

# Municipalités Vertes

Guide d'infrastructure verte pour les municipalités canadiennes

MAI 2001





# Municipalités Vertes:

Guide d'infrastructure verte pour  
les municipalités canadiennes

Préparé pour :



Préparé par :



mai 2001

# Un guide d'infrastructure verte pour les municipalités canadiennes

## RÉSUMÉ

Au cours de la dernière décennie, un effort mondial en vue d'augmenter la durabilité des villes a produit des installations et des bâtiments de plus en plus variés et complexes; on voit une plus grande intégration fonctionnelle à plusieurs niveaux, tant au niveau du bâtiment et de l'emplacement, qu'au niveau du quartier et de la ville.

Dans le présent guide, l'accent est mis sur l'efficacité thermodynamique de systèmes complets et sur la création de systèmes qui sont, de façon inhérente, encore plus adaptables et davantage résistants. Les installations de production et les autres installations sont remplacées par une variété d'équipements plus petits, répartis dans l'ensemble de l'aire de service. Il en résulte un équipement d'infrastructure intégré composé de grappes d'équipements et d'éléments interconnectés dont l'empreinte écologique se manifeste moins fortement au cours de leur cycle de vie.

Cette forme d'infrastructure se révèle plus que bénéfique pour la communauté et pour la qualité de la vie. De ce point de vue, les systèmes et les produits naturels ou de technologie simple surpassent les solutions complexes ou à haute intensité de ressources. Partout où cela est possible, on utilise des ressources renouvelables ou des ressources disponibles sur place, au moyen de la réutilisation et du recyclage, autant que possible. On complète ces nouvelles façons de faire par des infrastructures plus imposantes si nécessaire. Il en résulte une « infrastructure hybride » plus adaptable, plus économe en ressources et plus durable. On l'appelle « l'infrastructure verte ».

Évidemment, une telle transformation peut s'avérer difficile en raison des normes actuelles de gestion de la propriété privée et en raison des structures de paiement et des politiques de planification des municipalités et des services d'utilité publique régionaux.

On aura besoin de nouvelles ressources financières substantielles tant pour protéger et rehausser la capacité de charge écologique des systèmes locaux que pour répondre aux exigences de la réduction des gaz à effet de serre. Le changement peut coûter cher.

Ce guide contient des outils pour faciliter la mise en œuvre d'une infrastructure verte. Ces outils vont de la méthode d'évaluation du coût total jusqu'au processus intégré de conception, en passant par les partenariats publics et privés et la planification écologique urbaine. On y met également en exergue la gestion du risque, le recours à un cadre de gestion environnementale, la gestion des bassins versants et, plus particulièrement, l'utilisation de lignes de conduite pour la construction et le développement écologiques.

Comme conséquence de l'infrastructure verte, la planification et l'évaluation des systèmes deviennent de plus en plus stimulantes et interdisciplinaires. Ce guide tente de donner des réponses à ce défi, il a pour but d'aider chacun d'entre nous à mieux comprendre et mettre en pratique les concepts qui sous-tendent la nouvelle infrastructure verte. Il vise à développer une nouvelle image de ce que pourraient être nos villes dans les prochaines années.

# TABLE DES MATIÈRES

1. Une ville transformée .....	1
Perspectives historiques et tendances importantes .....	1
Une vision de l'avenir .....	3
2. Caractéristiques de l'infrastructure verte.....	4
3. Les avantages de l'infrastructure verte .....	15
Avantages pour la société .....	15
Avantages économiques .....	16
Avantages environnementaux .....	17
4. Meilleures pratiques en matière d'infrastructure verte .....	18
Réseau pluvial .....	18
Déchets liquides .....	22
Systèmes d'eau potable .....	25
Systèmes d'énergie .....	27
Systèmes de déchets solides .....	30
Systèmes de transport et de communications .....	32
5. Obstacles communs à la conversion écologique de votre infrastructure.....	36
Pensée rigide.....	36
Fragmentation de l'autorisation .....	36
Fragmentation des écologies .....	36
Investissements irrécupérables .....	36
Inflexibilité des politiques.....	36
Droits et tarifs globaux.....	36
Base de tarification .....	36
Grands services d'utilité publique supportent le statu quo.....	37
Manque de modèles polyvalents pour l'analyse coût-avantage.....	37
6. Des outils pour y arriver .....	38
Évaluation du coût total .....	38
Méthode de la conception intégrée .....	38
Partenariats privé et public.....	39
Micro-services d'utilité publique.....	39
Planification d'une écologie urbaine .....	39
Gestion du risque .....	40
Politiques qui récompensent le rendement .....	40
Un cadre de gestion environnementale.....	41
Gestion des bassins versants.....	42
Construction écologique et les lignes de conduite pour le développement .....	42
Accroître l'utilisation des modèles de flux des matériaux et de l'énergie.....	43
Règles simples pour le choix optimal de l'échelle et de la localisation.....	43



# 1. Une ville transformée

Au cours de la dernière décennie, un effort en vue d'augmenter la durabilité des villes a produit partout au monde des installations et des bâtiments de plus en plus variés et complexes dont les fonctions sont mieux intégrées.

Peu à peu le modèle prend forme, les systèmes d'infrastructure épousent des modèles écologiques plus efficaces dans leur utilisation de ressources peu abondantes. Ces systèmes permettent de faire la « boucle » de la consommation des ressources en utilisant l'énergie plusieurs fois, sous la forme d'une cascade d'utilisation et de réutilisation. L'accent est davantage mis sur l'efficacité thermodynamique de systèmes complets et sur la création de systèmes qui sont, par leur nature, encore plus adaptables. Il en résulte un équipement d'infrastructure intégré dont « l'empreinte écologique » se manifeste moins fortement tout au long de son cycle de vie. Cette forme d'infrastructure se révèle très bénéfique pour la communauté et pour la qualité de la vie, il s'agit de « l'infrastructure verte ».

Comme ce fut le cas pour le « bâtiment écologique », le concept de « l'infrastructure verte » a lui aussi évolué. Au début, l'accent était mis sur l'utilisation des éléments de l'environnement naturel pour remplacer ou pour compléter les formes de construction qui nous sont familières. Adapter la taille des infrastructures à leur utilisation apparaissait un fait tout aussi important. Plus récemment, nous avons cherché à incorporer des technologies appropriées et des matériaux écologiques qui font le pont entre la qualité du design d'un système ou d'une ressource et les besoins des utilisateurs. De ce point de vue, les systèmes et les produits naturels ou de technologie simple sont utilisés avant d'en venir à des solutions plus complexes ou qui nécessitent une plus grande consommation de ressources. Partout où c'est possible, on utilise des ressources disponibles ou renouvelables sur place, et on complète ces dernières par des infrastructures plus imposantes si nécessaire. L'infrastructure verte est en fait une « infrastructure hybride » plus adaptable, plus économe en ressources et plus durable.

Comme conséquence de l'infrastructure verte, la planification et l'évaluation des systèmes

deviennent de plus en plus stimulantes et interdisciplinaires. Ce guide tente de donner des réponses à ce défi, il a pour but d'aider chacun d'entre nous à mieux comprendre et mettre en pratique les concepts qui sous-tendent la nouvelle infrastructure verte. Il vise à développer une nouvelle image de ce que pourraient être nos villes dans les prochaines années.

## PERSPECTIVES HISTORIQUES ET TENDANCES IMPORTANTES

Le terme « infrastructure » décrit les mécanismes qui transforment des ressources à l'état brut en services essentiels à notre vie familiale et à nos affaires. Aucune ville ne peut fonctionner sans infrastructure. Certains designs de systèmes remontent à l'antiquité et ont à peine changé depuis cette époque. En fait, certaines villes d'Europe utilisent toujours des parties d'aqueducs datant de 2000 ans. Plusieurs de ces systèmes anciens intégraient adroitement la beauté architecturale et l'efficacité en matière d'acheminement de l'eau. Les bassins de la Siloam, décrits dans la Bible, étaient en fait les fosses de décantation de Jérusalem qui attiraient les fermiers qui y collectaient les précieuses boues pour leurs potagers. Plusieurs établissements romains du Nord de l'Europe étaient reliés à des systèmes de chauffage de quartier. Des systèmes de tuyauterie captaient la chaleur des grandes cuisines et acheminaient cette chaleur sous les planchers de groupes d'habitations.

Les grands réseaux centralisés d'eau, d'énergie, d'égouts et de rejet des déchets si répandus dans les villes d'aujourd'hui ont été construits au 19<sup>e</sup> siècle : l'eau et les égouts dans les années 1840 et l'électricité dans les années 1870. À cette époque, les systèmes d'aqueduc et les réseaux d'électricité étaient des entreprises gigantesques et nobles. Les activistes sociaux et les humanistes prônaient ce genre de services afin d'améliorer la santé et le confort des familles et d'augmenter le niveau de vie. En fait, les mouvements sociaux du début du 20<sup>e</sup> siècle – dont l'affranchissement de la femme – se concentraient largement sur la transformation des habitations, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. (Un processus semblable se déroule en ce moment dans plusieurs pays en développement). On se souciait peu de l'environnement ou des systèmes intégrés. Des entreprises naissaient pour chaque service, elles

## 2. Caractéristiques de l'infrastructure verte

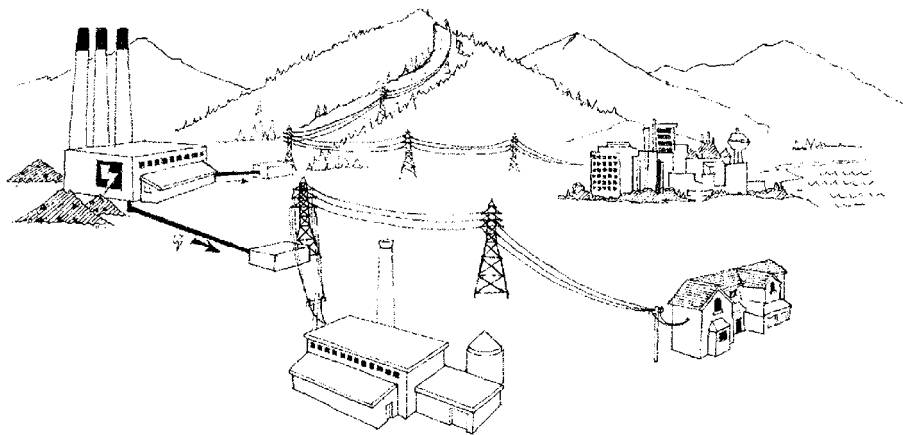
Dix caractéristiques aident à définir l'infrastructure verte. Elles sont décrites et illustrées ci-dessous. Il semble que le fait de combiner certains de ces éléments permette de produire des équipements d'infrastructure plus durables.

### 1. Système réparti

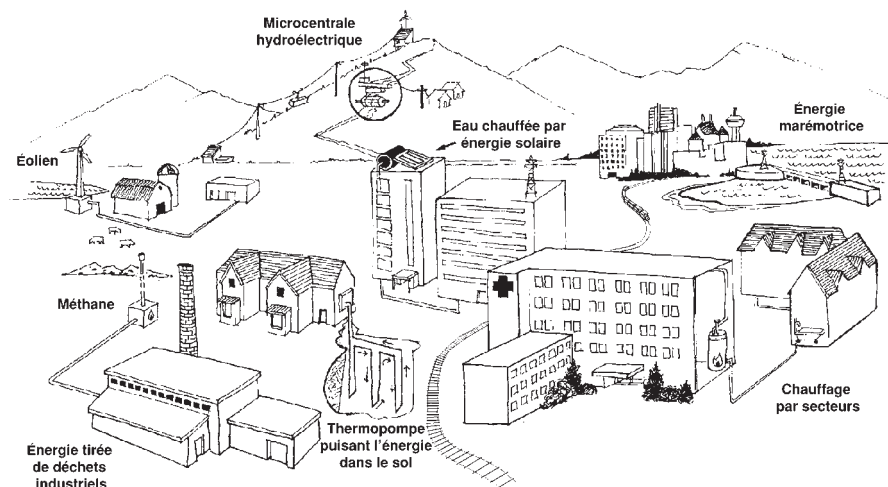
Les installations et les établissements centralisés sont remplacés par d'autres systèmes à plus petite échelle, répartis dans l'ensemble de la région desservie. Les modèles de distribution tirent profit de la présence de ressources renouvelables et de leur localisation. La nouvelle infrastructure profite et s'ajoute à des projets d'immobilisation locaux comme des hôpitaux, des écoles, des parcs et des routes.

Par exemple, un système d'énergie réparti collecterait l'énergie thermique de diverses sources comme le méthane produit dans les sites d'enfouissement ou dans les usines de traitement des eaux usées, la chaleur tirée du sol ou des plans d'eau grâce à des pompes thermiques, la chaleur produite par des chauffe-eau solaires sur les toits ou encore la chaleur récupérée des procédés industriels. Toutes ces sources alimenteraient un système de chauffage de quartier. L'électricité pourrait être produite, à plusieurs endroits du réseau, par des éoliennes près des lacs ou sur des collines, ou encore par des génératrices à turbines dans les rivières, dans les conduites d'eau ou dans les chenaux des océans. Les communautés en croissance pourraient aussi vouloir répartir la capacité de production d'électricité à l'intérieur de chaque groupe de bâtiments le long des principaux corridors de transport, fournissant ainsi de l'électricité sur place pour l'éclairage et les appareils et pour le système de transport public,

tout en utilisant la chaleur perdue en provenance des générateurs pour chauffer d'autres bâtiments ou pour fournir l'eau chaude dans les habitations.



