

Chapitre 6

LA PRÉSERVATION DES RESSOURCES

La population mondiale qui vit en milieu urbain devrait atteindre quatre milliards d'individus dans ce premier quart de siècle. Cette croissance urbaine rapide combinée à des modes de consommation non durable crée une pression croissante sur la capacité de la planète à supporter les êtres vivants.

Le présent chapitre porte sur la préservation des ressources (notamment l'air, l'eau et l'énergie) et aborde diverses problématiques environnementales liées aux activités urbaines et aux impacts du métabolisme urbain sur la qualité et la disponibilité de ces mêmes ressources.¹

Le chapitre en un coup d'œil :

- ✘ Le métabolisme urbain, l'empreinte écologique de la ville
 - ⊕ L'écosystème urbain
 - ⊕ La nature des échanges au sein de l'écosystème urbain : caractéristiques du métabolisme linéaire
 - ⊕ Consommation et conservation des ressources
 - ⊕ Des issues : l'utilisation de ressources renouvelables, le métabolisme circulaire
- ✘ La préservation de la qualité de l'air
 - ⊕ La réduction de la pollution atmosphérique en milieu urbain
 - ⊕ La réduction des émissions de gaz à effet de serre
- ✘ La préservation de l'énergie
 - ⊕ Favoriser l'usage des énergies renouvelables pour le développement urbain
 - ⊕ L'efficacité énergétique
- ✘ La préservation et la gestion de la ressource eau
 - ⊕ La préservation de la ressource eau
 - ⊕ La gestion de l'eau et des écosystèmes aquatiques
- ✘ La gestion des matières résiduelles
 - ⊕ Le milieu municipal
 - ⊕ Le secteur de la construction et de la déconstruction
 - ⊕ Le secteur industriel

6.1

Le métabolisme urbain, l'empreinte écologique de la ville

L'écosystème urbain

Le terme de métabolisme urbain est issu d'une analogie entre les établissements humains et les organismes vivants par leur façon de consommer, de transformer et de rejeter de l'énergie et de la matière. La ville est le siège d'interactions et d'échanges entre les êtres vivants qui la peuplent (biotope) et le territoire qui les supporte (biocénose), ce qui l'apparente à un écosystème. L'ensemble des écosystèmes à la surface de la Terre forme l'écosphère. Le milieu environnant de la ville est le support de son approvisionnement en matière et en énergie. La densité de population présente en ville permet de concevoir facilement que l'espace nécessaire à cet approvisionnement – qualifié d'arrière-pays ou *hinterland* – est largement plus important que celui défini par ses limites géographiques ou politiques.

L'analyse du métabolisme urbain permet de quantifier la demande énergétique, en eau, en nourriture, en carburant ou autres matières premières des villes. Elle montre la part importante que ces demandes prennent dans la consommation des ressources naturelles et les impacts potentiels de leurs rejets.

La nature des échanges au sein de l'écosystème urbain : caractéristiques du métabolisme linéaire

La consommation urbaine des ressources

La ville consomme ou absorbe dans son métabolisme de l'air, de l'eau, de la nourriture, des matières premières, de l'énergie et des biens de consommation. Elle rejette de la matière sous forme de gaz, de déchets solides ou d'eaux usées et de l'énergie sous forme, entre autres, de bruit et de chaleur. Tout ceci constitue les déchets de son métabolisme, ou ces extrants.

¹ Il est entendu, par « préservation des ressources », à la fois le souci de préserver la qualité des ressources et l'établissement de modes de gestion et de consommation raisonnés de ces mêmes ressources.

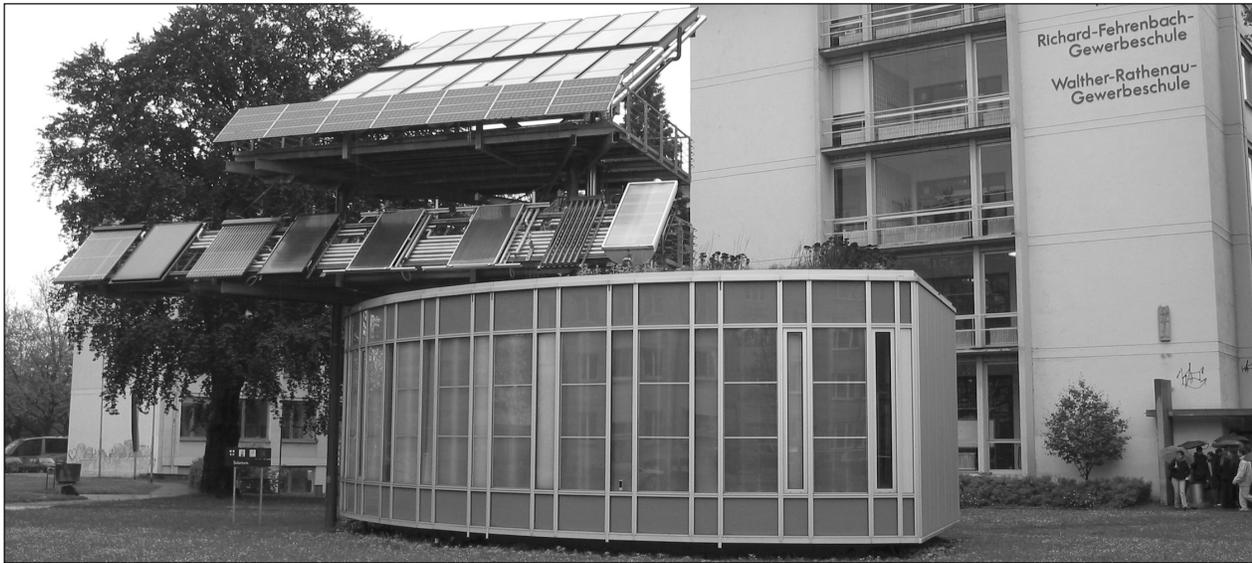


Photo : Vivre en Ville.

Tour solaire de l'établissement d'enseignement professionnel Richard-Ferenbach, Freiburg (Allemagne).

La consommation des villes se fait aussi en termes de ressources financières et d'informations. Des éléments non palpables propres à sa dimension socio-économique y sont aussi générés ;

emplois, revenus économiques, systèmes de santé, etc.

Le tableau qui suit présente le métabolisme de la ville de Hong-Kong : un cas

intéressant, quand on considère que la densité urbaine y est une des plus élevée sinon la plus élevée du monde.²

	intrants		extrants	
	Tonnes/jour		exportations Tonnes/jour	rejets Tonnes/jour
Alimentation humaine	5 958		602	
Alimentation animale	335			
Rejets alimentaires				393
Eau douce	1 068 000			
Eau de mer	3 600 000			
Part liquide des égouts				818 000
Part solide des égouts				6 301
Cargaison	18 000		8 154	
Combustibles liquides	11 030		612	
Combustibles solides	193		140	
Verre	270		65	152
Plastiques	680		324	184
Ciment	3 572		11	
Bois	1 889		140	637
Acier et métaux	1 879		140	65
Papier	1 015		97	691
Autres rejets				728
Oxygène	27 000			
Monoxyde de carbone				155
Dioxyde de carbone				26 500
Dioxyde de soufre				308
Oxydes d'azote				110
Hydrocarbures				29
particules				42
Rejet aérien de plomb				0,34

2 Herbert GIRERDET. The *GAIA Atlas of Cities*, Londres, Gaia Books Limited, 1992, p.27.

Le métabolisme des villes conduit à la création de rejets non exploités. L'inefficacité de ce métabolisme, que l'on qualifie de linéaire, est préoccupante quand on considère les signes d'épuisement des ressources naturelles (déforestation, pêche abusive, érosion des sols, extinction d'espèces) et les effets globaux qui y sont associés, comme les changements climatiques.

Les pollutions d'origine urbaine

Les rejets du métabolisme urbain engendrent de nombreux effets sur la santé et l'environnement qui ne sont pas toujours réversibles. Ces pollutions affectent l'air, l'eau et le sol.

Les rejets directs et indirects dans l'eau constituent des sources de contamination (composés chimiques toxiques, agents pathogènes) et d'altération des cours d'eau et des nappes phréatiques.

Les sols sont soumis à des contaminations causées par les activités qu'ils accueillent et des phénomènes plus globaux comme les pluies acides. L'urbanisation augmente leur érosion, la destruction de terres arables et la fragmentation des habitats naturels nécessaires à leur équilibre.

Les pollutions de l'air conduisent principalement à la formation de smog et d'îlots de chaleur (voir la section 6.2 sur l'air dans le présent chapitre). Elles constituent souvent les effets les plus ressentis par la population, étant à l'origine de nombreux troubles respiratoires chez les citoyens. Si l'on s'attarde aux principaux effets de ces pollutions urbaines à l'échelle planétaire, on constate que les villes alimentent en grande partie les changements climatiques, phénomène sans précédent de dégradation de l'environnement.

L'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère mène à des conclusions alarmantes. Si la tendance se maintient, on prévoit que d'ici 50 ans la température moyenne de la planète augmentera encore de 1,0°C à 3,5°C, ce qui pourrait se traduire par des augmentations de 5°C à 10°C dans

certaines régions du Canada. Ce réchauffement à long terme s'accompagnerait d'effets importants sur le climat et d'une élévation du niveau de la mer, sur la même période, de près d'un mètre. (Voir la section 6.2 sur l'air, dans le présent chapitre, ainsi que le glossaire pour plus de détails sur l'effet de serre, les gaz à effet de serre et la réduction de leurs émissions.)

L'amincissement de la couche d'ozone est un second phénomène imputable aux émissions polluantes d'origine humaine. La couche d'ozone est constituée de molécules d'ozone, O₃, situées dans la stratosphère entre 15 km et 35 km d'altitude. Elle absorbe les ultraviolets émis par le soleil, qui sont à l'origine de cancers de la peau, de la détérioration de la végétation et des écosystèmes aquatiques.

Si cette couche était comprimée au sol, elle mesurerait 3 millimètres d'épaisseur. Le trou, observé principalement au printemps au-dessus de l'antarctique, n'est en fait que son amincissement; la couche ne mesurant plus qu'un millimètre. La détérioration de l'ozone est causée par deux types de gaz issus des activités humaines, les CFC et les oxydes d'azotes (NO_x). Selon les accords internationaux pris et les prévisions les plus optimistes, on parle d'une restauration possible de la couche d'ozone d'ici 2045.

Les pollutions urbaines de l'air peuvent encore prendre la forme de pluies acides. Elles sont causées par le dioxyde de soufre (SO₂) et les oxydes d'azotes (NO_x) dont la présence dans l'air est liée aux activités humaines à 90%. Ces gaz sont disséminés par les vents et peuvent s'associer à la vapeur d'eau contenue dans l'air pour donner de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. Les pluies acides accélèrent l'épuisement des sols, fragilisent les défenses des végétaux contre les maladies et limitent leur reproduction. Elles atteignent aussi la vie aquatique et peuvent occasionner la libération et l'augmentation de métaux lourds toxiques dans l'environnement. Un des effets les plus visibles dans nos villes est l'érosion qu'elles provoquent sur certains monuments.

Quatre-vingts pour cent des Canadiens vivent dans des régions affectées par de

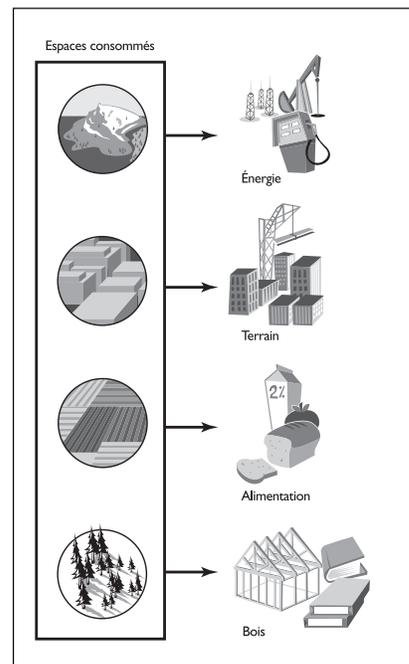
fortes concentrations en pluies acides. Le problème est difficile à enrayer quand on sait que des villes comme Québec sont touchées par des polluants qui proviennent à 75% des États-Unis. Il existe des programmes nationaux qui, comme au Canada depuis 1994, visent à limiter l'émission de dioxyde de soufre.

Consommation et conservation des ressources

La notion d'empreinte écologique

L'empreinte écologique d'une population humaine correspond à la surface productive minimale nécessaire à une personne, une ville ou un pays pour alimenter son métabolisme et éliminer ses rejets (voir le glossaire). Elle illustre de façon théorique la dimension de leur arrière-pays.

Ces surfaces sont « utilisées » sans pour autant être dégradées ou consommées définitivement. Si notre demande dépasse leurs capacités productives, il n'est alors plus question d'exploitation durable mais d'appauvrissement de leur productivité et, ainsi, de leurs ressources.



Composantes d'une empreinte écologique.

Adapté de Mathis Wackernagel et William Rees, *Our Ecological Footprint*, 1998.

QUELQUES CHIFFRES SUR L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE³

Il faut 125 fois sa surface en territoires adéquats (forêts, terres cultivables, pâturages, etc.) à la ville de Londres pour subvenir durablement à tous ses besoins.

Exemples d'empreintes écologiques par personne :

- ☞ Canadien 4,27 ha/an
- ☞ Néerlandais 3,32 ha/an
- ☞ Japonais 2,5 ha/an
- ☞ Indien 0,38 ha/an

Les Pays-Bas comptent 15 millions d'habitants. Même si leur consommation moyenne est inférieure à celle d'une personne vivant en Amérique du Nord, leur empreinte écologique reste 15 fois supérieure à la superficie du pays.

L'empreinte écologique actuelle de l'humanité est 30% plus grande que la surface productive de la Terre, notre consommation dépassant le capital naturel terrestre durable. Ceci est possible car nous consommons actuellement les réserves de la Terre. La consommation des pays développés est quasi parasitique : 52 pays, 20% de l'humanité, se partagent 80% des ressources consommées chaque année. ■

Les apports du modèle :

A :

La reconsidération de notre arrièrepays : Les empreintes écologiques des villes ne sont plus déterminantes de leur taille ni délimitées naturellement. Le caractère global de l'économie des pays développés et l'internationalisation des

échanges les rendent à la fois locales et internationales. L'impact d'une ville n'est pas uniquement ressenti localement et une part de la capacité productive allouée pour son approvisionnement peut appartenir à d'autres communautés. Conséquent, afin de réduire ses impacts globaux,

toute collectivité ou organisation devrait voir à prendre avantage, de manière durable, des potentiels et des capacités de son environnement immédiat et chercher à réduire son importation de « capacité portante ».

B :

En adoptant, en 1998, un nouveau plan municipal de développement, Okotoks est devenue une des premières villes à identifier des limites environnementales à sa croissance. Dans *Sustainable Okotoks, Leaving a Legacy*, la limite de la population a été établie à 25 000 habitants. Cette décision repose sur l'évaluation de la capacité portante de la rivière Sheep à alimenter la ville en eau et celle de la

communauté à restituer cette eau sans avoir recours à des systèmes lourds de traitement des effluents urbains.

Ce plan donne lieu à des stratégies complémentaires, comme dans le domaine de la construction, où l'on cherche à éliminer ou à réduire les impacts négatifs sur l'écosystème. Des initiatives comme le compostage à partir des eaux usées ont aussi été prises. Pour développer son

expertise, la Ville s'est associée à l'université de Calgary pour examiner le caractère soutenable du développement de ses quartiers et pour gérer son bassin versant avec un système d'information géographique pour améliorer la santé et la vitalité de la rivière Sheep. (Voir le chapitre 2 sur le concept général de collectivité viable pour en savoir davantage sur l'ensemble des initiatives menées par Okotoks.)

³ William REES et Mathis WAKERNAGEL (éd.). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on Earth*, Philadelphia, Pa., New Society, 1998, p.95-98.

C :

La mise à profit du gain environnemental : Si une personne décide de pédaler plutôt que de prendre le bus, une certaine quantité d'énergie et d'argent est économisée. Si ce gain est utilisé pour acheter un produit qui a nécessité une dépense énergétique supérieure, alors

pédaler par soucis de l'environnement est un effort vain. En d'autres termes, un gain en efficacité énergétique ou une réduction de consommation énergétique ne doit pas devenir un gain économique pour être bénéfique : il doit être investi dans la réhabilitation du capital naturel par le biais de mesures de taxation ou de mitigation.

Les enjeux d'un développement respectueux des ressources ne sont plus seulement de nature environnementale ou technique mais bien sociétaux et relatifs à notre comportement et à nos habitudes de consommation.

Des issues :
le métabolisme circulaire,
l'utilisation de ressources
renouvelables

L'utilisation raisonnée des ressources énergétiques

Si l'on considère la nature des énergies utilisées dans le métabolisme urbain, les activités humaines consomment majoritairement des ressources énergétiques épuisables ou non renouvelables. Ces énergies sont aussi appelées énergies fossiles. Il s'agit principalement de minerais comme le charbon, de produits dérivés du pétrole ou encore de gaz naturels.

Deux voies s'offrent à nous : la réduction de la consommation énergétique et l'amélioration de l'efficacité énergétique ou la diversification des sources d'énergie en faveur des énergies renouvelables (réduction de la dépendance aux énergies fossiles). Les principales énergies renouvelables sont l'énergie éolienne, solaire, hydraulique et géothermique (voir la section 6.3). Elles possèdent plusieurs avantages dont celui d'être généralement moins polluantes, ce qui leur vaut l'appellation d'énergies vertes.

Boucler les cycles

De nombreuses réflexions sur la modification du métabolisme actuel des villes s'inspirent du fonctionnement des écosystèmes naturels. Tendre vers un métabolisme circulaire devient alors un leitmotiv ; un système où les produits de dégradation de la matière et de l'énergie issues du métabolisme d'un organisme sont des ressources pour d'autres organismes ou retournent dans le milieu physique. En effet, le propre du milieu naturel est de fonctionner selon des cycles complets ou fermés (prélèvement, utilisation, restauration et rejet) par opposition à des cycles incomplets ou ouverts où les rejets sont inexploités et accumulés. La question porte ainsi sur la valorisation des déchets du métabolisme urbain soit par réutilisation au sein du même métabolisme soit par un autre écosystème, rural par exemple.

Les écocycles urbains, la constitution d'une réponse

The Natural Step Framework est un cadre de réflexion développé par un chercheur suédois en cancérologie, Karl Henrik Robèrt, qui permet à tout regroupement

ou organisation d'adopter une ligne de conduite soucieuse du développement durable. Il repose sur des lois scientifiques fondamentales et prône l'intégration du métabolisme de notre société aux cycles naturels terrestres. Une organisation, *The Natural Step* (www.naturalstep.org), est responsable de sa promotion.

Quatre conditions, ou principes, sont avancées dans ce concept :

- 1- Les substances ou matières extraites de l'écorce terrestre ne devraient pas augmenter dans l'écosphère ou dépasser le rythme de leur réincorporation dans l'écorce terrestre.
- 2- Les substances produites par notre société ne devraient pas s'accumuler dans l'atmosphère ; elles devraient s'intégrer aux cycles naturels ou retourner à la terre.
- 3- Les bases de la productivité et de la diversité de la nature ne devraient pas être diminuées.
- 4- L'utilisation efficace et adéquate des ressources devrait répondre aux besoins humains.



Les applications du *Natural Step Framework* se multiplient, notamment dans les entreprises suédoises comme *Electrolux*, *JM Constructions* et *IK&A* où l'adhésion aux principes découle d'un processus de décision consensuelle et

d'éducation du personnel. Les écocycles urbains s'intègrent au *Natural Step Framework* et constituent des voies prometteuses, tant sur le plan de l'identification de nouvelles sources d'énergie qu'en termes d'échange de

matière, et mettent de l'avant la nécessité de réfléchir au développement de synergies et de complémentarités entre les différents éléments de l'écosystème urbain entier.

ÉTUDE DE CAS

LE RÉTABLISSMENT D'ÉCOCYCLES ENTRE LA VILLE ET SON ARRIÈRE-PAYS À YSTAD, SUÈDE

Le district municipal de Ystad, en Suède, compte 15 000 habitants dans la ville d'Ystad et 10 000 dans sa périphérie rurale. Le projet d'écocycles de cette municipalité a pour but premier de rétablir les cycles naturels d'utilisation des terres et des ressources entre les villes du district et leur arrière-pays et de faire valoir les connaissances et pratiques locales. Il possède ainsi une dimension environnementale et une dimension sociale.

Cette initiative repose sur deux idées fondamentales, soit :

- ☞ la conviction que les productions alimentaires et le traitement des déchets et de l'eau doivent se faire à une échelle locale ;
- ☞ la conviction que les citoyens doivent être impliqués pour favoriser la conscientisation environnementale et le changement des comportements.

Le rétablissement de cycles naturels entre les portions urbaines et rurales du district à l'intérieur du comté se décline en cinq points :

- ☞ Le traitement des déchets : réduire la quantité de déchets amenée à l'incinérateur régional en collectant les déchets biodégradables des ménages, des industries et des restaurants pour en faire du compost ou produire du biogaz à l'aide de digesteur.
- ☞ Le traitement de l'eau de pluie et des eaux usées : soustraire les eaux de pluies du système de traitement des égouts en les collectant et en favorisant leur infiltration dans des bassins, étangs ou marais locaux.
- ☞ Le verdissement de l'environnement : replanter des arbres de façon à réduire le caractère monoculturel du paysage et gérer les parcs de façon à augmenter la diversité des espèces.
- ☞ La production alimentaire locale : dynamiser la production alimentaire locale et les marchés locaux en fournissant un service logistique et promotionnel de façon à augmenter la distribution locale des produits et leur fraîcheur, à faire valoir la production régionale et à réduire les dépenses énergétiques liées au transport et au conditionnement des produits.
- ☞ La bioénergie des terres agricoles : alimenter le système de chauffage urbain avec des biogaz issus du traitement des déchets biodégradables provenant de la ville et des déchets combustibles issus des exploitations agricoles locales, ce qui leur confère un revenu supplémentaire.

Une des forces de cette stratégie est l'intégration de dimensions sociales et économiques qui permettent de renouer avec une relation traditionnelle entre ville et campagne, tout en rendant plus durable le développement de la municipalité. ■

6.2

La préservation de la qualité de l'air

Les préoccupations relatives à la pollution de l'air peuvent être à la fois locales et globales. En effet, si l'impact le plus palpable des émissions de polluants atmosphériques concerne avant tout la santé humaine dans les grands centres urbains, il n'en demeure pas moins que d'autres impacts, plus globaux et donc souvent moins perceptibles comme le réchauffement accru de la planète, doivent aussi faire l'objet d'une attention particulière. Suite à la question de la qualité de l'air à l'échelle locale, celle concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre sera abordée dans cette section.

La réduction de la pollution atmosphérique en milieu urbain

La qualité de l'air en milieu urbain est influencée par de nombreux facteurs, que ce soit la présence d'industries, la circulation automobile ou la direction et la vitesse des vents. Lorsqu'on analyse la qualité de l'air, on mesure la concentration d'un certain nombre de polluants. Parce que ceux-ci peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et l'environnement, il importe de connaître leurs origines de même que les effets qu'ils engendrent afin de pouvoir agir de façon plus éclairée.

**Tableau 6.1 :
Caractéristiques et effets des principaux polluants atmosphériques en milieu urbain**

CO Monoxyde de carbone	Les gaz d'échappement des véhicules automobiles sont la principale source de ce gaz inodore, incolore et sans goût. Le CO s'infiltré dans le sang et nuit au transport de l'oxygène vers les organes et les tissus humains. Les premiers symptômes d'intoxication grave sont une vision trouble et une diminution des réflexes. Une intoxication légère peut aggraver l'état des personnes ayant des problèmes cardiaques ou une maladie pulmonaire.
CO ₂ Dioxyde de carbone	Le dioxyde de carbone est émis lors de toute combustion. La production industrielle et les émissions des automobiles constituent une source importante de CO ₂ , ce qui entraîne un problème écologique de taille, en l'occurrence l'accentuation de l'effet de serre. Les humains et les plantes produisent également du gaz carbonique lors de la respiration. Le dioxyde de carbone n'est pas considéré comme un gaz dangereux, mais une augmentation de sa concentration dans l'organisme conduit à une modification du pH (acidité) et à des effets sur le métabolisme cellulaire.
NO _x Oxydes d'azote	L'expression NO _x provient du fait que le monoxyde d'azote (NO) est instable et se transforme progressivement dans l'air en dioxyde d'azote (NO ₂). Si le monoxyde d'azote semble peu toxique, le dioxyde d'azote peut favoriser les maladies respiratoires, les effets étant plus prononcés pour des valeurs élevées, même avec une courte exposition, que pour des valeurs plus basses subies de façon chronique et longue. Les oxydes d'azote interviennent notamment dans le phénomène des pluies acides (qui a d'innombrables effets nuisibles sur l'environnement, notamment l'acidification des lacs et la corrosion des métaux). Le NO _x peut également attaquer les métaux et les matériaux (corrosion et décoloration) et dégrader la végétation. Les émissions de NO _x proviennent majoritairement du secteur des transports et, dans une moindre mesure, de celui de l'énergie. Il est contenu dans tous les gaz de combustion.

SO₂

Dioxyde de soufre

Ce gaz est incolore et son odeur rappelle celle des allumettes brûlées. Une concentration élevée de dioxyde de soufre peut nuire à la respiration, causer des maladies respiratoires et aggraver des problèmes cardiaques et pulmonaires. Les personnes qui souffrent d'asthme, de maladies pulmonaires chroniques ou de troubles cardiaques sont particulièrement incommodées par des concentrations élevées de SO₂. Le dioxyde de soufre ravage les cultures et le feuillage des arbres. En outre, le SO₂ (et les NO_x) contribue à la formation de précipitations acides. Tout comme le dioxyde d'azote, le SO₂ contribue à la formation d'aérosols acides, des particules très fines qui irritent les poumons.

COV

Composés organiques volatils

La famille des composés organiques volatils regroupe plusieurs milliers de composés (hydrocarbures, solvants, etc.) aux caractéristiques très variables. Si une part non négligeable de ces composés est d'origine naturelle, les transports, les activités industrielles et domestiques (application de peinture, nettoyage, pesticides) sont aussi des sources importantes de COV. Outre leur impact direct sur la santé (certains sont toxiques ou cancérogènes), les COV interviennent dans le processus de production d'ozone troposphérique.

O₃

Ozone troposphérique

Un gaz incolore et à forte odeur qui résulte de l'action photochimique du soleil sur les composés organiques volatils et les oxydes d'azote. On peut en trouver de fortes concentrations durant les périodes estivales chaudes et brumeuses et il est le principal élément du smog photochimique. L'ozone irrite les poumons et nuit à la respiration. Des concentrations élevées d'ozone provoquent des serremments de poitrine, une toux et des sifflements. Contrairement à l'ozone stratosphérique qui nous protège des effets néfastes des rayons ultra-violet, l'ozone troposphérique nuit aux plantes, aux animaux et aux êtres humains.

Particules en suspension

Ce sont de minuscules particules de matières solides ou liquides qui restent en suspension dans l'air sous forme de brume, de poussières, d'aérosols, de fumée, de vapeurs, de suie, etc. Les particules de moins de 10 micromètres de diamètre peuvent pénétrer dans les poumons et entraîner des maladies pulmonaires. De plus, les particules en suspension contribuent à salir les matériaux, à user les métaux, à ravager la végétation et à réduire la visibilité.

Le smog : sa nature, son processus de formation et ses effets

Outre les polluants et leurs caractéristiques propres, la combinaison de certains d'entre eux peut également produire des effets nocifs pour l'environnement et la santé humaine. C'est le cas du smog. Le terme « smog » provient d'une combinaison des mots *smoke* et *fog* (fumée et brouillard). Le smog est une brume jaunâtre ou brunâtre constituée de divers polluants atmosphériques, dont le principal est l'ozone troposphérique. L'ozone se forme au ras du sol lorsque les oxydes d'azote et les

composés organiques volatils réagissent aux rayons du soleil. En été, lorsque les journées sont chaudes et ensoleillées, l'air stagnant empêche les polluants de se dissiper. Ceux-ci s'accumulent et réagissent au rayonnement solaire, entraînant la formation d'ozone au sol. Les niveaux de smog atteignent leur maximum au milieu de l'après-midi, puis diminuent rapidement en soirée à mesure que le soleil baisse.

La température et le climat ont donc une incidence sur les niveaux de smog. La pluie peut assainir l'air des polluants à l'origine du smog, mais l'eau de pluie devient alors contaminée. Le vent peut également

chasser le smog, mais si une ville est entourée de collines ou de montagnes, le flux d'air est bloqué et les niveaux de smog risquent d'augmenter. Le smog se retrouve généralement autour des villes, mais les conditions des vents et du temps peuvent le déplacer sur de longues distances. Les provinces de l'Atlantique de même que le corridor Windsor-Québec héritent, par exemple, de l'air pollué des centres urbains industrialisés situés sur la côte-est étasunienne.

Le smog peut endommager les récoltes et la végétation. Les pertes agricoles dues au smog sont évaluées à 70 millions de dollars par année en Ontario et à 9 millions en

Colombie-Britannique. Les périodes de smog peuvent également entraîner de graves problèmes de santé publique. Les effets immédiats sur la santé peuvent aller d'une irritation des yeux, du nez et de la gorge aux malaises de poitrine, à la

hausse du taux de crises d'asthmes et du taux d'hospitalisations pour malaises respiratoires. Les personnes sensibles aux effets irritants du smog peuvent manifester des symptômes après une ou deux heures à l'extérieur.

Si le smog se compose essentiellement d'ozone troposphérique, lui-même formé d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils, les principales mesures de mitigation du smog consisteront à limiter l'émission de ces polluants.

Tableau 6.2 : Quelques types d'actions pouvant limiter les polluants responsables du smog

- ☞ favoriser l'utilisation du transport en commun, le covoiturage, et l'utilisation de moyens de transport alternatifs plutôt que la voiture individuelle;
- ☞ mettre sur pied un programme d'inspection des gaz d'échappement et du système antipollution des véhicules automobiles ;
- ☞ établir des normes plus sévères pour les émissions industrielles;
- ☞ encourager la mise en œuvre de programmes et de mesures d'efficacité énergétique aux niveaux résidentiel, commercial, industriel et institutionnel;
- ☞ restreindre l'utilisation de pesticides en milieu urbain.

L'îlot de chaleur urbain

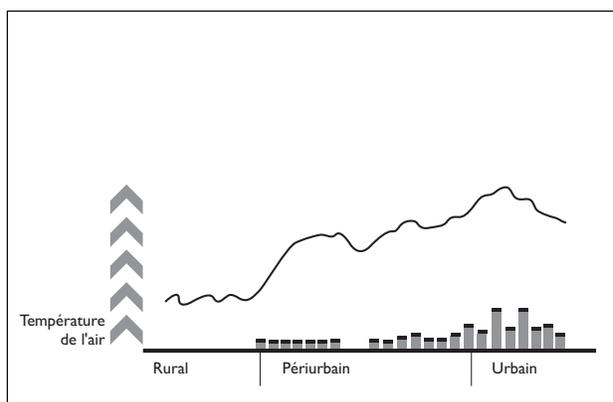
L'îlot de chaleur urbain est un autre phénomène fréquemment observé dans les villes. L'effet d'îlot thermique est produit par l'imperméabilisation des sols ou la construction de bâtiments, ou lorsque la végétation naturelle est remplacée par des surfaces qui absorbent l'énergie et la renvoient sous forme de chaleur, comme les toits et les murs de bâtiments et les rues et les trottoirs. Une pollution de l'air importante peut également entraîner un effet de serre local. Ainsi, dans les villes, les températures seront supérieures de

plusieurs degrés à celles des régions rurales avoisinantes (en moyenne de 3°C à 8°C).

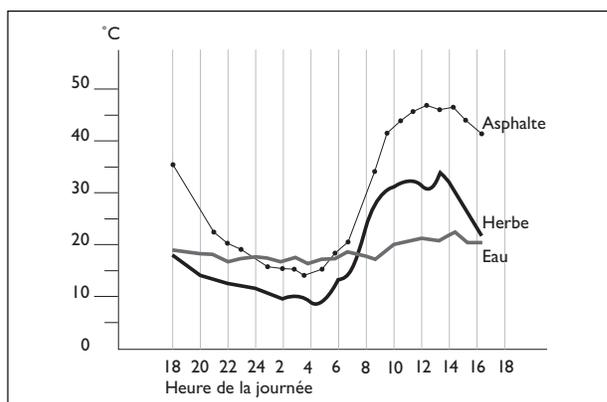
Selon une étude récente réalisée par *Environnement Canada* et plusieurs partenaires du secteur privé, les jardins sur les toits (voir le chapitre 9 sur les collectivités saines et vertes) et les jardins verticaux (sur les murs) aident à régulariser la température en milieu urbain. De la même façon, le fait d'aménager ou de préserver des espaces verts en milieu urbain et de favoriser la plantation d'arbres et d'arbustes aide à réduire les températures ambiantes et contribue à l'absorption des polluants, en

plus de tous les autres avantages liés à la présence de végétaux en milieu urbain (voir aussi le chapitre 9 à ce sujet).

En terminant, il faut souligner que certaines provinces et municipalités canadiennes ont mis en œuvre des programmes et des actions spécifiques pour améliorer la qualité de l'air en milieu urbain. Plus particulièrement, les cas de Hamilton-Wentworth et de Richmond Hill, en Ontario, de même que la *Patrouille anti-smog* de l'Ontario et le programme *Air Care* en Colombie-Britannique sont à noter.



