWh	
	Sol.	VA (\$)	Sol.	VA (\$)	Sol.	VA (\$)	Sol.	VA (\$)	
INSTALLATIONS MODIFIÉES U = 251 ⁽⁸⁾	1	1	640	3	1700	3	2915	3	5195
	2	3	1095	1	1805	2	3350	2	6080
	3	2	1225	2	2005	1	3550	1	7395
U = 106 ⁽⁹⁾	1	1	270	1	765	1	1500	3	2640
	2	3	910	3	1165	3	1680	2	2975
	3	2	920	2	1250	2	1820	1	3125
INSTALLATIONS NEUVES U = 251	1	3	1170	3	1775	3	2990	3	5270
	2	2	1300	2	2080	2	3425	2	6155
	3	1	1340	1	2505	1	4250	1	8095
U = 106	1	1	970	3	1240	3	1755	3	2715
	2	3	985	2	1325	2	1895	2	3050
	3	2	995	1	1465	1	2200	1	3825

NOTES:

- (1) On suppose qu'une laveuse automatique classique se chargeant par le haut est actuellement installée, donc qu'elle doit être enlevée, si c'est nécessaire, et qu'elle n'a aucune valeur de récupération.
- (2) Inclut tous les branchements d'électricité et de plomberie.
- (3) N'inclut pas le coût d'entretien qui est également supporté par toutes les machines à laver.
- (4) On admet un abattement de 10 p. 100 et une durée de vie économique de 10 ans; il en résulte que le facteur "Valeur actuelle" est de 6,144.
- (5) On suppose que l'eau est chauffée électriquement.
- (6) (voir note précédente)
- (7) Pour faire fonctionner la machine.
- (8) Si une famille moyenne de quatre personnes desservie par canalisations consomme 225 l/pers./j, soit 900 l/j, et si la buanderie absorbe 14,6% de cette consommation, cette famille fait approximativement 251 lessives par an.
- (9) Si une famille de quatre personnes entièrement desservie par camions consomme 95 l/pers./j, soit 380 l/j, et si la buanderie absorbe 14,6% de cette consommation, cette famille fait approximativement 106 lessives par an.

LÉGENDE:

- I = Coût d'investissement de l'installation (modifiée ou neuve).
- R_w = Taux unitaire des services d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées (\$/1000 l).
- R_e = Taux unitaire de l'électricité.
- U = Nombre d'utilisations par an.
- FVA = Facteur "Valeur actuelle".
- VA = Valeur actuelle.
- Sol. = Solutions.

température de l'eau, réduisent le gaspillage. Il existe un robinet spécial à simple poignée qui produit un jet diffusé inférieur d'à peu près 10 p. 100 à celui d'un robinet ordinaire. Bien que ce débit réduit diminue notablement la consommation d'eau quand on se lave sous un robinet d'eau courante, le principal inconvénient est que les robinets à jet diffusé sont malcommodes pour remplir les bassins, les éviers ou autres récipients. Les robinets à ressort et à fermeture automatique réduisent le gaspillage puisqu'ils ne continuent pas à fonctionner seuls, mais ils conviennent mal aux usages domestiques. Les robinets mélangeurs commandés par thermostat peuvent être utilisés pour maintenir une pression constante et une température fixée d'avance aux robinets.

Lorsque le débit d'un robinet est plus élevé que voulu ou que nécessaire, on peut installer un contrôleur de débit dans la conduite d'eau en amont du robinet ou le fixer au bec du robinet. De tels dispositifs réduisent le débit au moyen d'un orifice de petit calibre et peuvent s'introduire ou se visser. La figure 5 indique les caractéristiques de fonctionnement et de débit d'un appareil de contrôle de débit par compensation de pression.

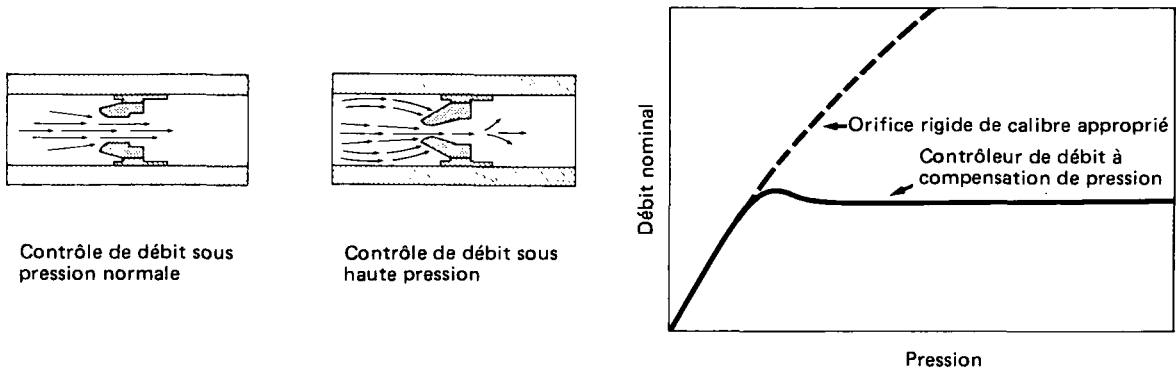


Figure 5 CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT ET DE DÉBIT D'UN APPAREIL DE CONTRÔLE DE DÉBIT PAR COMPENSATION DE PRESSION