« Système énergétique centralisé, vers 2000 »

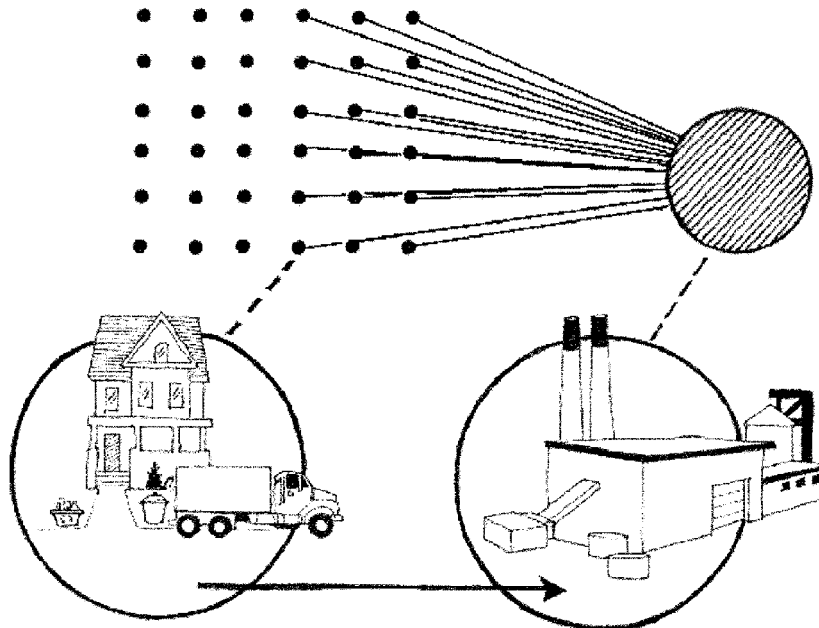


« Système énergétique décentralisé, vers 2050 »

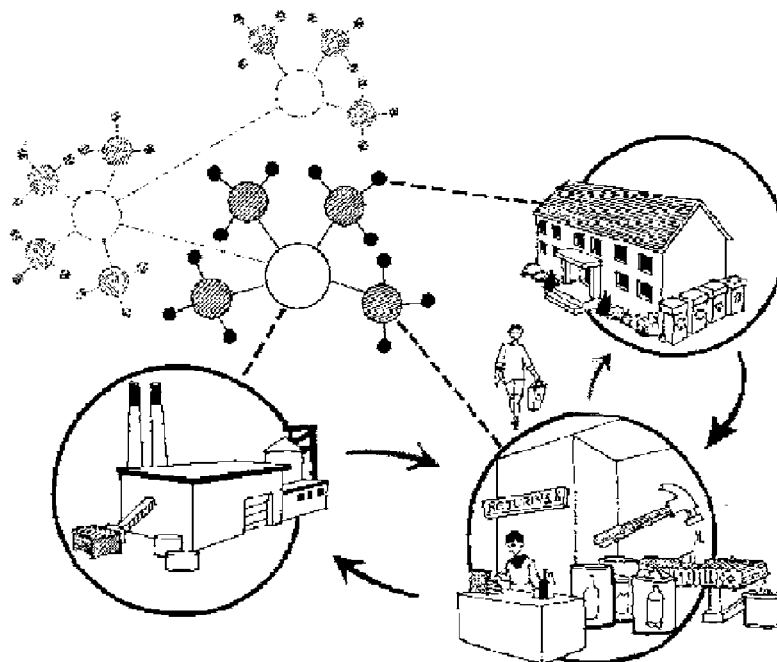
## 2. Réseau groupé

Le réseau groupé se compose de nœuds structurés en hiérarchie, allant de l'interurbain à l'intra urbain, jusqu'à « l'intra bâtiment ». Les nœuds de ce réseau permettent la possibilité d'ajuster et d'optimiser la localisation, la charge de base et l'échelle des éléments au sein de chaque équipement d'infrastructure. De plus, ces

nœuds fournissent un endroit pratique pour intégrer les infrastructures. L'espace entre chaque nœud peut être calculé en fonction de la technologie relative à un service d'utilité publique, de la base de ressources renouvelables, des besoins alimentaires et des besoins en approvisionnement et en traitement de l'eau.



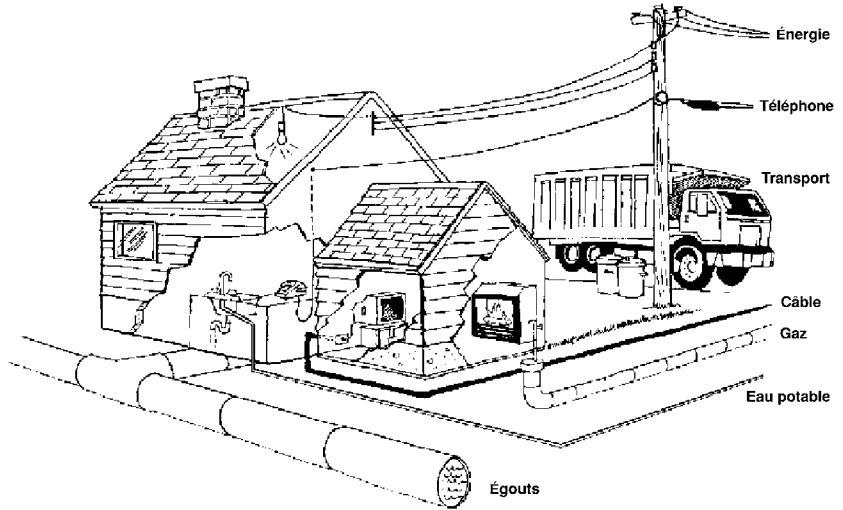
« Gestion éloignée et isolée des déchets solides, vers 2000 »



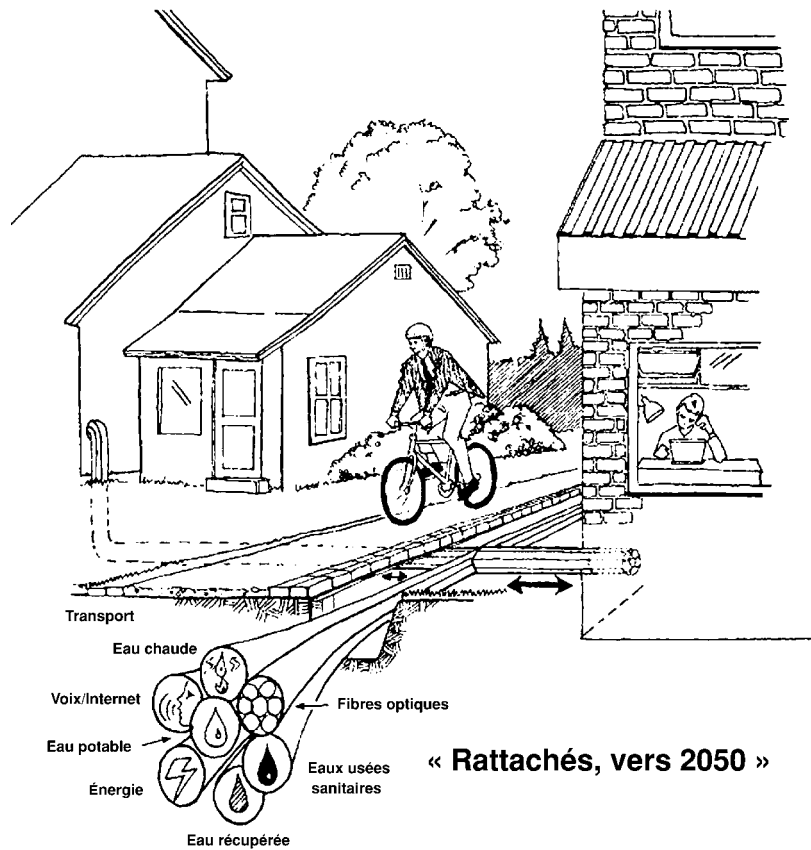
« Gestion groupée des déchets solides, vers 2050 »

### 3. Réseau interconnecté

La connectivité de services multiples est assurée entre le centre du groupe, les points de demande et d'offre et les équipements de stockage et de traitement. Idéalement, cette connectivité multiservices doit être capable de saisir tous les genres de circulation, aussi bien la circulation des ressources, des personnes que de l'information. Ce genre d'interconnectivité pourrait prendre plusieurs formes, dont le recours à des corridors à usages multiples, ou encore, des réseaux de distribution aériens sous coffrage (utilidors) à connexion standard. Ce sont ces connexions qui servent à créer des boucles de transfert de ressources, lequel se fait par échange, par équilibrage ou au moyen de la réutilisation et du recyclage des ressources. Finalement, une série de mini boucles et de boucles plus larges feront en sorte que la ville et son secteur fonctionnel vivront en fonction d'un « métabolisme circulaire ». Comme une écologie vivante, les éléments nutritifs essentiels passent par le système, mus par les sources d'énergie renouvelable.



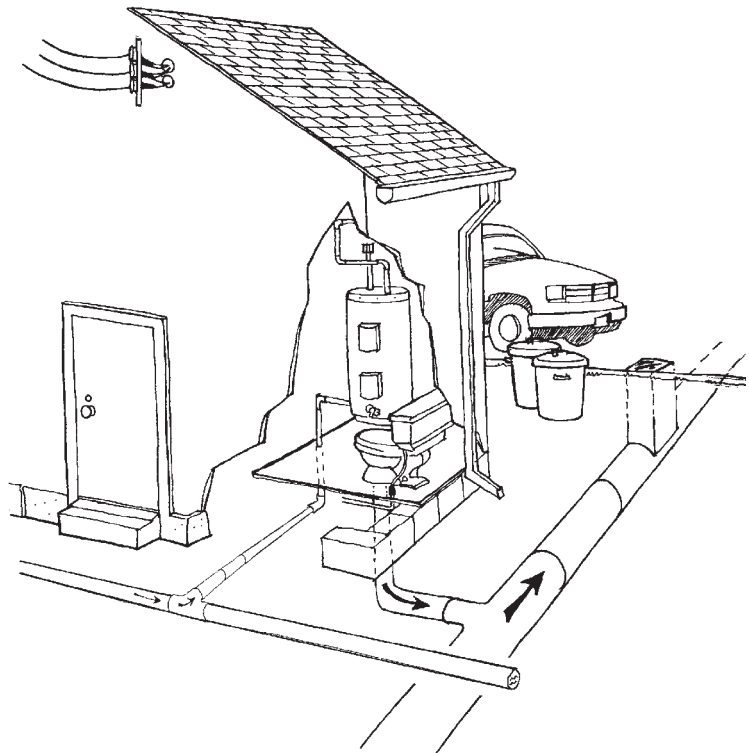
« Détachés, vers 2000 »



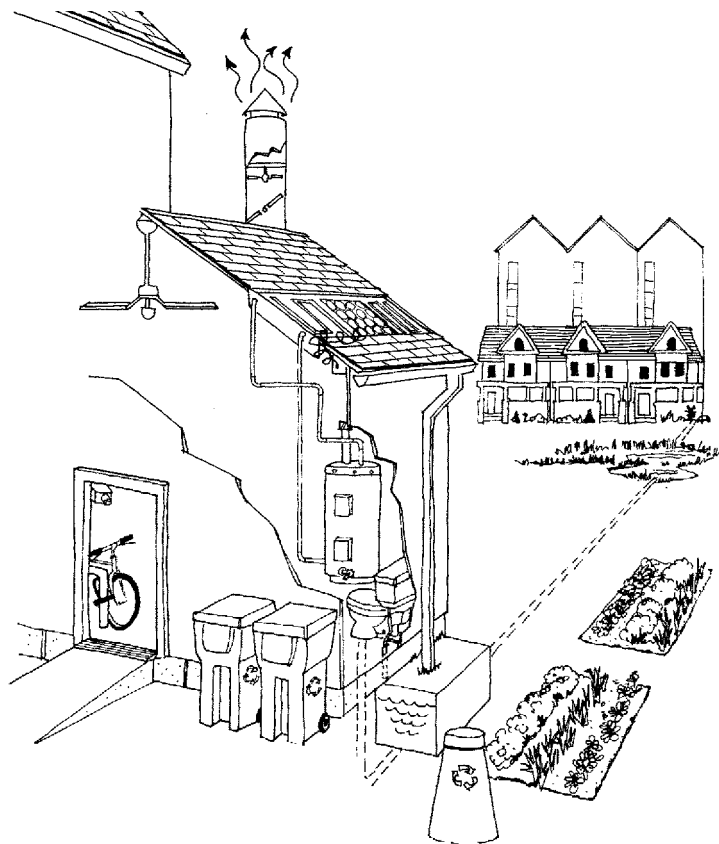
« Rattachés, vers 2050 »

#### 4. Infrastructure intégrée

L'intégration de l'infrastructure signifie l'utilisation des composantes existantes de l'environnement urbain – les routes, les bâtiments, les couloirs de verdure, etc. – pour servir d'éléments au système d'infrastructure. Un système intégré ne se situe pas à l'écart du milieu bâti ou du milieu naturel qui l'entoure; au contraire, il s'intègre de façon fonctionnelle et à tous les niveaux. L'intégration commence à l'échelle du bâtiment (le niveau micro), et elle se porte vers l'extérieur si nécessaire. À l'échelle du bâtiment, l'intégration des toits, des murs, des entrées et des autres éléments du bâtiment servent à capter l'énergie, l'eau et le vent, à traiter et à trier les déchets et peuvent contribuer à l'accessibilité et au transport. Ces systèmes internes de collecte et de séparation permettent au bâtiment de produire des matières premières comme l'eau propre récupérée, l'électricité photovoltaïque, le papier récupéré, le CO<sub>2</sub> etc. À l'échelle du quartier, les systèmes sont intégrés à l'utilisation des sols et avec d'autres flux de ressources. Bien planifiée, ce genre d'intégration crée une vraie « écologie urbaine ».



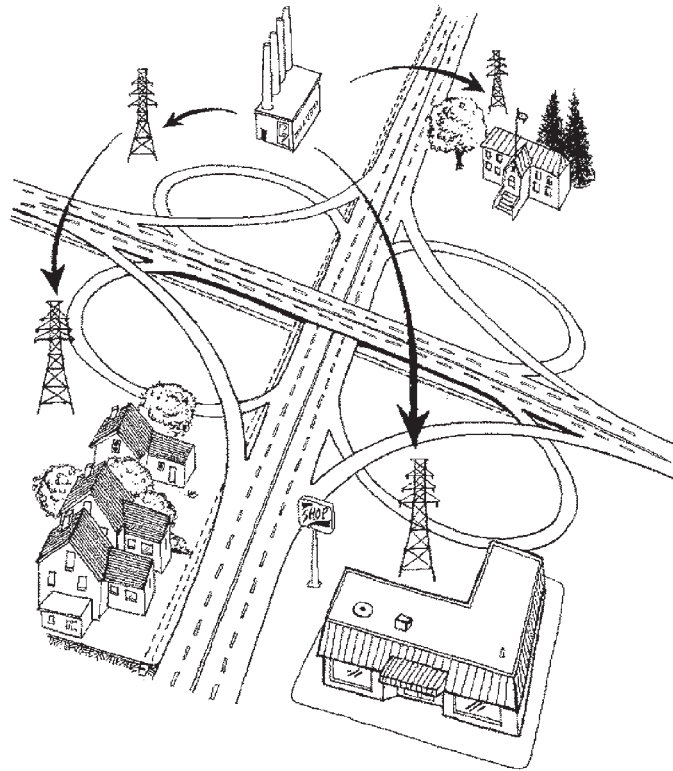
« Systèmes non intégrés, vers 2000 »



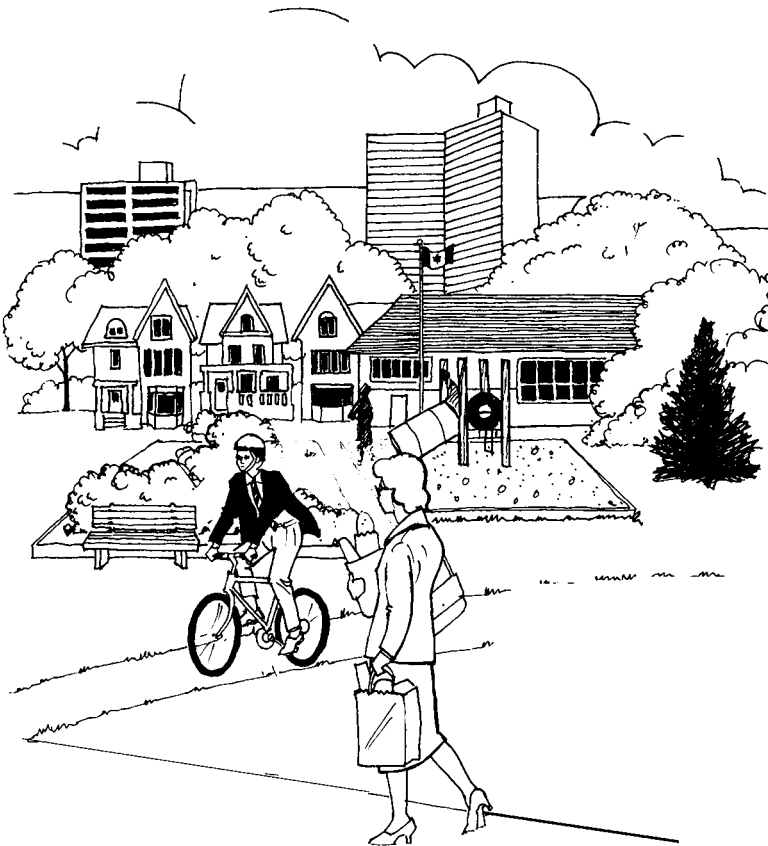
« Systèmes intégrés avec éléments d'environnement naturel et bâti, vers 2050 »