Variation de la température moyenne avec le degré d'urbanisation



Variation de température de différentes surfaces.

Adapté de: Anne W. Spim, *The Granite Garden*, 1984.

DES INITIATIVES CANADIENNES EN MATIÈRE DE QUALITÉ DE L'AIR

L'initiative de Hamilton-Wentworth en gestion de la pollution atmosphérique et en amélioration de la qualité de l'air :

Le conseil régional de Hamilton-Wentworth a adopté, en 1992, un programme visant le développement durable de la région (*VISION 2020 - The Sustainable Region*) comme base pour la prise de décision. La région s'est ainsi engagée dans un processus global devant l'amener à devenir une collectivité plus viable.

VISION 2020 touche une grande variété de sujets (voir le chapitre 4 sur les approches globales pour un aperçu général), mais en matière de qualité de l'air, elle vise à assurer à la région une qualité d'air supérieure à ce que l'on trouve dans toutes les grandes zones urbaines d'Ontario. Ce but ne peut par contre être atteint qu'avec une connaissance accrue des principaux polluants atmosphériques et de leurs sources. De ce fait, Hamilton-Wentworth a commencé en 1995 à analyser les principales sources de pollution, à déterminer les priorités de la gestion de la qualité de l'air et à formuler des recommandations. À l'aide d'une approche fondée sur la collaboration entre divers partenaires, une évaluation complète de la situation a été rédigée et publiée dans un rapport en 1997. Le *Comité pour l'amélioration de la qualité de l'air de Hamilton-Wentworth* a été créé en 1998 pour donner suite aux recommandations du rapport. De ce fait, plusieurs actions ont été entreprises pour améliorer la qualité de l'air dans la région. Que ce soit la plantation d'arbres, une meilleure gestion du transport routier ou la tenue d'une conférence internationale sur la qualité de l'air, toutes les actions ont conduit à une amélioration de la qualité de l'air et de l'environnement au niveau régional. Cette approche novatrice de développement durable et de gestion de la pollution atmosphérique est d'ailleurs devenue une référence et un modèle à suivre pour de nombreuses agglomérations à travers le monde.

Pour en savoir plus :
www.vision2020.hamilton-went.on.ca

Le Clean Air Initiatives de Richmond Hill :

Entre 1993 et 1998, la ville de Richmond Hill en Ontario a subi une croissance du nombre d'alertes au smog. Pour contrer ce phénomène, le conseil municipal a inclut, en 1998, un plan d'action d'assainissement de l'air dans le plan directeur de la municipalité. De ce fait, Richmond Hill a mis sur pied une série d'initiatives visant à assainir l'air et à augmenter la sensibilisation du public à la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, de même qu'à réduire les émissions au niveau municipal et dans le milieu commercial. Les principaux objectifs du plan d'action étaient formulés comme suit :

- ☞ réduire les émissions de polluants reliés à la formation du smog de même que les émissions de gaz à effet de serre;
- ☞ encourager l'adoption de moyens de transport alternatifs;
- ☞ offrir de la formation aux employés municipaux, aux entreprises ainsi qu'à la communauté en général pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

La mise en œuvre du plan d'action s'est faite en trois étapes principales :

- ☞ formation d'un comité, dirigé par le service technique municipal et les travaux publics, regroupant des représentants de six autres comités afin de promouvoir les différentes initiatives;
- ☞ mise sur pied d'un plan d'action standard afin de réduire la production de polluants de l'air à chaque alerte au smog;



☞ adoption de diverses autres mesures favorisant le covoiturage (places de stationnement privilégiées, etc.), l'intermodalité, l'utilisation du transport en commun et de la bicyclette (casiers, douches, sentiers récréatifs, etc.) ainsi que le télétravail.

Parmi les principaux succès enregistrés on note :

- ☞ une hausse du nombre d'employés pratiquant le covoiturage. Le pourcentage est passé de 0 % à 9 %;
- ☞ une augmentation importante du nombre d'employés utilisant le transport en commun (hausse de 300 %);
- ☞ une participation intéressante des employés au projet *Laissez votre voiture à la maison* en 1999 (64 participants).

Pour en savoir plus :
www.town.richmond-
hill.on.ca

Richmond Hill est l'une des municipalités gagnantes du *Prix des communautés viables 2000* de la *Fédération canadienne des municipalités*.

La Patrouille anti-smog de l'Ontario et le programme Air Care de la Colombie-Britannique :

La *Patrouille anti-smog* est l'un des moyens qu'emploie le gouvernement de l'Ontario pour assainir l'air. Elle constitue l'unité de contrôle des émissions de véhicules du *ministère de l'Environnement*. Elle a deux objectifs : cibler les véhicules qui polluent excessivement et enseigner aux automobilistes qu'ils peuvent combattre le smog en conduisant un véhicule dont le moteur est bien réglé. La *Patrouille anti-smog* est opérationnelle toute l'année, mais surtout en été car la hausse de la température fait généralement baisser la qualité de l'air dans la province. La *Patrouille anti-smog* contrôle les routes de toute la province. Entre l'été 1998 et juin 2001, elle a mené plus de 9 000 inspections préliminaires, analysé près de 1 500 voitures et camions et délivré plus de 1 400 contraventions. La violation des normes en matière d'émissions et l'altération du système d'échappement des gaz est sanctionnée par des amendes de 305 \$ pour les véhicules légers et de 425 \$ pour les véhicules lourds, dans le cas d'une première infraction.

Tout comme l'Ontario, la Colombie-Britannique impose une inspection annuelle (programme *Air Care*) pour la plupart des véhicules circulant sur son territoire. De cette façon, on s'assure que les émissions des véhicules automobiles se situent en deçà des normes canadiennes. Entre 1992 et 1999, le tiers des voitures inspectées étaient considérées hors normes du point de vue des émissions polluantes et ont dû subir une mise au point. Les résultats de ce programme sont remarquables. En plus d'une réduction de 30 % des émissions polluantes pour le tiers des véhicules inspectés, la consommation de carburant dans la région a chuté de 29 millions de litres. ■

La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)

L'effet de serre est un phénomène naturel qui maintient une température clémente à la surface du globe. Sans lui, elle serait inférieure à la moyenne actuelle de 33°C, soit -18°C⁴. Ce phénomène est lié aux rayonnements solaires et à la présence normale de gaz atmosphériques au

comportement particulier des GES (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane, oxydes d'azote, ozone). Une fraction des rayonnements solaires franchit l'atmosphère et réchauffe la surface de la Terre qui se met alors à émettre de la chaleur sous forme de radiations infrarouges. Une partie de cette chaleur émise est captée dans l'atmosphère par ces GES, contribuant ainsi au réchauffement, le reste s'échappant dans l'espace.

L'augmentation de la concentration de ces gaz observée actuellement amplifie ce phénomène et contribue ainsi au réchauffement de la planète. Les activités humaines et leurs rejets de GES naturels et synthétiques (hydrocarbures halogénés, chlorofluorocarbones) en sont les responsables directs. On distingue couramment cinq natures de gaz à effet de serre produits par les activités humaines⁵. Le tableau qui suit donne quelques unes de leurs caractéristiques.

4 ENVIRONNEMENT CANADA. 2002. www.changementsclimatiques.gc.ca/info

5 OCDE. *Le réchauffement planétaire : dimension économique et stratégies des pouvoirs publics*, Paris, OCDE poche, 1995, p. 39.

**Tableau 6.3 :
Caractéristiques des gaz à effet de serre (GES)**

Part des émissions, en 1990, de GES agissant directement sur l'amplification du phénomène	Sources	Potentiel d'absorption de la chaleur sur 100 ans	Temps moyen de dégradation
DIOXYDE DE CARBONE (CO ₂) 64,2%	déboisement et modification de l'utilisation du sol, production de ciment, consommation d'énergie (combustion de carburants fossiles)	1	120 ans
MÉTHANE (CH ₄) 19,3%	lieux d'enfouissement sanitaires, consommation d'énergie (transport) et utilisation de gaz naturel, élevage animal, rizières, combustion de biomasse, eaux usées domestiques	21	14,5 ans
OXYDE NITREUX (N ₂ O) 4,0%	combustion de combustibles fossiles, épandage d'engrais, processus industriel, défrichage des terres, production d'acide, combustion de biomasse	310	120 ans
CHLOROFLUOROCARBURE (CFC) 9,5%	activités industrielles, production du froid, aérosols, agents moussants, solvants	de 8 500 à 4 000	102 ans
AUTRES HYDROCARBURES HALOGÉNÉS 2,9%	activités industrielles		

Le dioxyde de carbonique (CO₂) constitue une cible préférentielle des politiques de lutte contre les changements climatiques car il est, en proportion, celui qui contribue le plus au réchauffement de la planète. Les pays de l'OCDE, de l'ex-Union Soviétique, de l'Europe centrale, la Chine et l'Inde constituent les principaux producteurs de CO₂. (84% en 1990).

Les principales sources d'émissions de GES sont le secteur des transports, les activités industrielles et la production d'électricité et de combustibles fossiles. Elles contribuent aux changements climatiques aux échelles planétaire et régionale. Leurs impacts économiques, sociaux et environnementaux potentiels sont importants :

- ☞ l'élévation de la température moyenne de l'atmosphère, provoquant des vagues de chaleur prolongées et plus fréquentes, des incendies et une diminution de l'humidité des sols, des modifications des précipitations pouvant entraîner sécheresses, inondations et perturbations des réseaux hydrographiques, la modification des vents dominants et l'apparition de phénomènes météorologiques violents et plus fréquents.

- ☞ l'élévation de la température moyenne des océans, entraînant une fonte de la calotte glaciaire des pôles, une modification des courants marins, une perturbation des écosystèmes aquatiques et une élévation du niveau de la mer menaçant de submersion des zones côtières ou littorales accueillant 60% de la population mondiale et 65% des villes de plus de 2,5 millions d'habitants⁶;

- ☞ un épuisement des sols, des déséquilibres au sein des écosystèmes terrestres, une réduction de la croissance et de la fertilité, une fragilisation de certaines espèces vivantes;

- ☞ une dégradation des conditions sanitaires liée à l'appauvrissement des ressources alimentaires, en eau douce et de la qualité de l'air, des hausses de mortalité liées à l'élévation de la température et aux modifications de la répartition géographique des maladies;

- ☞ des impacts économiques liés à la destruction d'établissements urbains par des événements météorologiques néfastes, des phénomènes nuisant à l'agriculture, à la pêche et à l'exploitation des ressources naturelles (matières premières, énergie).

6 UNESCO. 2002. www.unesco.org/csi/

La prise de conscience internationale

De nombreuses incertitudes subsistent quant aux incidences et aux coûts réels des changements climatiques. Même si les actions préventives sont largement prônées, l'efficacité des efforts déployés

reste incertaine. Cependant, face à l'ampleur des dommages envisageables, un accord sur des objectifs de stabilisation des émissions nationales au niveau de 1990 a été signé par 157 pays à Rio, en 1992. Des plans nationaux ont depuis été adoptés pour respecter cet engagement. Il s'agit de la

Convention cadre sur les changements climatiques des Nations Unies (CCCNU) dont l'intention est d'adopter des mesures immédiates.

Trois types de mesures y ont été identifiés :

Tableau 6.4 : Trois types de mesures pour contrer le problème des changements climatiques

- ☞ des mesures d'atténuation ou d'élimination des émissions : réduction à la source des émissions (promotion des énergies renouvelables, efficacité énergétique, etc.);
- ☞ des mesures de limitation ou de compensation : actions permettant de limiter les effets de l'augmentation des gaz à effet de serre (plantation d'arbres, enfouissement du gaz carbonique, etc.);
- ☞ des mesures d'adaptation : modification des pratiques et activités humaines pour tenir compte des changements climatiques (nouveaux plans d'utilisation des territoires riverains, design urbain et résidentiel tenant compte des variations climatiques possibles, etc.).

Les limites évoquées précédemment donnent priorité aux deux premiers types de mesures. Suite à la CCCNU, les signataires se sont réunis régulièrement et, en décembre 1997 à Kyoto au Japon, 159 pays ont approuvé un protocole juridiquement contraignant qui prendrait

effet lorsque 55 pays représentant 55% des émissions de GES l'auraient ratifié. Le protocole de Kyoto vise une réduction de 5,2% des émissions de gaz à effet de serre des pays industrialisés d'ici 2008-2012.

Un des plans de lutte contre les émissions

de GES les plus ambitieux observé dans la communauté internationale est celui du Danemark, baptisé *Energy 21*. Il se concentre essentiellement sur le système de production et de distribution national de l'énergie.

ÉTUDE DE CAS

ENERGY 21 : PLAN NATIONAL AMBITIEUX DE LUTTE CONTRE LES ÉMISSIONS DE CO₂ (DANEMARK)

Lancé en 1996, *Energy 21* est un plan national danois qui vise, d'ici 2005, une réduction de 20% des émissions de dioxyde de carbone par rapport au niveau de 1988. À plus long terme, le gouvernement danois souhaite réduire, d'ici 2030, les émissions de GES de 50% par rapport à 1990. Pour atteindre cet objectif, il souhaite réduire l'utilisation des ressources naturelles et les impacts sur l'environnement liés à la production énergétique, tout en sécurisant l'approvisionnement du pays ainsi que son économie et son niveau d'emploi dans ce secteur.

Le plan est structuré autour de sept champs d'action: nouvelle structure pour les secteurs de l'électricité et du chauffage, systèmes énergétiques, énergies renouvelables, exploitation des ressources gazières et pétrolières du pays, conservation de l'énergie et augmentation de l'efficacité énergétique, recherche, développement et transport. Une place importante est attribuée à la contribution des énergies renouvelables, particulièrement l'éolienne et la biomasse par le biais du *Programme de développement des énergies renouvelables*.



Photo : Vivre en Ville.

Le Danemark souhaite en finir avec sa dépendance au charbon pour la production d'électricité. Cette filière assurait 75% de la production d'électricité en 1995. L'énergie d'origine éolienne constituait 8% de l'énergie produite en 1998. L'objectif est de porter cette part à 50% d'ici 2030, soit une puissance de 5 500 MW, dont 75% *offshore* (au large), assurant 50% de la production d'électricité et 25% de l'énergie consommée sur le plan national. Cinq principaux parcs éoliens *offshore* doivent être installés en haute mer pour produire 750 MW d'ici 2008 et 4 000 MW d'ici 2030. Le prix de vente de cette énergie sera concurrentiel. Avec la confirmation des résultats attendus de ces projets viendra l'élaboration de méthodes d'entretien plus économiques. Le gouvernement danois voit également dans la production d'énergie éolienne une occasion de développer une expertise technologique et commerciale dans le domaine.

Le Danemark s'est aussi fixé des objectifs élevés en matière de production énergétique à partir de biomasse. L'exploitation de la biomasse issue de la culture ou de déchets d'exploitations forestières contribuera à augmenter de 35% l'utilisation de sources d'énergie renouvelables d'ici 2005. Les autorités se sont dotées de plusieurs outils législatifs afin de faciliter l'intégration de la biomasse dans le système de production d'énergie et d'assurer, par exemple, la conversion de 350 unités de chauffage de 250 kW et plus d'ici 2005. *Energy 21* comprend également un volet visant le développement de l'énergie solaire.

Cette stratégie du gouvernement danois s'est également enrichie de nouveaux éléments fort pertinents au cours des années, comme des taxes sur l'énergie et sur le CO₂, mesures vers lesquelles la Suède s'était déjà orientée depuis le début des années 1990. ■

Des stratégies et mesures aux échelles locales et régionales

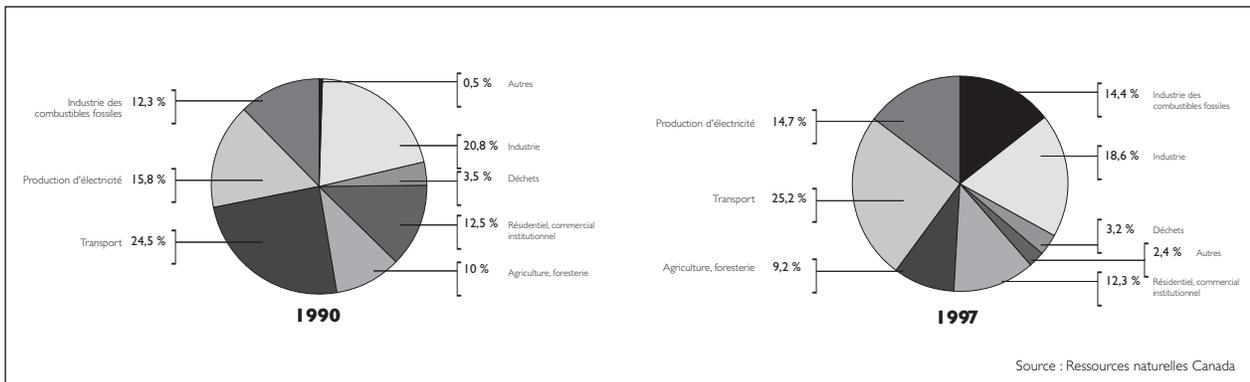
L'élaboration de plans de réduction des émissions de GES par les autorités locales

L'élaboration d'une politique de protection du climat repose en grande partie

sur un plan de réduction des émissions de GES. Elle s'accompagne dans la plupart des cas de la création de structures qui veillent au développement de mesures et d'actions et qui assurent une coopération entre les municipalités et/ou organismes et qui encouragent la création de réseaux d'échange de compétences et d'informations.

Près de la moitié des émissions de GES des pays occidentaux relève du contrôle direct ou indirect des gouvernements municipaux. En effet, les villes regroupent la majorité de la population et des activités. Près de 400 collectivités à travers le monde ont déjà fait preuve de leadership en adoptant des plans de réduction des gaz à effet de serre⁷.

Les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre sont les suivantes :



8 CITY OF PORTLAND & MULT NOMA COUNTY, *Local action plan on global warming*, Portland, 2001. www.sustainableportland.org

Tableau 6.5 : Principales étapes de l'élaboration d'un plan local de réduction des émissions de GES

- ☞ l'identification des sources d'énergies utilisées par les différents secteurs d'activités (résidentiel, commercial, institutionnel, industriel, transport, agriculture, foresterie, déchets) et leur quantification ;
- ☞ l'identification et la quantification des émissions de gaz à effet de serre et des sources émettrices par secteur et par source d'énergie ;
- ☞ l'élaboration d'un scénario de réduction des émissions à partir de différents objectifs testés (acceptabilité des coûts et potentialités technologiques) et l'évaluation des impacts associés à la qualité de vie et de l'environnement ;
- ☞ l'élaboration de mesures selon les objectifs fixés pour chaque secteur ciblé (efficacité énergétique, promotion des énergies renouvelables, etc.) ;
- ☞ le développement de recommandations, de recherche et de programmes d'interventions (soutien financier, etc.) pour atteindre ces objectifs.

ÉTUDE DE CAS

LA STRATÉGIE DE PROTECTION DU CLIMAT DE FREIBURG, ALLEMAGNE

En janvier 1995, la Ville de Freiburg a constitué une commission regroupant experts, services et autorités publiques pour élaborer une stratégie d'ensemble de protection du climat. Ce travail conjoint a conduit à adopter en 1996 un objectif de réduction de 25 % des gaz à effet de serre d'ici 2010. L'orientation principale de ce plan de protection du climat repose sur l'adoption de mesures d'atténuation tenant compte des ressources financières limitées de la Ville.

Les interventions proposées sont toutes issues d'un désir de réduire la demande énergétique. La Ville est consciente du lien qui existe entre demande énergétique et production de gaz carbonique. Un bilan pour les différents secteurs a permis d'identifier des cibles de réduction des émissions de GES et des potentiels de réduction selon quatre types d'initiatives :

- ☞ des mesures de conservation de l'énergie permettant d'atteindre 51 % de l'objectif de réduction, en particulier dans les différents parcs immobiliers ;
- ☞ la construction de centrales de cogénération devant participer à 28 % ;
- ☞ le recours aux énergies renouvelables (14 %) et particulièrement à l'énergie solaire ;
- ☞ des mesures en transport (7%), comme l'extension des réseaux de tramway et de bus, ainsi que des programmes pour favoriser le transfert modal de la voiture individuelle vers les transports publics.

Ce potentiel de réduction est décliné à l'échelle de chacune des actions menées. Il est important de mentionner qu'à cette démarche ont été associés plusieurs associations et regroupements publics et privés en habitation, des institutions publiques (écoles, hôpitaux, bâtiments administratifs), certaines entreprises et des instituts de recherche. ■

La réduction des émissions de GES concerne de nombreux domaines :

- ☞ le développement urbain et la planification spatiale ;
- ☞ l'efficacité énergétique et la conservation des ressources ;
- ☞ le transport et les télécommunications ;
- ☞ les énergies renouvelables et les nouvelles technologies de production énergétique ;
- ☞ la gestion des matières résiduelles ;
- ☞ les industries et les entreprises ;
- ☞ les forêts et les puits de carbone ;

- ☞ la recherche et le développement, la création de réseau de compétence ;
- ☞ l'éducation et la sensibilisation pour la conservation et l'économie de l'eau ;
- ☞ le financement d'initiatives pour la réduction de GES.

La priorité est souvent donnée aux actions d'efficacité énergétique, en particulier au sein des instances élaborant ces plans (amélioration énergétique des bâtiments et équipements municipaux ou encore des flottes de véhicules). L'exemplarité est souvent invoquée pour légitimer et rendre visibles les actions des services publics.

Les dimensions de la région ou de la collectivité influencent le choix des stratégies envisageables. Des campagnes de sensibilisation sont intéressantes dans de petites collectivités, comme l'a montré la ville de Perth en Ontario⁹ (collectivité rurale de 6 000 hab., initiative *ecoPerth*), alors que les incitatifs financiers et la publicité semblent rejoindre plus efficacement les objectifs dans de grandes agglomérations. Des fonds peuvent ainsi être créés pour financer, en association avec le secteur privé, des stratégies de conversion énergétique.

ÉTUDE DE CAS

L'INITIATIVE DE PORTLAND (OREGON) POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES

Portland est une précurseuse en matière de réduction des GES. En 1993, elle était la première ville des États-Unis à adopter un plan de réduction de ses émissions en gaz carbonique. Elle n'a cessé depuis d'améliorer ses engagements, en collaboration avec des organisations à buts non lucratifs, des entreprises et des institutions publiques. En 2001, le Comté de Multnomah s'est rattaché à la Ville de Portland pour adopter un plan d'action local sur le réchauffement global (*Local Action Plan on Global Warming*). L'objectif général de ce plan est de réduire de 10 % les émissions régionales de GES d'ici 2010, ce qui permettrait de stabiliser le taux d'émission à ceux de 1990 conformément au *Protocole de Kyoto*, mais qui ne permettrait pas de participer à la réduction des concentrations présentes dans l'atmosphère.

Ce plan comprend six domaines comprenant un ou plusieurs objectifs, qui renvoient à des séries d'actions ciblées selon deux échéances, 2003 et 2010, et qui sont répartis en 47 actions gouvernementales et 74 initiatives communautaires. Les actions gouvernementales sont des mesures internes à prendre au sein des gouvernements de la ville de Portland et du comté de Multnomah. Les initiatives communautaires s'adressent à l'ensemble de la population, des commerces et des entreprises de la ville et du comté.

Les six domaines du plan sont les suivants :

- A - politique, recherche et éducation ;
- B - efficacité énergétique dans les bâtiments : diminuer la consommation énergétique dans les résidences, commerces, industries et bâtiments publics ;
- C - transport, télécommunications et accès : réduire les distances parcourues pour chaque véhicule (en recourant entre autres aux nouvelles technologies pour diminuer les besoins de déplacements), améliorer l'efficacité des moteurs et favoriser le transfert modal ;
- D - ressources énergétiques renouvelables : assurer les nouveaux besoins en énergie à partir de ressources renouvelables ;

⁹ SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUE ET DE LOGEMENTS. « Ecopertth : une petite collectivité rurale réagit contre le changement climatique », *Le point en recherche série socioéconomique*, n° 82, juin 2001.



- E - réduction des matières résiduelles et recyclage : réduire la production de déchets, réutilisation et recyclage, favoriser l'achat de produits offerts dans des contenants recyclables ;
- F - foresterie et puits de carbone : améliorer la qualité et la diversité de la foresterie urbaine, maximiser la plantation des bonnes espèces aux bons endroits, éduquer la population aux bienfaits des arbres.

Chaque action ou initiative contenue dans le *Plan d'action local sur le réchauffement global* est évaluée selon son potentiel. Elle est indiquée de une, de deux ou de trois planètes, ce qui équivaut à des potentiels de réduction de moins de 10 000 tonnes, entre 10 000 et 100 000 tonnes et de plus de 100 000 tonnes. Cet effort de lisibilité permet à chacun d'inscrire son geste dans ce contexte d'intervention global. En effet, les autorités accordent une très grande importance à la participation de chaque citoyen au processus de réduction des gaz à effet de serre. Certaines initiatives antérieures de la Ville ont déjà porté leur fruit. Portland a été déclarée meilleure ville étasunienne du recyclage en février 2001 par *Waste News* (enquête sur les taux de recyclage réalisée dans les 30 plus grandes villes des États-Unis). ■

Pour en savoir plus :
www.sustainableportland.org

Tableau 6.6 : **Des ressources supplémentaires, pour les municipalités du Québec, en matière de réduction des émissions de GES**

Nouveau guide du MAMSL :

Le *ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir* doit publier un guide pour la réduction des émissions de GES spécifiquement à l'intention des municipalités.

Pour en savoir plus : www.mamsl.gouv.qc.ca

Le projet de la *Fondation québécoise en environnement* et de l'UMQ :

« En collaboration avec l'Union des municipalités du Québec (UMQ), la *Fondation québécoise en environnement* entreprend la réalisation d'un important projet sur la réduction des émissions de GES pour le secteur municipal québécois. Le but du projet est d'établir un portrait des sources des émissions de GES pour les municipalités et de proposer des plans stratégiques visant une réduction de ces émissions. »

Pour en savoir plus : www.solutionges.com

Le programme *Partenaires dans la protection du climat (PPC)* de la *Fédération canadienne des municipalités (FCM)* :

« Le programme *Partenaires dans la protection du climat* réunit un certain nombre de gouvernements municipaux et régionaux de tout le Canada, qui ont décidé de travailler ensemble à la réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle locale. Le programme a pour objectif premier d'encourager les municipalités à entreprendre une démarche réfléchie de réduction des émissions. »

Pour en savoir plus : www.fcm.ca/french/national/programs/club/index.html

Le *Fonds d'action pour le changement climatique (FACC)* du *gouvernement du Canada* :

« Le FACC a pour but d'appuyer les mesures hâtives visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre [...]. Par l'entremise du FACC, le *gouvernement du Canada* agit de façon concrète et immédiate afin de faire participer les gouvernements, les entreprises, les collectivités et les Canadiens à la lutte contre le changement climatique. [...] Le budget fédéral 2000 a prolongé le financement du FACC pour trois années additionnelles, soit jusqu'en 2003-2004. »

Pour en savoir plus : www.climatechange.gc.ca/french/actions/action_fund/index.shtml

Logiciel de la SCHL :

La *Société canadienne d'hypothèques et de logement* a élaboré un logiciel pour estimer la production de gaz à effet de serre du déplacement urbain selon les caractéristiques des quartiers (aménagement, localisation, données démographiques, etc.). Un rapport de la SCHL sur cet outil (« Émissions de gaz à effet de serre du transport urbain : Instrument d'évaluation de la durabilité des quartiers », *Le point en recherche*, Série socioéconomique, n° 50.) est disponible en format PDF à l'adresse Internet suivante :

www.cmhc-schl.gc.ca/publications/fr/th-pr/socio/socio050.pdf

Mesures pour les entreprises et les organisations

Les entreprises et les organisations peuvent établir des plans d'action et des programmes de réduction de leurs émissions de GES. Souvent, leurs démarches passent par l'utilisation de personnes ressources ou d'entreprises spécialisées, comme *Natural Step*, et l'établissement de partenariats, comme *Climate Wise* (programme de partenariat avec les entreprises de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis). De plus, des ressources financières sont souvent disponibles

auprès d'instances publiques. Le terme *carbon neutral* est employé pour qualifier les entreprises et les organisations qui ont réduit au minimum, voire complètement, leurs émissions de CO₂.

Les objectifs d'un plan peuvent être¹⁰:

- ☞ la maximisation de l'efficacité énergétique des systèmes et des bâtiments ;
- ☞ la réorganisation du transport des employés et des marchandises (programme employeur, etc.) ;
- ☞ la réingénierie des processus et

l'installation de systèmes pour capter les émissions de GES (filtres, etc.) ;

- ☞ la production ou l'achat d'énergie provenant de sources renouvelables ;
- ☞ la vérification des engagements des fournisseurs ou clients au profit de ceux qui possèdent des plans de réduction de leurs émissions de GES.

Un des principaux moteurs de telles stratégies est l'équation qui tend à prouver que l'adoption de mesures de réduction des émissions de GES (efficacité énergétique, énergie renouvelable, valorisation des déchets, etc.) est une source d'économie et donc un gain économique.

ÉTUDE DE CAS

MESURES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES DANS LES ENTREPRISES ET GAINS ÉCONOMIQUES

En 1998, l'implantation de deux systèmes de récupération et de traitement des gaz émanant d'un réservoir a permis à *Northstar Energy Corporation* de réduire ses émissions de GES sur son unité pétrolière de Halkirk (Alberta, Canada). Leur traitement permet même de les vendre par le biais du *Nova Gas Transmission System*. Une réduction de 3 000 tonnes de GES est ainsi faite par ces actions rentables et transposables à d'autres usines de raffinage de pétrole.

La compagnie étasunienne *Pratt & Whitney*, qui fabrique des moteurs à réaction, a réalisé que les économiseurs d'écran de ses 5 000 ordinateurs lui coûtaient 200 000 \$US par année, et cela pour des moniteurs non utilisés. Par le biais de la sensibilisation du personnel et par l'installation de compteurs électriques consultables, ils ont réussi à réduire de 234 000 \$US annuellement leur consommation électrique et leurs besoins en climatisation. Leur investissement initial de 3 600 \$US a permis de réduire leurs rejets de CO₂ de 2 800 tonnes. ■

Mesures en transport

Le secteur des transports est une source majeure d'émission de gaz à effet de serre. Certains chiffres sont probants, comme aux États-Unis où 993 millions de tonnes de CO₂ sont rejetées annuellement par les véhicules, ce qui équivaut aux émissions cumulées de l'Italie, de la France et de l'Espagne¹¹. Les mesures de réductions des émissions de GES dans ce domaine cherchent principalement à limiter le

nombre de kilomètres parcourus par les véhicules motorisés. Ces mesures concernent particulièrement :

- ☞ la planification du territoire et l'intégration entre aménagement urbain et transport: choix stratégiques concernant la localisation des projets de développement ou de redéveloppement urbain; promotion de développements urbains mixtes, compacts et axés sur les piétons et les transports en commun (aussi appelés *TOD*, pour *transit-oriented development*); création de
- ☞ la réduction du trafic : promotion des modes de transports collectifs et alternatifs; covoiturage; programmes employeur; développement des conditions qui permettent le télétravail; péages autoroutiers; gestion serrée des stationnements dans les quartiers centraux; etc.

voies en site propre pour les transports en commun et création d'axes majeurs d'investissement et de développement le long de celles-ci; etc.

¹⁰ Guy DAUNCEY et Patrick MAZZA. *Stormy Weather, 101 Solutions to Global Climate Change*, Gabriola Island, New Society Publisher, 2001, pp. 170-171.

¹¹ ICLEI. *Portland, United States, Intergration of transportation and land-use policies*, Case study 36, Toronto, ICLEI, feuillet.

④ les améliorations technologiques des véhicules : systèmes de limitation des émissions de polluants ; réduction de la consommation de carburant ; utilisation de nouveaux carburants ; etc.

La réduction des émissions de GES concerne également la construction des nouvelles infrastructures de transports. De nombreux matériaux peuvent être réutilisés ou recyclés, comme les pneus dans la construction de nouvelles

chaussées. Des projets de verdissement des emprises de tramways voient aussi le jour. (Pour un portrait beaucoup plus complet des problématiques liées aux transports et des mesures possibles pour favoriser les transports durables, voir le chapitre 8.)

ÉTUDE DE CAS

DIVERSES INITIATIVES NOVATRICES QUI RÉDUISENT LES ÉMISSIONS DE GES DANS LE DOMAINE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DES TRANSPORTS

Les normes antipollution en Californie :

Cet État fait figure de leader américain en terme de véhicules peu polluants avec une loi qui vise l'introduction de 10% de véhicules à émission zéro dans le parc automobile californien d'ici 2003. En 1998, il y en avait déjà 40 000.

En avril 1999, le *Partenariat California Fuel Cell* était lancé pour faire la promotion des véhicules fonctionnant avec des piles à combustible (hydrogène). Il regroupe 28 partenaires, principalement des constructeurs automobiles, des producteurs pétroliers, des institutions gouvernementales et des fabricants de piles à combustible. Trois phases, développement (1999), démonstration (2000-2001) et démonstration amplifiée (2002-2003), doivent permettre de confirmer le potentiel d'implantation commerciale de ce type de véhicules. Plus de 50 véhicules personnels, 20 bus et une station d'alimentation sont intégrés au programme.

La production solaire d'hydrogène, Allemagne :

Un projet similaire existe à Neunburg vorm Wald en Allemagne, où *Solar-Wasserstoff-Bayern GmbH (SWB)* développe un système de production solaire d'hydrogène en vue d'une application industrielle. L'exploitation menée en collaboration avec différentes entreprises et ministères depuis 12 ans a permis d'aboutir à un prototype fonctionnant en parfaite sécurité et de tester une série de véhicules fonctionnant avec de l'hydrogène.