Les aérateurs agissent également comme contrôleurs de débit car ils réduisent la quantité d'eau qui s'écoule du robinet. Ils se fixent aisément sur le bec du robinet et donnent l'apparence d'un débit plus fort que la réalité parce qu'ils brisent le jet et introduisent des bulles d'air dans le courant d'eau. Il y a des aérateurs économiseurs d'eau associés à des contrôleurs de débit incorporés. Les contrôleurs de débit et les aérateurs sont à conseiller car ils sont peu coûteux et commodes et ils économisent de l'eau et de l'énergie.

On installe des régulateurs de pression lorsqu'une pression d'eau excessive risque de faire sauter les garnitures ou de causer du gaspillage d'eau aux robinets, ainsi que des bruits, des vibrations et des fuites. Un réducteur de pression dans la ligne d'alimentation réduit le débit à travers les appareils et la consommation d'eau s'en trouve diminuée pour un écoulement libre comme celui d'une douche. Toutefois la baisse de pression et de débit augmentent le temps nécessaire à obtenir un volume d'eau déterminé. Lorsque la pression d'eau est excessive, il convient d'installer des réducteurs de pression et ils sont économiques.

L'isolation des conduits d'eau chaude réduit les pertes de chaleur et aide à maintenir la température de l'eau dans les conduits. Ainsi, le gaspillage dû à la stagnation de l'eau qui refroidit dans les conduits

est aussi réduit. Nelson a donné en 1977 une estimation, très approximative, de l'économie d'eau réalisée par l'isolation des conduits d'eau chaude: 7,5 l/pers./jour, soit à peu près 3 p. 100 de la consommation totale. Le coût de l'isolation des conduits d'eau chaude est variable, mais dans la plupart des cas il est avantageux pour les maisons desservies par camions et souhaitable pour celles qui sont desservies par canalisations.

Une autre méthode pour réduire le gaspillage causé par le refroidissement de l'eau dans les conduits entre l'appareil producteur d'eau chaude et le robinet consiste à faire circuler l'eau chaude. Selon cette méthode, les conduits d'eau chaude d'un bâtiment ou d'une zone particulière forment une boucle qui retourne au réservoir d'eau chaude et une pompe fait circuler l'eau dans la boucle. Une autre méthode peut être utilisée dans les immeubles dotés d'une alimentation en eau autonome; elle n'exige pas de pompe de circulation et ne consiste qu'à relier chaque robinet au réservoir par un conduit de retour pourvu d'une valve au niveau du robinet; lorsque l'eau chaude arrive au robinet, on ferme la valve et l'eau chaude peut s'écouler. La réduction de la consommation d'eau par l'une ou l'autre de ces méthodes est au moins égale à celle qui résulte de l'isolation des conduits d'eau chaude, soit 3 p. 100 de la consommation totale. Les avantages économiques sont aussi du même ordre; toutefois ces méthodes ne sont économiques que pour les maisons desservies par camions. Le système à retour d'eau chaude étant plus simple, il semble être le meilleur choix, mais des travaux plus élaborés peuvent être nécessaires pour le rendre commode et acceptable par les usagers.

6.6 RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

La réutilisation de l'eau peut réduire notablement la demande d'eau et certaines techniques peuvent pratiquement éliminer le besoin d'un service d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées. Dans certains cas, cette autonomie peut être nécessaire, ou pour le moins très avantageuse; dans d'autres, les avantages économiques de la réduction de la consommation d'eau et des besoins en énergie peuvent être prépondérants. Les risques de pollution et les menaces pour la santé dus à l'effluent issu des immeubles avec réutilisation restent les mêmes, à moins que le système de recyclage ne comporte une forme de traitement et de gestion des boues. Ces derniers systèmes peuvent réduire ou même pratiquement éliminer la pollution de l'environnement immédiat. Bien que les avantages de la réutilisation soient intéressants, son coût élevé, les problèmes techniques qu'elle pose et la réaction du public ont généralement limité son application à des démonstrations ou à des réalisations militaires ou aérospatiales.