## 5. Axé sur le service

Axé sur le service signifie que l'on ne poursuit plus l'objectif de connecter des bâtiments et de répartir des ressources, mais que l'on vise plutôt à fournir un service. Ainsi, plutôt que de mettre l'accent sur le réseau de distribution de gaz naturel, l'accent serait mis sur le confort, la cuisson des aliments, le nettoyage, etc. En certains cas, le gaz naturel servira mieux cette fin; en d'autres cas, la meilleure solution pourrait passer, par exemple, par une meilleure conception des maisons ou par un chauffe-eau solaire. Au lieu de construire des infrastructures en fonction de l'hypothèse du pire scénario, c'est-à-dire en fonction d'une demande extraordinaire de service, l'infrastructure verte investit de façon à optimiser la gestion de la demande et de l'offre en vue de fournir le meilleur service. Parfois, il arrive qu'un investissement lié à la gestion de la demande serve à diminuer la taille des



« Solutions axées sur l'offre, vers 2000 »

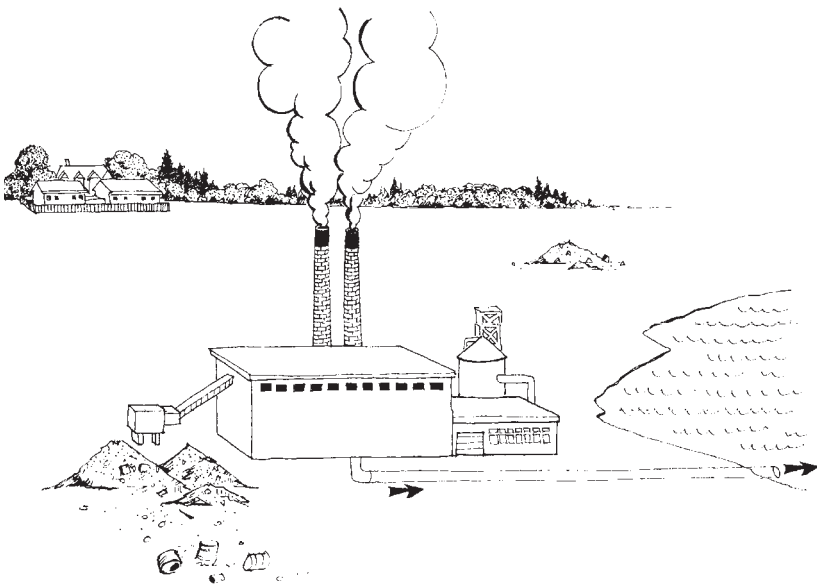


« Axées sur le service, vers 2050 »

boucles et résulte en un échange plus efficace des ressources. Aussi, la gestion axée sur la demande peut permettre d'éviter des expansions coûteuses d'infrastructure hors site. Enfin, cette forme de gestion peut permettre de limiter les pressions exercées sur le système en fonction de sa capacité à l'échelle du quartier. Rendre l'infrastructure plus durable peut supposer que l'on diminue l'intensité de l'énergie et des ressources, tout en augmentant leur valeur. On appelle parfois ce concept « éco-efficacité ».

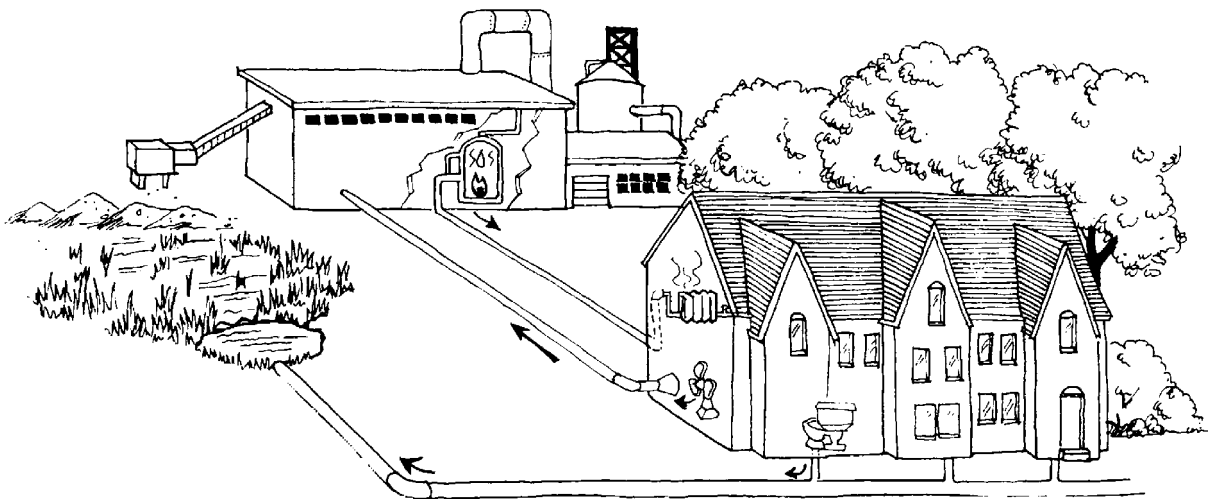
## 6. Réceptif au changement

Un des avantages des systèmes locaux à plus petite échelle et construits sur place est leur capacité à répondre aux contraintes et aux occasions favorables locales. Au niveau de l'entrée (intran), un tel système peut recevoir et utiliser les ressources « perdues » de l'industrie (l'eau chaude, les déchets de scieries, etc.) ou celles de l'environnement (l'énergie marémotrice, le refroidissement à l'aide d'un lac, la micro-centrale hydroélectrique, les milieux humides). Au niveau de la sortie (extrant), on peut concevoir des systèmes qui conserveraient ou amélioreraient la capacité de charge du bassin d'air, du bassin hydrographique, du sol, du territoire et l'intégrité de l'écosystème local.



« Conception mal adaptée, vers 2000 »

L'infrastructure verte peut aussi s'inscrire dans le cheminement historique tant du milieu naturel que du milieu bâti. Quelle flore et quelle faune locales vont bien ensemble? Est-il possible d'utiliser des combinaisons similaires d'espèces et de formes pour créer des espaces et des paysages urbains verts? Ou encore, pourquoi l'architecture traditionnelle utilisait-elle des surplombs de toits de grande dimension et comment peut-on les intégrer à l'infrastructure sur place?

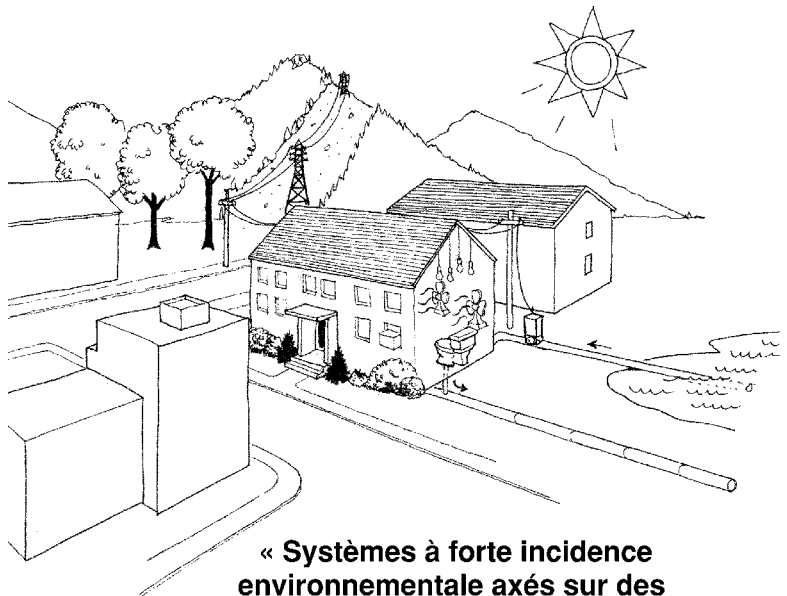


« Adaptation aux soucis et possibilités locales, vers 2050 »

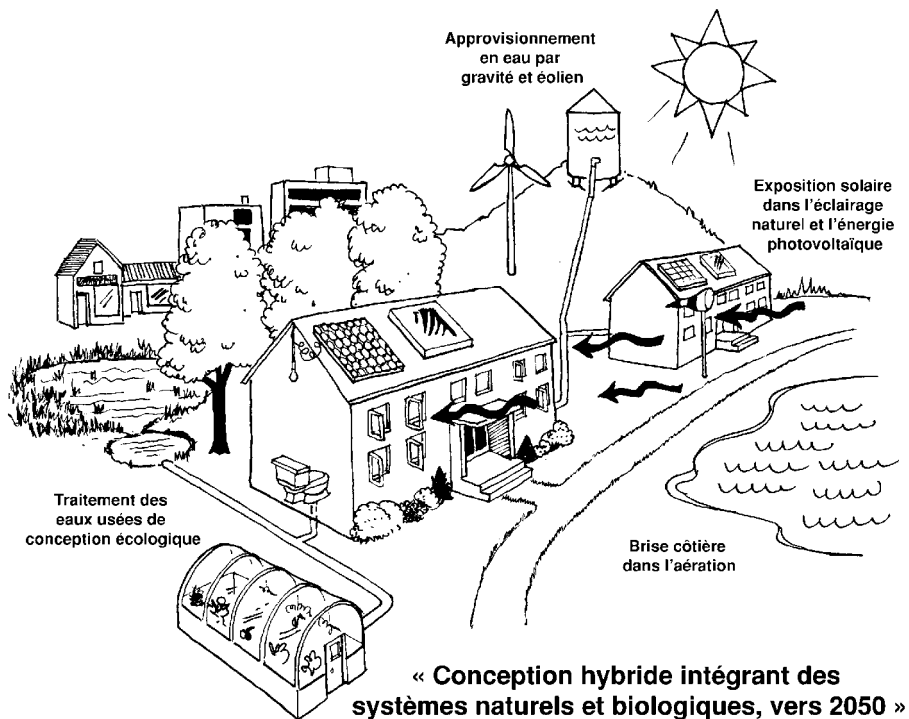
## 7. Technologie renouvelable à faible impact

De la même façon que les bâtiments verts, l'infrastructure verte a pour but de maximiser l'utilisation des ressources existantes sur place et, lorsque cela est possible, d'incorporer des « machines vivantes » qui imiteront les écosystèmes. Un des meilleurs exemples de technologie renouvelable à faible impact est le système de traitement des eaux « à ingénierie écologique » qui traite les eaux de ruissellement et les eaux usées avec des micro-organismes et de la végétation. Les systèmes qui utilisent le soleil, les micro-centrales hydro-électriques, le vent ou les sources géothermiques pour produire de l'énergie utilisable sont autant d'exemples de technologies renouvelables à faible impact.

En théorie, il y a, localement, suffisamment de ressources naturelles pour fournir des services adéquats aux habitations sans avoir à ajouter d'autres d'infrastructures. Toutefois, du point de vue économique, ce sont les systèmes hybrides qui sont les meilleures solutions. Les systèmes hybrides complètent leurs ressources renouvelables locales en important des ressources de l'extérieur.



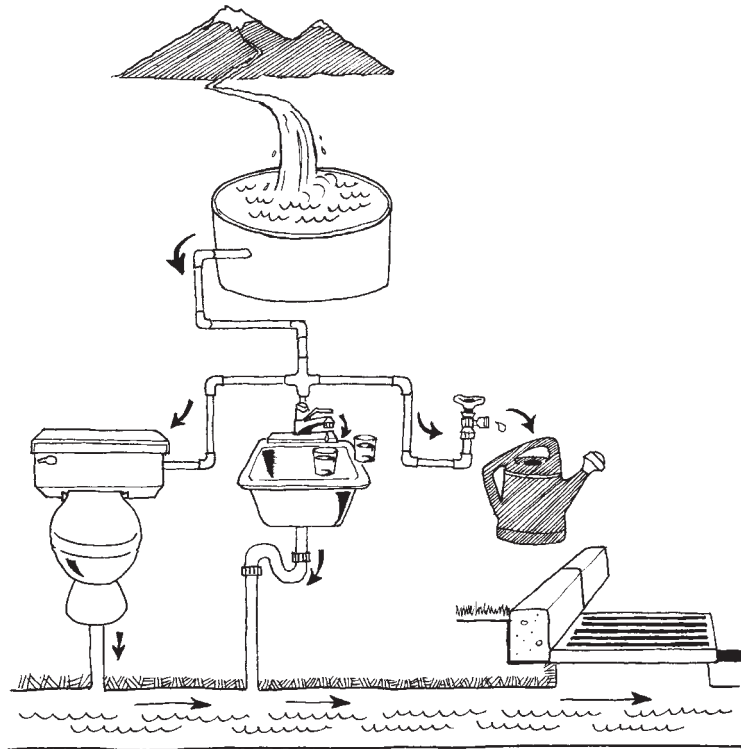
« Systèmes à forte incidence environnementale axés sur des ressources non renouvelables, vers 2000 »



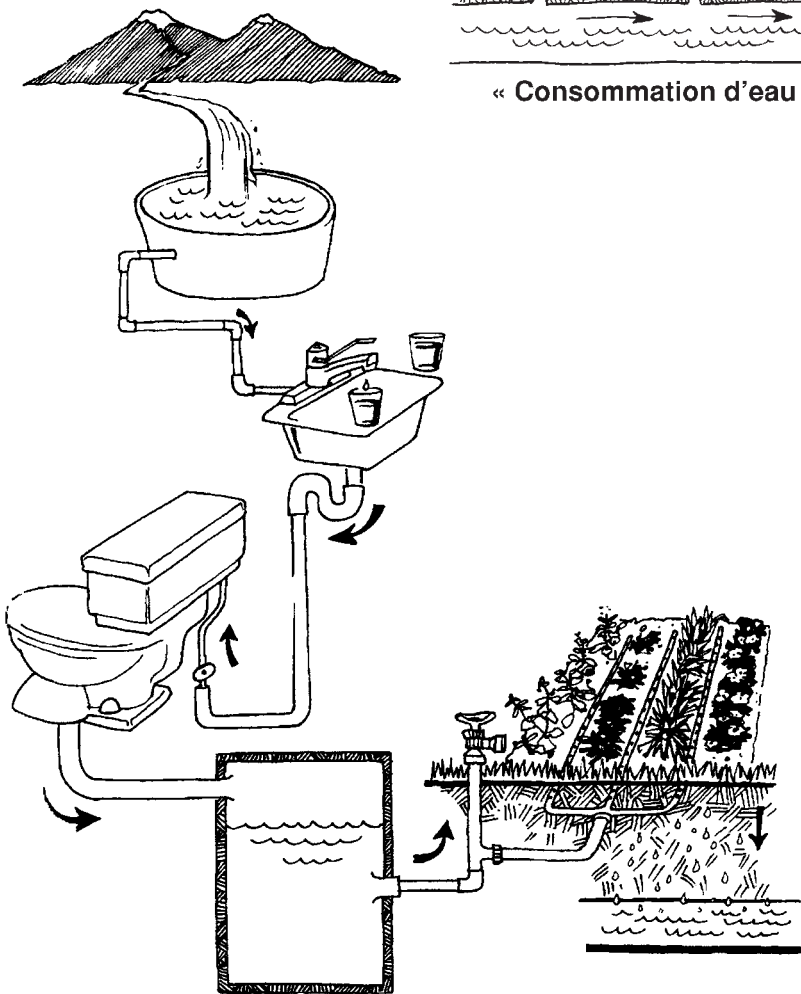
« Conception hybride intégrant des systèmes naturels et biologiques, vers 2050 »

## 8. Choix approprié (ou bien harmonisé)

Le choix des matériaux et des technologies pour construire une infrastructure doit correspondre aux besoins de l'utilisateur et au contexte social. Les choix doivent aussi contribuer à l'écologisation de l'économie. Plus important encore, il faut faire en sorte que les ressources de grande qualité servent à de nobles fins. Par exemple, l'eau de grande qualité couvre les besoins en eau potable et sert à la production d'aliments, l'eau de moindre qualité sert à la lessive et à la chasse d'eau tandis que l'eau de qualité inférieure sert à l'irrigation et à des fins hydrographiques. Il en va de même pour tout autre genre d'énergie (voir ci-dessous).