Un train alimenté par l'énergie éolienne, Calgary (Alberta) :

Une des initiatives les plus intéressantes, *Ride the Wind*, est le fait de la Ville de Calgary qui s'est associée avec *ENMAX Energy Corporation* et *Vision Quest Windelectric Inc.* pour alimenter son *Transit's C-Train* avec de l'électricité d'origine éolienne. Dix nouvelles éoliennes de 660 kw assurent la production des 21 000 MWh que consomme ce système de transport en commun. Ce dernier est responsable de 50% des besoins électriques des équipements de transport public de Calgary. Les éoliennes remplacent le charbon et le gaz naturel utilisés jusqu'alors. Cette innovation réduit de 21 000 tonnes les rejets de dioxyde de carbone du système et évite des émissions de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azotes. ■

6.3

La préservation de l'énergie

L'exploitation d'énergies fossiles dépasse à l'heure actuelle la vitesse de reconstitution de ces ressources naturelles. Les menaces que constitueraient un épuisement ne sont pas acceptables et sont une limite à leur utilisation future. Cette limite se justifie également par les conséquences négatives de la consommation sur la qualité de l'environnement et du cadre de vie humain.

La perspective de nouvelles crises énergétiques a rendu nécessaire l'intégration de la maîtrise de l'énergie au développement du territoire. Les réseaux, les infrastructures et les autres éléments urbains conçus dans un contexte de dépendance aux énergies fossiles sont sévèrement remis en cause. Plusieurs types de réponses existent, comme la promotion de nouvelles sources d'énergies plus durables ou la modification de nos habitudes de consommation.

Favoriser l'usage des énergies renouvelables pour le développement urbain

Les énergies renouvelables sont issues de l'exploitation de phénomènes naturels : le soleil et ses effets directs et indirects (photons, vent, croissance des plantes, chaleur), les forces gravitationnelles (chute d'eau, marée) et la chaleur de la terre (géothermie). On les qualifie de renouvelables car ces phénomènes naturels sont considérés comme inépuisables. Ils peuvent être utilisés en remplacement ou en complément des sources d'énergies conventionnelles, principalement pour produire de l'électricité, de la chaleur, des carburants ou de l'énergie motrice.

Nature des énergies renouvelables

Les types d'énergies renouvelables et leurs applications

On identifie couramment sept sources d'énergies renouvelables à l'origine de nombreuses technologies de production d'énergie :

☞ L'énergie hydraulique peut être utilisée directement comme force motrice ou être convertie en électricité par le biais de turbines installées sur des cours d'eau (barrage, système courant sans

retenue, etc.) ou sur le littoral (exploitation de l'énergie motrice des vagues, de la marée). L'exploitation peut se faire à grande échelle (barrage de 5 000 MW, usines marémotrices) ou à petite échelle (installation alimentant électriquement une résidence ou une usine).

☞ L'énergie éolienne est utilisée pour faire fonctionner des systèmes mécaniques comme des pompes hydrauliques ou pour produire de l'électricité avec des turbines (de quelques kilowatts à 1,5 mégawatt).

☞ L'énergie solaire est généralement exploitée de deux façons, soit en collectant sa chaleur, énergie thermique solaire, soit en convertissant le rayonnement solaire en électricité par le biais d'installations photovoltaïques (quelques watts à plusieurs kilowatts).

☞ La biomasse (bois, matière organique) constitue une ressource provenant essentiellement de l'agriculture et des matières résiduelles. Son utilisation la plus traditionnelle est sa combustion directe. Sa transformation (fermentation, etc.) produit des combustibles comme le méthane (biogaz émanant des décharges), l'éthanol ou le méthanol.

☞ L'énergie thermique océanique repose sur l'utilisation des écarts de température entre l'eau de surface chauffée par le soleil et l'eau profonde froide pour produire de la vapeur qui alimente une turbine produisant de l'électricité. Ce système permet également de produire de l'eau douce.

☞ L'énergie géothermique est essentiellement utilisée à des fins de chauffage par pompage direct d'eau chaude dans le sol ou par l'utilisation de la chaleur

du sol pour réchauffer un liquide ou un gaz.

☞ L'hydrogène peut être converti par des procédés électrochimiques pour produire de l'électricité sans combustion. Les technologies les plus connues sont les piles à combustible, ou *fuel cells* (quelques kilowatts à 0,25 mégawatt).

Maturité des différentes technologies d'exploitation des énergies renouvelables

L'efficacité de plusieurs sources d'énergies renouvelables est déjà prouvée, à commencer par celle de l'hydroélectricité et de la combustion de biomasse. Les technologies éoliennes et solaires ont fait des progrès majeurs durant ces vingt dernières années et des applications leur ont été trouvées dans de nombreux domaines. L'installation de cellules photovoltaïques s'est même vue banalisée dans de nouveaux développements résidentiels.

Des pays comme le Danemark pour le secteur éolien (1 350 MW sur 8 000 dans le monde en 1998) ou l'Allemagne pour le solaire font figures de proue avec leur utilisation répandue et diversifiée de ces technologies. La montée internationale de ces secteurs est perceptible dans des plans nationaux comme celui de la Chine baptisé *Tenth* qui vise la multiplication par cinq de sa capacité éolienne pour atteindre 1,5 GW d'ici 2005. Ces technologies fleurissent dans de nombreux pays

en développement ne possédant pas de réseaux d'approvisionnement nationaux. La Mongolie possède par exemple 13 000 éoliennes de petite taille qui fournissent de l'électricité à 500 000 personnes, soit au quart de sa population, ce qui est mieux que le Danemark.

D'autres sources sont exploitées mais de façon plus locale, comme en Suède où l'on compte près de 280 centrales fonctionnant au biogaz ou à l'énergie géothermique. La production électrique à partir d'hydrogène connaît un essor rapide et commence à trouver des applications réelles avec les piles à combustible dans les secteurs du bâtiment et de l'automobile. L'océanique thermique reste encore au stade du développement avec, pour exemple le plus probant, un projet mené à Nehla (*Ocean Thermal Energy Conversion*, Hawaii).

Position du Canada et du Québec

En 1996, 62% de l'électricité produite au Canada était de nature hydroélectrique et 3,8% provenaient de la combustion de biomasse. Le Canada possède un potentiel solaire non négligeable et selon l'*Association canadienne de l'énergie éolienne*, entre 60% et 80% du potentiel éolien canadien, estimé à 4 500 MW, se trouve au Québec. Le projet du Nordais, parc éolien situé à Cap-Chat et Matane, en Gaspésie, a permis depuis 1999 de quintupler la production d'énergie éolienne au Canada, qui est maintenant de 124 MW. Ce parc de 133 éoliennes de 55 m de haut offre une puissance de 100 MW capable de fournir en électricité 10 000 foyers (5% de la consommation gaspésienne). Un système de chauffage permet aux éoliennes de fonctionner l'hiver quand la demande en énergie est maximale.

L'hydrogène connaît des avancées remarquables. La compagnie *H Power du Canada*, basée à Saint-Laurent, produit déjà des piles de 4,5 kW pour des coopératives agricoles du Midwest étasunien et a mis au point un système d'urgence, *EPAC 500*, capable d'assurer le chauffage d'une résidence pendant deux jours. L'*IREQ*, institut de recherche d'Hydro-Québec s'intéresse aussi au développement de piles à combustible pour de grands édifices comme des hôpitaux, des écoles ou des immeubles commerciaux¹².

Avec l'épisode du verglas de janvier 1998 qui a touché une partie de l'est du Canada et du nord-est des États-Unis, la nécessité d'accroître la stabilité du réseau énergétique est un objectif primordial. Ceci ne se limite pas uniquement à un renforcement du réseau actuel d'approvisionnement mais passe aussi par une diversification des sources d'énergie.

L'utilisation des énergies renouvelables : avantages, contraintes et conditions

Tableau 6.7 : Avantages généraux découlant de l'utilisation des énergies renouvelables

- ☞ **Dispersion et diversification des ressources énergétiques**: l'exploitation des énergies renouvelables est propice à une décentralisation des systèmes énergétiques et à l'exploitation de ressources locales, ce qui favorise une réduction de la demande pour les systèmes de production régionaux.
- ☞ **Flexibilité des technologies**: les installations sont mises en marche selon la demande et font éviter des investissements initiaux lourds. La réduction des échelles de production entraîne des économies d'infrastructures, d'opération et de maintenance qui favorisent une rentabilité à court terme.
- ☞ **Autonomie pour la ville et ses composantes**: avec un approvisionnement unitaire ou à petite échelle vient la réduction de la dépendance envers des sources d'énergie externes. Le développement de solutions locales dans des régions rurales est souvent plus rentable, particulièrement quand il est difficile de les rattacher aux réseaux de distribution et que les coûts de transport sont élevés.
- ☞ **Robustesse**: la robustesse est la résultante des points précédents et elle caractérise l'efficacité des systèmes énergétiques diversifiés reposant en partie sur des énergies renouvelables face à la faiblesse de réseaux nationaux lors d'épisodes comme celui du verglas en 1998 ou de la grande panne d'août 2003.
- ☞ **Sécurité pour l'environnement**: l'exploitation de sources d'énergies renouvelables réduit les dépendances énergétiques actuelles aux énergies fossiles et les coûts environnementaux, sociaux et économiques qui y sont associés. Elle contribue notamment à limiter l'épuisement des ressources naturelles et à la réduction des gaz à effet de serre.

12 Luc DUPONT. « La superstar de l'énergie de demain », section *Science* du journal *La Presse*, Montréal, 25 mars 2001.

Malgré les avantages décrits plus haut, le développement des énergies renouvelables connaît certaines contraintes et limites liées en grande partie aux modifications des systèmes de production et de distribution existants. Le développement d'installations exploitant des énergies renouvelables nécessite leur intégration au réseau actuel d'approvisionnement énergétique et la conversion d'infrastructures et d'équipement existants. De plus, pour des sources de production unitaires, des systèmes doivent être prévus pour permettre de revendre au réseau local des excédents de production. De tels compteurs capables de tourner dans les deux sens sont déjà en place dans 25 états des États-Unis et dans plusieurs pays européens.

La création de marchés d'énergies vertes à grande échelle doit être soutenue par un contexte politique et des plans énergétiques favorables à l'échelle nationale ou régionale, en particulier lorsqu'il existe un monopole des firmes d'approvisionnement énergétique. Le choix de fournisseurs d'énergies renouvelables doit être offert aux consommateurs à des prix concurrentiels, ce qui sous-entend l'intégration des externalités¹³ aux prix des divers types de production d'électricité (coûts environnementaux, sociaux, etc.).

Le caractère renouvelable de certaines sources d'énergie ne doit pas être assimilé à leur durabilité ou leur bénéfice à long terme. Des impacts rattachés à la dimension des installations, aux processus de production et à leur utilisation existent. Certains carburants issus de la biomasse (éthanol, méthanol) constituent des sources de pollution à part entière et reposent sur une exploitation agricole durable encore atypique.

La production d'électricité à grande échelle (barrages hydroélectriques, parcs éoliens, solaires, etc.) nécessite des équipements lourds, des pylônes électriques à l'origine de nuisances. D'autres contraintes se dressent face à l'exploitation de barrages hydroélectriques à grande échelle. En plus d'engendrer des modifications importantes des réseaux hydrographiques et des pertes d'habitats, la décomposition de matières organiques dans les réservoirs génère du méthyl-mercure et émet du méthane (puissant GES). Ces impacts devraient toujours être communiqués et considérés.

La promotion des énergies renouvelables en milieu urbain

Les stratégies de promotion facilitent la progression de ces technologies et en

particulier le développement des marchés qui les supportent. Leur bénéfice économique n'est pas négligeable, le facteur énergétique devenant rapidement limitant dans le budget d'entreprises ou de collectivités. Ces stratégies de promotion peuvent être élaborées à partir des éléments suivants :

- ☞ la création de projets pilotes d'installation, de programme de sensibilisation et d'éducation rendant visible l'utilisation existante ou projetée d'énergies renouvelables;
- ☞ le développement de partenariats et l'appui de la production permettant de plébisciter l'achat d'énergies renouvelables et d'offrir aux consommateurs la possibilité d'acheter ces énergies;
- ☞ la modification des standards dans la construction, la production et l'intégration progressive des nouvelles technologies dans le renouvellement ou la modification des réseaux, ce qui favorise le développement de planifications énergétiques locales en leur faveur;
- ☞ l'incitation à la conversion, par le biais de programmes d'aide économique ou technique, permet de rejoindre les particuliers et le secteur privé. Des subventions ou exemptions de taxes peuvent être accordées aux foyers choisissant des systèmes d'énergie renouvelables.

ÉTUDE DE CAS

LE PROGRAMME PENSER, RESSOURCES NATURELLES CANADA

Instauré en avril 1998, le *Programme d'encouragement aux systèmes d'énergie renouvelables (PENSER)* de *Ressources naturelles Canada* a pour objectif de promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables (solaire, biomasse) pour le chauffage et la climatisation. Il offre un remboursement de 25% (à concurrence de 50 000 dollars) aux agences et ministères du gouvernement fédéral et aux entreprises privées qui font l'achat et l'installation de nouveaux systèmes. L'intervention dans le secteur privé passe par des activités de développement de marché, de campagne d'information et par l'élaboration de programmes de formation technique conjointement avec les associations de l'industrie et d'autres partenaires. ■

Des incitatifs ont permis à l'énergie solaire de se développer dans le nord de l'Europe et en particulier en Allemagne avec

l'apparition du concept de villes solaires comme Freiburg, Berlin, Munich ou Saarbrücken. Le marché solaire allemand

est sensé décupler d'ici 2005 grâce au programme national *100 000 toits* et à la loi sur les énergies renouvelables.

¹³ Voir le glossaire.

FREIBURG : CAPITALE SOLAIRE DE L'ALLEMAGNE

La Ville de Freiburg (198 000 habitants) a la réputation d'être la capitale écologique et solaire de l'Allemagne. Dès 1986, Freiburg et la compagnie fournissant l'électricité et l'eau municipale, *FEW*, ont élaboré une politique de planification énergétique urbaine autour de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. En 1996, lors de l'adoption d'un plan de protection climatique, elles décidaient de continuer à se concentrer sur l'énergie solaire, en particulier son utilisation thermique pour une plus grande réduction des émissions de dioxyde de carbone. Depuis 1993, 30 à 40 installations sont faites chaque année.

Cette promotion comprend des mesures financières incitatives, des campagnes publicitaires, l'animation d'un centre de conseils et l'offre de visites et de coopération en partenariat avec les associations locales. Un réseau local de compétences reconnu en Allemagne s'est développé et accueille entre autres l'*International Solar Energy Society*.



Panneaux solaires des *Tours Solaires* de la gare centrale de Freiburg.



Façade de la *Solar-Fabrik*.

Photos : Vivre en Ville.

Ces efforts ont donné naissance à la définition de la *Région Solaire de Freiburg*, qualifiée d'expérience d'importance mondiale lors de l'exposition universelle 2000. Ce concept comporte sept projets pilotes propres à chacune des différentes facettes que peut prendre la promotion de l'énergie solaire et regroupe une dizaine de bâtiments et/ou installations solaires majeures. Ces sept projets sont les suivants :

- ☞ **L'avenir du travail** : l'avenir du domaine solaire passe par le développement de producteurs et d'entreprises à l'instar de la *Solar-Fabrik*, une entreprise de fabrication de panneaux solaires inaugurée en 1999 qui compte déjà plus de 60 employés.
- ☞ **La participation de la population** : son importance est reprise dans le concept d'usine solaire, *Régio*, qui est composée du réseau de production solaire réparti dans toute la ville et qui regroupe ainsi l'ensemble de la population, des entreprises privées et du secteur public. L'interaction de tous ces agents est symbolisée par le stade de soccer dont le toit est équipé de panneaux solaires.
- ☞ **Le tourisme et la mobilité** : la station centrale solaire (station centrale de transport) fait office de repère et de symbole de la région solaire de Freiburg en accueillant son centre d'information au sein de sa nouvelle tour de 19 étages recouverte de panneaux solaires.
- ☞ **La construction et l'habitation** : le village solaire de Schlierberg démontre l'intégration possible de technologie solaire dans le domaine de l'habitation. Cent cinquante maisons y produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment.



- ☞ **La recherche et le développement** : la clinique universitaire de Freiburg utilise un nouveau système de réfrigération solaire depuis mai 1999, qui lui permet de refroidir des chambres et des équipements dans des laboratoires dermatologiques.
- ☞ **Le financement et le marketing** : le programme de financement solaire offert par FEW subventionne notamment l'installation de capteurs solaires (230 euros du mètre carré) pour les secteurs privé et municipal. Ces subventions sont financées par une augmentation du prix de l'électricité (0,3 eurocent par kW/h).
- ☞ **La formation et l'éducation** : la tour solaire et le centre de formation solaire de la région solaire de Freiburg sont deux centres qui dispensent une formation concernant les technologies solaires et leur implantation.

Avant même d'élaborer ce projet formel de *Région Solaire*, la réussite des actions était déjà palpable. En 1998, 450 compagnies liées à l'énergie solaire étaient implantées dans la région, regroupant 10 000 employés.

La Ville de Saarbrücken (190 000 hab.), aussi située en Allemagne, a une politique similaire depuis le début des années 1980. Avec l'aide de son service semi-public fournissant l'énergie, elle finance les installations solaires à raison de 1 000 DM par kilowatt installé (environ 450 \$US) ce qui couvre, avec d'autres aides régionales, près de 50% de certains projets. D'autres mesures financières incitatives ont été développées, comme des prêts à faibles intérêts ou le rachat des surplus d'énergie produits. ■

Pour en savoir plus :
[www.solarregion.freiburg.de](http://www.solarregion.freiburg.de/index.html)
 /
[index.html](#)

D'autres villes, comme Aalborg au Danemark, ont intégré des systèmes de cogénération¹⁴ alimentés aux biogaz. Ils sont produits à partir de lisiers, de déchets industriels et domestiques et acheminés directement de l'usine de récupération à la centrale de cogénération.

L'efficacité énergétique

Améliorer l'efficacité d'un système sur le plan énergétique revient à intervenir sur les facteurs qui conditionnent sa consommation et chercher à réduire ou à valoriser ses pertes énergétiques. Les mesures d'efficacité énergétique sont généralement justifiées par la réduction des dépenses qu'elles occasionnent. Elles offrent aussi l'opportunité de réduire notre consommation d'énergies fossiles et de tendre vers une exploitation plus durable des ressources naturelles.

L'efficacité énergétique affecte tous les domaines de l'énergie : la production, la distribution et la consommation.

L'efficacité énergétique du bâti

Un bâtiment peut être qualifié d'efficace sur le plan énergétique quand il fonctionne avec des équipements économes (appareils électriques, éclairages, systèmes de chauffage et de climatisations) et que ses pertes énergétiques sont faibles. Au Canada, le chauffage et la climatisation constituent les principales sources de consommation énergétique d'une habitation (67%), suivent l'éclairage (18%) et l'eau chaude (15%); 30% des pertes d'air se faisant au niveau des fenêtres et des portes, 21% au niveau des fondations et 18% au niveau des sorties électriques. L'isolation et l'étanchéité de l'enveloppe bâtie et des fenêtres sont essentielles.¹⁵

Ces mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique doivent être prises en compte dans les secteurs résidentiels mais, plus largement, dans tout le secteur de la construction. Plusieurs types d'initiatives existent :

- ☞ des programmes de rénovation domiciliaire et d'amélioration de bâtiments existants ;
- ☞ des campagnes de sensibilisation de la population ;
- ☞ de la recherche et du développement pour améliorer les méthodes et les normes de la construction.

Les programmes de rénovation domiciliaire et d'intervention sur le cadre bâti

L'amélioration de la performance énergétique d'un logement peut aboutir à des économies substantielles et permet de prolonger la durée de vie des équipements quand leur entretien et le contrôle de leur fonctionnement est fait régulièrement. Les programmes de rénovation domiciliaire sont un mode d'intervention qui permet également de lutter contre la vétusté de bâtiments anciens et d'apporter un soutien aux

¹⁴ Voir le glossaire.

¹⁵ *Environmentally Friendly Options*, brochure publiée par la Ville de Calgary, l'Association des Constructeurs de Maison de la Région de Calgary et la SCHL.

AU QUÉBEC : UN PROGRAMME D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE POUR MÉNAGES À FAIBLE REVENU

En 1999, l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec (AÉÉ) a lancé, en partenariat avec Hydro-Québec, un programme d'efficacité énergétique destiné aux ménages à faible revenu. Il comprend deux volets, le premier visant l'enveloppe thermique des logements, le second l'éducation des consommateurs. Ce programme fait suite à un projet pilote, *Hochelaga-Maisonneuve efficace*, mené auprès de 2 000 ménages entre 1996 et 1998 par *Option consommateur* et Hydro-Québec.

Le programme d'efficacité énergétique est réalisé en collaboration avec des organismes mandatés pour fournir le service. Ils assurent un accueil téléphonique, la prise de rendez-vous et les rencontres auprès des ménages admissibles. Ces services sont offerts gratuitement aux ménages à faibles revenus, localisés dans les secteurs visés par le projet et recevant une facture de chauffage. Les visites sont réalisées par des équipes de deux personnes (un technicien et un conseiller). Le technicien installe des appareils économiseurs d'eau chaude (pompeau de douche à débit réduit, ajustement de la température du chauffe-eau, aérateurs aux robinets) et améliore le calfeutrage du logement (plastification des fenêtres, coupe-froid sur les portes, seuil de porte, clapet pour la sècheuse). Le conseiller suggère des habitudes à adopter pour réduire la consommation d'énergie, comme baisser la température d'une pièce la nuit. ■

Ces programmes peuvent être étendus et proposés directement par les compagnies distributrices d'énergie, comme *Gaz métropolitain* qui propose une vingtaine de programmes d'efficacité énergétique à l'intention des consommateurs de gaz des secteurs résidentiels, institutionnels et commerciaux au Québec. Ces programmes se présentent sous la forme de mesures financières incitatives, d'information, de consultation ou de promotion. Une série

de subventions est offerte pour le remplacement ou l'installation d'équipements au gaz à haute performance avec, par exemple, une offre de 600 \$ pour les particuliers désirant acheter une chaudière à haute efficacité de combustion (85 %). Divers intervenants encouragent également la construction de maisons certifiées *Novoclimat* permettant des économies de chauffage de l'ordre de 25 % et offrent l'inspection et l'analyse des

bâtiments, via le programme *Énergie-Guide*, en vue d'une rénovation de leur enveloppe bâtie.

La sensibilisation et l'éducation de la population

Les mesures d'efficacité énergétique ne se limitent pas à des interventions physiques. Elles concernent également les habitudes de consommation de la population.

UNE INITIATIVE COMMUNAUTAIRE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE EN MILIEU RURAL AU LAC-SAINT-JEAN

Négawatts Production inc. propose une approche communautaire de l'efficacité énergétique qui repose sur la compréhension des avantages personnels et collectifs de mesures d'efficacité énergétique.

En 1998, le projet pilote effectué en milieu rural à Métabetchouan (4 000 habitants), au Lac-Saint-Jean, a démontré que 95 % des ménages avaient continué à appliquer les conseils donnés lors des visites. Chaque foyer ayant été visité trois fois en deux ans.

Entre 1999 et 2001, cette expérience a été reconduite à Laval auprès de 1 744 foyers (5 000 visites). Les conseils d'économie devraient permettre d'économiser 410 000 \$ par an, soit une moyenne de 235 \$ par foyer. Il s'agit d'une réduction de facture de l'ordre de 14 %. Ce projet était financé par l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec, Hydro-Québec et le Fonds d'action canadien de lutte contre les changements climatiques.



Depuis les années 1980, l'intention du président de *Négawatts Production inc.* était de produire des « négawatts » (ou watts non consommés) pour éviter de construire de nouveaux barrages hydroélectriques. Cette motivation est compréhensible en regard des économies qui pourraient être réalisées si de telles campagnes étaient étendues à l'ensemble de la province. ■

Le soutien de la recherche et du développement

L'amélioration des standards constitue un mode d'action direct. L'élaboration des critères de performance adaptés aux contextes climatiques et énergétiques locaux est la condition *sine qua non* de cette amélioration.

Le gouvernement des États-Unis, en

partenariat avec le secteur industriel, a développé le label *ENERGY STAR* qui permet de guider les entreprises et les consommateurs vers une trentaine de catégories de produits plus économes. De tels labels se retrouvent également dans le domaine de la construction sous la forme de normes et de certifications.

Une norme comme *Novoclimat* proposée par l'Agence de l'efficacité énergétique

du Québec regroupe des critères environnementaux plus élevés que les exigences minimales légales. Des contrôles de qualité renforcés, pendant et après les travaux, permettent de certifier les constructions qui y sont conformes, soit celles dont les coûts de chauffage sont censés être inférieur de 25%. (Pour plus d'informations: Agence de l'efficacité énergétique du Québec : www.aee.gouv.qc.ca/section2/novoclimat.htm)

ÉTUDE DE CAS

LA MAISON ENVIROHOME, NOUVELLE-ÉCOSSE

L'entreprise *Cornwell Construction* de Kentville en Nouvelle-Écosse propose un modèle d'habitation unifamiliale de 1500 pieds carrés certifiée R-2000 (norme développée par les Ressources naturelles du Canada et de la *Canadian Home Builder's Association* depuis 1981). Cette maison *Envirohome 2000* a été conçue pour répondre aux besoins énergétiques de ses occupants de façon autosuffisante. Pour y arriver, elle possède des panneaux solaires photovoltaïques d'une puissance de 2040 watts capables d'alimenter les appareils électriques économiques et le système d'éclairage de l'habitation la majeure partie de l'année. En période de demande maximale, lorsque l'installation n'est plus suffisante, l'alimentation électrique se fait via le réseau de *Nova Scotia Power*. En période de surproduction, les surplus sont rachetés par la même compagnie, ce qui permet d'atteindre cet équilibre entre consommation et production annuelles sans avoir eu à développer un système de stockage d'électricité coûteux. Les besoins en chauffage sont assurés de plusieurs façons, à commencer par l'orientation des surfaces vitrées les plus importantes vers le sud. Un chauffe-eau solaire et une pompe géothermique couplée à un ventilateur récupérateur de chaleur couvrent les besoins principaux. En ce qui concerne l'isolation, la maison possède une enveloppe bâtie très étanche, soit une résistance thermique murale R-35, le double d'un mur ordinaire.

Les améliorations proposées par l'*Envirohome* ne se limitent pas à l'efficacité énergétique. Des principes pour rendre cette maison saine ont aussi été mis en pratique pour veiller à la qualité de l'air intérieur et à une faible toxicité de ces constituants. ■

L'intégration de ces nouvelles normes peut être véhiculée par des règlements ou des mesures incitatives (économique, récompense, etc.). La Ville allemande de

Freiburg a par exemple imposé aux 2000 résidences d'un nouveau quartier (Vauban), un seuil de 65 kWh/m² pour leur chauffage annuel, ce qui équivaut quasi-

ment à la moitié de la moyenne en Allemagne. La maximisation du solaire passif a permis en grande partie d'atteindre cet objectif.

L'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU CLOS ST-ANDRÉ, MONTRÉAL

Le Clos St-André est situé en plein cœur de Montréal et est un exemple d'intégration de mesures d'efficacité énergétique dans la conception de logements collectifs. Il s'agit d'un ensemble de 78 logements en copropriété qui a remporté un prix d'amélioration conceptuelle dans le cadre du *Défi IDÉES* que parrainent *Ressources naturelles Canada* et la *Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)*.

L'enveloppe du bâtiment a fait l'objet d'une isolation thermique maximale (mur : R 28 ; toit : R 30) faisant preuve d'une grande étanchéité à l'air et possédant des écrans pare-pluie. La ventilation de l'air au sein du bâtiment est assurée par un système central qui contribue au contrôle de la qualité de l'air. Un ventilateur récupérateur de chaleur permet de réchauffer l'air frais à partir de l'air vicié évacué du bâtiment. Des chauffe-eau centraux à haute efficacité assurent l'alimentation en eau chaude des logements dont chaque radiateur a un thermostat indépendant. La fenestration a fait l'objet d'optimisation avec l'utilisation de double vitrage à faible émissivité et une réduction de la taille des ouvertures du côté nord-est.

Les gains énergétiques du Clos St-André ont été évalués lors de la conception à l'aide de simulations et laissent présager une réduction des dépenses de l'ordre de 50 %. Sa localisation centrale dans Montréal, à proximité des stations de transport en commun (métro, bus, train), contribue à réduire la dépendance automobile de ses occupants et ainsi à diminuer leur consommation énergétique. ■

Autres facteurs d'efficacité énergétique pour les bâtiments

L'aménagement paysager et l'orientation des constructions constituent également

des facteurs potentiels d'économie d'énergie. L'implantation et la répartition des ouvertures permettent de tirer parti de l'apport calorifique et de la lumière du soleil (solaire passif). Idéalement, les ouvertures devraient être plus grandes au

sud-ouest et plus petites au nord-est. L'utilisation d'écrans végétaux (plantation, murs et toits verts, etc.) peut offrir une protection contre les vents dominants en hiver, refroidir l'ambiance des rues en été et réduire l'échauffement

Tableau 6.8 : Synthèse des facteurs contribuant à l'efficacité énergétique d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments

- ☞ isolation adéquate de l'enveloppe du bâtiment et étanchéité des ouvertures (ex. norme *Novaclimat*, certification R-2000) ; aussi, en été, possibilité d'une bonne ventilation naturelle (transversale) ;
- ☞ typologie architecturale comprenant un ou plusieurs murs mitoyens (maisons jumelées, en rangée, appartements, etc.), ce qui limite les pertes d'énergie ;
- ☞ orientation du bâtiment et disposition des ouvertures qui tiennent compte de l'ensoleillement (solaire passif) et des vents dominants ;
- ☞ aménagements paysagers et utilisation d'écrans végétaux (qui coupent des vents dominants en hiver et protègent des rayons du soleil en été) ;
- ☞ utilisation d'appareils et d'équipements à faible consommation d'énergie et d'eau chaude (ex. appareils électriques, éclairages, systèmes de chauffage et de climatisation, chauffe-eau, pommeau de douche à débit réduit) ;
- ☞ habitudes responsables de consommation d'énergie de la part des occupants ;
- ☞ (de façon moins directe) localisation qui minimise la dépendance à l'automobile (proximité des services et du transport en commun, milieu de vie sécuritaire et agréable pour les piétons, etc.).

L'aménagement des quartiers et des petites collectivités

L'intégration de l'efficacité énergétique au design urbain

La planification et l'aménagement de l'environnement construit sont décisifs pour agir sur certains facteurs structurants de la consommation énergétique à l'échelle d'une petite collectivité ou d'un quartier. La plupart des interventions ayant un tel souci visent la densification des tissus urbains existants, pour minimiser l'étalement urbain, et l'adoption de typologies multifonctionnelles et d'une certaine densité pour les nouveaux développements.

D'un point de vue énergétique, la construction de développements résidentiels ayant une densité minimale plus élevée que celle des banlieues traditionnelles est logique et rationnelle. En effet, la perte de chaleur d'un bâtiment est liée à plus de 80% au contact de ses parois avec l'extérieur. Une maison individuelle

de 2 étages perd 20% de plus de chaleur qu'une maison jumelée et 50% de plus qu'une maison en rangée (située au centre, ayant la même taille et les mêmes caractéristiques d'isolation et d'étanchéité)¹⁶. Ainsi, il est clair que privilégier les types de constructions compacts qui possèdent un ou plusieurs murs mitoyens augmente l'efficacité énergétique.

Les développements urbains compacts et mixtes contribuent aussi à réduire la dépendance à l'automobile (en rapprochant entre eux les services, les emplois et les résidences) et favorisent les transports en commun et alternatifs comme la marche et le vélo, ce qui n'est pas négligeable quant à l'efficacité énergétique d'une collectivité. On estime qu'une densité minimale de 35 unités de logement à l'hectare est nécessaires pour que des systèmes de transports collectifs soient viables. De plus, l'aménagement de rues et d'autres espaces publics de qualité est primordial pour offrir un environnement propice à la marche et au vélo. (Pour plus de détails sur l'aménagement urbain et les transports, voir respectivement les chapitres 7 et 8.)

Enfin, il faut souligner l'apport de la foresterie urbaine quant au contrôle et à la diminution de la température urbaine en été et, par conséquent, à la demande en énergie pour la climatisation artificielle. Le verdissement général et progressif des collectivités (tant dans les quartiers existants que dans les nouveaux projets de développement) est donc important. (Voir à ce sujet le chapitre 9 sur les collectivités saines et vertes.)

Pour aider à la prise en compte croissante de telles préoccupations dans l'aménagement urbain et favoriser l'essor de projets de développement urbain novateurs (comme celui présenté dans l'encadré qui suit), des critères d'efficacité énergétique devraient être intégrés dans des normes municipales de construction, de lotissement et de développement des sites revues et bonifiées. Certains instruments d'urbanisme (notamment de nouveaux types de zonage) peuvent aussi être très utiles, voire nécessaires. (Voir à ce sujet le chapitre 5 sur le renouveau de la planification spatiale.)

ÉTUDE DE CAS

BEDDINGTON ZERO ENERGY DEVELOPMENT, ANGLETERRE

BedZed est un développement compact multifonctionnel (50 log/ha, 120 espaces de bureau/ha) conçu sur un ancien site de traitement des eaux usées dans le *Sutton Borough of London*. Ce projet regroupe 82 unités de logement destinées à la vente ou à la location (1 à 4 chambres), 2 500 m² d'espaces de bureaux et de services (magasin, café, garderie, centre de santé, etc.), le tout à proximité d'un parc naturel de 18 hectares et d'équipements sportifs. La gamme de prix des habitations équivaut à celle du marché.