Les procédés de traitement pour la réutilisation dépendent beaucoup de la nature des eaux usées et de l'emploi envisagé. Afin de réduire les exigences du traitement, on peut établir des étapes selon les utilisations, en prévoyant un ordre de qualité des eaux de moins en moins élevée parallèlement aux exigences de l'utilisateur. On utilisera, par exemple, les eaux de lavage pour les chasses de cabinets, mais dans bien des cas, il est peu commode d'avoir des systèmes de traitement multiples et le système de traitement simple utilisé doit fournir une qualité d'eau qui convienne à l'utilisation la plus exigeante.

À moins que l'autonomie complète ou l'absence totale de pollution soient exigées, un recyclage limité ou sélectif semble être le plus praticable et le plus intéressant. Smith a analysé en 1973 l'économie du recyclage comparée aux économies d'eau et a conclu qu'"un changement de l'équipement et des habitudes pouvait éliminer le besoin de recycler l'eau, sauf pour certains recyclages localisés dans une utilisation particulière et bien déterminée de l'eau, et c'est ce qui paraît être la solution la plus économique". Malheureusement, peu d'auteurs ont tenu compte de la préservation des ressources hydriques avec ou sans la réutilisation dans l'évaluation du coût d'investissement et des exigences d'exploitation. Par exemple, l'application de la réutilisation qui est le plus souvent proposée est pour les chasses de cabinets; mais certains types de cabinets à faible consommation d'eau peuvent atteindre presque les mêmes avantages par la réduction

du débit, avec une technique plus simple. Les besoins restreints des cabinets à faible consommation d'eau rendraient la réutilisation peu économique, à moins que, peut-être, un type de cabinet n'ait été sélectionné et que le système de réutilisation n'ait été conçu de telle façon que le traitement avant réutilisation ne soit pas nécessaire. Il existe aussi des types de cabinets qui n'exigent pas d'eau du tout, et d'autres qui produisent un résidu sec à évacuer, parmi lesquels les cabinets à incinération et les cabinets à compost. Un autre exemple d'économie d'eau sans réutilisation est l'emploi d'une douche-téléphone ou d'une douche à pression d'air qui peut réduire la consommation d'eau de bain de plus de 90 p. 100 par rapport à une douche classique, et ces solutions d'économie d'eau peuvent être plus acceptables et sont certainement moins compliquées que le recyclage.

Il reste une utilisation pratique des eaux sales recyclées, c'est celle de la buanderie. Les machines à laver se chargeant par l'avant réduisent les besoins en eau d'environ 40 p. 100 par rapport aux machines classiques se chargeant par le haut. Si les mesures d'économie d'eau précédemment mentionnées ont été mises en oeuvre, c'est la buanderie qui devient le principal consommateur d'eau de la maison. Certains auteurs ont suggéré l'utilisation des ultrasons pour réduire les besoins en eau des buanderies. Une telle technique n'étant pas disponible, il apparaît que l'application la plus praticable et la plus économique de la réutilisation est le blanchissage.

6.7 SYSTÈMES COMMUNAUTAIRES

La demande d'eau dépend du type des services d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées et de leur conception, ainsi que de la plomberie dans les immeubles. La demande d'eau et les quantités d'eau usée débitée dans des réseaux de canalisations peuvent être réduites par un certain nombre de mesures, mais le degré de réduction dépend beaucoup des caractéristiques des réseaux existants. Une méthode pour réduire la consommation d'eau consiste à maintenir la pression d'alimentation à un minimum, car les hautes pressions entraînent un gaspillage d'eau aux robinets dépourvus de commandes, à l'arrosage des pelouses et à d'autres usages extérieurs, ainsi que par fuites. Une autre méthode consiste à limiter le débit de la conduite d'alimentation de chaque immeuble en y installant un dispositif à débit constant peu coûteux. En 1974, l'EPA des États-Unis a mis en valeur la réduction des débits d'eaux usées par l'élimination ou le contrôle des infiltrations. Ce cas est plus significatif dans les vieux réseaux d'égouts qui ont des conduites fissurées, et dans ceux qui ont été conçus avec des joints ou des accessoires non étanches. Les réseaux d'égouts sous pression ou à dépression n'exigent pas les gros volumes d'eau qui sont nécessaires pour véhiculer les eaux usées dans les réseaux gravitaires, et avec un de ces systèmes, la consommation d'eau des cabinets peut être considérablement réduite.

À titre de solution de remplacement des services classiques d'alimentation et d'évacuation pour les petites collectivités non desservies, le "Projet de démonstration d'un village en Alaska" a réalisé un établissement central avec buanderie et douches, ainsi qu'un approvisionnement en eau potable et un système intégré d'exploitation des déchets (Reid, 1977). La demande d'eau domestique n'était que de 5,5 l/pers./jour, mais de nets avantages hygiéniques en ont résulté. Le recyclage des eaux sales pour la buanderie et les cabinets à faible consommation d'eau fut utilisé pour réduire la consommation d'eau de l'établissement central à 17 l/pers./jour. Un établissement central avec ou sans réutilisation fournit les services de base et diverses solutions d'économie d'eau peuvent y être aisément introduites pour restreindre la consommation d'eau. Lorsque l'approvisionnement en eau est limité et que tout l'approvisionnement pour l'hiver doit être stocké, et lorsque les coûts unitaires des services d'alimentation et d'évacuation sont élevés, on doit envisager un établissement central pour réduire la demande et le coût correspondant de la consommation totale de la collectivité. Dans certains cas, la possibilité d'économie et de réutilisation peut même imposer l'installation d'un établissement central.