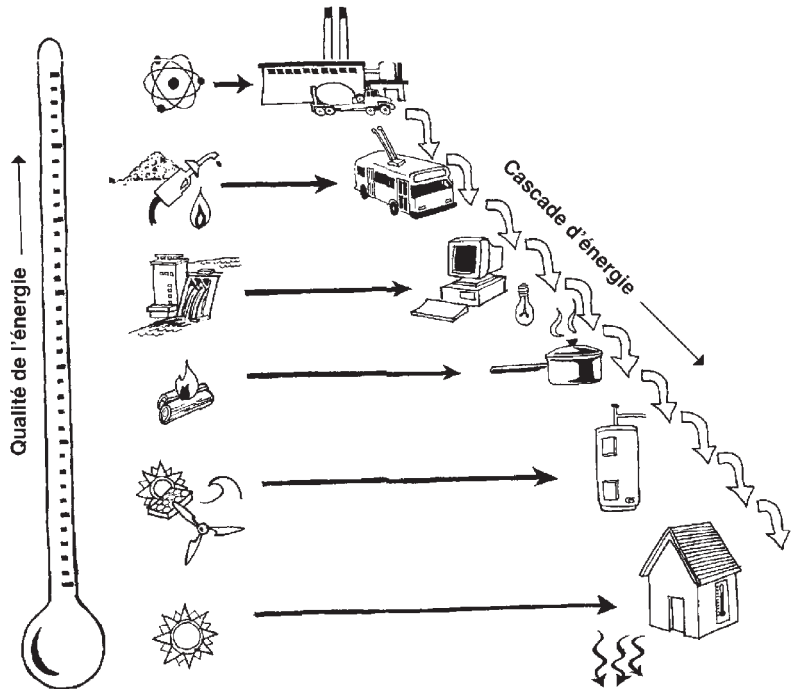


« Consommation d'eau inappropriée, vers 2000 »

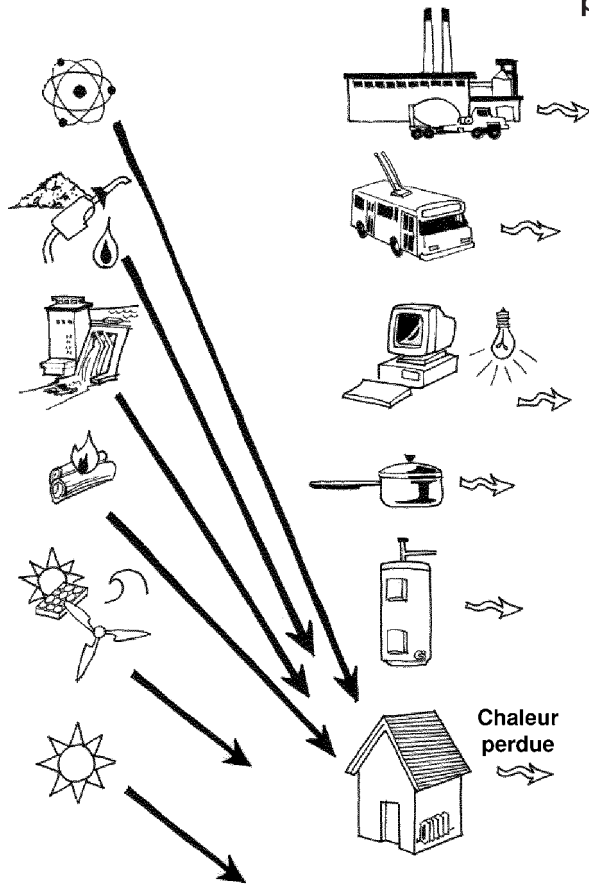


« Consommation d'eau appropriée avec cascadage, vers 2050 »

L'énergie de haute qualité telle que l'électricité sert à l'éclairage, à alimenter les ordinateurs, à faire tourner les moteurs et au transport; le gaz naturel sert à la co-génération, aux procédés industriels et à produire de la vapeur. La chaleur résiduelle sert d'abord au chauffage de l'eau et ensuite au chauffage de l'espace. Bien sûr, il est important d'utiliser les ressources d'énergie en cascade; on utilise le résidu d'une fonction pour alimenter une autre fonction de plus basse qualité.



« Énergie bien adaptée avec cascade de chaleur perdue vers d'autres usages, vers 2050 »

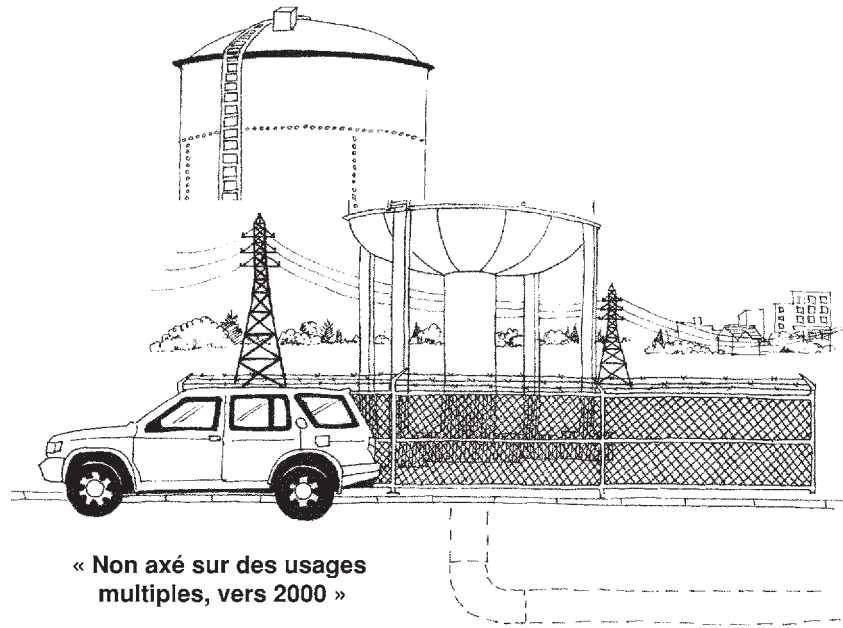


« Jumelage inapproprié de qualité d'énergie et de consommation »

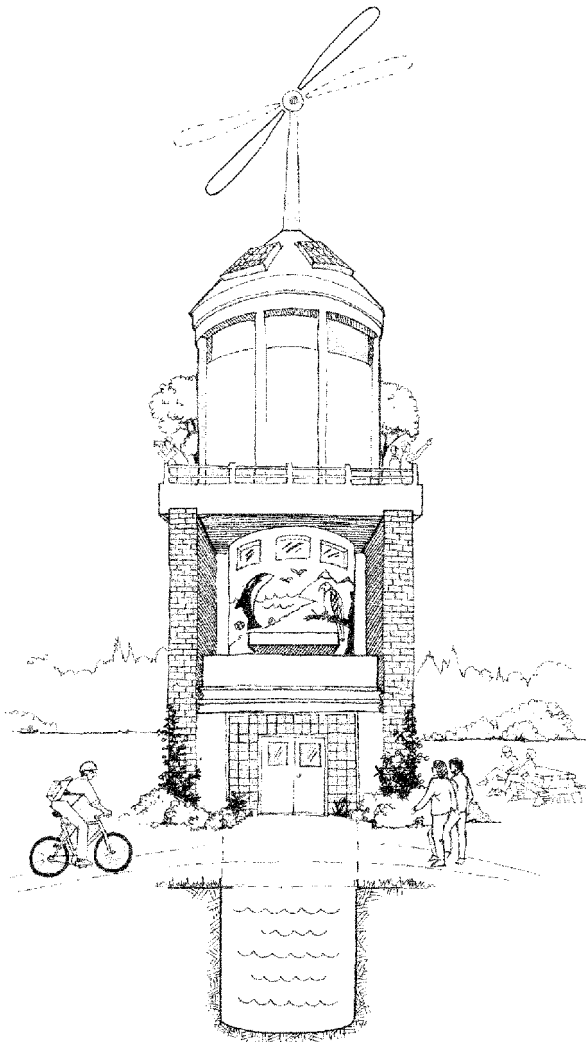
Un autre aspect d'une conception appropriée concerne le choix des matériaux utilisés pour construire une infrastructure. On applique les mêmes principes, c'est-à-dire faire correspondre la qualité des matériaux à la qualité des tâches visées en s'assurant que les matériaux sont conçus et installés de façon à pouvoir être recyclés et réutilisés. Et en fin, la conception du système en tant que tel doit être appropriée en prévoyant, par exemple, que la complexité d'utilisation corresponde aux capacités des utilisateurs locaux à gérer et entretenir eux-mêmes leurs équipements. Au fur et à mesure que les systèmes seront décentralisés et qu'ils seront fonctionnels localement, les besoins de modularisation, de standardisation et d'informatisation vont s'intensifier.

## 9. Infrastructure à usages multiples

Chaque élément d'une nouvelle infrastructure peut être conçu de façon à servir à une multitude d'usages, arrivant ainsi à fournir un large éventail de services à la communauté. Ce procédé imite les éléments d'un écosystème vivant (le biomimétisme), qui crée grâce à des éléments simples à fonctions multiples un système stable et efficace. Dans le cas d'une infrastructure de quartier, une lagune tertiaire pour les eaux usées serait un bon



« Non axé sur des usages multiples, vers 2000 »



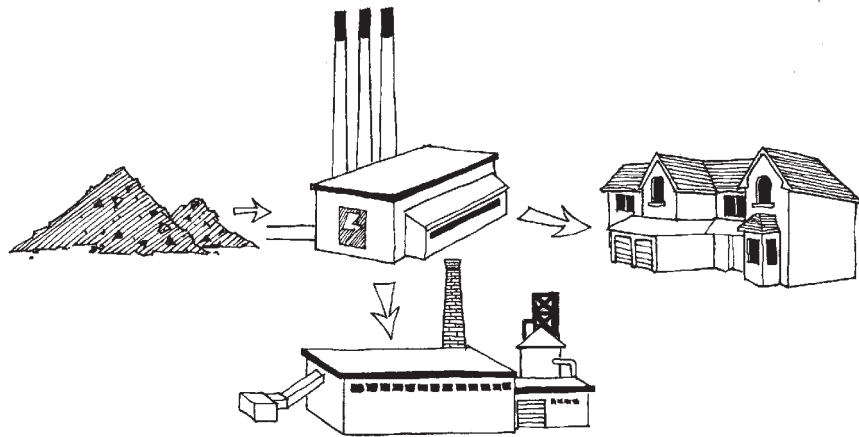
« Château d'eau à usages multiples, vers 2050 »

exemple d'un système à usages multiples. Alliant l'esthétisme à la polyvalence, ces bassins agréablement aménagés pourraient servir à l'aquaculture, à la recharge de la nappe phréatique, à l'entreposage de l'eau d'irrigation, à la rétention d'eaux de pluie préfiltrées, à l'habitat faunique ou encore de réservoir d'urgence pour les incendies. Même un réservoir surélevé pourrait avoir plusieurs utilités : tour d'observation, lieu de rencontre, support pour l'énergie éolienne ou solaire et, pourquoi pas, un moyen de faire valoir les valeurs de la communauté et une contribution à la beauté et à la diversité des villes.

## 10. Système souple

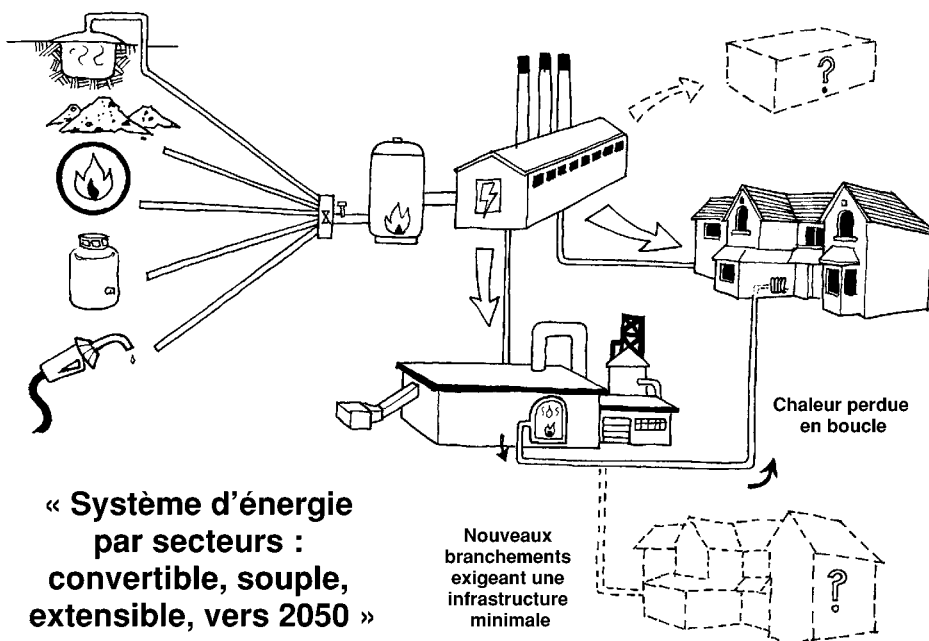
On entend par « souple » la capacité d'un système de se transformer de façon importante. La transformation est inévitable durant le cycle de vie d'un système, tant par rapport à son environnement social, économique et physique que par rapport aux besoins et aux attentes des consommateurs. De toute évidence, un système souple sera utilisé de façon plus efficace et servira plus longtemps parce qu'il sera possible de le transformer à un moindre coût. Un système dont la durabilité et l'efficacité sont accrues devraient se traduire en un rendement environnemental amélioré tout au long de son cycle de vie.

Le concept de souplesse ou d'adaptabilité peut se répartir en quelques stratégies simples connues de la plupart des planificateurs : flexibilité, convertibilité et extensibilité. Dans la pratique ces stratégies peuvent s'appliquer en changeant la conception d'un système et en utilisant des matériaux et des technologies de remplacement. Un système de chauffage de quartier, par exemple, peut utiliser une seule chaudière convertible qui



« Centrale énergétique d'adaptabilité limitée, vers 2000 »

peut passer rapidement d'une forme d'énergie à une autre. De cette façon, la communauté peut facilement s'adapter à la disponibilité de la ressource, à son coût, à ses effets sur l'environnement ou à tout autre critère. Une infrastructure à plus petite échelle et répartie peut être plus souple car moins vulnérable aux changements contextuels ou aux transformations sociales. Ce genre de système peut également être plus souple puisqu'il ne nécessite aucun investissement initial majeur et que sa croissance graduelle peut aller de pair avec des technologies et des politiques novatrices.