Débuté en 1998, ce projet cherche à réduire au maximum ses rejets de dioxyde de carbone par une faible consommation énergétique, l'utilisation d'énergies renouvelables, l'économie d'eau, la récupération des matériaux, un plan de transport vert et la présence d'espaces verts et naturels. De nombreuses dispositions ont été prises pour atteindre ces objectifs :

☞ Les matériaux préférentiellement recyclables et de sources naturelles renouvelables et/ou recyclées (le bois utilisé provient d'exploitations durables certifiées par le *Forest Stewardship Council*) proviennent d'industries situées à moins de 35 miles, de façon à réduire les impacts liés à leur transport et à supporter l'économie locale.

16 SOCIÉTÉ D'HYPOTHÈQUE ET DE LOGEMENT, Susan FISHER. « Émissions de gaz à effet de serre du transport urbain : Instrument d'évaluation de la durabilité des quartiers », *Le point en recherche Série socioéconomique*, n° 50 - Révision II, 2000.



- ☞ L'autosuffisance énergétique est assurée par l'utilisation de sources d'énergies renouvelables. Une centrale de cogénération de 130 kW fonctionnant avec des copeaux de bois fournit le développement en électricité et en eau chaude. L'utilisation de panneaux photovoltaïques (777 m²) assure une partie de l'alimentation électrique complémentaire des bâtiments et des véhicules électriques en utilisation partagée. Des ventilateurs récupérateurs de chaleur permettent de récupérer de 50 % à 70 % de la chaleur de l'air rejeté et de contribuer à la qualité de l'air des espaces habitables.
- ☞ Une attention particulière a été portée au choix de systèmes et d'appareils économiques afin de réduire la consommation d'eau d'un tiers et de ne pas excéder une consommation de 120 watts par unité de logement. L'eau de pluie est collectée et filtrée pour couvrir 18 % des besoins journaliers ; les salles de bain et les cuisines sont équipées d'appareils économiseurs d'eau (chasse d'eau double, trois et cinq litres, machine à laver économique, etc.). Une unité de traitement biologique assure le traitement des eaux usées et permet d'en réutiliser 60 % pour l'irrigation et pour alimenter les chasses d'eau. Les surfaces imperméables extérieures ont été réduites pour limiter les ruissellements de surface qui sont collectés dans un canal en périphérie du site. Un système de poubelle à trois voies est présent dans les cuisines et sur le site pour atteindre un taux de recyclage de 60 %.
- ☞ La conception et le design architectural des bâtiments contribuent à l'efficacité du développement. Les logements en rangée sont orientés vers le sud pour tirer partie de la chaleur du soleil et sont dotés de vitrage triple. Les canalisations isolées conduisent l'eau chaude à des réservoirs unitaires placés de façon centrale dans les unités, de façon à participer au réchauffement de l'air. Les bureaux situés au rez-de-chaussée sont abrités par les unités de logement et reçoivent un éclairage naturel par le biais de puits de lumière, ce qui évite l'utilisation de systèmes de climatisation. L'isolation haute performance de l'enveloppe bâtie permet de conserver la chaleur issue des équipements électriques en hiver et de conserver la fraîcheur des pièces en été. Les toits des espaces de travail servent de jardins aux logements.
- ☞ Un plan de transport vert propose l'adhésion à un système de voitures communautaires et des services d'épicerie via Internet, en plus des services offerts sur le site. Une installation photovoltaïque de 109 kW produit assez d'électricité pour alimenter 40 véhicules électriques. Le développement se situe également à proximité de stations de tramway.

Pour en savoir plus :
www.bedzed.org.uk/index.htm
www.zedfactory.com/bedzed/

La construction de *BedZed* a débuté en mars 2001 et ses premiers occupants sont arrivés au printemps 2002. *BedZed* est un projet développé par le *Peabody Trust* (grande association de logement londonienne), des consultants environnementaux de *BioRégional*, le *Sutton council's commitment to sustainability* et l'architecte Bill Dunster qui a développé le concept d'énergie zéro. Le projet a reçu un appui financier dans le cadre du programme *THERMIE* de l'Union Européenne. Ce concept architectural est censé réduire de 60 % la demande énergétique et de 90 % la demande en chaleur d'une habitation en comparaison à une construction conventionnelle. Des compteurs ont été installés dans les cuisines pour sensibiliser les résidents à leur consommation. Un suivi du résultat des performances de *BedZed* a lieu pendant les trois premières années. ■

ÉTUDE DE CAS

DES STANDARDS D'AMÉNAGEMENT DE RUE RÉVISÉS, CHICO (CALIFORNIE)

Le Service d'urbanisme de Chico en Californie (29 300 hab.) a révisé en 1994 ses standards de rues résidentielles et commerciales pour en réduire la largeur et ainsi réduire les coûts de maintenance de 12 % et de construction de 16 %. De 40 pieds (12,2 m), la largeur maximale des rues est descendue à 32 pieds (9,7 m). Les rayons de courbure aux intersections ont aussi été réduits passant de 15-20 pieds (4,5 m - 6 m) à 8-10 pieds (2,4 m - 3,0 m).



De telles modifications réduisent les vitesses de circulation et l'importance des ruissellements de surface. La plantation d'arbres entre les trottoirs et la chaussée sur un espace additionnel de 8 pieds (2,4 m) a contribué à une baisse de la température de 5°C à 8°C. Les demandes en climatisation ont ainsi chuté de 10% à 30% entraînant des économies substantielles pour les ménages et une réduction de la demande énergétique de la collectivité. ■

La création de mesures économiques incitatives (comme des exonérations de taxes) ou la sensibilisation des profes-

sionnels responsables de l'élaboration et de l'évaluation des développements sont d'autres formes d'intervention possibles.

Des outils d'aide à la décision, comme des logiciels de modélisation, peuvent aussi les accompagner.

ÉTUDE DE CAS

LE LOCAL ENERGY ASSISTANCE PROGRAM (LEAP), CALIFORNIE : POUR UNE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ACCRUE À L'ÉCHELLE MUNICIPALE

Le *Local Energy Assistance Program (LEAP)* est une initiative de la *Local Government Commission (LGC)* à l'intention des villes et des comtés de l'état de Californie. Le programme offre une assistance technique gratuite en planification énergétique et prône le développement de politiques et de programmes locaux d'utilisation rationnelle des ressources environnementales et économiques. En intégrant de la modélisation informatique, le *LEAP* permet d'évaluer les plans de nouveaux développements résidentiels et commerciaux et leurs impacts éventuels sur la consommation énergétique. Des changements au niveau du design, de la localisation du projet ou du développement sont alors envisageables.

Le programme permet de constater qu'un projet aménagé avec des rues plus étroites et davantage d'arbres permet de diminuer la température au sol du voisinage de 5°C ou 6°C, réduisant ainsi la demande pour la climatisation. Des modifications sont ainsi envisagées pour la dimension des lots, la circulation, l'orientation du bâti, la densité, la présence d'arbres, l'éclairage des rues, l'utilisation d'équipements et de matériaux moins énergivores (chauffe-eau solaires), etc. ■

Les infrastructures (réseaux de chauffage et de climatisation urbains, réseaux d'éclairage urbain, etc.), les équipements et les services publics

Il est important de considérer les améliorations énergétiques qui peuvent être apportées aux infrastructures et aux équipements publics existants.

Une des améliorations possibles (dans des

secteurs relativement denses) passe par la mise en place d'équipements collectifs et en particulier de réseaux de chauffage et de climatisation urbains. Les gains de tels systèmes sont liés à la centralisation des systèmes et aux technologies qu'ils utilisent, comme la cogénération. Celle-ci permet la production combinée d'électricité et de chaleur à partir d'un combustible unique, généralement de gaz. La chaleur générée pour activer les turbines électriques est réutilisée pour assurer le chauffage ou alimenter en eau

chaude un réseau urbain. Des sources d'énergies renouvelables (géothermique, solaire, biomasse) sont aussi employées. La trigénération est une autre technologie qui repose sur le même procédé, mais qui récupère en plus les gaz d'échappement des moteurs et/ou des turbines pour produire du froid. La trigénération permet de convertir jusqu'à 85% (30% à 35% en électricité, 40% à 45% en chauffage et climatisation) de l'énergie dégagée lors de la combustion du carburant contre 30% à 40% dans une centrale thermique

NOUVELLE CENTRALE DE COGÉNÉRATION DE VÄXJÖ FONCTIONNANT À LA BIOMASSE, SUÈDE

La municipalité suédoise de Växjö (52 000 hab.) a remplacé en 1980 son ancienne centrale électrique qui fonctionnait entièrement au mazout par une centrale dont 95 % du combustible est composé de copeaux et d'écorce et 5 % de tourbe. Elle assure le chauffage de l'ensemble de la ville via un réseau de chauffage urbain (130 km) et 35 % des besoins en électricité de la ville. La totalité des cendres issues de la combustion de la biomasse est retournée dans la forêt selon le cycle naturel du carbone. Cette nouvelle centrale, *Scandvik II*, produit annuellement 160 GWh d'électricité et 350 GWh de chauffage, ce qui permet d'économiser environ 50 000 m³ de combustible fossile.

Le gouvernement ainsi que l'expertise de *Växjö Energi AB* qui gère *Scandvik II* ont été deux facteurs décisifs. Le premier pour son appui financier et le second pour son leadership en matière d'utilisation de la biomasse. Ce projet a nécessité un investissement de 49,9 millions d'euros. D'autres réseaux de chauffage urbains sont alimentés par des énergies renouvelables ou des combustibles non fossiles (déchets combustibles) comme à Lund (75 000 hab., Suède), dont le réseau de chauffage urbain est alimenté par une usine géothermique et Ballerup (45 000 hab., Danemark), par de l'énergie solaire. ■

Plusieurs autres types de mesures touchant les infrastructures peuvent améliorer l'efficacité énergétique d'une collectivité, comme l'utilisation de

technologies de supraconduction qui limite les pertes observées au niveau des réseaux électriques et des modifications apportées aux réseaux d'éclairage urbain

qui peuvent amener des économies d'énergie considérables.

AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE L'ÉCLAIRAGE URBAIN, HALIFAX (NOUVELLE-ÉCOSSE)

En 1980, les administrateurs municipaux d'Halifax ont constaté que les ampoules du système d'éclairage urbain souffraient d'un manque d'entretien et arrivaient à terme. L'option choisie fut de remplacer les 11 000 ampoules au mercure de 125 W par des ampoules au sodium haute pression de 70 W en faisant appel à *Nova Scotia Power Corporation*. Cette action initiée en 1981 a pris 5 ans, à raison de 250 000 \$ par an, et s'est étendue au système d'éclairage de Dartmouth, ce qui équivaut au total à 40 000 ampoules. L'investissement initial d'Halifax et de Dartmouth représentait 375 000 \$. Les coûts de fonctionnement des systèmes sont passés de 3 900 000 \$ à 2 250 000 \$, soit une économie annuelle de 1 650 000 \$ et de 783 000 kW. ■

L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments municipaux et des véhi-

cules de service public ou de transport en commun est un autre type courant d'initiatives.

LE CITY ENERGY CHALLENGE DE PORTLAND, OREGON

En 1991, la Ville de Portland (Oregon, États-Unis) lançait le *City Energy Challenge* destiné à réduire les dépenses énergétiques au sein des services publics. L'objectif est de réduire de 1 million \$US une facture de 8,8 millions \$US à l'aide de mesures d'efficacité et de conservation de l'énergie.



Pour bien cibler les interventions, un rapport annuel sur l'utilisation de l'énergie a été publié afin de répertorier les 830 comptes énergétiques utilisés dans les services publics et le secteur des transports. L'équivalent de 1% du montant des dépenses en énergie est versé pour financer les différents projets. Il a permis entre autres de constituer le bureau de l'*Energy Challenge* qui offre de la formation relative à l'environnement et à l'énergie et qui aide les services municipaux à identifier des actions d'amélioration énergétique et à choisir des produits écoefficientes. Un accord pour l'achat d'énergie verte a également pu être passé en 1995 entre la Ville de Portland et la *Portland General Electric*.

Dès juin 1996, ces mesures ont permis d'atteindre l'objectif préalablement établi. Un nouvel objectif, 1,5 million \$US d'économies annuelles, a été fixé pour 2001. Une évaluation sommaire des 2,6 millions \$US investis pour développer et installer les nouveaux équipements économiseurs d'énergie laisse présager la création de 100 nouveaux emplois dans les 3 premières années du programme. ■

Toutes les stratégies ou mesures locales énoncées précédemment peuvent donner

lieu à l'adoption d'un programme d'efficacité énergétique global, et non plus uniquement des interventions isolées. La Ville de Leicester, en Angleterre, en est l'exemple.

ÉTUDE DE CAS

EFFORTS GLOBAUX DE LEICESTER POUR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE (ANGLETERRE)

Leicester (272 000 habitants) a été désignée comme la première ville anglaise de l'environnement en 1990 en raison des efforts qu'elle déploie pour faire la promotion du développement durable. Ces efforts sont faits en collaboration avec différents acteurs institutionnels et professionnels, des organisations volontaires et des habitants. Afin de donner priorité à l'amélioration de la qualité de vie par l'environnement, huit groupes de travail ont été créés pour développer chaque thème abordé dans le programme environnemental de la ville : énergie, environnement bâti, environnement naturel, environnement social, économie et emploi, transport, déchets et pollution, alimentation et agriculture.

L'intégration d'objectifs de durabilité sur le plan énergétique repose sur six types d'améliorations :

- ☞ le développement d'un réseau de chauffage urbain ;
- ☞ le développement de mesures d'efficacité énergétique sur les bâtiments (des interventions ont été faites sur le parc de logement existant et dans de nouveaux développements par le biais de normes de performances imposées, en particulier au sein du nouveau parc de logements sociaux de la ville dont certaines unités sont parmi les plus efficaces en Angleterre) ;
- ☞ une gestion énergétique propre aux secteurs industriels et d'affaires qui constituent une source de demande majeure. Des mesures d'efficacité énergétique y sont prises pour améliorer leur compétitivité par la réduction des coûts énergétiques. Un forum d'échange a été mis en place ;
- ☞ l'information, l'éducation et la sensibilisation comme éléments cruciaux pour la réussite des interventions. La Ville de Leicester fournit de l'information, des conseils sur l'efficacité énergétique et des améliorations environnementales. Un centre de conseil en énergie a été créé et a pignon sur rue au centre-ville. Une campagne pour l'économie d'énergie à la maison encourage les foyers à évaluer l'impact de



l'installation d'ampoules à faible consommation ou d'autres mesures. Une maison de démonstration, *the Eco House*, fournit également de l'information sur l'efficacité énergétique et d'autres aspects environnementaux ;

- ☞ l'amélioration de l'environnement piéton et cycliste et la gestion du trafic réduisent les problèmes de congestion et de pollution. Malgré les impacts faibles de ces mesures, des études plus approfondies pour réduire la dépendance automobile ont conduit à l'identification de mesures plus poussées comme la création d'un système léger sur rail ;
- ☞ la promotion des énergies renouvelables par le biais de campagnes de sensibilisation visant à la fois l'ensemble de la population et des groupes cibles. Les initiatives sont là aussi nombreuses, avec par exemple le projet *LGA 1 000 Solar Roofs* destiné aux bâtiments institutionnels, ou encore la campagne *Plug Into Green Energy* qui suggère aux ménages de s'alimenter en électricité de sources renouvelables.

Toutes ces mesures énergétiques concourent à l'amélioration environnementale de la ville de Leicester et contribuent à l'objectif qu'elle s'est fixé de réduire ses émissions de CO₂ de moitié d'ici 2025 (en comparaison à 1990). ■

Tableau 6.9 : Synthèse des facteurs contribuant à l'efficacité énergétique à l'échelle du quartier, du design urbain

- ☞ compacité de la forme urbaine : densités moyennes suffisamment élevées et utilisation significative de typologies architecturales compactes (jumelées, maisons en rangée, « plex », etc.) pour avoir une incidence positive sur l'efficacité énergétique ;
- ☞ mixité des fonctions urbaines au sein des quartiers : rapprochement des lieux de services, d'emplois et d'habitations ;
- ☞ localisation adéquate du développement urbain (ou des quartiers) : réduction de l'étalement urbain, densification et consolidation des aires urbaines existantes, proximité d'un axe majeur de transport en commun ;
- ☞ foresterie urbaine : présence de nombreux arbres le long des rues, dans les espaces publics et privés et végétation sur les bâtiments (toits et murs végétaux) ;
- ☞ morphologie des rues et des espaces publics encourageant la marche et le vélo : perméabilité de la trame (particulièrement pour les piétons et les vélos), confort et sécurité (trottoirs larges, intersections sécuritaires), encadrement des voies par des bâtiments et des espaces agréables, rues résidentielles étroites pour diminuer la vitesse de la circulation automobile, orientation de la trame de rues et des espaces publics tenant compte de l'ensoleillement, etc. ;
- ☞ efficacité énergétique des réseaux d'infrastructures urbains (éclairage, distribution de l'énergie, réseau de chauffage urbain –

Tableau 6.10 : Synthèse des principaux moyens qu'ont les municipalités pour promouvoir l'efficacité

- ☞ intégrer des considérations d'efficacité énergétique (principes d'aménagement, objectifs) dans les documents de planification de l'aménagement et du développement (plans stratégiques globaux et sectoriels) (Voir les chapitres 4 et 5 sur les approches globales et la planification spatiale.) ;
- ☞ utiliser des instruments d'urbanisme novateurs et appropriés (divers types de zonages) pour favoriser et influencer positivement l'aménagement et le développement (ou le réaménagement) des quartiers (Voir aussi le chapitre 5) ;
- ☞ utiliser des incitatifs économiques pour orienter le développement ;
- ☞ intervenir directement par des projets d'amélioration de l'efficacité des infrastructures et des équipements municipaux (réseaux de transport en commun, flottes de véhicules, éclairage urbain, etc.) ;
- ☞ mettre en place divers programmes complémentaires (foresterie urbaine, rénovations domiciliaires, etc.) et des campagnes de sensibilisation pour la population et les entreprises privées.

L'aménagement du territoire régional (ou métropolitain) et l'efficacité énergétique

À l'échelle régionale ou de l'agglomération, le développement de mesures d'efficacité énergétique repose principalement sur la gestion viable de l'urbanisation et sur l'intégration de la planification urbaine et des déplacements urbains dans une optique de réduction de l'utilisation de l'automobile individuelle et de réduction des distances à parcourir entre les principaux lieux d'emploi et de résidence.

La gestion cohérente de l'urbanisation

Privilégier la restructuration et l'amélioration des secteurs urbanisés au dépend de la construction de nouveaux secteurs périphériques est un principe clé en matière d'efficacité énergétique et, plus largement, en matière de gestion viable de l'urbanisation.¹⁷ En plus de limiter le phénomène de l'étalement urbain, un autre avantage est la préservation accrue des espaces verts régionaux, lesquels ont un rôle important à jouer dans le contrôle du climat à l'échelle régionale et dans la minimisation des besoins en énergie.

Les principaux moyens de gestion de l'urbanisation des autorités régionales sont la planification spatiale stratégique et divers outils comme les périmètres d'urbanisation (et, inversement, les aires vertes protégées), les aires prioritaires de développement (ou de réaménagement), les mesures économiques incitatives et les outils fiscaux. La localisation des équipements régionaux majeurs prend aussi une importance capitale (par exemple, choisir de localiser un nouveau stade ou un nouvel amphithéâtre dans les quartiers centraux et très accessibles plutôt que dans les grands espaces périphériques).

(Pour plus de détails sur la gestion de l'urbanisation, voir le chapitre 7.)

ÉTUDE DE CAS

LA POTSDAMER PLATZ À BERLIN ET LE PARQUE DAS NAÇÕES DE LISBONNE : DEUX EXEMPLES MAJEURS DE RECONSTRUCTION DE LA VILLE SUR ELLE-MÊME

La Potsdamer Platz, à Berlin (Allemagne) est un des chantiers urbains les plus impressionnants engagés en Europe. La reconstruction de ce quartier attenant au centre historique va permettre à la capitale allemande de faire revivre cette ancienne porte d'entrée en en faisant un véritable pôle d'activités pour toute la population. La Potsdamer Platz a pratiquement été rasée lors de la seconde guerre mondiale, état qu'elle a conservé jusqu'à la réunification de l'Allemagne. En 1991, les débuts de l'élaboration d'un plan directeur de reconstruction ont été difficiles. La composition urbaine de ce nouveau centre d'affaires vacillait entre le respect des blocs classiques d'immeubles urbains et l'exubérance de certains éléments du nouveau quartier, comme le *Centre Sony*. La force du projet réside dans l'importance laissée aux espaces publics, déjà largement prisés des Berlinoises, et dans la mixité des fonctions. Des galeries commerçantes couvertes parcourent les différents complexes et relient des espaces comme la Marlene Dietrich Platz, qui comprend des théâtres, un casino, des cinémas et un grand hôtel.

La réussite de cette reconstruction repose sur la place primordiale accordée à la création de rues piétonnes qui tirent profit de la diversité architecturale présente et du fin mélange des activités commerciales, résidentielles et de bureaux. L'intégration de mesures d'efficacité énergétique dans la conception même des édifices à également conduit à des faits marquants comme la couverture de la cour intérieure du *Centre Sony* par un chapiteau.

¹⁷ Surtout quand la croissance démographique d'une agglomération est faible et ne justifie pas de nombreuses expansions.



Le Parque das Nações constitue un autre exemple récent de réaménagement où la mixité prime et où la réappropriation d'une ancienne friche industrielle a été rendue possible. Il concrétise la vision de Lisbonne, capitale du Portugal, qui a su tirer parti de l'exposition universelle qu'elle a accueillie en 1998 en développant ce site de 340 hectares situé le long de l'estuaire de la rivière Tagus. Des aides du fonds de cohésion de l'Union européenne pour la dépollution et la réhabilitation du site ainsi que l'intervention du gouvernement portugais ont été nécessaires. Ce projet de régénération urbaine a fait disparaître abattoirs, raffineries et décharges. Le site se présente maintenant comme un espace de très haute qualité accueillant travailleurs et résidents.

De nouveaux réseaux de transport (train, métro, route) confèrent au projet une grande accessibilité et permettent de redonner à la ville son accès perdu au front riverain. La création d'un réseau urbain de chauffage et de climatisation ainsi que de nouveaux réseaux de communication ont permis de minimiser la consommation énergétique de ce quartier très animé. ■

Les transports et l'intégration de la planification urbaine et des déplacements

Les déplacements urbains motorisés constituent une source de consommation énergétique majeure et les transports représentent donc un secteur où d'importants et de nombreux gains en efficacité énergétique peuvent être réalisés. (Pour des mesures et des stratégies complètes favorisant les transports durables, voir le **chapitre 8**).

Ces déplacements peuvent être réduits par la création de rues piétonnes ou de développements sans automobile. Mais, d'abord et avant tout, la planification du développement de l'agglomération, la conception des quartiers et des espaces publics et la mise en œuvre d'une

stratégie globale des transports à l'échelle régionale sont fondamentales. Les effets à long terme de telles pratiques peuvent être très importants et très bénéfiques à divers points de vue, comme en témoignent des villes comme Copenhague (Danemark) et Stockholm (Suède). Depuis plus d'une cinquantaine d'années, on y exerce une planification intégrée entre l'aménagement des transports durables. Aujourd'hui, leur taux d'utilisation frôle souvent les 70 %. (Voir aussi le **chapitre 8** pour en savoir plus sur l'intégration de la planification urbaine et des transports.)

L'efficacité énergétique, un outil privilégié du développement durable

L'application de mesures d'efficacité

énergétique tend à minimiser la demande en énergie avant de penser à trouver de nouvelles sources énergétiques.

La rentabilisation de l'espace, l'indépendance face à l'automobile, l'efficacité dans l'occupation du sol au profit de la densité et de la diversité des activités sont autant de pistes d'intervention et d'encadrement des réflexions pour les anciens et les nouveaux développements. Ces mesures permettent de réduire la consommation des systèmes et les coûts qui y sont associés. Plus largement, elles permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de mettre à profit des opportunités énergétiques locales. À l'échelle du territoire, les mesures d'efficacité énergétique permettent finalement de structurer et de dynamiser les espaces urbains et les activités

6.4

La préservation et la gestion de la ressource eau

Le Canada est un pays riche en ressources hydriques. Il détient à lui seul 9% des réserves mondiales renouvelables en eau douce et le Québec en recèle 3%. Si les réserves d'eau du Canada et du Québec semblent inépuisables pour plusieurs, des pressions considérables sont pourtant exercées sur les réserves situées à proximité des zones habitées et les conflits entre utilisateurs ne cessent de s'accroître.

La préservation de la ressource eau

Une ressource publique vulnérable et épuisable

Plusieurs facteurs viennent affecter la capacité d'épuration et de renouvellement des écosystèmes et de l'eau : la croissance des populations et de la consommation, le développement de l'infrastructure, les changements de vocation des terres et l'utilisation abusive des sols, la surexploitation des espèces et des écosystèmes, la pollution de l'eau, du sol et de l'air, de même que les variations climatiques.

Dans un premier temps, le cycle hydrologique¹⁸ est affecté par la variabilité naturelle du climat. Aujourd'hui, on constate qu'il suffit d'une fluctuation régionale à court terme du cycle hydrologique pour entraîner une sécheresse ou une inondation localisée. Or, il existe un consensus scientifique selon lequel les émissions de gaz à effet de serre produites par les activités humaines provoquent un réchauffement de notre climat. Qu'advient-il alors dans le futur des réserves en eau ?

L'eau emmagasine l'énergie et contribue à son transfert dans le système climatique. La chaleur provenant de la terre est emprisonnée en partie dans l'atmosphère par les gaz à effet de serre, la vapeur

d'eau étant de loin le plus abondant de ces gaz. Lorsque la vapeur d'eau se condense et entraîne des précipitations, l'énergie accumulée est relâchée dans l'atmosphère. De fait, si les changements climatiques influencent le cycle hydrologique, l'eau peut également agir sur les changements climatiques dans une certaine mesure puisqu'elle occupe le paysage sous plusieurs formes (cours d'eau, étendues d'eau ou accumulations de neige, glaciers, terres humides) et qu'elle renferme une énergie latente. Par l'entremise du cycle hydrologique, l'eau joue donc un rôle fondamental dans le système climatique.

ÉTUDE DE CAS

LE CAS TRAGIQUE DE LA MER D'ARAL

Un cas bien connu : celui de la mer d'Aral. Située entre le Kazakhstan et l'Ouzbékistan, ce lac salé était autrefois le quatrième plus grand au monde par sa superficie de 68 000 km². Suite au détournement des fleuves qui l'alimentaient pour faire l'irrigation de cultures de coton, le niveau de la mer a baissé de 13 m, sa superficie s'est réduite de 40 % et son volume de 66 %. L'une des conséquences majeures de cette perturbation hydrologique est la variation des températures moyennes dans la région. Les températures qui oscillaient auparavant entre -25°C en hiver et +35°C en été sont maintenant de -50°C à +50°C. ■

18 Voir le glossaire.

Puisque le climat et le cycle hydrologique sont liés l'un à l'autre, une perturbation du régime climatique pourrait influencer directement sur :

- ☞ l'écoulement des eaux (variabilité annuelle du niveau des cours d'eau et des aquifères et répartition entre les saisons);
- ☞ la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes;
- ☞ l'incidence des successions d'années sèches ou humides;
- ☞ le taux d'évapotranspiration¹⁹ estivale et la couverture de neige²⁰;
- ☞ la qualité de l'eau;
- ☞ la biodiversité;
- ☞ l'efficacité des ouvrages hydrologiques;
- ☞ la navigation;
- ☞ etc.

Outre la variabilité naturelle du climat, la ressource eau est essentiellement affectée par les activités humaines, activités qui sont régies par certaines lignes directrices. Au Québec, un grand nombre de lois, de directives et de règlements élaborés par les divers paliers de gouvernement régissent les eaux et les infrastructures qui s'y rattachent. En novembre 2002, le gouvernement du Québec a rendu publique sa nouvelle *Politique nationale de l'eau*, document qui propose un nouveau mode de gouvernance de l'eau visant une meilleure mise en valeur et une gestion plus durable de la ressource. Par ailleurs, si le *Code civil du Québec* définissait déjà le statut juridique de la ressource et conférait à l'eau un statut de bien commun (*res communis*), la nouvelle *Politique de l'eau* est venue confirmer ce statut en qualifiant l'eau de patrimoine collectif des

québécois. À cet effet, le gouvernement du Québec compte réviser le cadre juridique de l'eau et développer les outils légaux nécessaires à la mise en œuvre de la nouvelle politique.

La conservation et la préservation de l'eau

Par conservation de l'eau, on entend essentiellement la réduction de la consommation, alors que la préservation réfère plutôt à la qualité de la ressource. La conservation vise l'utilisation efficiente des ressources. En réduisant les volumes de consommation d'eau, on participe activement à assurer la pérennité de la ressource et on réduit dans un même temps les frais de traitement de l'eau potable et les quantités d'eau polluée à traiter, améliorant du même coup l'efficacité des infrastructures hydriques urbaines.

Mesures pour la conservation de l'eau

Les perturbations anticipées, aux niveaux climatique et hydrologique, rendent encore plus importantes la conservation et la préservation de la ressource eau. Au Québec, la disponibilité en eau par personne est estimée à 135 000 m³/an, ce qui correspond à huit fois la moyenne mondiale²¹. Par ailleurs, le Québec est l'un des plus grands consommateurs d'eau au monde et bon premier au Canada avec ses 800 litres par personne par jour ou, plus spécifiquement, 425 litres par personne par jour au niveau résidentiel. En comparaison, la moyenne canadienne de consommation résidentielle en eau potable est de 326 litres par personne par jour²² alors que la moyenne européenne n'est que de 140 litres par jour. À l'échelle de la planète, l'utilisation de l'eau potable a augmenté deux fois plus vite

que la population mondiale au cours du XX^e siècle.

Cette consommation excessive de l'eau peut être liée à plusieurs facteurs sociaux mais la principale cause est probablement le sentiment d'abondance de la ressource qu'ont la plupart des Québécois. En fait, le citoyen se trouve déresponsabilisé face à l'eau. En tant qu'usager, il a rarement l'occasion de se voir directement tenu responsable pour ses actions à l'égard de la ressource hydrique. Cette situation complique grandement l'adoption de mesures d'économie de l'eau potable.

A

Utilisation agricole :

Au Québec, de même qu'en Ontario et dans les provinces maritimes, les précipitations annuelles sont généralement suffisantes pour subvenir aux besoins des différentes cultures. Par contre, dans la région des Prairies, l'irrigation des cultures est souvent essentielle à leur survie. L'irrigation compte pour 85% des prélèvements d'eau reliés à l'agriculture au Canada.

L'agriculture peut également avoir des impacts considérables sur la qualité de la ressource eau. Au Québec, si une baisse a été remarquée dans le nombre d'exploitations agricoles (13% entre 1986 et 1996²³), on a observé une hausse importante de la productivité des superficies en culture. L'usage abusif d'herbicides, de pesticides et de fongicides de même que celui d'engrais chimiques ou organiques peut entraîner une contamination de la nappe phréatique.

Une alternative de choix aux pratiques agricoles actuelles est l'agriculture biologique. Au Canada, le marché des aliments biologiques représente actuellement environ 1% du marché agroalimentaire.

19 Voir le glossaire.

20 On ne peut encore déterminer avec précision quels changements subiront les taux de précipitation mais on prévoit une hausse des précipitations hivernales (et par conséquent un accroissement de l'écoulement lors des débâcles et de la fonte printanière) et une hausse de l'évapotranspiration en été (baisse du niveau des cours d'eau, sécheresses).

21 INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE. Symposium sur la gestion de l'eau au Québec, recueil de textes des conférenciers, vol. 1, 1998, p.20.

22 ENVIRONNEMENT CANADA, Notions élémentaires sur l'eau douce, 2000, p.17.

23 MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 2001. www.agr.gouv.qc.ca

Pour sa part, le Québec compte environ 500 entreprises dont les produits sont certifiés biologiques. Par contre, plusieurs entreprises adoptent ce mode de production sans que leurs produits en portent l'appellation ou qu'ils soient certifiés. Parmi tous les producteurs agricoles enregistrés au Québec, environ 2 000 affirmaient pratiquer l'agriculture biologique et environ 1 000 autres disaient la pratiquer partiellement.²⁴

Petit à petit, la population prend conscience de l'importance d'une alimentation saine et des pratiques agricoles non nuisibles à l'environnement. D'autant plus que des études récentes ont démontré la corrélation entre plusieurs maladies dégénératives et la présence de résidus de pesticides dans l'alimentation ainsi que dans l'eau potable. Aucun pesticide ni fertilisant chimique n'entre dans les pratiques de l'agriculture biologique. Les agriculteurs biologiques préconisent plutôt les méthodes qui valorisent un épandage bien dosé de fumier naturel et de compost, l'emploi de paillis, la rotation des cultures, l'équilibre régional entre les superficies en culture, le cheptel et les aires boisées, ainsi que l'utilisation d'engrais verts. Comparativement aux pratiques habituelles, l'agriculture biologique limite au maximum les risques de contamination des cours d'eau.