7 RÉCAPITULATION ET CONSEILS

La demande d'eau est fonction de nombreux facteurs; dans les collectivités du Nord, les plus importants sont la plomberie et l'appareillage utilisateur d'eau dans les maisons ainsi que le type des services d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées. L'amélioration des niveaux de services et du degré sanitaire est encore un objectif dans beaucoup de collectivités septentrionales. On contribue à atteindre cet objectif en accroissant les disponibilités en eau et son utilisation, mais il est important de s'assurer que l'eau est utilisée efficacement et économiquement. Les subventions, qui sont souvent en augmentation dans le Nord, peuvent entraîner une distorsion de la demande et être cause d'inefficacité. Pour réduire les coûts des services d'alimentation et d'évacuation, les subventions directes ou indirectes ne doivent s'appliquer qu'aux quantités qui facilitent la réalisation des buts recherchés, et les demandes dépassant ces quantités doivent être imputées au coût total réel de production de ces services. La tarification et les prix de marges doivent refléter les coûts à long terme de ces services, même si les subventions, les facilités administratives et des difficultés techniques nécessitent des compromis avec la stricte efficacité économique.

La consommation d'eau peut être notablement réduite par éducation du public, et les fournisseurs de services d'alimentation et d'évacuation ou les organismes qui souhaitent réduire la consommation d'eau doivent entreprendre une campagne d'information et d'éducation du public. La connaissance de simples principes d'économie de l'eau et le fait d'être au courant des avantages des dispositifs économiseurs d'eau peuvent contribuer à réduire le gaspillage et accroître sensiblement l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Des codes de plomberie mettant l'accent sur l'économie d'eau doivent être formulés de façon à pouvoir être aisément adoptés par les organismes gouvernementaux intéressés, les municipalités et les organismes responsables de la conception des bâtiments ou des services d'alimentation et d'évacuation.

La réduction de la demande d'eau et d'énergie de chauffage de l'eau rendra économiques divers dispositifs économiseurs d'eau. Généralement, la décision implique une sélection des solutions les plus efficaces par rapport à leur coût parmi un certain nombre de solutions. Pour montrer la méthode de sélection économique et des résultats caractéristiques, on a effectué une analyse pour une maison de quatre personnes. Il a fallu faire un certain nombre d'hypothèses raisonnables, mais lorsque les conditions sont notablement différentes, il faut faire une analyse sur place. En sélectionnant des taux d'alimentation en eau, d'évacuation et d'énergie qui couvrent la gamme prévue des coûts accessoires, on a effectué une analyse de l'efficacité par rapport au coût dans les deux cas d'installations neuves et modifiées. Les résultats de l'analyse sont présentés ci-après et sont résumés au tableau X. Certaines solutions d'économie d'eau peuvent être conseillées pour une application générale, mais en raison de coûts variables et d'avantages incertains, d'autres solutions doivent être évaluées. Les réductions de consommation d'eau sont basées sur la consommation "normale" d'une famille de quatre personnes habitant une maison pourvue de toute la plomberie classique et d'appareils utilisateurs d'eau, qui sont respectivement de 225 l/pers./jour pour une maison desservie par canalisations et de 95 l/pers./jour pour une maison desservie par camions. On a supposé que la répartition de la consommation d'eau était celle représentée à la figure 1.

7.1 RÉSEAUX DE CANALISATIONS

L'analyse économique dans le cas d'une installation modifiée a montré que les cabinets classiques devaient être modifiés par l'installation d'un mécanisme à double action ou par l'introduction d'un bâtardeau pour réduire le volume d'eau consommé par chasse. Il faut installer une douche à faible débit principalement pour des raisons d'économie d'énergie; de plus, une douche-téléphone peut être une option de préférence. Tous les robinets devraient être munis à leur bec d'un aérateur de débit. Si la pression d'eau est excessive, il faut installer un réducteur de pression et, chaque fois que c'est possible, les conduits d'eau