« Système d'énergie par secteurs : convertible, souple, extensible, vers 2050 »

### 3. Les avantages de l'infrastructure verte

L'infrastructure verte contribue à la durabilité urbaine du fait des avantages importants qu'elle apporte aux trois niveaux d'intérêt : le niveau social, le niveau économique et le niveau environnemental. Le présent chapitre décrit brièvement tous les avantages de l'infrastructure verte. Ce sont ces mêmes avantages qui représentent les meilleurs arguments pour militer en faveur d'une infrastructure verte.

Fait intéressant, la même liste d'avantages peut servir d'arguments pour tout genre d'infrastructure verte, qu'il soit question de l'énergie, des déchets solides ou du transport. Le prochain chapitre décrira, à l'aide d'exemples détaillés, les caractéristiques et les avantages de chaque genre d'infrastructure verte.

#### AVANTAGES POUR LA SOCIÉTÉ

##### Capacité de récupération

Une structure en grappe dotée de systèmes de technologies diversifiées peut récupérer beaucoup mieux lors de désastres comme des tempêtes de verglas, des tremblements de terre, des tsunamis, des incendies, des actes de terrorisme, des troubles civils, etc. Si un des systèmes est détruit, les autres se partagent les charges beaucoup mieux, et le transfert des ressources peut s'effectuer à l'échelle la plus appropriée.

##### Lieu public et esthétique

L'infrastructure sur place offre des occasions d'embellir les lieux publics et de les imprégner d'un sentiment de tranquillité qu'on retrouve habituellement dans les espaces de verdure. Par exemple, la végétation et les plans d'eau des systèmes ouverts de ruissellement des eaux pluviales peuvent embellir le voisinage et lui donner un air distinct. En Europe, des architectes de renom ont conçu pour le compte de certaines communautés des serres alimentées par des eaux usées ainsi que des installations de production d'énergie et de chauffage. Ces installations deviennent alors des points de repère, et sont une affirmation de l'identité propre à chacune des communautés. Ces

installations contribuent encore davantage à ramener le tout à une échelle humaine.

##### Attraits et commodités

Si les projets sont soigneusement conçus afin de remplir plusieurs fonctions, toute la communauté en bénéficiera par le biais de nouvelles commodités et de nouvelles possibilités récréatives.

##### Flexibilité

Il peut parfois se révéler problématique d'ajouter, par endroits, de nouvelles pompes et de nouvelles canalisations pour l'écoulement des eaux usées. En ce sens, l'infrastructure sur place permet une meilleure utilisation du territoire.

##### Prévention et règlement de différends

Exporter les déchets hors des villes devient de plus en plus difficile. Il en va de même pour la localisation des grands équipements d'infrastructure, tant pour leurs installations que pour leurs servitudes de passage. Inclure ces équipements dans un processus plus « organique » de développement des bâtiments et des quartiers pourrait probablement contribuer à obtenir l'appui et la participation de la communauté.

##### Un plus grand choix de modes de vie

Des équipements d'infrastructure diversifiés permettent d'élargir les choix de modes de vie. Les communautés peuvent choisir entre la commodité et le coût. Par exemple, de petites communautés résidentielles des Pays-Bas ont souvent opté pour des alternatives bien différentes en ce qui a trait à l'automobile : certains quartiers limitent les espaces de stationnement, d'autres optent en faveur du co-voiturage alors que certains autres remettent des laissez-passer ou des vélos aux nouveaux propriétaires.

## AVANTAGES ÉCONOMIQUES

### Diminution des coûts

Une infrastructure verte résulte souvent en une réduction de coûts tout au long de son cycle de vie, en comparaison aux équipements traditionnels à grande échelle et non-intégrés. Par exemple, la gestion axée sur la demande (axée sur le service) peut réduire la dépense publique. La conversion de déchets en ressources crée une nouvelle source de revenus pour les consommateurs. On peut dire, d'une manière générale, que les systèmes à petite échelle requièrent des systèmes de sécurité beaucoup plus simples, ce qui réduit grandement le coût.

### Mise de fonds reportée

L'infrastructure verte est plus progressive dans sa mise en œuvre étant donné que plusieurs de ses éléments, sinon tous, se situent directement à l'intérieur du bâtiment, ou tout près de celui-ci. Ceci crée la possibilité d'investir graduellement, par phase, et de remettre à plus tard les dépenses majeures. De plus, la démarche graduelle permet de répondre plus facilement à la demande et permet d'éviter d'avoir à payer pour de grands équipements.

### Païement par l'usager

En autant qu'on arrive à intégrer des éléments et des fonctions d'infrastructure aux bâtiments et aux projets de développement, les municipalités et les services d'utilité publique peuvent faire supporter une partie du coût en immobilisation par les usagers. Ceci est conforme au principe de l'utilisateur payeur et encourage plus d'efficacité et de conservation par le marché.

### Un investissement à plus long terme par les parties intéressées

Au fur et à mesure qu'ils deviennent des acteurs intéressés par la création de services d'utilité publique, les propriétaires et les entrepreneurs-constructeurs sont susceptibles de voir de bien-fondé d'investir dans la gestion axée sur la demande et dans l'évaluation du coût du cycle de vie. Par exemple, si un entrepreneur-promoteur peut devenir partenaire d'une micro unité de service d'utilité publique, et s'il peut en plus créer des unités d'habitation dont le coût des services sera exceptionnellement bas, il

aura, par conséquent, beaucoup plus de facilité à vendre ses unités d'habitation. Un tel partenariat peut réduire les risques pour les promoteurs et les investisseurs – les micro unités de services d'utilité publique tels que l'eau, les déchets, l'énergie et les communications pouvant permettre au promoteur de lui garantir un revenu à long terme. Par exemple, l'envoi d'une seule facture mensuelle à un propriétaire peut couvrir le coût d'une grande gamme de services d'utilité publique (et engendrer des profits). On crée alors les incitations qui favoriseront l'investissement des entrepreneurs-constructeurs dans le logement à performances élevées, étant donné que les coûts d'exploitation inférieurs feront augmenter les profits, d'abord au niveau de la vente des unités d'habitation et par la suite, au niveau de la gestion des micro unités de services publics.

### Création d'emplois locaux

L'infrastructure verte crée plus d'emplois au sein même de la communauté. Moins d'argent est dépensé dans la construction d'installations éloignées ou dans l'importation de produits comme l'eau, l'électricité et le gaz. Une partie de l'investissement est plutôt fait localement, ce qui augmente la circulation de l'argent dans l'économie locale et crée des emplois plus près de l'endroit où vivent les gens. La boucle écologique qui voit les déchets revenir à leur état de matière première peut aussi créer des entreprises locales et des emplois permanents. Une fois récupérées, ces matières premières peuvent être transformées en produits par des processus qui sont intégrés directement dans les quartiers ou dans les bâtiments. Si l'infrastructure verte est un système plus efficace, elle doit laisser plus de dollars dans les mains des résidents – des dollars qu'ils pourront dépenser dans la conservation de l'environnement et l'augmentation de la compétitivité de la communauté.

### Approvisionnement local

Les éléments d'infrastructure qui sont intégrés à l'échelle locale sont amenés à s'approvisionner localement, ce qui augmente les affaires dans la communauté.

## Sécurité

Les grands systèmes soumis à une seule source de ressources sont dangereux pour l'économie. Citons en exemple les récents problèmes que certaines entreprises de la Californie ont dû affronter en raison de pannes dues à la pénurie de gaz naturel, conséquence d'un marché mal réglementé. Les aspects naturels et adaptables de l'infrastructure verte diminuent les risques de perturbations pour le monde des affaires. Ce qui précède vaut aussi pour les attaques épidémiques virales, les catastrophes naturelles et les autres crises.

## Qualité du service

Plusieurs types d'infrastructure verte apportent aux communautés une plus grande qualité de services et un avantage compétitif. Le chauffage d'un quartier, par exemple, peut se révéler plus fiable, mieux géré et mieux entretenu sur le plan professionnel qu'il ne le sera jamais pour un bâtiment unique. De plus, les utilisateurs gagnent de la surface utile et réduisent le personnel d'entretien.

Une infrastructure verte, qui par sa nature crée de l'activité dans le milieu de vie d'une population entraînera forcément à une diminution des coûts du transport, tant pour les commerces que pour les travailleurs.

## AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX

### Efficacité

On arrive à une utilisation plus efficace des ressources par la réduction du système de distribution et par la diminution de la capacité de production dans son ensemble, ainsi que par une meilleure correspondance entre la qualité de la ressource et le besoin du consommateur.

### Innovation et amélioration

Un système réparti composé de technologies à petite échelle et de structures regroupées constitue un système idéal pour faire l'essai de nouvelles technologies et pour intégrer les progrès technologiques d'une façon progressive mais rapide. Par conséquent, tout investissement dans une nouvelle infrastructure peut se faire en comptant sur la toute dernière technologie écologique (qui d'ailleurs évolue constamment). Il en résulte une meilleure

efficacité de tout le système, et pour toute sa durée de vie.

### La restauration

Parce qu'elle répond aux conditions locales, l'infrastructure verte peut respecter les capacités de charge locales et s'adapter aux aires environnementales sensibles. Par exemple, dans le cas d'une communauté située près d'un milieu humide menacé, un nouveau projet d'habitation pourrait avoir recours à la bio-filtration et à l'éclairage des cours d'eau (pour imiter le jour) afin de recréer des systèmes naturels qui protègent l'aire sensible contre le ruissellement. Une telle utilisation des sols accompagnée de techniques de gestion des eaux usées peut vraiment contribuer à la restauration et à l'amélioration des milieux humides en contrôlant et en augmentant les débits de l'eau.

### Synergie

En convertissant les déchets en matières premières à l'intérieur de la ville, l'infrastructure verte crée de nouvelles possibilités d'activités industrielles et commerciales près du lieu où vivent et travaillent les gens. Ces petites boucles contribuent à l'émergence d'une écologie municipale et industrielle. On peut organiser le territoire en fonction de l'optimisation de la synergie potentielle que procure la transformation des déchets en ressources et en matières profitables. Par exemple, l'eau usée d'une ville peut servir en cascade, c'est-à-dire tour à tour, à la production d'énergie, à des utilisations résidentielles, industrielles et enfin agricoles, à la condition que la municipalité aie coordonné à cette fin l'affectation des sols et les stratégies industrielles.

### Biodiversité et productivité

Tenir compte des contraintes environnementales et en incorporant des éléments vivants et des systèmes écologiques à l'infrastructure permet d'augmenter et de renforcer la biodiversité et la productivité d'un milieu donné.

## 4. Meilleures pratiques en matière d'infrastructure verte

### RÉSEAU PLUVIAL

#### Une perspective écologique

Historiquement, il était normal d'amener l'eau de pluie loin des régions urbaines et de déverser cette eau directement dans des bassins récepteurs. Comme il fallait de toute façon construire, et à grand frais, des canalisations pour les égouts, un réseau parallèle servant uniquement à l'eau de pluie semblait beaucoup trop coûteux. Cette situation ne vaut plus. L'eau pluviale doit être traitée pour protéger la qualité de l'eau des bassins récepteurs, ce qui augmente considérablement les coûts d'opération. De plus, la capacité de l'usine de traitement et la capacité des conduites doit tenir compte des débits maximaux afin d'éviter les risques de débordement et de pollution. Le vieillissement des villes rend les conduites d'eaux pluviales coûteuses à entretenir et à remplacer. Finalement, le volume d'eau pluviale augmente en même temps que les zones urbaines deviennent plus densément peuplées, qu'elles servent à de multiples usages, et qu'elles comptent de moins en moins de sols perméables.

Pour toutes ces raisons, les systèmes traditionnels composés de bordures de trottoirs, de caniveaux et de conduites de drainage contribuent à l'augmentation du coût du traitement des eaux usées, provoquent des défaillances et occasionnent de plus en plus de déversements dans les cours d'eau. De plus l'augmentation de ces déversements détériore la qualité de l'eau, érode les berges, augmente les inondations, diminue les débits de base d'été et dégrade l'habitat des poissons et des écosystèmes riverains.

La meilleure façon d'éviter ces incidences négatives consiste à éliminer la plupart des conduites d'eau pluviale et de plutôt ralentir et entreposer l'eau pluviale pour ensuite la relâcher lentement, afin de mieux imiter les conditions naturelles. Essentiellement, l'environnement urbain aurait avantage à fonctionner comme une forêt durant une pluie :

1. En augmentant la couverture végétale et les arbres afin de mieux capter la pluie au-dessus du sol et d'augmenter l'évaporation.
2. En absorbant la pluie dans le sol là où elle sera filtrée et retournée lentement aux cours d'eau de réception par écoulement dans le sol.
3. En gardant l'eau dans des aires de rétention ombragées, pour la relâcher plus tard.

L'entreposage de l'eau pluviale est le dernier recours, car il peut bouleverser les débits normaux, et à long terme, accumuler les boues.

Quelle que soit la stratégie adoptée, la meilleure solution consiste à commencer à la source – au bâtiment même – c'est-à-dire là où le site est imperméable. On doit chercher à maximiser la capture de l'eau de pluie sur les terrains privés, et au besoin, les surplus d'eau seront captés par des rues mieux conçues et, en aval, par des bassins de stockage et des terres humides.

L'aspect naturel et ouvert d'un système de collecte d'eau pluviale écologique coûte beaucoup moins cher (jusqu'à 30 p. cent de moins) que les traditionnels bords de trottoirs, les caniveaux et les conduites. L'entretien pourrait coûter un peu plus, bien qu'il soit parfois possible d'affecter ces frais au poste budgétaire des parcs et de la récréation étant donné qu'un système ouvert contribue à l'aménagement d'espaces verts plus variés et plus attrayants et améliore le microclimat, l'habitat et la production de nourriture.

## Intégration du réseau pluvial au niveau du bâtiment

**Toits verts et direction du ruissellement provenant du toit** – Dans les aires urbaines à haute densité, une bonne partie de la superficie est constituée de toits. Ainsi, une partie de l'infrastructure du réseau pluvial sur place comprendrait ce qui suit :

Un couvert végétal pour capter et relâcher l'eau de pluie lentement. Un toit vert typique peut retenir 25mm de pluie, l'équivalent de quelques averses légères pendant un jour ou deux. Le toit retient une partie de l'eau de pluie qui sera ensuite utilisée par les plantes ou relâchée dans l'air. Le reste tombe du toit lentement, par gouttes, ce qui diminue l'effet négatif du ruissellement.