B

Pérennité des infrastructures :

Les municipalités ont le devoir de maintenir leur réseau d'infrastructures d'eau (conduites d'aqueduc et d'égouts) en bon état afin d'assurer un service efficace et de qualité à leurs citoyens. Depuis quelques années, les investissements en matière d'assainissement urbain ont surtout servi à l'installation de nouvelles conduites dans les nouveaux

développements résidentiels, industriels ou commerciaux. De toutes les sommes investies annuellement dans les infrastructures hydriques au Québec, un maigre 20% est consacré à l'entretien et à la réfection des conduites. Pourtant, plusieurs conduites existantes ont grand besoin d'une réfection ou d'un remplacement.²⁵

Un nouveau programme favorisant le développement et le maintien des infrastructures municipales a été mis sur pied en avril 2000 par le gouvernement du Québec. Une somme de 175 millions de dollars y a été consacrée et est administrée par *Infrastructures Québec*, un organisme indépendant à but non lucratif. Cette somme est destinée à la construction, à l'amélioration et à la réfection des infrastructures et des équipements municipaux ainsi qu'au développement d'outils de gestion dans les domaines de l'approvisionnement en eau potable, de la collecte et du traitement des eaux usées.

De tels programmes de réfection et d'amélioration des infrastructures hydriques sont certes souhaitables et souhaités des milieux municipaux mais ils se doivent d'être suffisamment rigoureux pour que les fonds servent plutôt à la réhabilitation des réseaux plutôt qu'à leur expansion. La problématique de l'expansion coûteuse des réseaux est étroitement liée à nos choix de société en matière de développement urbain. Une politique ferme visant la consolidation des zones construites permettrait à la fois de limiter l'étalement urbain, de préserver nos ressources naturelles et d'augmenter l'efficacité et la rentabilité des infrastructures municipales et est donc à privilégier.

La tragédie survenue à Walkerton en mai 2000²⁶ a par ailleurs incité le *ministère de l'Environnement du Québec* à procéder à une réévaluation de 2 400 réseaux d'aqueducs sur le territoire québécois, tant privés que publics. De ce nombre, 90 ont dû procéder à des corrections immédiates pour se conformer à l'avis du ministère et ainsi assurer à leur population une eau potable de qualité en tout temps.

Environ 5 milliards de mètres cubes d'eau potable sont produits chaque année au Canada. Le coût total associé à la production de cette eau est de 2,5 milliards de dollars. Or, environ 25% à 30% (et même jusqu'à 60% dans certaines municipalités) de toute l'eau potable produite est perdue dans les réseaux de distribution, ce qui peut représenter environ 650 millions de dollars par année. Dans le secteur de l'eau, on reconnaît généralement qu'un niveau acceptable de fuites peut être de l'ordre de 10% à 15%. Si les fuites représentaient 10% de la production d'eau potable au lieu de 25%, cela permettrait des économies de plus de 350 millions de dollars par an aux services d'aqueducs municipaux²⁷. Un vaste programme de détection et de colmatage des fuites pourrait s'avérer fort utile pour diminuer les coûts et la taille des équipements. D'ailleurs, des études ont démontré que de tels programmes peuvent rapporter jusqu'à trois fois le montant investi. Calgary (Alberta) a instauré un programme de détection des fuites en 1980. Depuis, les fuites des canalisations ont été ramenées de 30% de la production annuelle à 12% et la consommation moyenne par jour par personne a diminué d'un tiers. On estime que le programme a permis d'éviter des frais d'exploitation de 4,1 millions de dollars.

24 Le Québec comptait, en 1996, 36 000 exploitations agricoles.

25 Des études récentes sur l'état des infrastructures de l'eau au Québec, réalisées par l'INRS-Eau et l'INRS-Urbanisation, affirment que 15% à 45% des conduites des réseaux d'égout sont en mauvais état.

26 Des pluies torrentielles se sont abattues sur Walkerton, une petite ville agricole de l'Ontario, entraînant du fumier porteur de la bactérie *E. coli* dans un puit d'eau construit illégalement et contaminant ainsi l'eau du réseau municipal. Normalement, une chloration adéquate aurait dû tuer la bactérie, mais le puit principal de la ville fonctionnait sans chlorateur. Walkerton a connu de ce fait la pire épidémie de *E. coli* au Canada : sept personnes sont mortes et plus de 2 000 autres ont été hospitalisées.

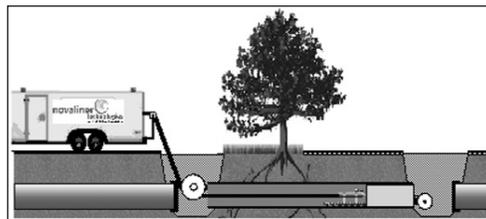
27 Guy FÉLIO (CNRC) et Roger MARESCAL (FCM). *Guide technique national des infrastructures municipales*, 1998, p. 5. <http://irc.nrc-cnrc.ca/fulltext/prac/nrcc42540f.pdf>

INNOVATION QUÉBÉCOISE, NOUVELLE TECHNOLOGIE SANS TRANCHÉE POUR LA RÉHABILITATION DES CONDUITES D'EAU POTABLE

Novaliner technologies, entreprise québécoise spécialisée dans le développement, la fabrication et la mise en marché de technologies en réhabilitation *in situ* de conduites, apporte une solution novatrice permettant de restaurer et de prolonger la vie utile des réseaux d'aqueduc et ce à un coût inférieur aux techniques d'excavation traditionnelle.

La réhabilitation des conduites d'eau potable s'effectue par la construction *in situ* d'une nouvelle conduite étanche parfaitement adaptée à la paroi interne de la conduite existante. Cette technique de pointe est rendue possible par l'utilisation d'un robot-applicateur qui, lors d'une opération de réhabilitation, construit graduellement la nouvelle paroi interne à l'aide d'une polyurée spécialisée. Cette « nouvelle conduite » est préalablement dimensionnée par l'ingénieur du projet pour répondre aux spécifications d'opération du réseau.

Largement utilisées pour les applications d'étanchéité et de contrôle de corrosion, les polyurées ont été introduites sur le marché au début des années 1970 et connaissent depuis un essor fulgurant dans diverses applications d'étanchéité et de contrôle de la corrosion. En regard aux problèmes inhérents à l'étanchéité des réseaux de conduites municipales, les développements récents réalisés par l'équipe de *Novaliner technologies* ont permis de mettre en valeur les propriétés étonnantes des polyurées au profit des gestionnaires municipaux.



Source : Novaliner technologies

Contrairement aux techniques de remplacement conventionnelles, les travaux de réhabilitation *in situ* s'effectuent sans tranchée pour minimiser les impacts socio-économiques sur le milieu. La technique développée par *Novaliner technologies* permet de limiter les coûts d'excavation d'un projet aux besoins d'introduction des équipements dans la conduite. L'utilisation de cette nouvelle technologie de réhabilitation de conduites sans tranchée comporte de nombreux avantages, tant d'un point de vue pratique qu'économique. Elle s'effectue sur des conduites de 10" et plus de diamètre et représente une économie d'investissement en capitaux variant entre 30% et 50% des coûts d'un remplacement conventionnel. Ce procédé minimise les bouleversements dans la communauté tout en diminuant les délais de remise en service des installations. Quant à la nouvelle conduite réhabilitée, la technique a démontré sa capacité à sceller hermétiquement les fissures, petits trous et joints défectueux sans toutefois boucher les branchements utilitaires du réseau d'eau potable. Une conduite réhabilitée par cette technologie aura également pour effet d'améliorer la qualité de l'eau potable en éliminant les dépôts et les nouvelles formations de tubercules sur les parois internes de la conduite tout en réduisant les risques d'infiltration de contaminants externes dans le réseau.

Pour en savoir plus:
Novaliner technologies
(418) 657-1433
info@novaliner.com

Dans un contexte d'optimisation de nos ressources financières, cette nouvelle technologie de pointe ouvre donc toute grande de nouvelles avenues prometteuses face aux problèmes grandissants des réseaux d'eau potable. ■

C

Utilisation domestique :

Dans les municipalités canadiennes, la consommation d'eau au niveau rési-

dentiel peut aller jusqu'à 45 % de la consommation totale. Avec un programme d'économie d'eau adéquat, cette consommation pourrait être réduite de façon substantielle et des économies intéressantes réalisées.

ÉTUDE DE CAS

INITIATIVES CANADIENNES POUR LA CONSERVATION DE L'EAU EN MILIEUX RÉSIDENTIELS

☞ En 1996, la ville de Banff en Alberta a instauré un programme de conservation de l'eau par le biais de la sensibilisation du public et de l'installation de compteurs d'eau et d'appareils économiseurs d'eau. Le programme a permis à la ville de continuer à s'approvisionner en eau potable à partir des quatre puits existants et d'éviter la construction de deux puits supplémentaires pour une économie de 370 000 \$.

☞ La municipalité de Fenelon Falls en Ontario a réalisé des économies de 44 % sur la consommation quotidienne en eau potable par l'installation de compteurs d'eau et d'appareils économiseurs d'eau. ■

Une personne peut consommer quotidiennement de 50 litres à 120 litres d'eau potable seulement en utilisant les toilettes. Afin de réduire cette consommation excessive, on peut opter pour des chasses d'eau à deux niveaux avec lesquelles on peut choisir d'utiliser toute l'eau contenue dans le réservoir ou seulement une partie. Il est souvent possible d'équiper de telles chasses les réservoirs existants. Plus courante en Europe, cette pratique permet des économies de l'ordre de 5 m³ à 7 m³ d'eau potable par personne par année.

D

Sensibilisation du public :

Les campagnes de sensibilisation et d'information sont sans contredit les moyens les plus préconisés par les administrations municipales pour inciter la population à une réduction de sa consommation d'eau. De nombreuses expériences ont été tentées dans une multitude de municipalités à travers le monde, certaines ayant connu quelques succès, d'autres pas. Une campagne de sensibilisation menée seule, sans mesures économiques incitatives ou

autres bénéfiques immédiats pour le consommateur a bien peu de chances de connaître du succès. Par contre, une campagne de sensibilisation accompagnée de l'instauration de contraintes et d'obligations légales intégrées au code de plomberie, la distribution d'appareils économiseurs d'eau de même que des règlements municipaux plus stricts assureront sans doute une diminution significative de la consommation d'eau.

ÉTUDE DE CAS

PROGRAMME DE MESURES ÉCONOMIQUES INCITATIVES AU METROPOLITAN WATER DISTRICT OF SOUTHERN CALIFORNIA

Le *Metropolitan Water District of Southern California* a implanté un programme de mesures économiques incitatives pour amener les gens à remplacer leurs toilettes et leurs machines à laver à forte consommation d'eau. Le programme prend la forme de rabais qui sont octroyés aux consommateurs en échange d'une preuve d'achat d'une toilette à faible volume d'eau ou d'une machine à laver à faible consommation d'eau et d'énergie. ■

LE PROGRAMME WATER SMART DE KAMLOOPS, COLOMBIE BRITANNIQUE

Kamloops (80 000 hab.) est située dans le sud de la Colombie-Britannique. En 1992, elle lançait le programme *WaterSmart* afin de reporter l'expansion et la réfection de ses installations de pompage et de son réseau d'aqueduc. Les installations de pompage avaient atteint leur capacité maximale de 171 millions de litres par jour, lors d'une période de pointe pendant l'été 1987. À l'époque, la Ville estimait que si les taux de consommation n'étaient pas réduits, il faudrait augmenter la capacité de l'usine pour 1997 aux coûts d'environ 15 millions de dollars. Une réduction de 15% de la consommation d'eau pouvait permettre de reporter au moins jusqu'en 2005 l'expansion du réseau d'aqueduc. Dans le cadre du programme *WaterSmart*, plusieurs stratégies ont été mises de l'avant pour sensibiliser le public à l'importance de la conservation de l'eau :

- ☞ restrictions imposées, pendant la période estivale, concernant l'arrosage des pelouses et amendes prévues pour les contrevenants ;
- ☞ étudiants engagés pour patrouiller à bicyclette les rues des secteurs résidentiels afin de repérer les citoyens qui arrosaient illégalement et pour leur rappeler les restrictions en vigueur, leur fournir de l'information sur la conservation de l'eau et répondre à leurs questions ;
- ☞ employés municipaux invités à parler du programme en public et à le faire connaître lors d'événements spéciaux ;
- ☞ interventions et animations en milieu scolaire pour amener les jeunes et leurs parents à adopter des habitudes de consommation d'eau responsables ;
- ☞ diffusion de conseils pratiques et organisation d'un concours en collaboration avec les médias locaux ;
- ☞ promotion pour la conception et l'entretien d'aménagements paysagers qui permettent de conserver l'eau (aménagement xérophytique), par l'aménagement d'un jardin de démonstration.

Le programme *WaterSmart* a permis une réduction globale de 14,5% de la consommation d'eau, ce qui a eu pour effet de réduire de 100 000 \$ par année les frais d'électricité de la Ville et de permettre à celle-ci d'épargner environ 500 000 \$ par année en frais d'intérêt différés, puisqu'elle n'a pas eu à augmenter immédiatement la capacité de son réseau. ■

STRATÉGIE D'ÉCONOMIE D'EAU POTABLE À COPENHAGUE, DANEMARK

À Copenhague (Danemark), dans les années 1980, alors que certains puits ont dû être fermés en raison de la pollution des eaux et que la contamination menaçait un nombre grandissant de puits, la Ville a voulu influencer à la baisse les habitudes de consommation de tous les citoyens. En 1989, un vaste programme d'information et d'intervention a donc été mis sur pied pour réduire la consommation totale annuelle de la grande région. En cinq ans, le programme a mis en œuvre les actions suivantes :

- ☞ En 1989, une première campagne d'information a été lancée pour le secteur résidentiel afin de sensibiliser les consommateurs aux impacts d'une trop grande consommation d'eau et de les informer des possibilités de réduction (affiches sur les autobus, taxis et trains, interventions dans divers médias locaux et distribution de dépliants et d'affiches à travers la ville).

- ☞ En 1995, la campagne s'est poursuivie mais a intégré un élément interactif par le biais d'un concours avec des questions sur l'approvisionnement en eau et la réduction de la consommation. Cette initiative semble avoir connu du succès puisque 35 000 réponses ont été reçues.
- ☞ En 1994, un service d'expertise sur les économies d'eau a été créé. Leurs principales tâches consistent à donner des conseils à des compagnies et des associations de propriétaires, à participer à des comités de travail, expositions et conférences et à publier des guides écrits.
- ☞ De l'information sur les économies d'eau a également été donnée aux intervenants dans le domaine de l'installation des infrastructures hydriques (plombiers, ingénieurs consultants et autres intervenants).
- ☞ Au-delà de l'information et des conseils, le service d'expertise a également été impliqué dans quelques projets concernant l'installation de compteurs d'eau individuels dans les édifices à logements. Des recherches concernant la possibilité d'utiliser de l'eau traitée mais non potable dans les processus industriels sont également menées et on tente d'identifier les industries présentant le plus grand potentiel d'économies.
- ☞ Les équipes de travaux publics sont amenées à inspecter régulièrement et à effectuer des travaux de réparation pour diminuer de façon importante les fuites dans le réseau d'aqueduc.
- ☞ Entre 1989 et 1994, le prix de l'eau a augmenté de 200 %.
- ☞ À ce jour, le programme d'économies d'eau de Copenhague a connu un succès concluant. Entre 1989 et 1994, la consommation d'eau totale de la ville est passée de 45 millions de m³ à 36 millions de m³ soit une réduction de 20 %. ■

ÉTUDE DE CAS

LIVING WISE : L'APPRENTISSAGE DE L'ÉCONOMIE D'EAU ET D'ÉNERGIE PAR LE JEU



Éléments de la trousse *Living Wise*

Living Wise est un jeu interactif sur cédérom développé pour initier les jeunes et leurs parents à la conservation de l'eau et de l'énergie à la maison. Le jeune est amené à se promener à travers une maison virtuelle et à faire des choix éclairés pour réduire la consommation d'eau et d'énergie de la résidence. Outre le jeu lui-même qui renferme une foule d'informations sur ces enjeux, le programme *Living Wise* inclut également un guide complet pour le professeur avec informations et activités éducatives, de même qu'une trousse que l'enfant peut ramener à la maison pour mettre en pratique les connaissances nouvellement acquises. Cette trousse comprend divers appareils économiseurs d'eau et d'énergie tels qu'une pomme de douche à débit réduit, un aérateur de robinet ou encore un thermomètre simplifié pour évaluer la température du chauffe-eau.

Au Canada, et dans un premier temps en Ontario, *Living Wise* est distribué gratuitement par *Conservation Educational Services (CES)* et connaît un franc succès auprès des jeunes et des établissements scolaires. Plusieurs milliers d'exemplaires ont d'ailleurs été distribués depuis 1996. *Conservation Educational Services* vise à court terme la distribution du jeu à travers le Canada et envisage également une traduction en français pour élargir la distribution au Québec. ■

Pour en savoir plus :
www.learntoconserve.com

E

Tarification de l'eau :

Parmi les diverses mesures d'économie de l'eau, la tarification est sans doute la plus controversée. Il existe généralement deux modes de tarification de l'eau potable : les tarifs forfaitaires et les tarifs basés sur la consommation réelle. La tarification forfaitaire est la plus utilisée au Québec, soit dans un peu plus de 80% des cas. Elle consiste à imposer des frais fixes, généralement inclus dans la taxe foncière, pour chaque période de facturation, peu importe la consommation réelle. Cette méthode de tarification est sans aucun doute la plus simple mais elle encourage une consommation excessive de l'eau puisqu'aucun bénéfice individuel immédiat n'est associé à son économie.

La tarification basée sur la consommation implique l'installation de compteurs d'eau chez les abonnés. La tarification peut alors être unitaire, c'est-à-dire que le client paie un prix fixe pour chaque unité d'eau consommée, ou alors progressive, impliquant que le tarif à l'unité augmente par blocs successifs de consommation. Comparativement à la tarification forfaitaire, la tarification basée sur la consommation réelle a l'avantage d'encourager les utilisateurs à limiter leur consommation d'eau.

Si l'éventualité d'installer des compteurs d'eau dans les commerces, institutions et industries semble acceptée par un grand nombre de citoyens, l'utilisation de compteurs d'eau au niveau résidentiel est fort contestée au Québec. En effet, plusieurs affirment qu'il n'est pas rentable pour une administration municipale d'installer des compteurs chez les particuliers puisque les coûts ne semblent pas couverts par une éventuelle baisse de la consommation. Cependant, un rapport commandé par la *Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)* en 1991 estimait le coût de l'installation de compteurs d'eau dans les résidences à 350 \$ l'unité et le seuil de rentabilité à 650 \$ l'unité. Dans la région d'Ottawa, on a évalué les coûts de l'opération d'installation de compteurs à 170 \$ l'unité

et l'instauration d'un tel mode de tarification a entraîné une diminution de 27 % de la consommation d'eau.

Outre la limitation du gaspillage de la ressource, l'utilisation de compteurs et l'établissement des tarifs en fonction de la consommation réelle augmentent les revenus des services d'eau potable et usée ce qui permet un meilleur entretien des réseaux. À l'heure actuelle, les infrastructures de l'eau sont sous financées au Québec et au Canada, d'où le constat peu encourageant effectué sur l'état de nos réseaux d'aqueducs et d'égouts. La tarification basée sur la consommation assure en outre une certaine équité, puisque le consommateur paie en fonction de son usage. D'autre part, beaucoup semblent préoccupés par le fait que l'eau puisse devenir un facteur d'appauvrissement supplémentaire pour les plus démunis. Pour la *Coalition Eau Secours*, l'implantation de compteurs d'eau au niveau résidentiel occasionne une diminution de consommation seulement chez les gens à faibles revenus, qui voient dans ce mode de tarification une dépense de plus. Vu sous cet angle, la tarification a un impact très sévère sur la population. Cependant, une tarification basée sur la consommation réelle ne signifie pas nécessairement une augmentation du tarif de l'eau mais simplement le fait de payer pour ce que l'on utilise réellement. Pour plusieurs, il s'en suivrait même une diminution des coûts liés à l'eau puisque les impacts économiques reliés à la surconsommation estivale d'une certaine catégorie de citoyens ne seraient plus assumés par l'ensemble de la population mais bien par les utilisateurs eux-mêmes.

Des études réalisées par l'*Office de l'eau* en Grande-Bretagne démontrent cependant qu'un tel mode de tarification est inéquitable parce qu'il affecte directement les ménages à faibles revenus. En effet, 8,3% des ménages britanniques affirment avoir des difficultés à acquitter leurs factures d'eau et plusieurs, parmi les familles pauvres, admettent avoir réduit le nombre de bains et de douches de 50%. Or, il est important de mentionner que les

infrastructures de l'eau ont récemment été privatisées en Grande-Bretagne puis mises aux normes de l'*Union Européenne* et que suite à cela, le tarif de l'eau a augmenté de 55% en seulement quatre ans. Voilà qui peut expliquer la difficulté de certains à acquitter leur facture. Est-ce qu'un nouveau mode de tarification dans un autre contexte aurait eu autant d'impacts négatifs sur la population ?

F

Aménagements xérophytiques, ou économie d'eau dans le jardin :

Dans les municipalités canadiennes, la consommation d'eau augmente d'environ 50% en été et ce, en grande partie en raison de l'arrosage des pelouses et des jardins. Cette surconsommation d'eau périodique peut s'avérer problématique. Au Canada, une municipalité sur cinq affirme connaître des problèmes de disponibilité en eau pendant la période estivale. Plusieurs ont d'ailleurs mis en place des mesures restrictives pour la consommation d'eau pendant ces périodes de pénuries. Il existe cependant des techniques de jardinage simples qui permettent d'économiser l'eau dans un aménagement paysager; on parle alors d'aménagements xérophytiques.

De nombreuses communautés dans le monde ont déjà adopté les principes du jardinage xérophytique et on retrouve des jardins de démonstration dans plusieurs villes. Si ces techniques de jardinage sont surtout répandues dans les régions plus arides, il serait fort intéressant de faire connaître et de développer ces techniques de jardinage sous nos latitudes. Les Canadiens sont les deuxièmes plus grands utilisateurs d'eau au monde et le jardinage est la deuxième activité physique la plus populaire au Canada³⁸; alors pourquoi ne pas joindre l'utile à l'agréable et encourager l'économie d'eau dans le jardin par un aménagement paysager bien pensé? Les principes du jardinage xérophytique sont simples et permettent la création d'un aménagement paysager fort attrayant et diversifié. (Il est possible de trouver de l'information supplémentaire sur le site Internet de l'organisme *Vert* l'action: www.goforgreen.ca/jardinage/index_f.html)

Mesures pour la préservation de la qualité de l'eau

A

Préservation et qualité des eaux souterraines :

Le Québec possède un volume impressionnant d'eaux souterraines sur son territoire. On estime en effet que leur volume disponible, seulement dans les régions habitées, est d'environ 200 km³ soit 10% des réserves québécoises. Étant généralement de bonne qualité, elles constituent une source d'eau potable intéressante pour une bonne partie de la population. Cependant, avec le temps, on a vu apparaître quelques problèmes de contamination et de surexploitation de la ressource. La restauration des nappes étant très difficile et le taux de renouvellement très faible, il convient donc de gérer cette ressource avec prudence, diligence et efficacité.

Environ 20% de la population du Québec s'alimente en eau potable à partir de l'eau souterraine. Si on ajoute à cela la population qui consomme de l'eau embouteillée (qui provient la plupart du temps des nappes souterraines), on peut affirmer qu'environ 36% des Québécois consomment quotidiennement de l'eau souterraine.

La nature et l'utilisation du sol peuvent influencer grandement la qualité des eaux souterraines et la circulation d'une eau souterraine contaminée peut avoir de nombreux impacts, comme menacer des ouvrages de captages existants, compromettre le potentiel d'utilisation d'un aquifère et altérer de façon significative la qualité des eaux de surface. Ainsi, on se doit de protéger la nappe phréatique, même dans les endroits où l'eau souterraine est peu susceptible d'être utilisée, puisqu'elle demeure un vecteur de contamination potentiel pour d'autres aquifères qui alimentent des commu-

nautés en eau potable.

La contamination d'une nappe phréatique peut être d'origine naturelle mais elle est, le plus souvent, causée par l'action humaine. Elle peut être diffuse²⁹ ou ponctuelle³⁰. Elle peut provenir, par exemple, de l'épandage de fumiers ou d'engrais chimiques, de l'utilisation de pesticides, de l'épandage de sels déglacants ou, dans une moindre importance, de retombées atmosphériques. L'ampleur de la contamination dépend de la nature du sol, de la vulnérabilité des eaux, du type de contaminant, de sa quantité, de sa pérennité et de la fréquence des contaminations. La contamination diffuse de la nappe phréatique est chose fréquente en milieu agricole et, bien souvent, l'eau souterraine s'avère la principale source d'approvisionnement en eau potable pour ces milieux.

La contamination ponctuelle est plus facile à gérer que la contamination diffuse. Les sources les plus fréquentes de contamination ponctuelle sont les lieux d'élimination sanitaire, les réservoirs souterrains d'hydrocarbures, les aires d'entreposage de produits chimiques, les terrains contaminés, le lagunage des boues de fosses septiques ou les fosses septiques et les champs d'épuration mal aménagés.

L'extraction massive d'eau souterraine peut également avoir des répercussions majeures sur sa qualité et sur la dynamique régionale d'écoulement des eaux. La capacité de renouvellement des eaux souterraines varie dans le temps et l'espace. Celle-ci dépend des précipitations, de la nature du sol et des eaux de surface qui l'alimentent. On peut affirmer qu'un aquifère est surexploité lorsque l'extraction d'eau souterraine produit des effets physiques, économiques, écologiques ou sociaux qui sont négatifs pour la société actuelle ou les générations futures. Plusieurs effets peuvent découler de la surexploitation dont l'abaissement graduel du niveau de la nappe phréatique

à l'échelle régionale, le dépérissement des milieux humides, la diminution du débit des cours d'eau, l'affaissement des sols et la dégradation de la qualité de l'eau.

La grande disponibilité de l'eau souterraine, sa qualité et son potentiel d'utilisation à faible coût en font une avenue intéressante d'approvisionnement en eau potable dans le futur. Or, la progression continue du marché des eaux embouteillées et l'accroissement du nombre des usages augmentent les risques de surexploitation de la ressource dans le futur.

B

Protection des sources d'approvisionnement et qualité de l'eau potable :

Pour des raisons de santé et pour diminuer les coûts de traitement de l'eau, il est essentiel de protéger la source d'approvisionnement d'une collectivité. Lorsque la source est souterraine, on peut protéger la réserve en délimitant un périmètre de protection autour des puits de captage et en limitant les usages à l'intérieur de celui-ci.

Si les périmètres de protection étaient déterminés systématiquement autour de chaque puits, cette mesure serait sans doute très efficace. Cependant, la détermination de périmètres de protection est seulement « recommandée » par le *ministère de l'Environnement* et non obligatoire. Dans les faits, peu de municipalités protègent leur aire de captage ce qui entraîne trop souvent des cas de contamination de l'eau.

Si le *ministère de l'Environnement* a émis certaines recommandations concernant la protection des sources d'eau potable souterraines, il semble exister des lacunes majeures quant à la protection des réserves en surface. Le cas du lac Saint-Charles, source d'approvisionnement en eau potable de la ville de Québec, est assez éloquent.

29 On dit d'une contamination qu'elle est diffuse lorsque la source est mal définie et qu'elle couvre une superficie relativement importante du territoire.

30 Lorsque la source est connue et que la présence de contaminants ne touche qu'une faible partie du territoire.

LE LAC SAINT-CHARLES EN PÉRIL ?

C'est depuis le début des années 1930 que le lac Saint-Charles est utilisé comme réservoir d'eau potable pour la ville de Québec. À l'époque, le fond du lac était composé de sable et de gravier, la faune aquatique abondante et l'eau d'une grande limpidité. En 1934, un barrage fut érigé pour augmenter le niveau du lac et il fut rehaussé en 1950. De ce fait, les basses terres avoisinantes ont été submergées et ce sur des largeurs allant jusqu'à 50 mètres. La conséquence principale a été l'apport massif de sédiments engendré par l'érosion accrue des berges. Le fond qui était autrefois de sable et de gravier est maintenant recouvert de vase, ce qui a grandement augmenté la turbidité de l'eau. Grâce à ce nouvel apport de matière organique et d'engrais et à l'augmentation de la pollution urbaine, les plantes aquatiques ont pu s'établir en très grand nombre sur les hauts fonds du lac.

L'érection du barrage a également eu une autre conséquence inattendue. Dans la partie nord du lac se jette la rivière des Hurons, un affluent majeur qui assurait la ré-oxygénation de l'eau en profondeur. Avec la montée du niveau de l'eau, l'écoulement à l'embouchure de la rivière a été ralenti, créant ainsi un grand marécage où l'eau est rapidement réchauffée. Étant donné qu'une eau plus chaude a moins tendance à aller vers le fond du lac, il en résulte un manque d'oxygène important dans la moitié la plus profonde de la colonne d'eau, ce qui compromet sérieusement la survie de la faune aquatique. Les marais à la tête du lac empêchent donc la réoxygénation du lac en réchauffant l'eau et entraînent également une consommation accrue d'oxygène par la décomposition des nombreuses plantes aquatiques.

La situation du lac Saint-Charles est donc précaire puisqu'il se situe actuellement à la limite du stade mésotrophe et eutrophe³¹. En temps normal, le processus d'eutrophisation d'un lac se déroule sur plusieurs milliers d'années. Au lac Saint-Charles, le phénomène a à peine pris 50 ans. Si la situation actuelle perdure, c'est-à-dire le maintien ou l'augmentation du niveau d'eau et l'augmentation de la pression urbaine, nous sommes en droit de craindre que le lac atteigne le stade eutrophe sous peu.

D'autres facteurs contribuent également, à divers niveaux, à la détérioration du lac Saint-Charles :

- ☞ développement de nouveaux golfs en bordure d'affluents de la réserve d'eau ;
- ☞ « artificialisation » des berges par les riverains et utilisation de pesticides et engrais sur l'ensemble du bassin en amont de la prise d'eau ;
- ☞ absence, par les municipalités limitrophes à la réserve d'eau, d'un système de suivi de vidange des fosses septiques ;
- ☞ présence d'un cimetière automobile, avec des sols contaminés par des hydrocarbures et des acides, localisés sur les berges de la réserve d'eau potable ;
- ☞ dépôt à neige et enfouissement de rebus biomédicaux à proximité de la réserve d'eau potable.

Les pressions sur la réserve d'eau potable de la ville de Québec sont nombreuses. Cependant, le statut de réserve d'eau ne confère actuellement que peu de protection au lac Saint-Charles. Selon la *Charte de la Ville de Québec*, la baignade est interdite sur 12 km en amont de la prise d'eau. Or, aucune autre mesure n'a été adoptée pour préserver l'intégrité du milieu. À la lumière des faits énoncés ci-haut, on est en droit de s'interroger sur la pertinence de cette seule mesure de protection. ■

Pour en savoir plus :
L'appel du lac Saint-Charles
http : llapel.ccpcable.com

31 Lorsqu'un plan d'eau atteint le stade eutrophe, sa surface se couvre graduellement d'algues, ce qui élimine l'oxygène et toute vie aquatique. L'eau devient alors malodorante et impropre à la consommation. La réserve d'eau du lac Saint-Charles alimente présentement plus de 350 000 habitants.

Dans les réseaux de distribution d'eau potable, on utilise souvent le chlore pour détruire les bactéries et les virus présents dans l'eau et ainsi éviter la transmission de maladies. Encore aujourd'hui, des milliers de personnes dans le monde contractent chaque année des maladies liées à l'ingestion d'eau et plusieurs d'entre elles en meurent, d'où l'importance d'une désinfection adéquate de l'eau potable. En plus d'éliminer la majeure partie des microorganismes présents dans l'eau, le chlore a l'avantage d'offrir un effet résiduel dans le réseau de distribution ce qui offre une protection contre des contaminations occasionnelles. L'ozonation et l'irradiation sont également permises par le *Règlement sur l'eau potable* et considérées comme des méthodes de désinfection efficaces. Elles n'offrent cependant aucun effet résiduel dans le système de distribution. Elles doivent donc être utilisées en combinaison avec la chloration.

L'utilisation du chlore comme méthode de désinfection a toutefois un inconvénient majeur : la formation de trihalométhanes (THM). Les THM sont des sous-produits du chlore susceptibles d'accroître l'incidence de cancers de la vessie, du côlon et des reins après l'ingestion d'eau chlorée pendant plus de 25 ans. Le chlore réagit avec la matière organique présente naturellement dans l'eau et forme de sous-produits néfastes, à long terme, pour la santé humaine. Certaines mesures peuvent par contre être adoptées pour réduire les quantités de THM dans l'eau. La filtration de l'eau avant la chloration est l'une de ces mesures puisqu'elle réduit les taux de matière organique présents dans l'eau.

Dans la communauté scientifique internationale, on maintient cependant que les avantages de la chloration de l'eau l'emportent sur les effets indésirables.

« La désinfection de l'eau potable est l'une des principales réussites de notre époque dans la protection de la santé publique. L'utilisation du chlore comme agent de destruction des germes pathogènes est essentielle pour protéger les populations des maladies hydriques. Le chlore, ainsi que d'autres désinfectants, est à l'origine de divers sous-produits dans l'eau. On estime que le risque résultant de la présence de germes pathogènes dans l'eau de boisson est supérieur de plusieurs ordres de grandeur à celui qu'induisent les sous-produits chlorés. Les efforts visant à contrôler ces sous-produits ne doivent pas compromettre la qualité microbiologique de l'eau potable »³²

Des études ont également démontré que certains spores résistent à la chloration. Leur résistance au chlore serait favorisée par la turbidité de l'eau. À cet effet, des pressions s'exercent au niveau international pour que le degré de turbidité permis dans l'eau destinée à la consommation humaine soit revu à la baisse. Pour réduire la turbidité et combattre ces spores nuisibles, il faut notamment ajouter des procédés de filtration fine aux processus de désinfection existants.