TABLEAU X PROPOSITIONS D'INSTALLATIONS QUI ÉCONOMISENT L'EAU

	Installations desservies par canalisations		Installations desservies par camions	
	Modifiées	Neuves	Modifiées	Neuves
Cabinets				
à double action ou à bâtardeau	●			
15 l ou moins par chasse		●		
3 l ou moins par chasse			●	●
Douches				
à faible débit	●	●	●	●
douche-téléphone	○	○	○	◐
robinet de contrôle de la température				◐
Laveuses				
automatique se chargeant par l'avant		○	◐	●
Divers				
aérateur réducteur de débit	●	●	●	●
robinet mélangeur		◐	○	●
robinet de contrôle de la température				○
réducteur de pression	○	○		
tuyauteries d'eau chaude isolées	○	●	○	●
circulation ou retour d'eau chaude				◐
Économies par rapport aux solutions classiques⁽¹⁾				
eau (%)	28 - 38	31 - 55	50 - 67	60 - 74
eau (l/pers./j)	63 - 84	70 - 124	47 - 63	57 - 70
énergie ⁽²⁾ (kWh/pers./j)	1.34 - 2.03	1.56 - 2.26	0.56 - 1.69	0.86 - 1.16

(1) Ces marges dépendent des solutions ou des appareils utilisés, et des habitudes d'utilisation de la douche.

(2) Pour un chauffage électrique de l'eau.

chaude exposés doivent être isolés. Ces modifications des cabinets et des douches coûtent moins de \$25, peuvent être aisément réalisées par l'occupant et peuvent réduire la demande totale d'eau de la maison de 28 à 38 p. 100. Le maximum de réduction est réalisé lorsqu'on ne prend que des douches au lieu de bains.

Dans des immeubles neufs ou lorsqu'une installation existante est à remplacer, il est conseillé de choisir un cabinet qui consomme 15 l ou moins par chasse. Un cabinet classique avec l'une des modifications simples est conseillé si l'eau n'est pas chère, tandis que si elle est chère, c'est le cabinet européen de 6 l qui représente la solution la plus économiquement intéressante. Une douche à faible débit est avantageuse, et une commande "marche-arrêt" et une douche-téléphone sont des accessoires facultatifs souhaitables. Des aérateurs réducteurs de débit doivent être installés et, lorsque les robinets mélangeurs ne sont pas trop coûteux, leur commodité et leur économie les rend souhaitables. L'isolation des conduits d'eau chaude accroît également la commodité, et elle est généralement économique dans un immeuble neuf. Si la pression d'eau est excessive, il faut installer un réducteur de pression. Ces conseils occasionnent un investissement supplémentaire de \$25 à \$115, selon le type de cabinet choisi, en sus du coût de l'appareillage de plomberie classique, mais ils réduisent la consommation d'eau de la maison de 31 à 55 p. 100. Les plus hautes valeurs du coût et de la réduction sont atteintes avec l'utilisation du cabinet européen de 6 l et de la douche au lieu du bain.

7.2 SERVICE PAR CAMIONS

En raison du coût unitaire élevé de l'eau approvisionnée par camions, le tableau X conseille, dans le cas d'une installation modifiée, de remplacer les cabinets classiques par des cabinets qui consomment un maximum de 3 l par chasse. Si un cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement ne peut être installé, la solution la plus efficace par rapport au coût est le cabinet à recirculation. Le seul type classique de cabinet à chasse à prendre en considération est le modèle européen de 3 l. Le bain est relativement très coûteux. Une douche à faible débit est économique et doit être installée; en outre, l'installation et l'utilisation d'une commande de douche "marche-arrêt" et d'une douche-téléphone à fermeture automatique sont à encourager. Lorsque les services d'alimentation et d'évacuation sont chers et qu'on fait beaucoup de lessives, il y a intérêt à rénover l'installation avec une laveuse automatique se chargeant par l'avant qui consomme peu d'eau. Les robinets mélangeurs sont une option souhaitable, mais dans tous les cas, on doit installer des aérateurs réducteurs de débit. Les conduits d'eau chaude doivent être isolés lorsque c'est praticable. Le coût de ces modifications varie selon les options choisies. Si toutes les options sont installées, y compris la laveuse à chargement frontal, l'investissement sera de \$1000 et la consommation totale d'eau sera réduite de 55 à 67 p. 100. Sans changer la machine à laver, l'investissement sera de \$300, et la consommation d'eau sera réduite de 50 à 55 p. 100.