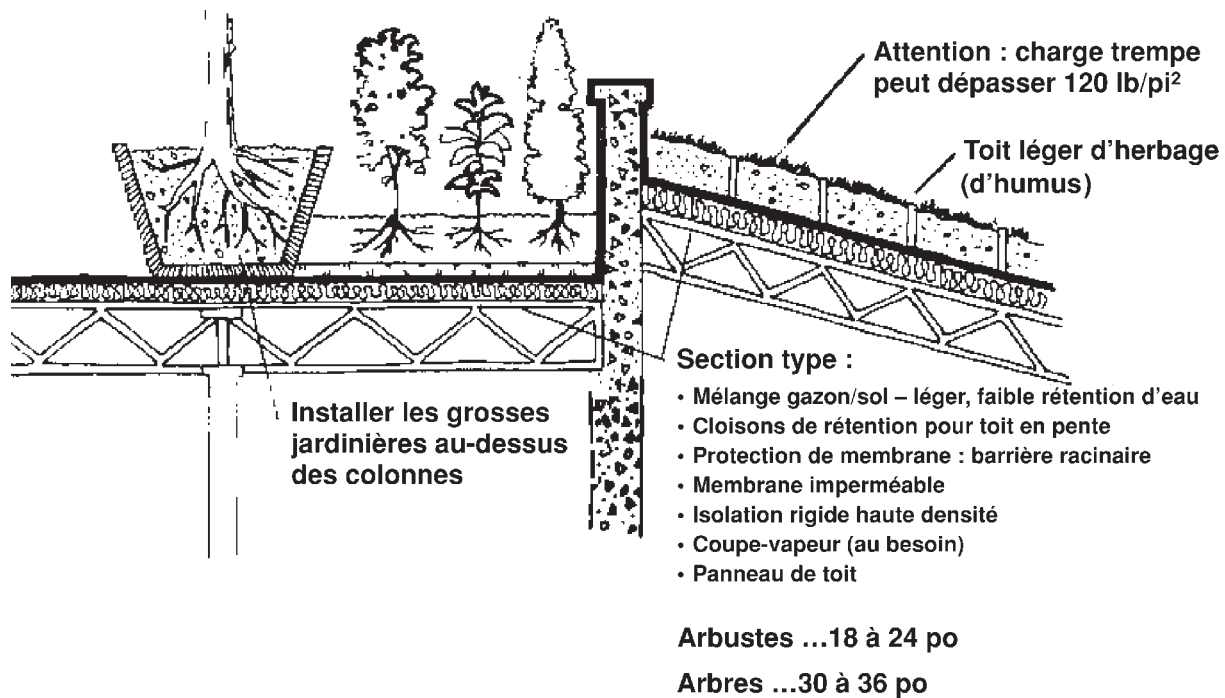
Des citernes pour capter et entreposer l'eau des toits. Selon les conditions de l'environnement, l'eau emmagasinée pourra soit être relâchée lentement vers les cours d'eau, réutilisée comme eau non-potable pour la chasse d'eau des toilettes et la lessive ou servir à l'arrosage des potagers.

Le fait de diriger l'eau de ruissellement des toits vers des espaces verts aménagés, des puits perdus ou des bassins d'infiltration permet à l'eau de s'infiltrer dans le sol.

Ces espaces verts doivent comporter des vallonements, des bordures et des dépressions pour retenir et orienter l'eau, et lui permettre de s'infiltrer. Les puits perdus ou drains français conviennent particulièrement aux petits emplacements puisqu'ils peuvent suppléer aux surfaces d'infiltration limitées.

On trouve sur le marché **trappes à sédiments manufacturées** qui interceptent l'écoulement des aires de drainage et relâchent lentement l'eau tout en piégeant les sédiments.

**Les meilleures pratiques pour le développement d'un emplacement** devraient être décrites dans des lignes directrices afin d'assurer que les activités de dégagement du terrain, d'excavation et de construction ne causeront pas d'écoulements, d'érosion, ni de problème d'envasement des eaux de surface.



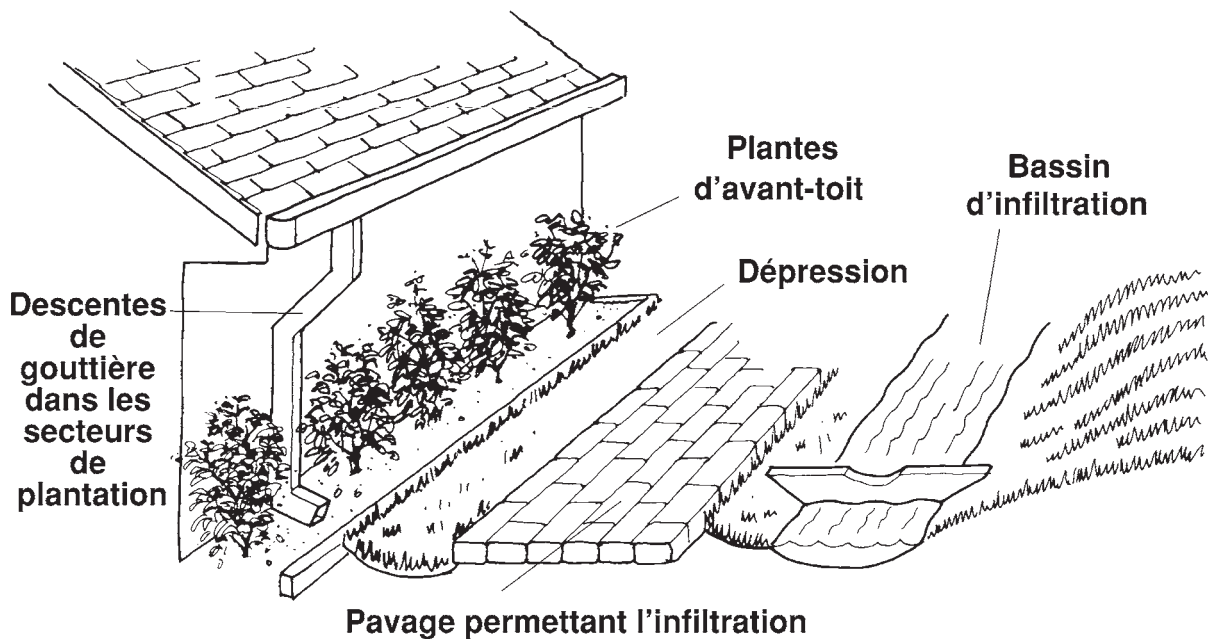
## Intégration des réseaux pluviaux à l'échelle du quartier

Les **rigoles de drainage gazonnées et les bandes de végétation** sont des dépressions peu profondes couvertes de végétation qui sont conçues pour recevoir l'écoulement. On peut les utiliser pour acheminer l'écoulement à la surface vers des aires de rétention ou vers des bassins collecteurs. De plus, elles permettent la percolation, l'absorption de substances nutritives et la diminution du transport des matières solides en suspension. Les rigoles de drainage le long des routes peuvent intercepter et entreposer l'écoulement d'eau de façon très efficace, surtout si la rigole de drainage est construite de sols profonds dont le contenu organique est élevé (25 pour cent).

Les **étangs de rétention secs** retiennent l'écoulement temporairement, jusqu'à 24 heures, et contrôlent le débit à un niveau spécifique à l'aide d'une sortie d'eau fixe. Ce délai permet aux matières solides et aux polluants de former un dépôt.

Les **milieux humides construits** sont des terres ou des milieux humides qu'on a construits spécifiquement pour traiter les eaux de ruissellement et les eaux usées. Ces bassins permanents endiguent temporairement l'écoulement et retiennent les dépôts des matières solides en suspension et les polluants.

Les **revêtements de sol** doivent être adaptés à l'utilisation qu'on en fait. Un revêtement imperméable tel que le béton ou l'asphalte sera utilisé seulement aux endroits où circulent les voitures, les autocars et les camions. L'asphalte poreux, les pavés en terre cuite ou le béton de pierre seront réservés aux aires de stationnement et aux endroits où circulent les piétons et les cyclistes. Les blocs en treillis seront utilisés dans les stationnements d'appoint, et la pierre concassée ou la brique dans les sentiers pédestres.



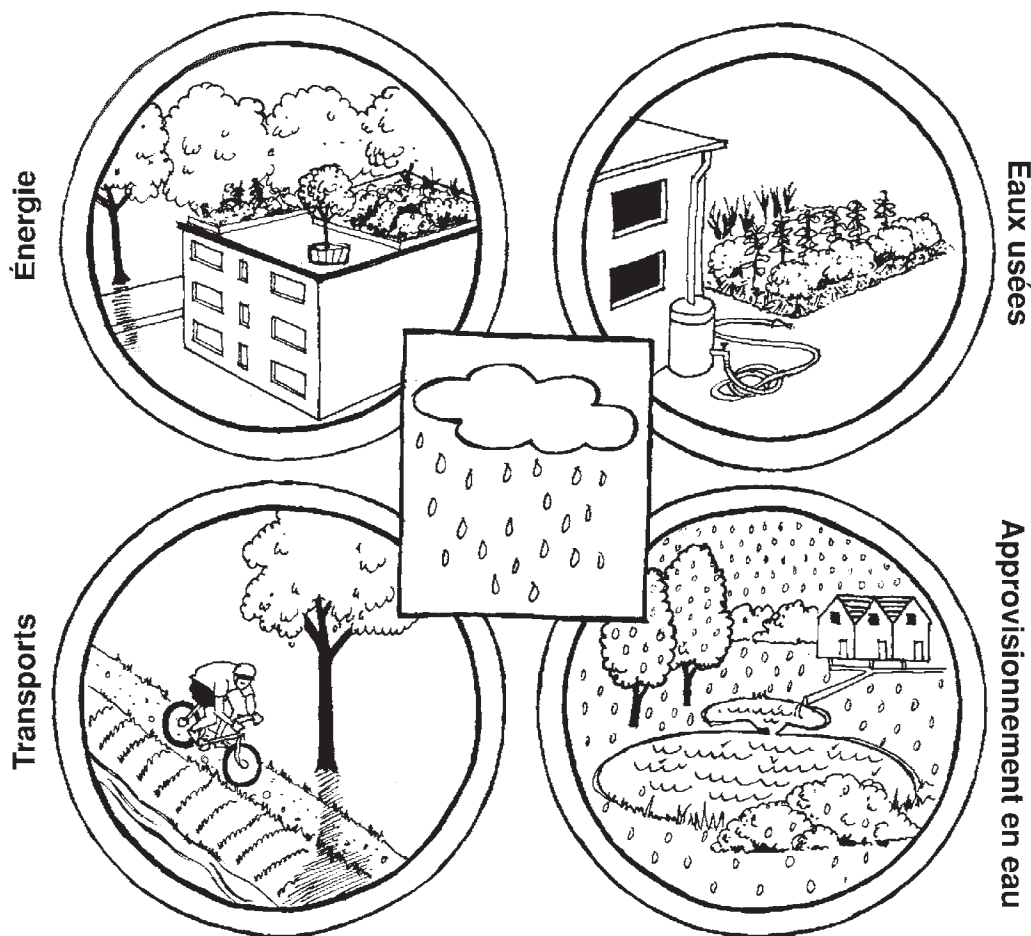
## Intégration des réseaux pluviaux à d'autres formes d'infrastructure

On peut intégrer des éléments du réseau pluvial écologique à d'autres systèmes tels que le transport, la production alimentaire, le traitement des eaux usées et le traitement des déchets organiques solides. Voici quelques exemples :

- L'utilisation de sols profonds pour l'aménagement des espaces verts à travers la ville ne se limite pas à augmenter l'infiltration sur place. Ces sols stimulent la croissance des plantes et réduisent considérablement les besoins en irrigation. Ils peuvent également être utilisés sur les toits, comme tampon thermique, et ils sont parfaits dans les potagers privés ou communautaires.
- L'ajout de matière organique à ces sols peut provenir du compostage des déchets organiques ou du compostage provenant de boues d'égout. Les occupants peuvent

également faire leur propre compost et y avoir accès à l'année longue.

- Le stockage, dans des citernes, de l'eau de pluie provenant des toits ne fait pas que réduire les effets de ruissellement, mais il fournit de l'eau d'irrigation (système du goutte à goutte) et de l'eau pour la chasse d'eau des toilettes et pour la lessive, diminuant d'autant les besoins d'eau potable fournis par les systèmes municipaux.
- Les systèmes d'infiltration peuvent s'intégrer aux sentiers pour piétons, aux pistes cyclables et aux places publiques en utilisant des matériaux de revêtement perméables et de la végétation.
- Un système de traitement du ruissellement de surface peut parfois être jumelé à la bio restauration et à un marais artificiel afin d'améliorer les débits d'eau et le rendement des milieux humides.



« Intégration de la gestion des eaux de ruissellement avec d'autres réseaux »

## Amble Greene, district de Surrey (Colombie-Britannique) : étude de cas de gestion des eaux pluviales

Pour aborder le problème des eaux pluviales, certaines municipalités de la vallée du Fraser en Colombie-Britannique ont commencé à utiliser des systèmes innovateurs d'infiltration des eaux pluviales. Créé en 1979, Ambleside Greene était, à ce moment, le plus grand projet immobilier. Le système d'infiltration d'Amble Greene (un développement à l'intérieur même d'Ambleside Greene) est fait d'une combinaison de rigoles de drainage gazonnées et de drains français. Une petite section d'Amble Greene était rattachée au



réseau pluvial traditionnel, mais sa plus grande partie ne l'était pas. Le système d'infiltration a été conçu pour permettre une infiltration continue, à quelque endroit que ce soit. Pour améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol, il a tout simplement suffit qu'une section de la rue soit construite sans sa bordure traditionnelle. Ce système innovateur a coûté beaucoup moins cher que le système conventionnel de l'époque. En dollars d'aujourd'hui, ce système coûte environ 150 dollars du mètre linéaire, soit un coût total de 140 000 dollars pour 153 unités d'habitation.



## DÉCHETS LIQUIDES

### Une perspective écologique

Un certain nombre d'entreprises commerciales et de communautés au Canada sont en train d'adopter une démarche intégrée et écologique quant au traitement des déchets liquides et à la récupération des eaux usées.

L'acceptation grandissante de l'utilisation de systèmes naturels de traitement des eaux a ouvert la voie à une application plus étendue. Les procédés écologiques de traitement des déchets liquides peuvent bien mieux enlever non seulement les agents pathogènes, mais également les composés organiques volatiles, les hydrocarbures, les matières nutritives, les herbicides et les pesticides.

De tels systèmes ne se limitent pas qu'à gérer les déchets liquides, ils transforment, en plus, ces déchets en eau recyclée, en sol, en matières nutritives, en CO<sub>2</sub> et en biodiversité. En incorporant des systèmes naturels à un niveau local, il devient possible de ré-intégrer ces ressources dans « l'écologie locale », contribuant ainsi aux procédés industriels locaux tout en diminuant les coûts de distribution et d'utilisation des terres.

### Intégration au niveau du bâtiment et de l'emplacement

**Réduction du débit à la source** – L'infrastructure verte des déchets liquides prend forme par des mesures qui réduiront les eaux usées qui quittent le bâtiment. L'eau pluviale est dirigée vers des ouvrages de drainage ouverts alors que l'utilisation de l'eau est réduite, à l'intérieur des bâtiments, grâce à l'installation d'économiseur d'eau.

**Compostage sur place** – À la limite, il serait possible de se débarrasser de tous les déchets liquides, sur place, en utilisant des toilettes de compostage sans eau. Un système de compostage aérobie et ventilé en permanence réduirait le volume des déchets de 90 pour cent et produirait un terreau semblable à l'humus, riche en azote et autres éléments utiles. On épargnerait de cette façon des quantités importantes d'eau en comparaison aux toilettes à chasse d'eau conventionnelles.

Rendre à la terre de l'humus riche en matières nutritives amende les sols appauvris. Les déchets liquides seraient traités dans de petites plates-bandes de roseaux près des bâtiments.