C

Gestion des neiges usées :

En milieu urbain, les neiges accumulent des quantités impressionnantes de contaminants, d'où l'importance d'une gestion sévère des procédés d'entretien des routes et des sites d'élimination des neiges usées.

Dans le but d'effectuer une meilleure gestion des sites d'élimination des neiges usées, le gouvernement du Québec a adopté le *Règlement sur les lieux d'élimination de neige*. Par ce règlement, les déversements directs aux cours d'eau sont maintenant proscrits. Les municipalités qui utilisaient ce mode d'élimination ont dû se doter d'un programme d'assainissement approuvé par le *ministère de l'Environnement*. Par ailleurs, les dépôts de surface sont également touchés par ce règlement. En effet, tous les nouveaux sites doivent obtenir un certificat d'autorisation du *ministère de l'Environnement* alors que les lieux existants doivent se doter d'un programme d'assainissement dûment approuvé. Il existe cependant toujours un problème au niveau des « dépôts sauvages » de neiges usées (par exemple dans les stationnements de centres d'achats et les arrières cours) qui continuent à contaminer le sol et les cours d'eau lors de la fonte printanière.

32 Citation de Hend GALAL-GORCHEV (OMS) dans le cadre de l'*International Program on Chemical Safety*, tirée du site Internet : <http://agora.qc.ca/textes/eau.html>

SYSTÈME NOVATEUR DE TRAITEMENT DES NEIGES USÉES : CAP-ROUGE, QUÉBEC

L'ancienne Ville de Cap-Rouge (maintenant fusionnée à la nouvelle Ville de Québec), a innové en mettant sur pied un nouveau système de traitement des neiges usées à l'aide d'une fonduse géothermique. Le principe utilisé est relativement simple. Il s'agit d'injecter de l'eau réchauffée par des capteurs solaires en période estivale dans une nappe aquifère stable et captive. Avant son injection, l'eau brute subit un traitement au chlore afin de prévenir le développement des coliformes fécaux. L'hiver, il ne reste plus qu'à pomper cette eau chaude dans un grand réservoir en béton dans lequel sont déversées les neiges usées. Une fois la neige fondue, elle subit un traitement de décantation et est transférée dans un réservoir connexe. L'efficacité du traitement est de l'ordre de 85%, la capacité de fonte du système est de 960 m³/jour et les coûts d'opération du système sont de l'ordre de 15 000 dollars par année. ■

D

Traitement et recyclage des eaux usées : Traditionnellement, avant l'arrivée des systèmes d'épuration, les eaux usées étaient rejetées directement dans l'environnement, avec toutes les consé-

quences néfastes que cela peut entraîner. Outre le développement des technologies visant l'instauration de stations d'épuration dans les grandes agglomérations (à processus dits intensifs), des processus extensifs d'épuration des eaux ont éga-

lement été élaborés. Ces procédés, basés sur les capacités naturelles d'épuration de la nature, sont particulièrement efficaces pour les petites communautés et moins coûteux que les stations d'épuration conventionnelles.

LES MARAIS ÉPURATEURS D'ARCATA : UNE SOLUTION ÉCOLOGIQUE POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Arcata, petite municipalité d'environ 15 000 habitants située au nord de la Californie, traite ses eaux usées d'une façon tout à fait écologique. Depuis 1986, un système de marais épurateurs de 154 acres filtre et traite les eaux usées de la municipalité avant leur rejet dans la baie Humboldt. Les marais d'Arcata sont depuis devenus un modèle international en matière de traitement écologique des eaux usées et plusieurs municipalités en Amérique du Nord et en Europe ont d'ailleurs emboîté le pas pour un traitement plus naturel de leurs rejets urbains. Outre leurs fonctions d'épuration, les marais constituent un véritable sanctuaire pour la faune. Ils abritent une très grande biodiversité, plus particulièrement en ce qui concerne la faune aviaire. Les marais constituent en effet un refuge pour plus de 200 espèces d'oiseaux dont certaines espèces menacées telles que le faucon pèlerin ou le pélican brun de Californie.



Marais épurateurs et sanctuaire pour la vie sauvage à Arcata.

Photo : Vivre en Ville.



Dans le processus d'épuration, les eaux usées sont dans un premier temps séparées des boues qui sont, quant à elles, séchées puis mélangées à d'autres matières organiques et enfin répandues à travers la ville (sur des terrains de soccer par exemple) ou encore dans les forêts environnantes. D'un autre côté, les eaux usées circulent à travers trois marais où les végétaux vont absorber les divers contaminants présents dans l'eau avant leur rejet dans la baie.

Les marais d'Arcata ont été créés de toutes pièces sur un site qui abritait alors un étang de retenue d'une ancienne scierie, un marécage canalisé, des pâturages marginaux et un site d'enfouissement sanitaire fermé. Cette intervention constitue donc une bonification écologique pour le milieu de même qu'un embellissement du rivage de la baie.

En plus d'être respectueux de l'environnement, les marais d'Arcata sont économiquement viables. Ils fonctionnent en effet à faible coût et ont fait économiser pas moins de 2 millions \$US à la Ville, comparativement à l'utilisation d'un système de traitement conventionnel. De plus, les marais attirent chaque année environ 150 000 visiteurs venus admirer la faune qui s'y abrite.

Bien qu'étant une solution parfaitement écologique pour le traitement des eaux usées, le système des marais épurateurs n'est cependant pas adaptable à toutes les communautés. La première difficulté consiste à trouver un endroit d'une assez grande superficie pour accueillir un tel aménagement. D'autre part, l'efficacité d'un tel système dépend de l'absence ou de la quasi-absence de substances toxiques, de métaux lourds et de grandes quantités de sels dans les eaux usées. Enfin, la température ambiante est également un facteur important puisqu'en hiver, un tel système fonctionne à un rythme beaucoup plus lent. Les plantes cessent alors de croître et l'activité bactérienne est beaucoup moins énergétique, d'où une moindre efficacité. ■

Pour en savoir plus :
http://sorrel.humboldt.edu/~ere_dept/marsh

ÉTUDE DE CAS

BEAR RIVER SOLAR AQUATICS : FILTRATION DES EAUX USÉES À L'AIDE DE PLANTES, DE POISSONS ET D'ESCARGOTS

La communauté de Bear River (15 000 ha.), en Nouvelle-Écosse, a développé un système de traitement des eaux usées unique au Canada et a réussi, du même coup, à transformer un problème environnemental en une attraction touristique et écologique. Connue localement sous le nom de « la serre », l'installation de traitement des eaux usées *Solar Aquatics* de Bear River utilise des menthes, des primevères, des iris, des lentilles d'eau, des saules, des escargots et des poissons pour filtrer les eaux usées de la collectivité. Auparavant, les eaux usées non traitées étaient déversées directement dans la Bear River qui, elle, s'écoule dans la Baie de Fundy.

Le système *Solar Aquatics* reproduit la capacité de filtration naturelle des terres humides. Les résidus deviennent des substances nutritives pour les plantes, les escargots et les microorganismes qui habitent la serre. Certaines plantes absorbent également des substances toxiques. Les escargots sont par ailleurs utilisés pour nettoyer les parois transparentes des bassins afin de laisser pénétrer la lumière du soleil dans l'eau et finalement, les poissons contribuent à l'oxygénation de l'eau, aidant également au contrôle des odeurs.



Le transfert de cette technologie à d'autres petites communautés est facilement envisageable du fait de la faible superficie nécessaire à son implantation, de l'absence d'odeurs et du caractère abrité de l'étang de traitement. Celui-ci n'est donc pas soumis aux fluctuations de températures. L'installation a une capacité de traitement de 15 000 gallons d'eau par jour ce qui correspond à environ 100 résidences.

Pour en savoir plus :
www.annapoliscounty.ns.ca/solaraqu.htm

La simplicité et la beauté de l'installation ont attiré des curieux du monde entier. L'an dernier, 8 000 personnes ont visité la serre. Le projet a déjà remporté plusieurs prix d'excellence. ■

Tableau 6.11 : Principales mesures pour la préservation de la ressource eau

- ☞ campagnes de sensibilisation bien structurées et accompagnées de mesures incitatives ;
- ☞ implantation d'un programme de détection et de colmatage des fuites dans les réseaux d'aqueducs ;
- ☞ délimitation obligatoire d'aires de protection autour des ouvrages de captage (réglementation plus sévère) ;
- ☞ protection accrue des réserves d'eau potable en surface ;
- ☞ réglementation plus sévère pour les abus concernant la consommation individuelle (surtout en période critique – estivale) ;
- ☞ soutien à l'agriculture biologique ;
- ☞ tarification basée sur la consommation réelle ;
- ☞ aménagement de jardins de démonstration xérophytiques ;
- ☞ efficacité dans le traitement des neiges usées ;
- ☞ traitement et recyclage des eaux usées : adoption de traitement naturels dans les petites communautés.

La gestion de l'eau et des écosystème aquatiques

Gestion de l'eau par bassins hydrographiques

Un bassin versant est une unité territoriale délimitée par l'écoulement naturel des eaux. En fait, chaque goutte d'eau qui tombe sur le territoire d'un même bassin versant s'écoule, par l'intermédiaire des eaux de surface, vers un seul et même « exutoire ». Le bassin versant, ou bassin hydrographique, existe cependant à différentes échelles. Par exemple, le bassin versant de la rivière Saint-Charles, qui est un sous-bassin du fleuve Saint-Laurent, fait 550 km² alors que celui du Saint-Laurent couvre environ le tiers de la superficie du Québec (près de

700 000 km²). Chaque bassin versant possède un réseau d'eaux de surface et souterraines, une géologie, une flore et une faune qui lui sont spécifiques. Cet ensemble de caractéristiques constitue ce qu'il convient d'appeler « l'écosystème du bassin versant ». À ces éléments biophysiques, il faut ajouter les éléments artificiels que sont les activités humaines avec les usages de l'eau, du sol et de l'atmosphère.

Le principe de gestion des eaux par bassin versant n'est pas nouveau. Dans de nombreuses régions du monde, on utilise déjà un tel type de gestion pour assurer la pérennité de la ressource eau. Au Québec, on parlait déjà de gestion par bassin versant dans les années 1970. Il aura cependant fallu attendre jusqu'en 1996, année où le Québec a adhéré à la

Charte du Réseau international des organismes de bassin, pour qu'une action soit entreprise en ce sens. Cette adhésion au réseau constituait en soi un engagement du Québec à adhérer aux principes de la gestion des eaux par bassin versant. Au cours de cette même année, le *Cobaric*, un comité qui a chapeauté un projet pilote de gestion intégrée de l'eau à l'échelle du bassin versant de la rivière Chaudière, a déposé un rapport dans lequel il concluait que le bassin versant d'un cours d'eau constitue l'unité naturelle la plus appropriée pour la gestion des eaux. Suite à une vaste consultation publique et au rapport de la *Commission sur la gestion de l'eau au Québec*, le gouvernement du Québec a récemment dévoilé la politique nationale de l'eau. La gestion par bassin versant constitue un axe d'intervention majeur de cette politique.

Depuis quelques années, on observe une volonté locale pour la gestion par bassin versant au Québec. Des citoyens et des organisations se regroupent et la gestion par bassin versant prend forme. Elle est le seul mode de gestion qui soit cohérent

avec la ressource et le seul qui puisse assurer une cohésion entre tous les acteurs et coordonner les diverses interventions en amont et en aval des cours d'eau. Elle responsabilise les intervenants, permet une réelle coordination de la gestion de

l'eau pour l'ensemble d'un même bassin hydrographique et prend en considération les besoins des différents usagers pour assurer la préservation, la mise en valeur et la pérennité de cette ressource.

LE CONTRAT DE BAIE DE LA RADE DE BREST : GESTION PAR BASSIN VERSANT ET RESTAURATION DE LA QUALITÉ DES EAUX

Face à la dégradation progressive des eaux de la Rade (petite mer fermée de 184 km²) et de ses tributaires, la Communauté Urbaine de Brest (France) a lancé, au début des années 1990, le *Contrat de Baie de la Rade de Brest*. Ce programme vise à lutter contre la dégradation de la qualité de l'eau et repose sur un partenariat fort avec tous les acteurs du bassin versant (agriculteurs, pêcheurs, scientifiques, marine nationale, habitants) afin de trouver des solutions novatrices en matière écologique et économique. Cette politique offre à Brest l'opportunité de s'ouvrir à son arrière-pays et ainsi de créer de nouvelles solidarités territoriales autour du problème de l'eau. La restauration de la Rade présente plusieurs enjeux :

- ☞ Inciter les agriculteurs et les responsables d'activités agroalimentaires à produire autrement (Brest est en aval d'une zone d'agriculture intensive).
- ☞ Trouver de nouveaux axes de développement économique (problème de reconversion économique des activités de pêche et de réparations navales) et encourager la diversification de toutes les activités liées à la Rade en minimisant leur impact sur l'environnement marin.
- ☞ Restaurer la qualité du cadre de vie et des paysages car la Rade a une valeur symbolique forte pour les Brestois.

La Communauté Urbaine de Brest (CUB) agit à titre de maître d'œuvre pour ce projet. Elle a créé, dans un premier temps, le *Service Rade*, composé de quatre ingénieurs chargés de coordonner l'ensemble des opérations. Un comité d'une trentaine d'experts internationaux a également été mis sur pied. Il se réunit chaque année pour se prononcer sur les programmes en cours. Enfin, le pilotage du programme a été confié au comité de Baie réunissant les élus, les institutions, les chambres consulaires et diverses associations. Le groupe technique, rassemblant les services techniques et administratifs de tous les partenaires, a la charge des opérations.

La première phase du *Contrat de Baie* (1992-1997) a été consacrée à la mise en place de l'organisation nécessaire au bon fonctionnement du programme, à la caractérisation des milieux de l'ensemble de la zone et à la conduite de six expériences pilotes de dépollution menées sur le site, concernant notamment la modification des pratiques agricoles.



La CUB s'est appuyée sur ce travail préliminaire pour élaborer un programme d'actions préventives et curatives visant la restauration de la qualité des eaux et des milieux. Cette phase s'est achevée en 1998 par la signature du contrat par l'ensemble des partenaires, engageant donc la mise en œuvre de ce programme d'actions qui devait être achevé en 2002. Ce programme comporte quatre grands volets :

- ☞ un volet « restauration » dont l'objectif est de réaliser des travaux lourds d'assainissement domestique, industriel et agricole et de modifier les pratiques dans ces trois domaines;
- ☞ un volet « protection/préservation » destiné à protéger, entretenir et gérer le patrimoine naturel (restauration des cours d'eau, des fonds de vallée, inventaire du patrimoine naturel, protection des milieux aquatiques sensibles, protection des espèces rares et menacées, nettoyage et suivi de l'état du littoral, etc.);
- ☞ un volet « gestion intégrée » permettant de coordonner les actions en cours et de développer de nouveaux outils d'aide à la décision, de communication, de connaissance de l'environnement;
- ☞ un volet « communication », qui vise à sensibiliser l'ensemble des habitants du bassin versant à la démarche engagée.

La Communauté Urbaine de Brest a cependant rencontré un certain nombre de résistances dans la mise en place de son programme. Les négociations avec les partenaires professionnels sont parfois longues et les partenariats proposés difficiles à instaurer concrètement. Les obstacles et les conflits sont en fait d'ordre politique et tiennent aux rapports de force existants entre des partenaires aux visions et aux intérêts divergents. Cette confrontation est cependant inévitable au sein d'un programme qui cherche à associer l'ensemble des parties prenantes à un problème. Les porteurs du programme restent toutefois convaincus de la nécessité d'associer tous les partenaires concernés, même si cela demande temps et énergie. ■

La gestion par bassin versant implique la création de comités de bassin. Le rôle de ces comités peut être multiple. Ils peuvent d'abord jouer un rôle de premier plan pour créer une réelle concertation entre tous les intervenants du milieu, élément essentiel pour rehausser la conscience environnementale des populations. Les comités de bassin peuvent également permettre une meilleure coordination des politiques gouvernementales de l'eau.

Bien entendu, une meilleure gestion de la ressource eau doit passer par de nombreux réajustements. La création des comités de bassin et la gestion par bassin versant

comportent des exigences telles que le transfert de certains pouvoirs gouvernementaux et l'engagement formel de la part de tous les acteurs (gestionnaires et utilisateurs de la ressource).

La gestion par bassin versant implique aussi une connaissance approfondie du milieu. Or, au Québec, les connaissances dont nous disposons actuellement sur l'ensemble du milieu hydrologique sont limitées. Au niveau des eaux souterraines, nos connaissances présentent de sérieuses lacunes. Présentement, les données hydrologiques disponibles sont essentiellement ponctuelles et les docu-

ments d'interprétation d'ensemble des données sur une base locale ou régionale se font très rares. On possède donc très peu d'information sur la délimitation des formations géologiques aquifères, sur leur potentiel d'exploitation, leur vulnérabilité, leur qualité, leur taux de renouvellement ainsi que sur leurs liens avec les cours d'eau récepteurs. Il existe ainsi un important manque à gagner à ce niveau pour en arriver à une gestion par bassin efficace. La *Politique de l'eau* du gouvernement du Québec prévoit par ailleurs un axe d'intervention pour développer les connaissances sur l'eau au Québec.

L'INITIATIVE DE L'ÉCOSYSTÈME DU BASSIN DE GEORGIA, COLOMBIE-BRITANNIQUE

L'écosystème du bassin de Georgia, qui chevauche la frontière entre la Colombie-Britannique et l'État de Washington, est fort diversifié, tant au niveau de son écologie, de son paysage que de sa composition démographique. Il constitue un habitat vital pour de nombreuses espèces.

En raison du poids démographique et de la forte croissance urbaine (pour la seule partie canadienne du bassin versant, on estime que la population atteindra les 3,6 millions d'habitants d'ici 2010), les pressions exercées sur cet écosystème sont importantes. Afin de gérer et de minimiser les effets de l'action humaine sur l'environnement et sur la qualité de vie, les gouvernements et les collectivités locales de toute la région mettent en œuvre diverses stratégies de croissance et des mécanismes de planification. Les organismes fédéraux, provinciaux et locaux, de même que les Premières nations, le secteur privé, les collectivités locales et les citoyens sont cependant placés devant le défi d'allier leurs actions pour que la région s'oriente vers un développement plus durable.

En 1998, *Environnement Canada* et le *ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique* ont inauguré l'*Initiative de l'écosystème du bassin de Georgia*. Ils furent ralliés en janvier 2000 par *Pêches et Océans Canada* et le *ministère des Affaires municipales de la Colombie-Britannique*. Les structures de collaboration Canada – États-Unis ont également été renforcées par la *Déclaration conjointe de collaboration EC-EPA* et par le *Groupe de travail international sur la région du bassin de Georgia/Puget Sound*.

L'*IEBG* a établi un certain nombre d'objectifs généraux et de priorités stratégiques qui permettent aux divers ministères concernés d'orienter la planification et la mise en œuvre conjointes de leurs actions.

I- Communautés durables

Les résidents, les communautés et les décideurs prennent des moyens concrets pour assurer la santé, la productivité et la viabilité de l'écosystème.

- ☞ Les actions de partenariat doivent créer de nouvelles façons de faire et des processus de décision qui soutiennent le développement durable dans le bassin de Georgia.
- ☞ L'échange de connaissances, de moyens technologiques et de données scientifiques doit favoriser la prise de décisions axées sur le développement durable du bassin de Georgia.
- ☞ Des indicateurs de développement durable de la région du bassin de Georgia/Puget Sound doivent être développés, mis à disposition de la population et faire l'objet de rapports périodiques.



2- Qualité de l'eau

Il faut préserver la qualité de l'eau pour protéger et améliorer la santé de l'écosystème aquatique et la qualité de vie des habitants.

- ☞ Les écosystèmes du bassin de Georgia doivent être protégés contre les impacts des produits chimiques toxiques.
- ☞ Les eaux douces, marines et souterraines doivent être protégées contre les effets de la pollution diffuse.
- ☞ Des programmes de gestion des déchets liquides doivent être développés et mis en œuvre pour freiner la pollution et minimiser les risques pour la santé des habitants.
- ☞ Les zones productrices de coquillages doivent être maintenues et restaurées afin de préserver la ressource, pour le plus grand bénéfice des usagers commerciaux, récréatifs et autochtones.

3- Qualité de l'air

Il faut préserver la qualité de l'air pour assurer la qualité de vie et le dynamisme des collectivités et la santé de l'écosystème.

- ☞ Dans la partie canadienne du bassin de Georgia, la qualité de l'air doit être conforme aux normes pancanadiennes et aux objectifs nationaux afférents à la qualité de l'air ambiant.
- ☞ La vue qu'on a des paysages environnants doit être la plus claire possible, pour le plus grand bénéfice des résidents et des visiteurs.
- ☞ Les perturbations causées à l'écosystème du bassin de Georgia par les émissions locales et globales doivent être réduites au minimum.

4- Conservation et protection de l'habitat et des espèces

Il faut préserver la faune et la flore terrestres et aquatiques, ainsi que la biodiversité et la qualité de vie.

- ☞ La faune et la flore terrestres et aquatiques ainsi que la biodiversité doivent être préservées par le biais d'un réseau d'aires protégées et la mise en place de plans de gestion.
- ☞ Les besoins de la faune et de la flore terrestres et aquatiques et de leurs habitats doivent être intégrés aux plans d'aménagement et de gestion des terres et des eaux et être assurés par des moyens adéquats.
- ☞ Le public doit être sensibilisé à l'importance de la conservation des habitats, de la préservation de la santé et de la diversité des écosystèmes et cela doit se traduire par une plus grande exigence, un meilleur appui et un engagement accru des collectivités en matière d'environnement.
- ☞ Les décideurs doivent avoir toute l'information dont ils ont besoin pour prendre des décisions éclairées et propices à la préservation de la flore et de la faune ainsi que de leurs habitats.

De ces objectifs découle un plan d'action annuel dans lequel on précise les actions qui seront entreprises au cours de l'année par les différents partenaires. ■

Réhabilitation des cours d'eau et protection des bandes riveraines

Les abords et les rives des cours d'eau, tant en milieu urbain qu'en milieu agricole, sont soumis à de fortes pressions et souvent victimes de la dégradation et de l'érosion. Ce sont pourtant des surfaces fragiles et sensibles qu'il faut protéger. Au fil des ans, la détérioration des rives élargit les cours d'eau au détriment des terres environnantes. Cela amène une réduction de la vitesse du courant d'eau et du mouvement des sédiments entraînant ainsi une sédimentation accrue au fond du lit. L'érosion des rives peut également causer l'engorgement de drains, des dommages aux habitats fauniques et l'augmentation des coûts reliés à l'entretien de certains cours d'eau.

En milieu rural, les agriculteurs ont souvent tendance à déboiser leurs terres jusqu'au limites des cours d'eau, sous prétexte d'augmenter les superficies en culture ou de se prémunir contre les espèces nuisibles. Or, plusieurs études ont démontré que le maintien d'une lisière arbustive ou boisée près des cours d'eau s'avère bénéfique pour la faune, sans toutefois nuire aux récoltes. De même, le déboisement des rives augmente l'érosion des sols, entraînant ainsi une perte de sols arables plutôt qu'un gain de superficies cultivables.

En milieu urbain, la lutte contre l'érosion des berges passe le plus souvent par l'enrochement ou le bétonnage des rives. Si le problème d'érosion s'en trouve atténué ou éliminé, les dommages sur les écosystèmes aquatiques s'avèrent très

importants. Il existe pourtant plusieurs techniques de stabilisation des berges qui utilisent des végétaux et qui sont plus en harmonie avec le milieu naturel. Un couvert végétal protège le sol et prévient l'accumulation de matière organique dans les cours d'eau. Le maintien d'une lisière arbustive ou boisée près des cours d'eau est très important pour la faune et la préservation de la qualité de l'eau. La végétation prévient l'érosion des berges et permet également de filtrer les eaux de ruissellement³³. De même, elle maintient la qualité des habitats aquatiques en régularisant la température de l'eau. La conservation des bandes riveraines permet donc une diversification de la faune terrestre, ainsi qu'une protection des sols, de l'eau et de la faune aquatique.

ÉTUDE DE CAS

LA RENATURALISATION DES BERGES DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES, QUÉBEC

Pendant 150 ans, les berges du tronçon inférieur de la rivière Saint-Charles, à Québec, ont été consacrées à des activités commerciales, à l'entreposage et à des affectations industrielles et manufacturières variées et généralement polluantes. Jusqu'à tout récemment, il s'agissait d'un des secteurs les plus insalubres et inesthétiques de l'agglomération de Québec. Pour pallier à ces problèmes, la Ville de Québec et ses partenaires ont procédé au réaménagement des lieux, entre 1966 et 1974. Les éléments les plus importants du projet furent la construction du pont-barrage Samson (situé près de l'embouchure de la rivière Saint-Charles et dont la fonction est de bloquer le refoulement des eaux à marée haute) et l'aménagement de murs et passerelles en béton et en granit sur les deux rives des quatre derniers kilomètres de la rivière.



Photo: Vivre en Ville

Renaturalisation des berges de la rivière Saint-Charles.

³³ En milieu agricole, ces eaux contiennent fertilisants, pesticides et particules sédimentaires alors qu'en milieu urbain, on y retrouve davantage de fondants, d'huiles, de graisses et de plomb.



Si beaucoup d'espoirs étaient à l'époque fondés sur cette initiative, l'intérêt de ces aménagements riverains est aujourd'hui contesté. La zone entre le milieu terrestre et le milieu humide a complètement disparu et la qualité de l'eau de cette partie de la rivière est toujours très douteuse. On y rencontre encore des concentrations inacceptables de coliformes fécaux en raison de fréquents débordements d'égouts, une très forte turbidité, des déficits fréquents en oxygène dissous, des odeurs nauséabondes durant les journées chaudes, etc. De plus, la construction du barrage Samson a entraîné la formation d'une zone d'eau morte où la phase de sédimentation est grandement accrue en raison de l'absence d'un dispositif pour évacuer les sédiments.

En 1995, la Ville de Québec a mandaté une commission pour réaliser des audiences publiques sur le plan d'urbanisme des berges du tronçon inférieur de la rivière. Suite au dépôt du rapport des commissaires, la Ville a mis sur pied une deuxième commission pour donner un suivi à ce dossier (*Commission pour la mise en valeur du projet de dépollution et de renaturalisation de la rivière Saint-Charles*). Cette dernière a déposé un rapport en décembre 1996 dans lequel on retrouve différents scénarios de réaménagement des berges. La démolition de bon nombre des murs et passerelles et la renaturalisation des rives de la rivière y était notamment proposées.

Au parc Cartier-Brébeuf, dans le quartier Limoilou, la Ville de Québec et *Pares Canada* se sont concertés pour faire démolir près de 300 mètres linéaires de murs et de passerelles et ont procédé à la renaturalisation et à l'embellissement des rives. Les travaux ont été effectués pendant l'automne 1996 et le printemps 1997 et se sont avérés concluants. La Ville a par ailleurs poursuivi les travaux lors de l'été 2000 à la Marina Saint-Roch et a obtenu des résultats tout aussi satisfaisants.

Le projet devrait atteindre sa finalité en 2008, à l'occasion des fêtes du 400^e anniversaire de la ville de Québec. À ce moment, les huit kilomètres de berges auront été renaturalisés et des bassins de rétention auront été construits pour contenir les fréquents débordements d'égouts. La rivière retrouvera un aspect plus naturel et la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques s'en trouvera grandement améliorée. ■

Renaturalisation des berges de la rivière Saint-Charles.



Photo: Vivre en Ville

CHARMES: POUR LA RÉHABILITATION DES RIVIÈRES MAGOG ET SAINT-FRANÇOIS

La *Corporation de gestion CHARMES* est un organisme autonome et sans but lucratif qui, par l'amélioration de la qualité de l'environnement, favorise l'aménagement des milieux aquatiques et riverains des rivières Magog et Saint-François pour les rendre accessibles aux citoyens.

En 1975, l'état de l'environnement aquatique de la rivière Magog était à ce point détérioré que la qualité des plages était sérieusement compromise. Le conseil municipal de la ville de Sherbrooke se saisit alors du dossier et ordonne la création d'un comité *ad hoc* chargé de faire le point sur les plages publiques. Ce comité formé de citoyens et d'élus prendra le nom de *C.H.A.R.M.*, pour *Comité d'Hygiène et d'Aménagement de la Rivière Magog*, et agira dès lors à titre d'organisme-conseil dans le domaine de l'environnement aquatique.

Le but ultime étant la récupération du plan d'eau par les citoyens et l'implantation d'un programme d'assainissement, la Ville de Sherbrooke a procédé à la construction du réseau collecteur de la rivière Magog en 1976. En 1983, le *Comité CHARM* élargit son champ d'intervention pour inclure la rivière Saint-François et devient alors le *Comité CHARMES*. Bien que son champ d'intervention était initialement limité au territoire sherbrookoïse en vertu de son mandat, il exerce maintenant son influence et son leadership en matière de restauration aquatique sur un territoire beaucoup plus vaste, soit tout le bassin de la rivière Saint-François.

En 1986, la Ville de Sherbrooke, de concert avec les gouvernements supérieurs, a mis en œuvre un imposant projet de restauration des berges de la rivière Magog et a confié à *CHARMES* la coordination des travaux d'aménagement. Environ huit kilomètres de sentiers pédestres et de pistes cyclables ont été aménagés dans le cadre du *Programme Berges Neuves*.

Pour en savoir plus :
www.charmes.org

Devant l'importance des travaux accomplis et la nécessité d'assurer leur pérennité, *CHARMES*, par mandat municipal, devient en 1987 la *Corporation de gestion CHARMES*. Depuis, elle s'efforce de maintenir les acquis, d'assurer son travail de surveillance de l'environnement aquatique et de poursuivre ses efforts de sensibilisation et d'animation des différentes clientèles. ■

REMISE EN ÉTAT D'UN BASSIN VERSANT EN MILIEU URBAIN : L'HISTOIRE DE LA DON, TORONTO

La rivière Don passe au cœur de Toronto. Partout, la construction urbaine, le développement industriel et la prolifération des banlieues témoignent de la perte des boisés, de la faune et des paysages ruraux. Pour les Torontois, cette rivière est devenue le symbole de la négligence environnementale.

La rivière Don est l'un des 60 cours d'eaux importants de la région métropolitaine de Toronto. Elle s'écoule vers le sud pour se jeter dans le lac Ontario. Son bassin versant abrite 800 000 habitants et est urbanisé à 70%. La remise en état de la rivière Don améliorera la région immédiate de Toronto, mais elle contribuera aussi à la remise en état de l'écosystème des Grands Lacs.

Bien que la principale source de pollution de la Don soit le ruissellement urbain³⁴, les eaux usées non traitées et les déchets industriels souillent également la rivière.

La réhabilitation d'un bassin hydrographique en milieu urbain n'est pas chose facile. Pour orienter les actions futures, Michael Hough, professeur à la faculté des études environnementales de l'*Université de York* à Toronto, propose certains principes :

- ☞ protéger les éléments naturels et culturels ;
- ☞ laisser la topographie et le paysage rural définir la morphologie urbaine ;
- ☞ s'assurer que l'aménagement soit favorable à l'environnement ;
- ☞ conserver les traditions rurales ;
- ☞ travailler de concert avec la nature ;
- ☞ sensibiliser la population au problème.

Le *Task Force to Bring Back the Don*, qui concentre son action dans les limites de la ville de Toronto, a élaboré en 1991 un projet conçu dans le but d'aider la nature à créer de nouveau un delta naturel et marécageux sur le site des terres portuaires. Selon le projet du *Task Force*, la rivière serpenterait à travers 50,6 hectares de marais régénérateurs et se jetterait dans la voie maritime au sud, tandis que des immeubles à bureaux et des industries soucieuses de l'environnement se masseraient sur les deux



Photo : Vivre en Ville.

³⁴ Les eaux pluviales non traitées qui ruissellent vers la rivière causent de graves problèmes d'inondations et empoisonnent les habitats naturels. Dans le bassin versant de la Don, on compte 1 185 décharges d'eaux pluviales aboutissant directement dans la rivière et ses affluents.



berges. La formation naturelle d'un delta marécageux faciliterait le rétablissement d'un corridor migratoire pour la faune et créerait un nouvel habitat propice aux poissons, aux amphibiens, aux oiseaux et à d'autres espèces fauniques. Cette vision de la rivière Don transformerait le secteur riverain de Toronto. Plutôt qu'un égout qu'on voudrait oublier, la rivière serait alors le centre d'intérêt de la ville.

Le cours inférieur de la Don est bordé par des rails de chemin de fer, des autoroutes et des berges d'acier et de béton qui semblent là pour y rester. Faute de pouvoir le renaturaliser, on prévoit d'y aménager un parc riverain, des étangs et des rapides. Des arbres à la croissance rapide pourraient être plantés sur les berges qui en sont pratiquement dépourvus.

La volonté de restaurer le bassin versant est forte. Même si cette tâche sera de longue haleine, il importe cependant, pour y arriver, de concerter les actions de tous les acteurs et paliers gouvernementaux, sans oublier la population qui pourra un jour y retrouver un havre pour renouer avec la nature. ■

Gestion écologique des eaux urbaines de ruissellement

La gestion des eaux de pluie et de ruissellement n'est pas chose simple. Si, *a priori*, l'eau de pluie peut sembler inoffensive, il en est tout autrement lorsqu'elle s'écoule le long des routes ou dans les réseaux d'égouts pluviaux. L'écoulement des eaux pluviales est en fait une importante cause de pollution des cours d'eau. Plus elle circule en surface, plus elle ramasse de sédiments et de contaminants qui aboutissent, en bout de course, dans le milieu récepteur. Ces particules altèrent la qualité de l'eau, nuisent à la faune et dégradent les écosystèmes aquatiques.