Pour une installation neuve, il y a intérêt à effectuer des changements encore plus stricts de l'appareillage classique. Le cabinet choisi doit consommer 3 l ou moins par chasse et les solutions de rechange, par ordre d'intérêt économique croissant, sont le modèle européen de 3 l, le cabinet à recirculation et le cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement. On doit utiliser une douche à faible débit, ainsi qu'une douche-téléphone à fermeture automatique, et un dispositif de contrôle de la température peut être installé pour accroître l'agrément de l'utilisateur et réduire le gaspillage. Une machine à laver à chargement par l'avant devient très intéressante, en particulier si on fait beaucoup de lessives par semaine. Il faut installer les robinets mélangeurs avec aérateurs réducteurs de débit. Les conduits d'eau chaude doivent être isolés et dans la plupart des cas une circulation d'eau chaude ou un système de retour devrait économiquement accroître l'agrément des usagers. L'investissement additionnel de ces articles en sus des coûts de la plomberie classique est de l'ordre de \$325 à \$525. Si la fréquence d'utilisation et les habitudes personnelles n'en sont pas affectées, l'installation de ces appareils entraînera une réduction de la consommation d'eau

domestique approvisionnée par camions de 60 à 74 p. 100, et les besoins en eau seront réduits à un niveau compris entre 38 et 25 l/pers./jour.

Dans l'analyse qui précède, l'une des hypothèses faites pour les maisons desservies par camions était que la répartition de la consommation d'eau domestique était la même que pour les maisons desservies par canalisations (figure 1), bien que la consommation totale d'eau soit généralement beaucoup plus faible dans les maisons desservies par camions. Le même taux de réduction de la consommation d'eau pour chaque fonction a donc été appliqué aux services par camions et par canalisations. Une estimation plus modérée des avantages des dispositifs économiseurs d'eau consisterait à déterminer le taux d'utilisation des appareils en fonction d'une maison desservie par canalisations. La consommation-type par personne et par jour serait à peu près de 4,5 chasses de cabinet, 0,43 bains ou douches et 0,17 lessives. Si l'installation comportait un cabinet à recirculation (0,2 l/chasse), une douche à faible débit (45 l/douche), une laveuse automatique se chargeant par l'avant (119 l/lessive), et divers autres appareils, la consommation totale d'eau serait d'environ 50 l/pers./jour. Cette valeur représente la limite inférieure de la demande d'eau dans une maison équipée d'un appareillage de plomberie économiseur d'eau efficace par rapport à son coût, et un petit effort conscient de la part des utilisateurs pour économiser l'eau. Cette réduction de 47 p. 100 de la demande d'eau par rapport à un appareillage de plomberie classique représente une économie annuelle totale par maison d'environ \$650 aux taux faibles et \$1300 aux taux forts.

7.3 BÂTIMENTS PUBLICS

Pour la plupart des bâtiments publics comme les écoles, bureaux, hôtels ou laveries automatiques, le taux d'utilisation de l'appareillage sera plus élevé que pour une maison ; par suite, les conseils du tableau X représentent le minimum à appliquer. En plus des options domestiques, il faut installer des robinets à fermeture automatique et des douches à faible débit et à minuterie. Il y a également lieu d'envisager des robinets à jet diffusé dans les lavabos, en particulier lorsque les coûts des services sont élevés. Des dispositifs de contrôle de la température qui commandent plusieurs robinets et un système de circulation d'eau chaude sont souhaitables et peuvent être nécessaires pour certains robinets.

7.4 SITUATIONS CRITIQUES

Lorsque les coûts des services d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées sont très élevés et que l'alimentation en eau est limitée, de sévères mesures peuvent être nécessaires pour réduire la demande d'eau. La consommation plus faible d'eau inhérente à un service par camions et le contrôle plus précis que ce système permet écartent probablement le réseau de canalisations classique, et peut-être même un système de collecte des eaux usées non gravitaire. Même dans ces cas, la réutilisation domestique est peu intéressante par comparaison avec l'économie d'eau. Les maisons doivent avoir un cabinet à clapet étanche actionné mécaniquement ou un cabinet à recirculation. Une douche-téléphone à fermeture automatique est conseillée ; un système de retour ou de circulation d'eau chaude et une vanne de contrôle de la température seraient aussi nécessaires. Un robinet à jet diffusé pourrait être installé dans les lavabos et d'autres endroits utiliseraient des robinets mélangeurs pourvus d'aérateurs réducteurs de débit. Avec une laveuse se chargeant par l'avant, ces appareils pourraient réduire la demande d'eau d'une maison desservie par camions de 78 p. 100, soit seulement 21 l/pers./jour comparée à une demande de 95 l/pers./jour. Avec une laverie centrale, la demande domestique serait réduite à 13 l/pers./jour. Dans certains cas, une laverie centrale avec réutilisation peut être économique, mais à cause de la technique assez complexe de traitement qu'il faudrait appliquer, cette éventualité ne doit être considérée qu'avec précaution.

8 ÉTUDES ULTÉRIEURES

Un certain nombre d'hypothèses faites au cours de cette étude sont à vérifier. En particulier, les caractéristiques de consommation d'eau dans les maisons du Nord doivent être contrôlées.