**Traitement primaire sur place** – Il pourrait être avantageux d'installer un système de traitement primaire des eaux usées tout près des habitations. Par exemple, les complexes d'habitations des régions urbaines pourraient être équipés de fosses septiques étanches en béton situées près des fondations. Ces fosses constitueraient alors la première étape du traitement des eaux usées. L'avantage de placer un système de traitement primaire des eaux usées près du bâtiment est de pouvoir fournir, par la suite, au niveau du quartier, un traitement secondaire de pointe, flexible, et économique. Il suffit tout simplement d'installer dans le réservoir une pompe submersible qui achemine les eaux usées jusqu'à un digesteur de quartier au moyen de tuyaux en PVC à petit diamètre.

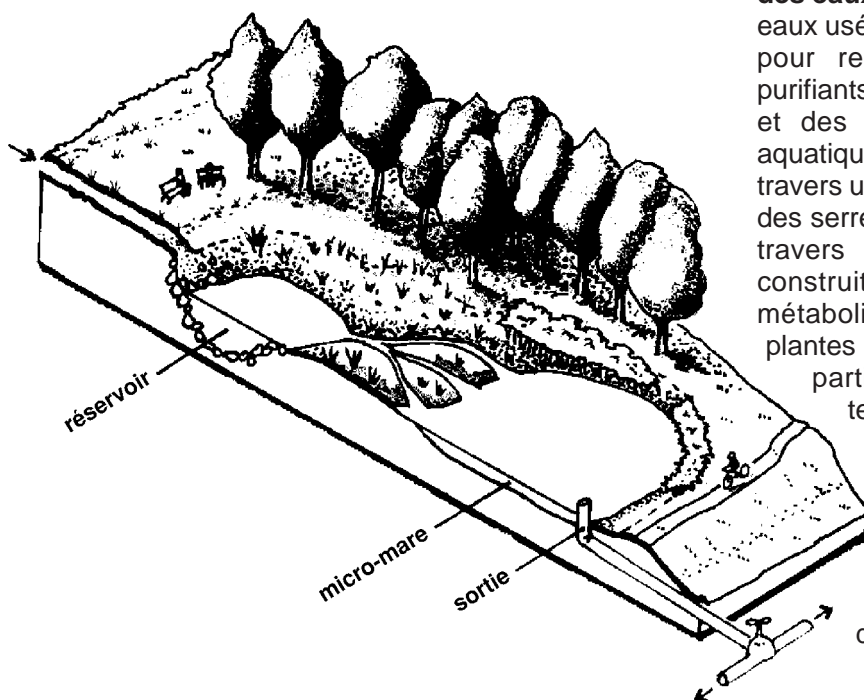
### Intégration au niveau du quartier

**Les milieux humides construits** – On appelle ainsi les terres ou les milieux humides qui ont été construits spécifiquement pour traiter les eaux de ruissellement et les eaux usées. Ces bassins permanents endiguent temporairement l'écoulement des eaux et retiennent les dépôts des matières solides en suspension et les polluants. Il existe deux sortes de milieux humides construits, soit les bassins de surface, qui conviennent aux habitations ou à des regroupements importants de bâtiments, ou encore les bassins souterrains. Ces derniers sont plus petits (le quart de la superficie des bassins de surface), mais coûtent quatre fois

plus cher. Bien conçus et bien utilisés, les milieux humides de surface sont l'équivalent d'un traitement tertiaire. Ils contribuent à réduire la demande biochimique en oxygène, les matières en suspension, l'azote, les métaux, les substances organiques et les organismes pathogènes à des niveaux qui répondent aux standards environnementaux.

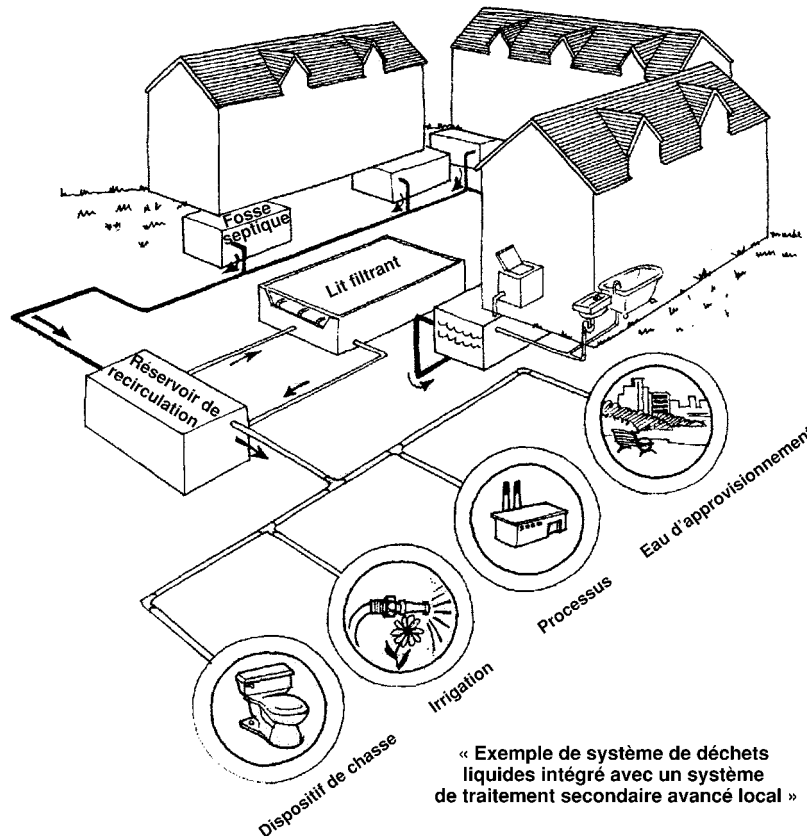
**Traitement secondaire avancé à l'aide de membranes filtrantes** – Ces systèmes peuvent servir à de grands ensembles domiciliaires à unités multiples, à des grappes d'industries ou même à des petites villes. En bref, un système de tuyaux transfère les eaux résiduaires de la fosse septique à un endroit central où une pompe de recirculation répand par arrosage répétitif l'effluent sur un filtre à membrane ou à gravier souterrain. Après son passage dans le filtre, l'effluent est retourné à la fosse par drainage. Après deux ou trois jours d'arrosage répétitif, la digestion aérobie est complétée et l'effluent devient incolore et inodore, bien que le taux d'azote demeure élevé. Cet effluent traité peut servir à augmenter ou à chasser l'eau des bassins et des rivières, à l'irrigation, à alimenter des systèmes d'eau non-potable ou bien à des procédés industriels. Le lit filtrant peut occuper une petite surface au centre groupe d'édifices et cet endroit peut alors servir de cour extérieure polyvalente ou comme lieu de détente.

**Système « aquatique solaire » de traitement des eaux usées** – Ce système de traitement des eaux usées fait appel à l'ingénierie et à l'écologie pour reproduire les processus naturels et purifiants des cours d'eau douce, des baissières et des milieux humides. Dans un système aquatique solaire, les eaux usées coulent à travers une série de réservoirs transparents dans des serres, pour ensuite continuer leur chemin à travers des marécages et des cours d'eau construits où les polluants seront fixés ou métabolisés. Les bactéries, les algues, les plantes et les animaux aquatiques font tous partie du système de traitement. La technologie aquatique solaire peut servir au traitement de volumes d'eaux usées allant de 20 000 à 500 000 gallons par jour. Ce traitement s'applique aux eaux usées, aux boues de fosses septiques, aux déchets provenant de bateaux et même aux résidus provenant de la fabrication de crème glacée.



## Intégration des déchets liquides avec d'autres formes d'infrastructure

**La récupération de la chaleur des eaux usées** – Dans un système décentralisé de récupération de l'eau, la chaleur pourrait être extraite de l'eau au moyen d'une pompe à chaleur eau-eau. La chaleur récupérée pourrait alors servir à chauffer l'eau, qui à son tour servira à conditionner l'air des serres ou de tout autre bâtiment.



« Exemple de système de déchets liquides intégré avec un système de traitement secondaire avancé local »

**Eau récupérée** – L'eau récupérée du traitement tertiaire peut être classée et vendue, à la condition de passer par quelques étapes prudentes additionnelles comme la désinfection aux UV et la filtration au charbon et à la membrane. Autrement, l'eau récupérée peut servir à l'arrosage des terrains de golf, des parcs ou de tout autre terrain ou à la chasse d'eau des toilettes. Cette eau peut également servir dans la construction, au lavage des granulats ou à la préparation du béton, et finalement, elle peut être retournée dans les cours d'eau ou dans les zones humides. L'aménagement du territoire en terre cultivable peut permettre de convertir une installation de récupération de l'eau en

installation de jardinage diversifié et productif par le biais de la transformation des éléments nutritifs en biomasse utile et en biodiversité.

**Captage du méthane** – La décomposition des eaux usées et des déchets organiques municipaux peut produire du méthane qui peut être capté et acheminé à des bâtiments ou à des installations de co-génération pour la production d'électricité et de chaleur. Certains équipements de traitement des eaux usées fonctionnent déjà au méthane provenant de ces sources.

**Culture bioponique** – Ce terme décrit la rencontre de l'aquaculture et de l'agriculture hydroponique pour former un système « bioponique ». Logés habituellement dans les serres, ces systèmes peuvent facilement s'intégrer à un système de récupération d'eau.

**Humus** – Les boues provenant du traitement des eaux usées sont utilisées comme ajout organique au système de filtration des eaux pluviales. Elles servent également à l'aménagement des espaces verts urbains, ainsi qu'à la production agricole et à la remise en état des terres.

## Errington (Colombie-Britannique) : étude de cas d'une installation municipale de système de traitement aquatique solaire des eaux usées

Errington, communauté éloignée composée de maisons mobiles, a subi une défaillance de son système d'égout quand le champ d'épandage de fosse septique a été surchargé par une infiltration d'eau excessive. La solution a été de remplacer le champ d'épandage par un système de traitement aquatique solaire. Le système a été conçu pour utiliser le réseau de fosses septiques et l'équipement de pompage existants. Les maisons ont été équipées de toilettes et de pommes de douche à débit d'eau restreint et d'aérateurs d'éviers. Les eaux



pluviales coulent par gravité dans une fosse septique, d'où elles sont pompées dans un réservoir à mélange. Les eaux usées sont traitées au moyen d'une série de réservoirs solaires situés dans la serre de 210 mètres carrés. Ces réservoirs contiennent des plantes aquatiques comme des jacinthes d'eau. La serre intègre également la culture bioponique – on y produit des composts fertilisants, des plantes de plates-bandes, du poisson et des escargots ainsi que la culture hydroponique de fines herbes et de fleurs.

Le système a coûté 200 000 dollars, il dessert 46 maisons et son coût de fonctionnement annuel est de 10 000 dollars.

## SYSTÈMES D'EAU POTABLE

### Une perspective écologique

L'infrastructure verte de l'eau commence par l'établissement du rapport entre la qualité de l'eau et l'utilisation qui en est faite, l'eau servant tour à tour une cascade d'utilisations inférieures. D'abord l'eau de qualité supérieure doit servir comme eau potable de haute qualité et à l'industrie alimentaire, tandis que l'eau non-potable, comme l'eau grise, peut servir à la chasse d'eau des toilettes, à l'irrigation des espaces verts, à la lessive, etc.

Après avoir harmonisé la qualité de l'eau aux différents besoins, les concepteurs et les planificateurs doivent optimiser les investissements en équilibrant l'augmentation de la demande d'eau d'une part, et une technologie plus efficace d'autre part. L'utilisation d'équipements qui permettent de diminuer le

débit de l'eau, des appareils à meilleur rendement énergétique ou la culture résistante à la sécheresse sont autant de moyens de maximiser les investissements.

La gestion des stocks constitue une troisième stratégie; elle peut inclure l'entreposage de l'eau dans des citernes sur place ou la recherche de nouveaux comportements au moyen de l'installation de compteurs d'eau, d'une structure tarifaire, de l'interdiction d'utiliser l'eau à certaines fins, etc.

## Ottawa (Ontario) : étude de cas de capture d'eau sur place, Mountain Equipment Co-op

La Mountain Equipment Co-op à Ottawa est munie d'une citerne de capture de l'eau pluviale érigée près de son bâtiment. La citerne dont la capacité est de 65 000 litres mesure 2,4 mètres (8 pieds) de diamètre sur 6 mètres (20 pieds) de hauteur. Un toit de 635 m<sup>2</sup> à Ottawa peut recevoir environ 550 000 litres d'eau par année. L'eau de la citerne sert durant l'été à l'arrosage du terrain paysager. Un mécanisme de trop-plein détourne l'eau pluviale vers le système municipal lorsque la citerne a atteint sa capacité.



### Intégration du bâtiment et de l'emplacement

**Les citernes** peuvent servir à stocker l'eau des toits et à fournir aux occupants une source d'eau pour la chasse d'eau des toilettes, l'irrigation et – après avoir été filtrée – d'eau potable et d'eau pour la toilette.

**Les systèmes d'eau grise** dans les bâtiments servent à recycler l'eau provenant des baignoires, des douches, des éviers de chambres de bain, des machines à laver et des bassins de lessive pour servir à la chasse d'eau des toilettes et à l'arrosage des jardins.

**L'installation de deux systèmes de tuyaux** permet l'utilisation de l'eau récupérée dans un bâtiment. Cette eau récupérée peut provenir, à l'échelle du quartier, de l'eau usée qui a été recyclée. Cette eau peut être redistribuée à l'intérieur du bâtiment au moyen d'une tuyauterie séparée qui sert à toutes les utilisations d'eau non-potable. Un nombre croissant de villes adoptent ce système de tuyauterie jumelée pour tous les nouveaux bâtiments commerciaux (San Diego, Hong Kong).

### Intégration dans le quartier

**Récupération de l'eau** – L'eau récupérée est de l'eau usée qui a été traitée pour se conformer aux standards de l'eau potable, ou les excéder, avant d'être réintroduite dans la réserve d'eau non-traitée.

### Intégration avec d'autres types d'infrastructure

**Refroidissement** – L'eau potable peut servir de fluide refroidissant pour fournir de l'air climatisé supplémentaire dans les bâtiments.

**Chauffage** – On peut utiliser l'eau potable comme source de chaleur. Il suffit d'installer des pompes à chaleur dans les puits, les réservoirs ou les cuves de stockage.

**Électricité** – Les réservoirs d'eau munis de barrages de contrôle des débits peuvent être équipés de microcentrales hydroélectriques. Les éoliennes peuvent être intégrées aux systèmes d'eau pour contribuer au pompage de l'eau souterraine et de surface. Ces dernières produisent de l'électricité au moment où le pompage n'est pas requis. L'infrastructure de l'eau peut nécessiter des quantités importantes d'énergie uniquement pour le pompage, et cette dépense d'énergie peut représenter un coût élevé pour une région.

## SYSTÈMES D'ÉNERGIE

### Une perspective écologique

L'infrastructure verte de l'énergie fait principalement référence à des systèmes qui requièrent des ressources renouvelables à faible impact. Ces ressources peuvent varier selon le lieu, et elles comprennent le vent, le soleil, la géothermie, l'hydroélectricité des cours d'eau, l'énergie marémotrice et ondulatoire (provenant des vagues), les résidus de bois, le gaz d'enfouissement et le biogaz, les résidus d'agriculture, des forêts et des animaux et le refroidissement des lacs et des océans. En général, l'utilisation de ces ressources renouvelables peut tirer avantage du réseau d'énergie existant. Le réseau répond à la demande de pointe et sert de système d'entreposage au moment où les ressources sont en surplus.