Si, dans les nouveaux développements

urbains, les eaux pluviales et sanitaires sont recueillies dans des canalisations distinctes, il en est autrement dans les plus vieux quartiers où l'on retrouve essentiellement des réseaux unitaires. Lors d'une pluie abondante, il est courant de voir ces réseaux déborder. N'étant pas conçus pour absorber un tel volume d'eau, le trop plein d'eaux brutes est directement déversé dans le cours d'eau, entraînant ainsi une contamination bactériologique importante qui compromet la plupart des usages.

Si le ruissellement urbain est problématique, c'est en grande partie en raison de l'urbanisation croissante du territoire. La multiplication des voies de circulation et des surfaces de stationnement provoquent en effet l'imperméabilisation

progressive des sols, entraînant ainsi une modification du régime naturel des eaux qui se traduit par une augmentation du ruissellement urbain, une augmentation des débits des cours d'eau en période de crues et une limitation du renouvellement des nappes phréatiques.

Cependant, il est possible de concevoir un aménagement qui limitera de lui-même le ruissellement des eaux pluviales. L'organisation rationnelle de la structure urbaine de même que la limitation des zones imperméables deviennent alors des critères primordiaux d'aménagement. Plusieurs moyens, à diverses échelles, peuvent être mis en œuvre pour favoriser une gestion écologique des eaux urbaines de ruissellement. En voici quelques-uns, énumérés et décrits ci-contre.

Pour en savoir plus :
[www.cmh-schl.gc.ca/en/imquaf/himu/wacon_031_index.cfm](http://www.cmh-schl.gc.ca/en/imquaf/himu/wacon/wacon_031_index.cfm)



Photos: Vivre en Ville.

Orientation de la trame urbaine

- ☞ L'orientation de la trame urbaine a une incidence directe sur le ruissellement des eaux pluviales. Ainsi, en orientant les routes et le bâti parallèlement aux courbes de niveaux, il s'ensuit un ralentissement de l'écoulement naturel des eaux.

Aménagement des routes

- ☞ Aménager les routes de façon à faciliter l'écoulement des eaux pluviales vers le bas-côté, limitant ainsi leur écoulement dans le sens de la pente et, du même coup, l'érosion.

Construction de bassins de retenue

- ☞ Les bassins de retenue contiennent de l'eau en permanence en plus de recueillir temporairement les eaux pluviales. Lorsqu'ils se remplissent d'eaux pluviales, ils en évacuent la plus grande partie progressivement, revenant lentement à leur niveau d'eau normal. Une partie des eaux pluviales s'infiltre également dans le sol tandis qu'une autre s'évapore. Les bassins de retenue aident à réduire le débit de pointe lors d'orages, ce qui diminue les inondations et l'érosion des sols en aval et permet la décantation des contaminants et des particules.

Conception et aménagement des espaces verts publics

- ☞ Les parcs offrent des opportunités de stockage ou d'infiltration très intéressantes. Afin d'optimiser ces phénomènes, leur conception et leur localisation doivent s'harmoniser à la topographie pour que le ruissellement et le stockage soient le plus naturels possible.

ÉTUDE DE CAS

LE GREEN STREETS PROJECT, PORTLAND (OREGON)

Le *Green Streets Project* fut élaboré par le gouvernement régional de Portland (*Metro*) afin d'identifier les secteurs où l'aménagement des routes pose problème pour les cours d'eau et pour déterminer comment l'urbanisation future peut être planifiée de façon à réduire les eaux de ruissellement et les impacts, de toute nature, sur les cours d'eau de la région.

Le *Green Streets Project* comprend plusieurs éléments qui tentent de concilier l'urbanisation croissante, la nécessité d'un système routier bien planifié et fonctionnel de même que le besoin de protection des cours d'eau et des espaces verts. Le projet, comprend notamment les éléments suivants :

- ☞ étendre la base de données régionale pour y inclure un inventaire des conduites pluviales se déversant dans les cours d'eau;
- ☞ documenter et analyser, à partir de littérature récente et d'études de cas, les impacts de l'imperméabilisation des sols sur la qualité et le volume des eaux dans les cours d'eau;
- ☞ développer des recommandations pour réduire les surfaces imperméables et élaborer des lignes directrices pour l'aménagement d'un système routier réduisant de façon significative les impacts du ruissellement urbain sur les cours d'eau;
- ☞ créer un « guide des bonnes pratiques » présentant des critères de design;
- ☞ proposer une nouvelle hiérarchisation régionale du système routier tenant compte de la protection des écosystèmes aquatiques;
- ☞ tester les designs proposés, dans une région donnée, pour en évaluer l'efficacité;
- ☞ développer une analyse comparative de coûts entre l'aménagement de rues traditionnelles et les nouveaux designs plus écologiques;
- ☞ classer les investissements régionaux par priorité afin de favoriser les projets en transport qui prévoient la protection des espèces et des bassins versants et qui minimisent les eaux de ruissellement. ■

Utilisation de techniques de végétalisation

☞ La végétation ralentit le ruissellement, améliore l'infiltration des eaux dans le sol et permet aux particules de décanter avant de parvenir au cours d'eau ou à un autre dispositif de traitement. Deux mesures sont fréquemment utilisées : les bandes filtrantes et les baissières gazonnées.

Les bandes filtrantes permettent un certain contrôle de la qualité des eaux pluviales. Il s'agit de bandes de végétation rapprochées, constituées généralement de gazon et disposées entre la source et le milieu récepteur. Les bandes filtrantes peuvent contenir des arbustes ou des plantes ligneuses

qui contribuent à stabiliser la bande gazonnée. Ces bandes s'utilisent principalement dans les secteurs résidentiels situés le long des cours d'eau ou des étangs, lorsque les eaux de ruissellement ne sont pas fortement polluées et qu'un niveau supplémentaire de contrôle de la qualité est souhaité.

Les baissières gazonnées sont constituées de canaux de terre recouverts de gazon. Une baissière gazonnée et un réseau d'égouts pluviaux perforés constituent un système connexe d'adduction des eaux pluviales pouvant être exploité dans les secteurs où les rues sont aménagées sans bordure. Le système se compose d'un fossé gazonné peu profond reposant sur une tranchée de gravier, qui elle comprend un tuyau

perforé. Une couche de gazon filtre les eaux pluviales avant qu'elles ne parviennent à la tranchée et dès qu'elle est remplie à capacité, les eaux pluviales sont acheminées par le réseau d'égouts perforés, par exemple, vers un réseau traditionnel d'égouts pluviaux fermés.

En plus d'améliorer la qualité des eaux pluviales de façon substantielle, les bandes filtrantes et les baissières gazonnées permettent de réduire la quantité d'eau de ruissellement en ralentissant le débit et en offrant des surfaces accroissant leur infiltration. Ces techniques de végétalisation offrent également un moyen d'accroître le réapprovisionnement de la nappe souterraine.

ÉTUDE DE CAS

UTILISATION DE BAISSIÈRES VÉGÉTALISÉES : LES EXEMPLES DU STREET EDGE ALTERNATIVES PROJECT DE SEATTLE ET DE VILLAGE HOMES À DAVIS



Le *Street Edge Alternatives Project* de la Ville de Seattle est une nouvelle approche plus intégrée de l'aménagement des rues à vocation résidentielle. Ce projet pilote s'intègre dans une vision beaucoup plus large de la ville, le *Urban Creeks Legacy Program's Vision*, qui vise la protection des écosystèmes aquatiques des impacts du ruissellement urbain.



Photos: Vivre en Ville.



La première phase du projet pilote consistait avant tout à réaménager une portion d'une rue résidentielle pour en modifier le tracé, la rendre plus sécuritaire et y intégrer un système de drainage plus efficace et plus écologique. En réduisant les surfaces imperméables de 11% par rapport à une rue traditionnelle, en y aménageant des baissières végétalisées et en plantant plus de 100 arbres et 1100 arbustes, les promoteurs espèrent atteindre les taux de drainage qui prévalaient avant l'urbanisation. Ceux-ci seront d'ailleurs mesurés régulièrement pour s'assurer du bon fonctionnement du système et de la pertinence de poursuivre le projet.

On retrouve un peu le même genre de gestion des eaux pluviales à *Village Homes*, Davis, en Californie, qui est un développement écologique visant, entre autres, la réduction des eaux de ruissellement urbain, l'efficacité énergétique et l'agriculture communautaire. À cet endroit, la superficie des surfaces imperméables a été réduite de 20% par rapport aux routes traditionnelles. Des baissières végétalisées ont été aménagées en bordure des rues et les excès d'eau redistribués pour l'irrigation des terres cultivées. (Voir le chapitre 9 sur les collectivités saines et vertes pour plus de détails sur *Village Homes*.) ■

Maximiser la présence de surfaces perméables

☞ Le fait de favoriser la création d'espaces verts et la végétalisation de tous les espaces urbains potentiels (toitures, terrasses, places publiques, ronds-points, terre-pleins, etc.) favorise l'infiltration des eaux dans le sol et limite les écoulements en surface. De la même façon, en limitant l'emprise des rues, on limite les surfaces imperméables réduisant du même coup le ruissellement urbain.

Le revêtement poreux constitue également une solution de recharge au revêtement étanche. Il peut être utilisé sur plusieurs aires traditionnellement recouvertes d'un matériau imperméable, comme les voies d'accès privées pour automobile, les trottoirs, les terrains de stationnement et autres surfaces moins fréquentées que les routes proprement dites.

Un revêtement poreux peut être conçu de deux façons. On peut tout d'abord utiliser de l'asphalte ou du béton ne contenant pas les sédiments très fins que l'on retrouve dans un revêtement traditionnel. L'utilisation de pavés modulaires autobloquants en béton poreux, posés sur une base de gros gravier, est une autre possibilité. Dans

les deux cas, cela implique habituellement l'application de couches de gros agrégats rocheux sous le revêtement afin d'éviter l'effet de gel et dégel en éloignant l'eau loin des pavés.

Les revêtements poreux peuvent réduire de façon intéressante le ruissellement et accroître la recharge de la nappe phréatique. Cependant, avec le temps, les taux d'infiltration peuvent diminuer en raison de la compaction du sol et des matériaux et de l'accumulation de sédiments. Un entretien régulier est souhaitable pour prévenir l'accumulation de sédiments dans les pores.

La foresterie urbaine

☞ Les espaces boisés en milieu urbain contribuent à réduire le débit des eaux pluviales et à en améliorer la qualité. Une partie de la pluie qui est interceptée par les feuilles des arbres est retournée dans l'atmosphère par évaporation. La pluie qui traverse le couvert peut également tomber sur un sol rendu plus perméable en raison de la présence de racines. La préservation et la plantation de végétation en milieu urbain est donc fortement encouragée pour réduire le ruissellement, en plus de tous les autres avantages écologiques et psychologiques que

génèrent arbres et arbustes. (Voir tout particulièrement le chapitre 9 sur les collectivités vertes.)

Les tranchées d'infiltration

☞ Les tranchées d'infiltration sont conçues principalement pour la gestion qualitative des eaux pluviales. Peu profonde, la tranchée d'infiltration classique est remblayée avec de la pierre de manière à créer un réservoir souterrain étroit. Les eaux pluviales dirigées vers ces tranchées percolent jusqu'au fond pour ensuite atteindre le sous-sol et finalement la nappe d'eau. Il existe également ce qu'on appelle la tranchée d'infiltration « améliorée » qui comprend un dispositif de pré-traitement pour retirer une plus grande quantité d'huiles, de graisses et de sédiments.

Une tranchée bien entretenue peut retirer aussi bien les polluants solubles que les particules en suspensions. La rétention efficace des sédiments, du phosphore, de l'azote, des métaux-traces, des coliformes et des matières organiques s'opère par adsorption et par conversion biologique et chimique dans le sol. Le taux de rétention des polluants dépend de la nature du sol.

Un des avantages notables de la tranchée d'infiltration vient du fait que dans les régions à pourcentage élevé de sols imperméables, l'emploi de tranchées d'infiltration constitue l'un des rares moyens pour réapprovisionner de façon sensible la nappe phréatique.

Débranchement des descentes pluviales

☞ Pour plusieurs bâtiments en milieu résidentiel, l'eau pluviale est recueillie par des gouttières disposées au bord du toit, puis acheminée au niveau du sol par une descente pluviale branchée au réseau d'égouts. Le débranchement de ces descentes pluviales présente de nombreux avantages, tant pour le propriétaire que pour la collectivité :

- le débranchement réduit le débit d'eau de ruissellement et des eaux usées nécessitant un traitement, de même que les risques de débordement des égouts unitaires ;
- l'eau pluviale détournée réduit les débits acheminés par les égouts séparatifs de même que la charge des cours d'eau ;

- le débranchement des descentes pluviales peut réduire les risques de refoulement des égouts dans les sous-sols ;

- les avantages environnementaux se traduisent par l'assainissement des cours d'eau, l'alimentation de la nappe phréatique et la disponibilité d'eau de pluie «recyclée» pour des usages domestiques (principalement le jardinage).

Un certain nombre de municipalités canadiennes disposent déjà de programmes volontaires, incitatifs ou obligatoires de débranchement des descentes pluviales.

Aménagement de dessableurs et déshuileurs

☞ Les dessableurs/déshuileurs sont des ouvrages formés d'un ou de plusieurs bassins qui retiennent les sédiments, bloquent les débris et séparent l'huile des eaux pluviales. Ils se prêtent particulièrement bien à la capture des particules et des hydrocarbures sur les petites surfaces très imperméables comme les postes d'essence et les aires de chargement et/ou de stationnement

des établissements commerciaux. Les dessableurs/déshuileurs s'installent dans le sol et sont intégrés au système d'égout.

Outre les moyens techniques de traitement des eaux pluviales, une gestion écologique du ruissellement urbain devrait comprendre également la valorisation des eaux pluviales, notamment par l'intégration de la circulation de l'eau dans la ville. Un cheminement aménagé de l'eau pluviale, à travers une place ou le long d'une rue, est créateur de volumes, de mouvement et d'animation, transformant ainsi une contrainte apparente en un élément valorisé. De même, la dissimulation systématique des eaux pluviales dans les réseaux d'égouts a fait disparaître de la conscience populaire les mécanismes naturels engendrés par la pluie. En montrant la circulation de l'eau à ciel ouvert, le cycle de l'eau est rendu plus perceptible et peut conduire à une meilleure compréhension des phénomènes naturels.

Canal de collecte des eaux de pluie au centre-ville de Freiburg (Allemagne).



Photo : Vivre en Ville.

Canal de collecte des eaux de pluie dans le quartier Vauban de Freiburg (Allemagne).



Photo Vivre en Ville.

ÉTUDE DE CAS

LE GROWING VINE STREET PROJECT, OU LA VALORISATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT URBAIN, SEATTLE

L'idée de transformer la rue Vine en rue « verte » n'est pas nouvelle. En effet, la Ville de Seattle planifiait déjà, il y a 20 ans, de transformer quatre rues (dont la rue Vine) pour en faire des modèles de développement urbain plus écologiques. Ce n'est cependant qu'en 1994 que le projet a été élaboré et mis en branle par l'entremise de Carolyn Geise, une architecte du quartier Belltown ayant acquis une propriété sur cette rue. Le plan, dans son ensemble, comprend plusieurs aspects :

Pour en savoir plus :
www.geise.net/index_nav.html

- ☞ La rue sera transformée, sur huit pâtés de maisons, en minipromenade panoramique bordée par des arbres, de la pelouse, des fleurs et des étangs. Les trottoirs seront plus larges et les espaces de stationnement restreints.



- ☞ Le tracé de la rue sera revu et elle serpentera à travers des espaces végétalisés sur les trois derniers pâtés de maisons.
- ☞ Une série de citernes seront disposées le long de la promenade et recueilleront les eaux de pluie provenant des toitures pour ensuite les canaliser dans un ruisseau qui coulera le long d'un des côtés de la rue.
- ☞ Des bassins de rétention intermittents seront aménagés avec une végétation soigneusement choisie pour filtrer les résidus pétroliers et autres polluants.
- ☞ Une partie de l'eau alimentera le *Belltown P-Patch*, un jardin communautaire du quartier, et le reste sera dirigé vers la baie (Puget Sound).

Pour en savoir plus :
www.geise.net/index_nav.ht

L'équipe de consultants ayant terminé l'ingénierie et le design au début de l'année 2001 et les différentes approbations requises ayant été reçues, les travaux ont débuté à l'automne de la même année. ■

ÉTUDE DE CAS

SAARBRÜCKEN (ALLEMAGNE) : SUBVENTIONS POUR LA GESTION ÉCOLOGIQUE DES EAUX DE PLUIE

Le programme de la Ville de Saarbrücken pour encourager une gestion plus écologique des eaux de pluie fait partie d'une initiative plus large de l'état allemand du Saarland. Le Saarland a en fait mis plusieurs millions de Deutschemarks à la disponibilité des communautés pour la mise en œuvre de tels programmes. Pour la Ville de Saarbrücken, cela s'est traduit par l'octroi de subventions à des individus ou des entreprises désirant entreprendre des actions pour réduire le ruissellement urbain et conserver l'eau. Le financement peut aller de 5 000 DM à 10 000 DM (3 600 \$CA à 7 200 \$CA) pour des actions entrant dans les catégories suivantes :

- ☞ projets visant la récupération de l'eau de pluie pour une utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison;
- ☞ projets pour réduire les surfaces imperméables et les remplacer par un revêtement poreux ou de la végétation;
- ☞ l'aménagement de toitures végétales.

Environ 40 projets ont été financés jusqu'ici, essentiellement dans les deux premières catégories, et on prévoit un intérêt grandissant dans les années à venir. ■

6.5

La gestion des matières résiduelles

Les avancées récentes dans le domaine de la gestion des matières résiduelles montrent à quel point les enjeux qui y sont rattachés sont importants et les alternatives nombreuses, dans la société occidentale de l'emballage, du jetable et de la consommation à outrance des ressources. Les principes de conservation des ressources et de minimisation des impacts de tout ordre commencent à être intégrés dans des modes de gestion novateurs et prometteurs en termes de développement économique.

Le concept des 3RVE, Réduction à la source (quantité et toxicité), Réemploi, Recyclage (récupération des matières secondaires), Valorisation (récupération d'énergie: incinération, biogaz) et Élimination (mise en décharge, incinération) permet de présenter les objectifs actuels en matière de gestion des matières résiduelles. L'ordre dans lequel il introduit les modes de gestion possibles est un ordre préférentiel. On ne devrait procéder à l'élimination des matières résiduelles qu'en dernier lieu et tendre vers un modèle circulaire où les matières résiduelles constituent des matières utilisables au même titre que les matières premières.

Le *ministère de l'Environnement du Québec* distingue plusieurs catégories de déchets en fonction de leur provenance, secteur municipal (ménages: 32,8%), secteur ICI (Institutionnel, Commercial, Industriel: 34,8%) et secteur C&D (Construction et Démolition: 32,4%). Dans son plan de gestion des matières résiduelles 1998-2008, l'objectif avancé est de mettre en valeur 65% des matières résiduelles produites. Certaines collectivités se fixent des objectifs encore plus drastiques, comme en Nouvelle-Zélande où un tiers des comtés envisagent l'arrêt des mises en décharge d'ici 2020.

Le milieu municipal

Dans le milieu municipal, l'amélioration de la gestion des matières résiduelles repose sur une participation active des ménages, des commerces et des institutions à des programmes de collecte sélective. Si l'on écarte la réduction à la source et le

réemploi des déchets, le tri des matières (papier, carton, verre, métal, aliments, etc.) est l'élément indispensable à tout processus de recyclage.

L'amélioration de la collecte sélective

L'augmentation de l'intensité de tri et de la participation de la population ainsi que l'amélioration des systèmes de collecte sont deux éléments essentiels pour atteindre des taux de triage significatifs.

Quatre types de stratégies permettent de diminuer la quantité de déchets à éliminer, d'augmenter la quantité de matières collectées ou encore de réduire les coûts imputables à la gestion des matières résiduelles :

- ☞ Les stratégies réglementaires, les plus contraignantes, rendent obligatoire la participation au système de collecte sélective. Des contraventions peuvent être données pour dissuader les contrevenants.
- ☞ Les stratégies opérationnelles concernent le système de collecte : utilisation de conteneurs adaptés, collecte en alternance (une semaine collecte du recyclage, la seconde des déchets non triés), à deux voies (fraction sèche et fraction humide), à trois voies et plus selon le type de tri (bac de recyclage, contenant pour les matières organiques, poubelle pour les résidus, etc.).
- ☞ Les stratégies économiques vont au-delà des systèmes de tarification traditionnels d'enlèvement des ordures, basés sur les taxes foncières ou sur un frais fixe par ménage. Elles visent la mise en place d'une tarification à l'unité et selon la quantité de déchets produits. Trois type de tarification prédominent :

- la tarification au volume : les résidants sont tarifés en fonction du volume de déchets jetés (en fonction du nombre de sacs, par exemple). Les ménages doivent acheter des étiquettes, des autocollants ou des sacs identifiés pour que leurs déchets soient collectés ;

- la tarification au poids : les résidants sont tarifés en fonction du poids des déchets à éliminer. Un ordinateur ou un opérateur enregistre le poids des ordures enlevées lors de la collecte, ce qui fixera le montant facturé à l'utilisateur du service ;

- la tarification hybride : un mode de tarification à l'unité est combiné à un mode de tarification traditionnel.

- ☞ Les stratégies de sensibilisation et d'information portent sur le suivi et la relance de la collecte sélective. Une sensibilisation directe et ciblée peut se faire dans les centres d'achat, les écoles ou auprès de groupes de citoyens par des élus ou des organismes mandatés. De l'information peut également figurer dans les annuaires téléphoniques ou d'autres documents accessibles à une grande partie de la population. Les résultats des actions doivent être visibles pour légitimer les efforts de tri sélectif.

Au Canada, les ménages produisent environ 11 millions de tonnes de déchets par an, soit près d'une tonne par ménage. De ces 11 millions de tonnes de déchets, 5 sont des déchets organiques (déchets de table, feuilles, pelouses, etc.). La valorisation des matières organiques est à l'heure actuelle le centre d'intérêt de nombreux gestionnaires, leur tri et leur valorisation étant indispensables pour atteindre des taux de détournement de l'enfouissement des matières résiduelles de plus de 50%.

TROIS EXEMPLES CANADIENS DE COLLECTE ET DE VALORISATION MUNICIPALES DES DÉCHETS ORGANIQUES

La Ville de Guelph (Ontario) a implanté un système de collecte des déchets ménagers novateur baptisé *Wet & Dry*. Instauré en 1995 suite à un projet pilote mené auprès de 900 ménages, il s'agit d'une collecte à deux voies, des sacs bleus et des sacs verts. Les sacs bleus sont destinés à recueillir la partie sèche des déchets et les verts, la fraction humide (déchets de table, végétaux, etc.). Ces sacs sont collectés dans des camions compartimentés et acheminés au centre de récupération des matériaux qui constitue la deuxième composante indispensable à ce type de gestion.

Les déchets secs sont triés manuellement et mécaniquement par catégorie (papier, métal, plastique et verre). Les déchets humides sont tamisés et dégradés dans des bio-réacteurs puis dans des zones de traitement pour les composter. Ce système permet de détourner du site d'enfouissement 58 % des déchets. La vente du compost produit et des matières recyclables triées permet de réduire de 2 millions de dollars les frais de gestion.

La municipalité régionale d'Halifax (Nouvelle-Écosse) a développé un système similaire implanté auprès des ménages et des entreprises en un an. Plus de 100 000 minipoubelles de cuisine ont ainsi été distribuées avec des conteneurs recevant les déchets de jardins, le contenu de ces minipoubelles et d'autres déchets putrescibles. Deux usines de compostage ont été construites pour valoriser ces matières. En 1999/2000, 36 000 tonnes de déchets organiques ont ainsi été déviés de l'enfouissement, soit 27 % des déchets produits.

Des systèmes plus légers existent également comme à Annapolis Royal (Nouvelle-Écosse). Cette municipalité de 600 habitants a lancé en 1999 le programme *Only in your Backyard* pour atteindre son objectif *Zero Waste* d'ici 2005. Cette initiative cherche à développer des systèmes de compostage pour chaque foyer (unité de compostage, etc.). Ce système permettrait à la Ville d'éliminer ses déchets humides sur son territoire urbanisé. ■

Ce dernier type d'initiative, le compostage des ménages, appartient aux stratégies dites de réduction des déchets à la source. On y retrouve, par exemple, le choix d'acheter des produits avec moins d'emballage, le compostage individuel ou le refus de la presse gratuite.

La gestion des déchets commerciaux et de bureau est similaire à celle des déchets ménagers. Les différences résident dans les quantités et les proportions des déchets produits. Dans un bureau ou une institution, les efforts de tri porteront principalement sur le papier, dans un restaurant sur les emballages et sur les déchets de table et de cuisine.

Des stratégies particulières

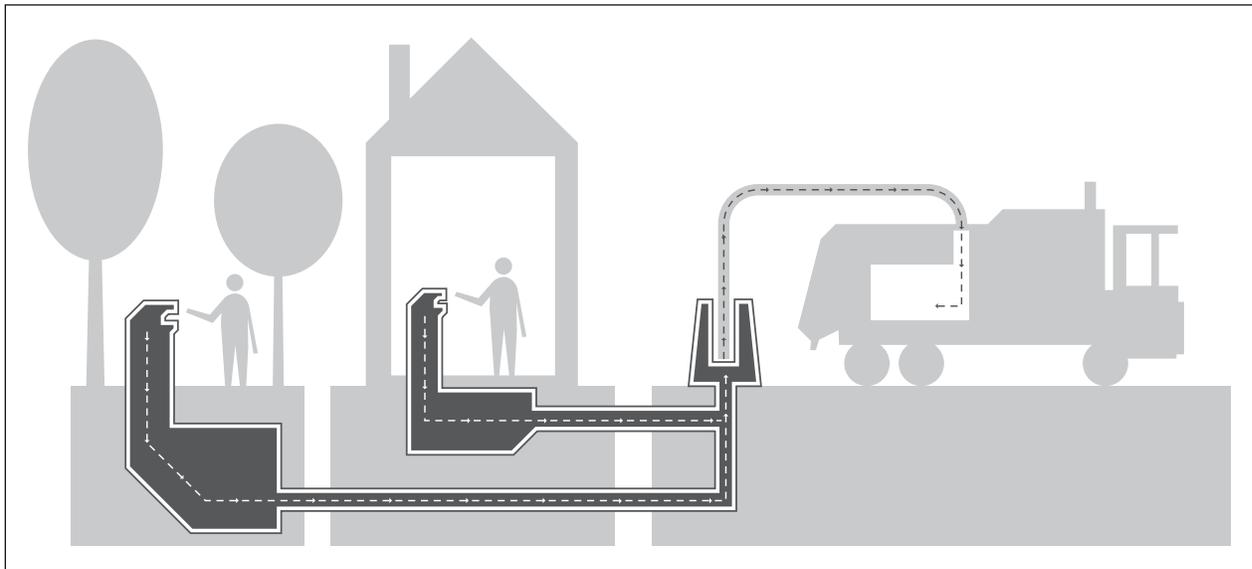
Plusieurs facteurs comme la courte durée d'occupation d'un logement, son caractère locatif ou encore la nature collective ou multifamiliale d'un bâtiment (problème de verticalité) peuvent constituer des barrières pour la participation à la collecte sélective. Des programmes particuliers doivent être mis en place, comme à Montréal, où la Ville fournit aux occupants des immeubles à logements multiples des sacs permanents pour collecter leurs déchets recyclables et installe des bacs roulant collectifs (240 à 660 litres). Cette distribution de matériel adapté s'accompagne de documents d'information sur le tri.

Une autre réponse peut être l'intégration de systèmes à la conception architecturale et l'implantation d'infrastructures (bennes et conteneurs semi-enterrés, collecteurs publics ou semi-publics, etc.) dans de nouveaux développements. L'apport volontaire de déchets particuliers vers des centres de tri ou des déchetteries constitue une autre forme de réponse, en particulier pour des déchets encombrants, dangereux ou de construction. Selon ce principe d'apport volontaire, la Ville de Lille (Nord de la France) a installé un type particulier de panneaux publicitaires, présents sur les trottoirs, à la base duquel se situe un collecteur de piles usagés.

PROJET PILOTE DE HAMMARBY SJÖSTAD (STOCKHOLM) : SYSTÈME D'AVANT-GARDE BASÉ SUR LES ÉCOCYCLES

Hammarby Sjöstad est un projet de requalification de friches industrielles situé au cœur de Stockholm, en Suède. Développé comme un prototype, il a été conçu autour du concept d'écocycles qui privilégie la création de cycles de matière et d'énergie circulaires, en grande partie grâce aux échanges entre les compagnies de distribution de l'énergie, de l'eau et de gestion des matières résiduelles. La mise en pratique de ce concept est appuyée par l'existence d'un centre d'information sur l'environnement présent sur le site pour y faire adhérer la population résidante.

Les objectifs de ce projet reposent sur une utilisation rationnelle de l'énergie et des ressources. Lorsque le développement sera complété 80% de l'électricité consommée devra provenir du traitement des déchets et des boues de la station d'épuration. Le chauffage devra provenir à 100% d'énergies renouvelables et en particulier des déchets combustibles acheminés à l'usine de chauffage. Le tri à la source et la réduction du transport des matières résiduelles constituent les bases du système. La fraction de déchets combustibles, de journaux et de déchets organiques est collectée par le biais de trois chutes à ordures sous vide présentes dans certains bâtiments, dans les cours intérieures d'îlots et dans les espaces publics. Un réseau de conduites les relie jusqu'à des conteneurs, vidés par des camions de collecte possédant des systèmes d'aspiration.



Source : Ville de Stockholm.

Système de collecte des ordures ménagères à Hammarby Sjöstad, Stockholm.

Ce système vise à détourner de l'enfouissement 60% des déchets, une réduction de 60% du trafic lié à la collecte des déchets et la valorisation agricole de 60% du nitrate et du phosphore contenus dans les déchets organiques. ■

LES ÉCOCENTRES DE LA VILLE DE MONTRÉAL

Neuf écocentres ont vu le jour sur l'île de Montréal. Ces sites de récupération destinés aux ménages permettent de détourner de l'enfouissement jusqu'à 65% des matières qui y sont apportées. Différents conteneurs et bennes permettent de collecter, entre autres, des déchets verts, des encombrants, des déchets de démolition, des pneus usagés et certains résidus domestiques dangereux (hors biomédicaux et radioactifs) comme de la peinture, des huiles, des piles et des pesticides. Des biens réutilisables (vêtements usagés, ordinateurs, meubles, électroménagers) sont également acceptés et redistribués à des organismes communautaires. ■

L'adoption de solutions de gestion temporaires est parfois nécessaire, en particulier dans des municipalités touristiques. L'augmentation de la population lors des saisons touristiques ne doit pas nécessairement conduire à l'augmentation des systèmes locaux de traitement. Deux syndicats inter-municipaux des Landes (France), le *SICTOM Côte Sud des Landes* et le *SIVOM des Cantons du Pays de Born*, ont développé des systèmes de stockage pour l'été. Les déchets collectés sont empaquetés sous forme de balles et

empilés dans des cellules fermées et ventilées pour être incinérés pendant l'hiver, afin de répartir ce stress estival sur toute l'année.

La valorisation des matières résiduelles

La valorisation est le dernier moyen de disposer des matières résiduelles avant d'envisager leur incinération ou leur mise en décharge dans des sites contrôlés (lieu ou site d'enfouissement sanitaire,

cellules, etc.). La valorisation des déchets organiques nécessite, comme on le voyait précédemment, un tri préalable et un système de collecte spécifique. Les déchets organiques sont très souvent valorisés pour produire du compost ou des biogaz (gaz de décomposition, principalement du méthane). Il en va de même pour les matières recyclables comme le verre ou l'aluminium qui doivent être acheminés vers des centres de tri.

INSTALLATIONS DE POINTE POUR LE COMPOSTAGE : QUAND LA VILLE ALIMENTE L'ARRIÈRE-PAYS EN COMPOST

La compagnie de recyclage *Rondeco* a développé un système de compostage capable de transformer des déchets organiques en trois jours. Cette installation pilote située à *Stora Vika* (Suède) est d'autant plus originale qu'elle réutilise 80% des bâtiments d'une ancienne usine de ciment.

Le tambour de compostage installé en février 2000 peut recevoir 70 tonnes par jour. Un nouveau projet de 300 tonnes est prévu. Les déchets organiques (sans métal) sont placés dans ce tambour qui tourne à une vitesse de 0,4 révolution par minute et offre un milieu (oxygène, température) propice à une activité bactérienne qui assure leur dégradation. Le compost reçoit alors un affinage et une transformation en granules pour la vente. Il sert en outre à fertiliser les forêts du nord du pays.

Dans le même ordre d'idée, le centre de traitement des matières résiduelles d'Edmonton (Alberta) permet à la Ville de disposer de tous ses déchets ménagers et de réhabiliter progressivement ses anciennes mines de charbon avec le compost produit. ■

Pour certains types de matières, le tri n'est pas toujours une condition à leur valorisation. Une fraction des déchets non triée ou non recyclée peut encore être valorisée par le biais de technologies d'élimination productive. Celles-ci permettent de réduire encore davantage l'ultime quantité de déchets qui devra être enfouie.