Les conseils d'économies d'eau présentés dans ce document doivent être démontrés dans le cas d'installations neuves et modifiées et de services par canalisations et par camions. Les objectifs seraient d'examiner attentivement l'acceptabilité par les usagers, de contrôler la consommation d'eau et de déterminer les économies. Les appareils peuvent être individuellement éprouvés, mais il faudrait montrer des maisons complètement équipées dans le cadre d'une technique d'économie d'eau. Il y a deux sortes de techniques d'économie d'eau à démontrer et à mettre en place. La première consiste en une technique connue et disponible telle que l'emploi de douches à faible débit, d'aérateurs réducteurs de débit, de modifications aux cabinets classiques, de cabinets à recirculation et de modèles européens. La deuxième, celle des techniques nouvelles encore peu connues, serait à montrer dans des situations plus sélectives et contrôlées. Elle comprendrait les douches-téléphones à fermeture automatique, les systèmes de retour d'eau chaude et la réutilisation dans les laveries centrales.

Le contrôle et le développement suivi des techniques d'économie d'eau, en vue de stimuler l'acceptation des usagers et d'accroître leur agrément, et aussi de réduire les exigences d'investissement et de fonctionnement, sont à encourager et à subventionner. Les domaines où les techniques à venir pourraient rapporter des avantages sont: l'élaboration de solutions très peu consommatrices en eau, ou même n'en consommant pas du tout, pour le lavage de la vaisselle et du linge; de systèmes simples de réutilisation des eaux sales pour les maisons et les laveries centrales; enfin d'un cabinet à compost fiable, esthétique et compact qui n'utilise pas de chauffage supplémentaire.

9 REMARQUES FINALES

Grâce à une application prudente, et à une non moins prudente acceptation par le public des méthodes et techniques d'économie de l'eau, l'amélioration de la qualité des services et de l'hygiène dans de nombreuses collectivités du Nord s'avère un objectif beaucoup plus rapidement réalisable qu'on ne le pensait tout d'abord. La mise en oeuvre de programmes d'économie d'eau va améliorer sensiblement les conditions économiques de la fourniture des services et permettre l'établissement ultérieur de modestes budgets. En outre, la réduction des besoins en eau domestique va influencer les types de services d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées qui ont, dans les collectivités septentrionales, une certaine efficacité par rapport à leur coût. Par exemple, le coût de ces services par camions est directement relié à la consommation d'eau, et des réductions de la demande auront une influence significative sur leur intérêt économique.

TRAVAUX ET OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

American Water Works Association (1954), "Determination of Water Rates Schedules", *Journal of American Water Works Association*, 46(3): 187-219.

Anderson, J.S. et K.S. Watson (1967), "Patterns of Household Usage", *Journal of American Water Works Association*, 59(10): 1228-1237.

Armstrong, B.C. et P.W. Given (1979), "Alternatives to Existing Water Bleeders", Northern Technology Unit, Environmental Protection Service, Edmonton, Alberta, en préparation.

Associated Engineering Services Ltd. (1973), "Field Survey and Report on Sewerage, Inuvik, N.W.T.", préparé pour le Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Edmonton, Alberta, 56 p.

Bennett, E.R. (1975), "Impact of Flow Reduction on On-lot Sewage Systems", *Conference on Water Conservation and Sewage Flow Reduction with Water-Saving Devices*, Proceedings, 8-10 avril 1975, W.E. Sharpe and P.W. Fletcher, eds., Institute for Research on Land and Water Resources, The Pennsylvania State University, Pennsylvania, Information Report No. 74, pp. 57-69.

Betker, R. (1977), communication privée, City of Edmonton, Department of Water and Sanitation, Edmonton, Alberta.

Cameron, J.J. (1977), "Community Water Use Summary, NWT", Northern Technology Centre, Environmental Protection Service, Edmonton, Alberta, Internal Report.

Cameron, J.J. et B.C. Armstrong (1979), "Water and Energy Conservation Alternatives for the North", Northern Technology Unit, Environmental Protection Service, Edmonton, Alberta, and Department of Local Government, Government of Northwest Territories, Yellowknife, Northwest Territories.

Chan, M.L., J. Edwards, M. Roberts, R. Stedinger et L. Wilson (1976), "Household Water Conservation and Wastewater Flow Reduction", Office of Water Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., Contract No. 68-02-2964, U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Publication No. PB-265 578, 143 p.

Cohen, S. et H. Wallman (1974), "Demonstration of Waste Flow Reduction from Households", National Environmental Research Centre, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, EPA-670/2-74-071, 103 p.

Cole, C.A. (1975), "Impact of Home Water Saving Devices on Collection Systems and Waste Treatment", *Conference on Water Conservation and Sewage Flow Reduction with Water-Saving Devices*, Proceedings, 8-10 avril 1975, W.E. Sharpe and P.W. Fletcher, eds., Institute for Research on Land and Water Resources, The Pennsylvania State University, Pennsylvania, Information Report No. 74, pp. 47-55.

Consumer Reports (1978), "Water: Time to Start Saving", 43(5): 294-295.