La forme d'élimination productive la plus courante est de type énergétique. L'incinération des déchets est une source de production de chaleur non négligeable, capable de fournir une centrale de cogénération ou de trigénération et

d'alimenter ainsi un réseau de chauffage ou de climatisation urbain. C'est le cas à Vienne (Autriche) où, depuis 1993, le réseau de chauffage urbain (390 km, 130 000 appartements) est alimenté en partie par une centrale de cogénération qui utilise des déchets à 20%. Des technologies de pyrolyse permettent également de produire des combustibles.

Certains procédés de thermolyse et d'hydrolyse permettent de transformer des matières résiduelles en produits chimiques destinés à des utilisations variées (solvants, lubrifiants, carburants, etc.). Ce type d'élimination productive

chimique permet de valoriser des déchets souvent problématiques (pneus usagés, plastiques industriels et agricoles, résidus pétroliers, etc.) et d'obtenir des produits avec une valeur marchande élevée (éléments carbonés, métalliques, etc.).

La décomposition des déchets organiques conduit à la production de biogaz. Cette activité peut être réalisée dans des installations appropriées et permettre de produire des carburants pour des génératrices ou des véhicules. Certains lieux d'enfouissement sanitaire ont des potentiels exploitables car les quantités de biogaz en émanant sont suffisantes.

ÉTUDE DE CAS

LA RÉCUPÉRATION DE BIOGAZ AU COMPLEXE ENVIRONNEMENTAL SAINT-MICHEL, MONTRÉAL

Le *Complexe environnemental de Saint-Michel* a pour mandat d'assurer le traitement, le recyclage et l'enfouissement des matières résiduelles de la ville de Montréal. Situé sur les lieux d'une ancienne carrière de calcaire, il regroupe un centre de récupération des matières recyclables, un site de compostage de résidus verts, une centrale électrique et un site d'enfouissement.

Trois cents puits de captage de biogaz ont été placés verticalement dans les résidus, jusqu'à une profondeur moyenne de 60 m. Reliés par 18 km de conduits, ils permettent de récupérer 29 000 m³ de biogaz par heure, servant principalement de combustible à une centrale thermique générant près de 25 MWh d'électricité, de quoi assurer l'approvisionnement de 10 000 résidences et réduire les rejets odorants dans le voisinage du site. ■

Les résidus de traitements des effluents urbains (résidus issus des stations d'épuration, boues, etc.) peuvent être valorisés par le compostage, l'incinération ou encore l'épandage contrôlé, au même titre que d'autres matières résiduelles. L'épandage comporte cependant des risques de contamination du milieu lorsqu'il n'est pas pratiqué de façon adéquate et que les boues utilisées présentent de fortes concentrations de contaminants, ce qui diminue les possibilités de valoriser les boues industrielles ou les fosses septiques. Différents critères doivent alors être adoptés pour encadrer cette pratique : qualité des boues (métaux

et pathogènes), qualité du milieu récepteur (pH du sol), caractéristiques de la dose (quantité et volume), date d'épandage, etc. L'épandage contrôlé met en valeur le potentiel nutritif des boues municipales, en particulier quand il se fait sur des terres agricoles ou de sylviculture.

Le secteur de la construction et de la déconstruction

Les résidus du secteur de la construction et de la déconstruction sont principalement des résidus secs (asphalte, béton, brique, bois, etc.). Ils ont pour principale

origine les domaines du bâtiment et des ponts et chaussées. Les phases de construction sont plus propices à la récupération et au tri des matériaux car ces derniers ne sont pas agrégés ou mélangés et n'ont pas reçu de traitement. Cependant, il existe certaines barrières, comme la gestion de l'espace sur les chantiers et les coûts imputables aux machineries, équipements et employés supplémentaires. Ces barrières contribuent à porter une attention plus particulière aux filières de réutilisation des déchets de démolition, là où, de plus, les quantités de matières en jeu sont les plus importantes.

Les déchets de démolition peuvent être transformés (concassage, broyage, etc.) en vue d'une utilisation future pour du terrassement ou dans la composition de nouveaux matériaux (béton, asphalte,

etc.). Ceci contribue à réduire l'extraction de matières premières et les impacts associés (poussières, modification des paysages, etc.). Certaines fractions comme le métal, le verre ou le carton,

peuvent être recyclées lorsqu'elles sont isolées et d'autres, comme le bois, valorisées comme combustible.

ÉTUDE DE CAS

GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DU SECTEUR DE LA CONSTRUCTION ET DE LA DÉMOLITION : QUELQUES APPROCHES ÉTASUNIENNES QUI SE DÉMARQUENT

California Gas Company a démontré que la réutilisation des systèmes électriques est envisageable. Pour son nouveau *Centre de ressource sur l'énergie*, dédié à la démonstration des dernières innovations sur la conservation de l'énergie, elle a décidé de réutiliser le bâtiment qu'elle occupe actuellement et de le démanteler selon ses besoins. Soixante pour cent de ses composants ont été conservés sur place ou pour une réinstallation. Il s'agit en outre des systèmes d'air conditionné, de conduits, de supports électriques et d'une partie du système d'alimentation électrique. L'ensemble de cette opération a permis de réduire de 45 % les coûts de construction.

Des entreprises spécialisées dans la vente de matériaux et d'éléments récupérés lors de démolitions continuent d'apparaître et de véritables réseaux se forment. À Los Angeles (Californie), *LA Share*, une organisation sans but lucratif, gère l'échange d'éléments issus du démantèlement de tout type de bâtiment, du vieux cinéma à la salle de bain. Selon la même logique, l'*Agence de protection de l'environnement de Californie* a mis au point son propre système, le programme *CalMax*, en affichant gratuitement des listes de matériels et de matériaux disponibles ou recherchés sur Internet et dans un catalogue. Ce programme s'adresse aux entreprises, institutions (gouvernement, écoles, etc.) et organisations qui souhaitent réduire la quantité de déchets qu'elles envoient vers des sites d'enfouissement. Depuis 1992, 650 000 tonnes de matériaux auraient ainsi été échangées.

La Ville de Portland (Oregon), en coopération avec le *Département régional de gestion de l'environnement*, a augmenté les coûts d'enfouissement de 75 \$US la tonne pour lutter contre une mise en décharge trop systématique des déchets du secteur de la construction et de la démolition. Cette réponse s'est avérée nécessaire face à la croissance que connaît la région et à la part importante que représentent ces déchets, soit 28 %. Cette procédure a pour but d'inciter les développeurs à adopter des stratégies de déconstruction et des 3RVE pour réduire de 60 % les mises en décharge. De plus, des programmes de recyclage sont exigés pour des projets dépassant 25 000 \$US.

De nombreux projets ont déjà démontré l'efficacité de cette mesure économique persuasive. La construction du nouveau stade de basketball qui a entraîné la destruction de stationnements, d'une usine et d'une portion du hall d'exposition a conduit à une récupération et la réutilisation de 92 % des déchets de construction et de déconstruction. L'économie réalisée s'élève à 200 000 \$US. La conversion d'une laiterie en projet résidentiel de 200 appartements a conduit à la réutilisation de tôle d'aluminium, de fils de cuivre et de bois de charpente pour une économie de 67 000 \$US.



À Dublin (comté d'Alameda, Californie), l'approche légale retenue a conduit à instaurer une ordonnance de recyclage pour la construction et la démolition. Elle impose aux projets de construction, de démolition ou de rénovation de plus de 100 000 \$US d'intégrer un plan de gestion des déchets assurant au moins une dispersion (réutilisation, recyclage, etc.) de 50 % des déchets générés. ■

Les stratégies de réduction à la source dans le secteur de la construction et de la déconstruction renvoient principalement au design, aux techniques d'assemblage et au choix des matériaux utilisés. Ces trois facteurs permettent de réduire la quantité

de déchets générés tout au long de la vie utile d'un bâtiment ou d'une structure et lors de son démantèlement. Une construction conçue pour durer, évoluer et être démantelée sans perdre la possibilité de réutiliser ou de recycler les

matériaux utilisés présenterait le plus d'avantages du point de vue de la gestion des matières résiduelles. (Voir aussi le chapitre 9, qui traite des bâtiments verts et de l'architecture durable.)

ÉTUDE DE CAS

LE PROGRAMME DE LA VILLE DE NEW YORK POUR FAVORISER LES CONSTRUCTIONS DURABLES ET RECYCLABLES

La Ville de New York et l'organisation de recherche indépendante *INFORM* ont identifié une série de directives relatives à l'environnement bâti pour le programme de construction de la Ville et pour satisfaire son objectif de réduire de 2,25 millions de tonnes la quantité de déchets issus du secteur de la construction et de la démolition (la moitié de cette réduction vise les bâtiments municipaux).

Cinq éléments de sensibilisation des architectes et des entrepreneurs ont été identifiés. Ils regroupent des tendances récentes dans ce domaine :

- ☞ la réutilisation et le recyclage des bâtiments et des matériaux : réutiliser plutôt que de construire (modifier les règlements de zonage pour permettre des vocations différentes), réutiliser les matériaux dans les bâtiments existants, recycler les éléments lourds comme le béton ou l'asphalte (broyage, etc.);
- ☞ des conceptions durables et adaptables : réduire les coûts de remplacement et la production de déchets liés à une dégradation trop rapide des équipements, éviter l'obsolescence des espaces en intégrant une modularité comme des murs mobiles ou des infrastructures capables d'évoluer en même temps que les besoins et les technologies;
- ☞ des conceptions et des techniques intégrant le désassemblage et le recyclage : réfléchir aux cycles de vie des bâtiments jusqu'au démantèlement des éléments et à leur valorisation (l'utilisation de clous de charpente, par exemple, est un obstacle à une réutilisation future du bois);
- ☞ la réduction de la quantité de matière utilisée et le choix de matériaux recyclables non toxiques : identifier les matériaux, en réduire la variété pour favoriser le recyclage d'une construction ;
- ☞ la mise en place de stratégies parallèles liées à l'utilisation des lieux et visant la prévention de la production de déchets par les utilisateurs des espaces. ■

Pour en savoir plus :
www.informinc.org

Le secteur industriel

Dans le domaine de l'industrie, de nombreux concepts existent pour améliorer la gestion des matières résiduelles. Ils concernent tant le mode de fonctionnement des entreprises que la conception de leurs produits.

La filière zéro déchet et l'étude des cycles de vie des produits

Sans pour autant rejeter l'ordre suggéré par le concept des 3RVE pour la mise en valeur des matières résiduelles, il est important de considérer que les impacts

du recyclage d'un produit peuvent être plus importants que ceux de sa valorisation. Les tendances actuelles pour préciser la priorité des actions et des modes de gestion à favoriser privilégient des approches fondées sur l'analyse du cycle de vie des produits de façon à ne plus porter uniquement des améliorations sur une phase de leur vie mais bien sur l'ensemble de ses phases (extraction des matériaux, production, transport, utilisation et disposition).

Les évaluations de cycle de vie assurent le suivi du produit (inventaire détaillé des intrants de matières, d'énergie, des rejets et des résidus) et l'enregistrement des

impacts environnementaux associés, de façon à générer des idées pour en modifier le design, le choix de matériaux, le processus de production ou la gestion des matières résiduelles. Un résultat de cette approche holistique est la réflexion pour la création de flux circulaires de matières, d'informations. La domination de solutions d'ordre technologiques est également remise en cause dans ce processus. L'utilisation de sources d'énergie renouvelable et de ressources locales contribue à la réduction des impacts environnementaux d'un produit au même titre que sa robustesse et l'utilisation de matières ou de conceptions qui permettent un recyclage ou un désassemblage efficace.

ÉTUDE DE CAS

INTERFACE INC : EXEMPLE D'APPROCHE BASÉE SUR LE CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT

La compagnie étasunienne *Interface* (producteur de revêtements de surfaces commerciales), a développé l'approche *Ever Green Lease* (location toujours verte) qui vend la surface d'un revêtement et non le revêtement lui-même. Selon le président de la compagnie, les gens veulent des tapis pour le confort de marche, l'ambiance, l'acoustique qu'ils procurent, etc. Autant de qualités qui traduisent l'envie d'en avoir mais pas nécessairement d'en posséder. L'idée est alors simple et a permis à *Interface* de fournir des services, et non plus des produits, aux entreprises.

Les tapis sont posés et restent la propriété d'*Interface* qui les inspecte régulièrement et les remplace, le cas échéant, par de nouveaux entièrement recyclés. Ce cycle repose sur l'utilisation d'un procédé de fabrication et de recyclage à l'infini des composantes de ces tapis (nylon, PVC, etc.). Dans ses recherches sur des nouvelles fibres textiles, *Interface* a également développé des tuiles de tapis biodégradables à base d'acide dérivé du maïs.

Cette volonté de créer des cycles d'utilisation de la matière ne constitue qu'un des axes d'évolution de la compagnie. Elle cherche également à enrayer sa production d'émissions et de déchets nocifs, à utiliser des sources d'énergies renouvelables, à améliorer l'efficacité de ses transports, à sensibiliser son personnel et la population pour enfin redéfinir de façon contemporaine la notion de commerce. À ce titre, *Interface* fait partie de la *Coalition pour les économies responsables sur le plan environnemental*, CERES. Cette coalition à but non lucratif rassemble des groupes environnementaux, d'affaires, d'investisseurs et émet des recommandations pour promouvoir un avenir viable. ■

Pour en savoir plus :
www.interfaceinc.com
www.interfacesustainability.com

Le terme d'écoefficacité est employé pour qualifier une fabrication de produits consommant moins d'énergie et de matières et rejetant moins de déchets. Le secteur automobile fait montre d'avancées importantes dans ce domaine. La firme *Saturn* a développé des outils informatiques destinés à ses designers pour leur permettre d'incorporer des réflexions sur le cycle de vie dès la conception et lors du développement des procédés de production. Les impacts d'utilisation de chaque pièce sont indexés, ce qui permet de comparer plu-

sieurs alternatives de conception des véhicules et retenir la plus durable. *Volvo* a adopté un règlement environnemental qui inclut l'évaluation du cycle de vie de sa production et celle d'une grande partie de ses fournisseurs, ce qui lui a permis de sortir des véhicules certifiés pour leur production, leur utilisation et leur élimination respectueuses de l'environnement.³⁵

De tels outils permettent à la fois de prendre des décisions sur le plan environnemental et sur le plan écono-

mique, car ils permettent d'affiner les connaissances sur chaque fabrication et les améliorations pouvant en découler. Ces réflexions ne dérogent pas à la nécessité première d'améliorer l'efficacité énergétique des systèmes.

L'adoption de mesures directes peut venir des entreprises elles-mêmes ou de leur association à d'autres entreprises ou organisations. L'instauration de systèmes de financement peut contribuer au développement d'alternatives.

ÉTUDE DE CAS

LE FINANCEMENT D'ÉCO-EMBALLAGES (FRANCE) ET LA SOLUTION ZÉRO DÉCHET DES BRASSERIES ASAHI (JAPON)

Éco-Emballages est une société privée française mandatée par le gouvernement pour développer des systèmes de collecte sélective et de recyclage et assurer le rachat et la mise en filière des matériaux recyclables. Pour y arriver, elle collecte auprès des industriels des contributions financières calculées à partir du poids et du coût de recyclage des emballages qu'elles produisent afin d'en assurer la gestion. Ceci leur permet de placer le *Point Vert* sur leur emballage, logo commun en Europe qui circule sur plus de 400 milliards d'articles vendus chaque année. Le système qu'utilise *Éco-Emballages* s'étend à d'autres pays européens dont les expériences alimentent la *Packaging Recovery Organisation Europe*.

Les neuf brasseries *Asahi* (Japon) ont opté pour une solution zéro déchet. Pour cela, la compagnie a concentré ses efforts sur la révision des designs (réduction de l'épaisseur des bouteilles en verre, etc.) et des processus (réduction de la production de boues, etc.), la mise en place des systèmes de collecte, la formation du personnel et l'intégration du tri à leur tâche. La principale usine de la région métropolitaine de Tokyo a mis en place 54 catégories de tri des déchets pour une centaine de conteneurs et a atteint, comme les autres usines, les objectifs de tri à 100% et de revente. Les levures et autres déchets organiques issus de la fabrication de la bière représentent 85% des déchets produits. Ils sont utilisés pour produire des aliments et des composés pharmaceutiques, de la nourriture pour animaux et des engrais. *Ébios* est un des produits issus du recyclage de ces levures. Ce produit de santé courant au Japon contient de nombreux minéraux, vitamines et acides aminés. Cette initiative s'étend actuellement aux édifices administratifs de la compagnie. ■

35 FACULTÉS DES ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES, UNIVERSITÉ DE WATERLOO. *Alternatives Journal*, vol. 26, n° 1, Waterloo, Ontario, Hiver 2000.

La symbiose et l'écologie industrielles

La symbiose industrielle repose sur la création d'échange de matière et d'énergie entre différentes entreprises, ce qui peut aboutir à des stratégies de regroupement au sein de parcs industriels et à développer des réseaux ou des mesures incitatives pour promouvoir ce principe. Ce concept est au centre de la révolution que connaît le secteur industriel avec l'avènement de

l'écologie industrielle³⁶, véritable redéfinition des relations entre commerce et environnement.

Le terme d'« écoparcs industriels » est de plus en plus employé pour qualifier ces sites de promotion de l'activité économique et de réflexion sur la réduction des impacts environnementaux de l'industrie. Deux tendances y sont observées : celle qui vise à rassembler des industries peu polluantes et celle qui tend à associer les

entreprises en fonction de leurs sous-produits.

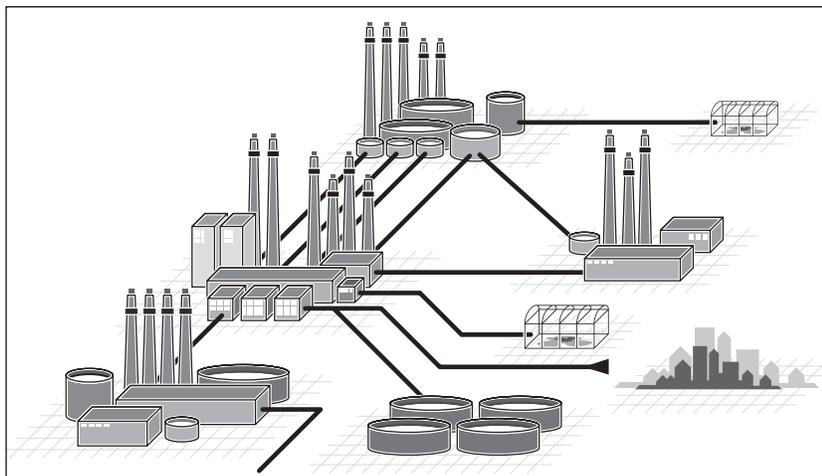
Vingt-quatre écoparcs industriels ont déjà vu le jour aux États-Unis et la liste s'allonge, comme au Canada. Intégrés à des stratégies régionales, ils peuvent jouer le rôle de vitrine et de pôle d'attraction comme à Sheveport (Louisiane) où des activités touristiques sont associées au projet de développement d'un écoparc industriel.

ÉTUDE DE CAS

EXEMPLES DE SYMBIOSE INDUSTRIELLE : LES ÉCOPARCS DE KALUNDBORG (DANEMARK) ET DE BURNSIDE (NOUVELLE-ÉCOSSE)

Le parc industriel de Kalundborg (Danemark) constitue l'exemple par excellence de la symbiose industrielle. Depuis sa création, les industries qui s'y sont implantées n'ont cessé de développer des échanges de matières, de gaz, de fluides. La nécessité de collaborer découlait initialement de l'approvisionnement limité en eau fraîche et de l'adoption d'alternatives pour réutiliser l'eau. Plus d'une dizaine d'entreprises tirent partie de cette mise en commun.

Nature des échanges entre les entreprises du parc industriel de Kalundborg.



Adapté de : FACULTE DES ETUDES ENVIRONNEMENTALES, *Alternatives Journal*, vol. 26, n° 1, Université de Waterloo, Ontario, hiver 2000.

Les avantages de cette symbiose industrielle sont la vente de matières secondaires, l'élimination de coûts de gestion de certains déchets, la réduction de consommation de matières premières et d'énergie, et la réduction des émissions de polluants. La consommation de charbon a par exemple été réduite de 30 000 tonnes, les émissions de dioxyde de soufre de 60 % et 70 000 tonnes de gypse sont recyclées chaque année.

Le parc industriel de Burnside (Halifax, Nouvelle-Écosse) fait l'objet d'un projet de transformation en écoparc, appuyé depuis une dizaine d'années par un programme de recherche multidisciplinaire et de développement de l'Université de Dalhousie, la municipalité, les différents gouvernements locaux et la création d'un centre d'efficacité. Ce projet vise à ce que le parc de Burnside continue de se développer avec

36 Voir le glossaire.



des standards environnementaux et esthétiques élevés et qu'il soit amené à fonctionner comme un véritable écosystème industriel. Ouvert depuis 25 ans, il s'étend sur 1200 hectares et compte près de 1300 entreprises (environ 17000 emplois), principalement de l'industrie légère et des activités commerciales et de distribution. Un parc d'affaire destiné aux compagnies informatiques, technologiques et du domaine de la santé est aussi présent sur le site.

Les points forts de cette démarche sont :

- ☞ la protection des éléments naturels présents (zones humides, corridors verts, etc.);
- ☞ la mise en place d'installations à même de recevoir et de traiter les effluents et les rejets du parc;
- ☞ le développement des échanges de matières et des filières de récupération, de réutilisation, de recyclage, de réparation et de location;
- ☞ le développement de réglementations et de standards intégrant des démarches d'audits environnementaux³⁷;
- ☞ le développement de programmes de recherche, d'expériences pilotes;
- ☞ la création d'un centre de formation, d'information et d'assistance sur les points évoqués précédemment.

Au parc industriel Burnside, le *Centre d'Éco-efficacité* veille à ce rôle de collecte et de dispersion de l'information ainsi qu'aux activités de réseautage. Il encourage les entreprises à adopter des politiques environnementales en se joignant au programme *Eco-Business* et à mener des audits avec l'aide des consultants environnementaux présents dans le parc. Le centre travaille également à développer des collaborations entre les entreprises et l'Université de Dalhousie pour des projets de recherche. Un des projets de démonstration utilise une zone humide pour le traitement de filtrats et d'eaux de ruissellement³⁸.

Une des évolutions importantes du parc concerne la réduction de l'utilisation de solvants, produits généralement toxiques, volatils et inflammables. Certaines entreprises ont modifié leurs systèmes de nettoyage de façon à abandonner l'utilisation de solvants chimiques, d'autres ont amélioré leurs systèmes de filtration pour réduire leurs rejets. Parallèlement, une entreprise de collecte de solvants usagés et de distribution de solvants recyclés a vu le jour. Elle fait affaire avec environ 70 entreprises dont une centrale de traitement de solvants.

Les efforts pour développer de tels cycles (ou boucles) sont nombreux. Près de 150 entreprises ont des activités liées au réemploi, au recyclage et à la réutilisation. En y associant des entreprises de location et de réparation, on perçoit l'importance de ce maillon dans l'écosystème industriel, ces entreprises jouant le rôle des extracteurs et de décomposeurs que l'on retrouve dans les cycles naturels de la matière³⁹. ■

37 Voir le glossaire.

38 Raymond P. CÔTÉ. *The evolution of an industrial park: the case of burnside, International conference & workshop on industrial park management*, Manila, Philippines, avril 2001.

39 FACULTÉS DES ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES, UNIVERSITÉ DE WATERLOO. *Alternatives Journal*, vol. 26, n° 1, Waterloo, Ontario, Hiver 2000.

Principales références utilisées pour ce chapitre :

- AGENCE DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE. *L'aménagement du territoire et l'efficacité énergétique*, s.v., s.é., 1999.
- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE ET LA RÉGION NORD-PAS-DE-CALAIS. *Les cahiers de l'aménagement, Éléments pour un meilleur choix d'énergie dans les opérations d'aménagement*, s.v., s.é., 1997.
- AIR CARE, 2001.
<http://www.aircare.ca/>
- Bandes riveraines : mythes et réalités, 2001.
<http://lebulletin.com/archives/0003b/000315j.cfm>
- BOBIN, Jean-Louis. *L'énergie : un exposé pour comprendre, un essai pour réfléchir*, Paris, Flammarion, Coll. Dominos, 1996.
- Bringing Back The Don River*, 2001.
http://vrl.tpl.toronto.on.ca/helpfile/ss_b0003.html
- CADDET RENEWABLE ENERGY, 2002.
www.caddet-re.org
- Car free cities magazine*, n° 5, février 1999.
- CENTRE D'AGRICULTURE BIOLOGIQUE DU QUÉBEC, 2001.
<http://www.cab.qc.ca/>
- CHARMES, 2003.
<http://www3.sympatico.ca/admin.charmes/>
- COALITION EAU SECOURS!, 2001.
<http://www.eausecours.org/>
- COMMISSION ROYALE SUR L'AVENIR DU SECTEUR RIVERAIN DE TORONTO.
Régénération : le secteur riverain de Toronto et la ville durable : rapport final, Toronto, s.é., 1992.
- CONSEIL DE LA CONSERVATION ET DE L'ENVIRONNEMENT. *Pour une gestion durable du patrimoine hydrique du Québec*, Québec, s.é., 1993.
- CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'OUTAOUAIS. *Actes du sommet sur le transport et l'environnement, 31 mai et 1^{er} juin 2000*, Hull, Maison du Citoyen, 2001.
- CONTRAT DE BAIE POUR LA RADE DE BREST, 2001.
<http://www.cub-brest.fr/Contrat-baie/contrat.htm>
- CONTRAT DE BAIE DE LA RADE DE BREST. *Restauration de la qualité des eaux*, 2001. <http://cities21.com/egpis/fgpc-139.html>
- DANISH ENERGY AUTHORITY, 2002.
www.ens.dk
- DAUNCEY, Guy et MAZZA, Patrick. *Stormy Weather, 101 Solutions to Global Climate Change*, Gabriola Island, New Society Publisher, 2001.
- DÉPARTEMENT DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, VILLE DE FREIBURG IM BREISGAU. *Regio Report : Ecological Region Freiburg*, Freiburg, s.é., 1997.
- DÉPARTEMENT DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, VILLE DE FREIBURG IM BREISGAU. *The Freiburg solar energy guide*, Freiburg, s.é., 1997.
- DISTRICT ENERGY, 2002.
www.energy.rochester.edu
- ENVIRONNEMENT CANADA. *La conservation de l'eau - chaque goutte est précieuse*, Ottawa, Gouvernement du Canada, Collection eau douce, 1992.
- ENVIRONNEMENT CANADA. *L'air pur*, 2001.
http://www.ec.gc.ca/air/introduction_f.cfm
- ENVIRONNEMENT CANADA. *L'automobile et la pollution atmosphérique*, [Ottawa], Gouvernement du Canada, 1995.
- ENVIRONNEMENT CANADA. *Le Canada et les eaux douces*, Ottawa, Gouvernement du Canada, 1998.
- ENVIRONNEMENT CANADA. *L'eau, pas de temps à perdre, La conservation de l'eau : guide du consommateur*, Ottawa-Hull, Gouvernement du Canada, 1995.
- ENVIRONNEMENT CANADA. *Les eaux souterraines - trésors cachés de la nature*, [Ottawa], Gouvernement du Canada, 1993.
- ENVIRONNEMENT CANADA. *Notions élémentaires sur l'eau douce*, Ottawa-hull, Gouvernement du Canada, 2000.
- ENVIRONNEMENT CANADA. *Vulnérabilité de l'eau aux changements climatiques*, Ottawa, Gouvernement du Canada, Collection eau douce, 1992.
- EUROPEAN ACADEMY OF THE URBAN ENVIRONMENT, 2001.
www.eaue.de
- FACULTÉ DES ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES, UNIVERSITÉ DE WATERLOO. *Alternatives Journal*, vol. 26, n° 1, Waterloo, Ontario, Hiver 2000.
- FÉDÉRATION CANADIENNE DES MUNICIPALITÉS, 2002.
www.fcm.ca
- FÉLIO, Guy (CNRC) et MARESCHAL, Roger (FCM). *Guide technique national des infrastructures municipales*, 1998.
<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/prac/nrcc42540f.pdf>
- FONDATION EVERGREEN, 2001.
<http://www.goforgreen.ca>
- GOVERNEMENT DU CANADA. *Canada's perspective on climate Change, A compendium of canadian initiatives*, [Ottawa], Gouvernement du Canada, 1999.
- HOUGH, Michael. *Remise en état d'un bassin versant en milieu urbain : l'histoire de la Don*, 2001.
http://www.apa.umontreal.ca/gadrat/formcont/seminaire96/HOUGH_3.html
- HOUGH, Michael, BENSON, Beth et EVENSON, Jeff. *Greening the Toronto port lands*, Toronto, Waterfront Regeneration Trust, 1997.
- INITIATIVE DE L'ÉCOSYSTÈME DU BASSIN DE GEORGIA, 2001.
www.pyr.ec.gc.ca/GeorgiaBasin/gbi_index.htm
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE. *Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*, recueil de texte des conférenciers, vol. 1, s.v., s.é., 1998.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES, 2002.
www.iclei.org
- LACOLINE, Raynald. *Les périmètres de protection autour des ouvrages de captage d'eau souterraine : guide*, Ministère de l'environnement et de la Faune, Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Sainte-foy, Publications du Québec, 1995.
- La maison du XXI^e siècle*, vol. 3, n° 6, Sainte-Adèle, Éditions du 21^e siècle Inc., octobre/novembre 1996.
- L'APPEL DU LAC SAINT-CHARLES. *Mémoire sur la politique de l'environnement de la ville de Québec*, mémoire présenté dans le cadre des consultations publiques sur la politique de l'environnement de la ville de Québec, s.é., 1999.
- LEFEBVRE, Jean-François, GUÉRARD, Yves et DRAPEAU, Jean-Pierre. *L'autre écologie*, Québec/Montréal, MultiMondes/GRAME, 1995.

- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'ONTARIO, 2001.
<http://www.ene.gov.on.ca>
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 2001.
<http://www.agr.gouv.qc.ca>
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC. *La gestion de l'eau au Québec, document de consultation publique*, Québec, Gouvernement du Québec, 1999.
- MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT FRANÇAIS, 2002.
www.environnement.gouv.fr/villedurable
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE. *La problématique des eaux souterraines au Québec*, [Québec], Gouvernement du Québec, 1996.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE, SERVICE DES PESTICIDES ET DES EAUX SOUTERRAINES. *Politique de protection et de conservation des eaux souterraines*, document de travail, [Québec], Gouvernement du Québec, 1997.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC. *Mise en oeuvre d'Action 21, Exemples d'initiatives du gouvernement du Québec en matière de développement durable*, [Québec], Gouvernement du Québec, 1996.
- MINISTÈRE DU CONSEIL EXÉCUTIF. *Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*, document de référence, [Québec], Ministère du conseil exécutif, 1997.
- NO ROOM TO BREATHE: PHOTOCHEMICAL SMOG AND GROUND-LEVEL OZONE, 2001.
<http://www.elp.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/vehicule/nrtbpsag.html>
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *International Program on Chemical Safety*, 2001.
<http://www.who.int/pcs/>
- PELLEGRIN, Jean-Pierre (dir.). *Actes du colloque sur l'aménagement, la planification urbaine et l'énergie*, Charlebourg, Agence de l'efficacité énergétique, 1998.
- PEMBANIA INSTITUTE, HORNUNG, Robert, COWAN, Jamie et PAPE, Andrew (dir.). *Lost opportunities: Canada and renewable Energy*, s.v., Pembina Institute, 1999.
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. *PENSER: programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables*, 1998.
<http://www2.nrcan.gc.ca/es/erb/francais/view.asp?x=455>
- RETSSCREEN, 2002.
<http://retscreen.gc.ca/fr/menu.html>
- RIVER RENAISSANCE, 2001.
http://www.planning.ci.portland.or.us/River_site/Layers.htm
- ROSELAND, Mark. *Eco-City Dimensions*, s.v., New Society Publisher, 1997.
- SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUE ET DE LOGEMENT, 2002.
www.schl.ca
- SEA STREETS, 2001.
<http://www.ci.seattle.wa.us/util/urban creeks/SEAstreets/default.htm>
- SMART GROWTH ON LINE, 2001.
www.smartgrowth.org
- SOLID WASTE MAGAZINE, 2001.
www.solidwastemag.com
- SOLSTICE INSTITUTE, 2002.
www.sustainability.org
- STRUCTURAL BEST MANAGEMENT PRACTICES FOR STORM WATER POLLUTION CONTROL AT INDUSTRIAL FACILITIES, 2001.
<http://www.epa.gov/owow/wtr1/watershed/Proceed/botts.html>
- TABLE RONDE NATIONALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET L'ÉCONOMIE. *Rapport de synthèse: les émissions de gaz à effet de serre provenant des transports urbains*, s.v., s.é., 1998.
- TOWN OF RICHMOND HILL, 2001.
<http://www.town.richmond-hill.on.ca>
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY'S PREMIER LABORATORY FOR RENEWABLE ENERGY RESEARCH & DEVELOPMENT AND A LEAD LAB FOR ENERGY EFFICIENCY R&D, 2001. www.nrel.gov
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2001.
www.epa.gov
- RÉSEAU ÉNERGIE-CITÉS, 2001.
www.energie-cities.org
- VAILLANCOURT, Jean-Guy et GENDRON, Corinne. *L'énergie au Québec, quels sont nos choix?*, Montréal, Éditions Écosociété, 1998.
- VILLENEUVE, J.P. et HAMEL, P.J. *Synthèse des rapports INRS-urbanisation et INRS-eau sur les besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux*, Québec, s.é., 1998.
- VISION 2020 - *Promoting Action Towards a Sustainable Community in City of Hamilton*, 2001.
<http://www.vision2020.hamilton-went.on.ca/>