Environmental Protection Service (1977), "National Inventory of Municipal Waterworks and Wastewater Systems in Canada 1975", Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, 543 p.

Foster, R.R., T.J. Parent et R.A. Sorokowski (1977), "The Eskimo Point Water Supply Program", *Utilities Delivery in Arctic Regions*, Edmonton, Alberta, 16-18 mars 1976, D.W. Smith, ed., Environmental Protection Service Report No. EPS 3-WP-77-1, Ottawa, pp. 553-575.

Given, P.W. et H.G. Chambers (1976), "Workcamp Sewage Disposal Washcar-Incinerator Complex, Ft. Simpson, N.W.T.", dans *Some Problems of Solid and Liquid Waste Disposal in the Northern Environment*, J.W. Slupsky, ed., Environmental Protection Service, Northwest Region, Technology Development Report EPS 4-NW-76-2, pp. 1-42.

Grima, A.P. (1972), "Residential Water Demand; Alternatives Choices for Management", University of Toronto, Department of Geography, Research Publications, University of Toronto Press, 211 p.

Gysi, M. et G. Lamb (1977), "An Example of Excess Urban Water Consumption", *Canadian Journal of Engineering*, 4(1): 66-71.

Hansen, R.G. (1975), "Unit Water Use in Alaskan Municipal Water Supplies", dans *Environmental Standards for Northern Regions*, 13-14 juin 1974, D.W. Smith et T. Tilsworth, eds., Institute of Water Resources, University of Alaska, Fairbanks, Alaska, IWR No. 62, pp. 321-339.

Howe, C.P. et F.P. Linaweaver (Jr.) (1967), "The Impact of Price on Residential Water Demand and its Relation to System Design and Price Structure", *Water Resources Research*, 3(1): 13-32.

Konen, T.P. et R. Deyoung (1975), "An Investigation on the Performance and the Effects of Reduced Volume Water Closets on Sanitary Drainage, Sewers, and Sewage Treatment Plants", *Conference on Water Conservation and Sewage Flow Reduction with Water-Saving Devices*, proceedings, 8-10 avril 1975, W.E. Sharpe et P.W. Fletcher, eds., Institute for Research on Land and Water Resources, The Pennsylvania State University, Pennsylvania, Information Report No. 74, pp. 155-171.

Ligman, K., N. Hutzler et W.C. Boyle (1974), "Household Wastewater Characterization", *Journal of the Environmental Engineering Division*, 100(EE1): 201-213.

Murphy, R.S., G.V. Jones et S.F. Tarlton (Dame and Moore) (1977), "Water Supply and Wastewater Treatment at Alaskan Construction Camps", Final Report, Contract No. DACA 89760012 for Cold Region Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H.

Nelson, J.O. (1977), "North Marin's Little Compendium of Water Saving Ideas", North Marin County Water District, Novato, California, 273 p.

Reid, B.H. (1977), "Some Technical Aspects of the Alaska Village Demonstration Projects", *Utilities Delivery in Arctic Regions*, Edmonton, Alberta, 16-18 mars 1976, D.W. Smith, ed., Environmental Protection Service Report No. EPS 3-WP-77-1, Ottawa, pp. 391-438.

Schatzberg, P., D.F. Jackson, C.M. Kelly et L.R. Harris (1975), "Energy Conservation Through Water Resource Management — A Reduced Flow Bathing Shower", *Second National Conference on Water Reuse: Water's Interface with Energy, Air and Solids*, Chicago, 4-8 mai 1975, 18 p.

Siegrist, R., M. Witt et W.C. Boyle (1978), "Characteristics of Rural Household Wastewater", *Journal of the Environmental Engineering Division*, 102(EE3): 533-548.

Smith, G.E. (1973), "Economics of Water Collection and Waste Recycling", Dept. of Architecture, Technical Research Division, University of Cambridge, 45 p.

Stanley Associates Engineering Ltd. (1974), "Final Report on Community Services Improvement Program, Yukon Territory", préparé pour le Department of Local Government, Government of the Yukon Territory, Whitehorse, 295 p.

U.S. Environmental Protection Agency (1974), "Reduction in Water Consumption and Flow of Sewage—Report to Congress", U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 35 p.

Wallman, H. (1972), "Should We Recycle/Conserve Household Water?", *6th International Water Quality Symposium*, Proceedings, 18-19 avril 1972, Water Quality Research Council, pp. 75-76.

Washington Suburban Sanitary Commission (1973), "Final and Comprehensive Report, Cabin John Drainage Basin Water-Saving Customer Education and Appliance Test Program", 14 février 1973, Washington Suburban Sanitary Commission, Hyattsville, Maryland, 30 p.

Whitford, P.W. (1972), "Residential Water Demand Forecasting", *Water Resources Research*, 8(4): 829-839.