L'infrastructure verte de l'énergie devrait être un système intégré et planifié qui relie entre elles toutes les activités de la ville. Des municipalités d'Europe du Nord ont démontré l'avantage d'intégrer l'énergie dans les plans d'urbanismes plutôt que de mettre l'accent sur la conservation de l'énergie et l'isolation améliorée. Un système planifié aide à assurer un mélange de source d'énergie et une meilleure harmonisation entre la qualité de l'énergie fournie et la demande. Les bâtiments et les industries deviennent en même temps des fournisseurs et des consommateurs de chaleur et d'énergie. Les flux d'énergie fonctionnent en cascade, passant d'un usage de la plus haute qualité à un usage de la plus basse qualité. Les pertes dues à la distribution et à la génération diminuent grâce à la génération sur place. L'aménagement urbain et l'emplacement des bâtiments font l'objet d'études soignées afin d'optimiser le recours à des forces sur place comme le soleil, les brises et les activités de génération hydroélectrique et calorifique. Enfin, des ressources en énergie sont tirées de l'eau usée, des déchets solides et de tous les autres flux de ressources à l'intérieur de la ville.

À mesure que le marché de l'énergie est déréglementé et qu'il se diversifie, toutes les villes auront à exercer des choix; ceux-ci concerneront leurs nouveaux partenaires du secteur de l'énergie ainsi que le mélange des ressources d'énergie et la façon dont leurs produits énergétiques seront convertis, emmagasinés et transférés. De tels choix

peuvent modifier radicalement le niveau d'efficacité lié à l'utilisation de l'énergie d'une ville entière. Par exemple, la Ville de Toronto transforme des matières premières énergétiques comme le charbon et l'uranium en énergie pour la consommation à un taux d'efficacité de 50 pour cent. À Helsinki, l'utilisation de la chaleur récupérée de la production d'énergie permet le chauffage de 91 pour cent des maisons et atteint un taux d'efficacité de 68 pour cent.<sup>1</sup>

À l'avenir, la participation des villes dans la planification des systèmes d'énergie deviendra une stratégie importante en vue de rehausser la compétitivité et la résistance aux défaillances de l'économie locale et pour l'atteinte de buts sociaux comme le logement abordable et de l'air plus propre.

### Bâtiment et emplacement

**Chauffage à l'énergie solaire** – La surface des bâtiments peut servir à capter l'énergie solaire. Le chauffage passif par le soleil représente déjà 15 pour cent de la fourniture d'énergie d'une maison. Une conception et une planification appropriées peuvent augmenter ce pourcentage de 20 à 25 pour cent de façon économique. Des systèmes innovateurs de capture et de stockage peuvent comprendre des équipements saisonniers d'ombrage, l'orientation solaire, le stockage thermique à l'aide de matériaux de construction et la construction à double enveloppe.

**Le chauffage de l'eau** au moyen de l'énergie solaire peut fournir 50 pour cent des besoins d'un bâtiment.

**L'éclairage du parc de stationnement à l'énergie solaire** à l'aide de batteries qui emmagasinent l'énergie photovoltaïque peut remplacer les systèmes conventionnels.

**Les pompes à chaleur et les systèmes de refroidissement libre** peuvent s'incorporer à des bâtiments plus grands ou des regroupements de bâtiments. Ces systèmes s'avèrent particulièrement économiques lorsqu'ils servent à extraire la chaleur et la fraîcheur de plans d'eau situés à proximité.

<sup>1</sup> **The Potential For District Energy in Metro Toronto.** Metro Toronto Works Dept. Canmet NRCan, Ontario Hydro. 1995

## Shoal Point, Victoria (Colombie-Britannique)

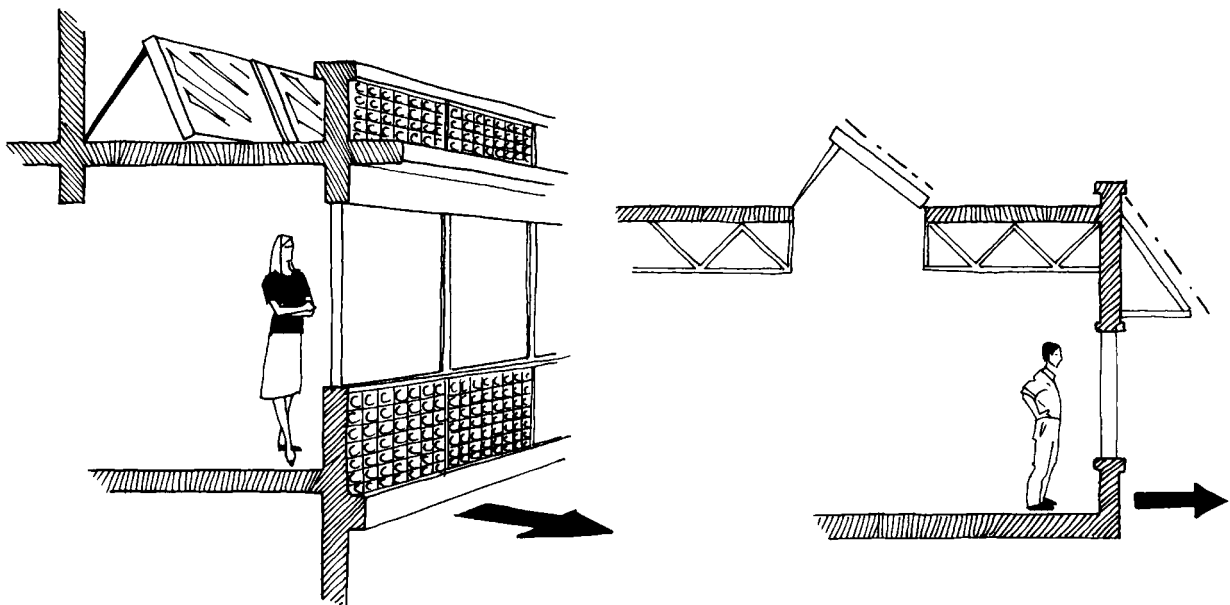
### – Étude de cas de la fourniture d'énergie renouvelable sur place

Shoal Point est un immeuble d'habitation abritant plusieurs familles à Victoria en Colombie-Britannique. L'ensemble de treize étages en co-propriété au bord de l'eau comprend deux étages réservés à des utilisations commerciales et 156 logements aux étages supérieurs. Une des innovations en matière d'économie d'énergie est l'utilisation de l'énergie du sol pour chauffer et refroidir l'édifice. Une pompe géothermique située dans l'édifice puise l'eau dans le port intérieur tout près, extrait la chaleur de l'eau et transfère celle-ci à un liquide qui circule partout à l'intérieur du bâtiment dans un système interne à boucle fermée. Les appartements munis d'une thermopompe individuelle peuvent extraire la chaleur et la faire circuler à l'intérieur de leur logement. Par temps chaud, la procédure est inversée – les pompes retirent l'air chaud de l'intérieur pour le dissiper dans l'océan tout en fournissant de l'air frais aux appartements. Le système est conçu pour retourner l'eau de l'océan au port intérieur après la circulation, dans une boucle ouverte. La technologie atteint un coefficient de rendement de 3.0 à 6.0, contrairement aux technologies conventionnelles de combustibles fossiles ou d'électricité qui obtiennent de 0.6 à 0.8.



**Les panneaux photovoltaïques** sur les toits et sur les auvents utilisés dans plusieurs quartiers résidentiels génèrent de l'électricité, dont une bonne partie est réintroduite dans le réseau. Ce dernier permet l'utilisation de cette énergie de façon continue : par exemple, les toits des

bâtiments à bureaux fournissent de l'énergie supplémentaire pour les résidences durant les fins de semaines tandis que les toits résidentiels fournissent de l'énergie supplémentaire aux bureaux durant la semaine.



## Intégration à l'échelle du quartier

**La co-génération** à l'échelle locale peut comprendre des micro génératrices adaptées à la puissance de base du complexe immobilier. De cette façon, on utilise localement toute la chaleur perdue provenant de la génération de l'électricité, augmentant ainsi considérablement l'efficacité générale. Les besoins supplémentaires en électricité et en chauffage peuvent alors être satisfaits par l'utilisation en partage du réseau ou par une combinaison d'autres technologies fonctionnant sur place.

**Le chauffage de quartier** peut se faire à l'aide d'un seul ensemble de chaudières pour fournir le chauffage et l'eau chaude à un quartier. Des boucles de tuyaux à petit diamètre et bien isolés pour l'eau chaude transfèrent efficacement la chaleur aux bâtiments sur une distance pouvant atteindre 7 kilomètres. La chaudière peut être installée dans un lieu commercial important (hôpital, centre d'achats) ou dans une usine qui a besoin d'un système bien géré. Le mélange de ressources d'énergie et le contrôle des émissions pour tout le voisinage peuvent être ajustés à un seul endroit. Chaque bâtiment profite d'une réduction de la surface affectée au chauffage, d'un service d'une plus haute qualité et des autres avantages de l'infrastructure verte.

**Les ressources renouvelables** proviennent de l'inventaire local et elles parviennent ensuite aux groupes de bâtiments par le biais du réseau d'énergie. Les sources locales peuvent comprendre :

- le méthane provenant de sites d'enfouissement et de composteurs
- la micro-hydroélectricité
- les éoliennes

**Les installations de stockage à long terme** peuvent être fournies à l'échelle du quartier. Par exemple, on peut chauffer un grand réservoir souterrain à partir de chauffe-eau solaires installés sur un groupe de bâtiments. De cette façon, la chaleur provenant de l'ensoleillement d'été peut être emmagasinée et peut fournir au cours de l'hiver de 50 à 70 pour cent de la demande totale de chauffage dans l'ensemble immobilier. La capacité de stockage peut augmenter graduellement pour s'accorder avec la demande croissante de logement, en utilisant une tuyauterie de terre cuite à masse élevée.

**Le transfert de la chaleur entre un espace chaud et un espace froid** peut réduire le besoin total d'énergie. De grands bâtiments peuvent avoir besoin de refroidissement l'année durant et la chaleur peut être concentrée et transportée par conduites à des bâtiments plus petits qui ont besoin de chaleur. La ventilation de garages d'une certaine taille constitue une autre source de chaleur pour les bâtiments à proximité.

## Intégration de l'infrastructure de l'énergie avec d'autres types d'infrastructure

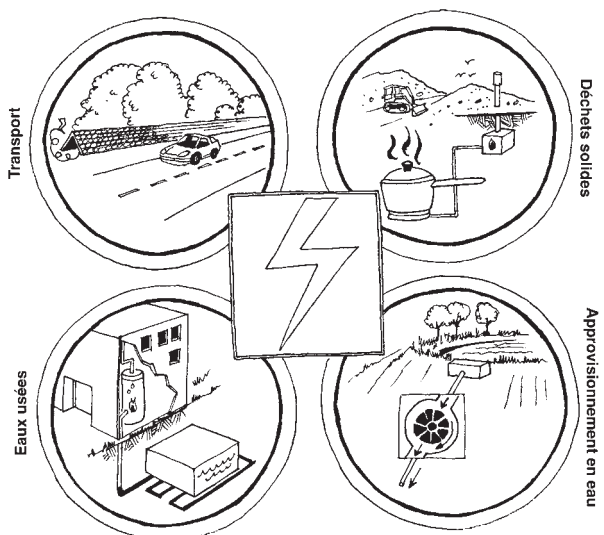
**L'incinération de déchets solides** peut dans certaines occasions devenir une source d'énergie s'il n'existe aucune solution économique pour le recyclage de certains plastiques et de certaines matières organiques.

**Le méthane** est une source d'énergie renouvelable issue de digesteurs de déchets liquides et de sites d'enfouissement.

**Les pompes à chaleur** peuvent tirer de la chaleur utile des effluents d'eaux usées et des réservoirs d'eau.

**Des réseaux de piles solaires** peuvent être installés sur les murs exposés au sud, sur des rampes de routes et sur d'autres emplacements accessibles et à faible impact.

**Des mini-générateurs à turbines** peuvent être installés sur des systèmes d'eau potable et d'eaux pluviales et à la sortie de grands réservoirs d'eau.



« Infrastructure énergétique intégrée »

## SYSTÈMES DE DÉCHETS SOLIDES

### Une perspective écologique

L'infrastructure verte pour la gestion des déchets solides se manifeste en fait sous forme d'un système de gestion des ressources matérielles qui arrive à éliminer complètement les déchets solides. Un système écologique de gestion des matériaux exige une coordination entre tous les acteurs intéressés par la chaîne d'approvisionnement afin d'assurer que les matériaux sont conçus, emballés, transportés et assemblés de façon à minimiser la consommation de matériaux et à faciliter leur réutilisation et leur recyclage. Lors de la construction, on réduit l'utilisation de produits toxiques et superflus pour la finition décorative.

Pour faciliter la mise en œuvre de politiques écologiques d'approvisionnements, les manufacturiers peuvent choisir de devenir des « fournisseurs de services ». En assumant ce rôle, ils remplissent un contrat pour fournir des services plutôt qu'un contrat pour fournir un produit. Ainsi, tous les matériaux et tous les autres produits demeurent la propriété du manufacturier qui les reprend directement à la fin de leur vie utile.

L'élimination des déchets signifie que le développement des terres urbaines devra faire l'objet d'une planification soignée afin de préserver la végétation existante, de conserver les matériaux qu'on peut composter ou les débris résultant de l'aménagement paysager. On doit tracer les routes et les emplacements de façon à équilibrer les activités de creusement et de remblai, ce qui diminue le transport et l'évacuation.

Les matières organiques provenant des résidences et des restaurants doivent rester dans les quartiers (plutôt que de les transporter par camion à des sites d'enfouissement éloignés) où elles serviront à enrichir le sol et à rehausser le rendement d'autres équipements d'infrastructure. Les nœuds où se collectent, se séparent, s'emmagasinent et se réutilisent les matériaux jetés doivent s'intégrer soigneusement à l'utilisation des terres du voisinage afin d'assurer l'accessibilité et l'acceptation par la société.

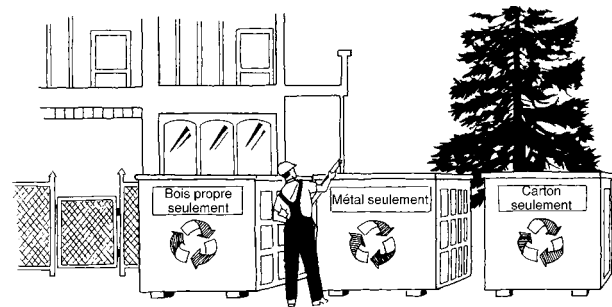
### Intégration du bâtiment et de l'emplacement

**Production de compost** – Les « biosolides », la biomasse et les matières organiques que l'on trouve à l'extérieur de l'emplacement, mais à l'intérieur de la communauté, peuvent faire l'objet de compostage sur place en combinant les activités

de compostage en contenants et celles des composteurs à vermiculite. On peut transférer la chaleur et le CO<sub>2</sub> produits par cette activité aux serres pour augmenter leur productivité.

**L'équipements de stockage et de tri** – La gestion des déchets à la maison, au bureau et dans les commerces peut s'améliorer considérablement si les lignes directrices d'aménagement stipulent que l'on doit prévoir suffisamment d'espace sur place pour réaliser le tri et le stockage.

**Des plans de gestion des résidus de construction** – Un pourcentage élevé des résidus provient de matériaux résultant de la préparation du sol, de la construction et de la démolition. La seule façon efficace de gérer cette situation consiste à s'assurer que chaque projet de construction urbaine se dote d'un plan de gestion des déchets de construction, comme on en trouve dans les publications de la SCHL et dans d'autres sources.



### Intégration au niveau du quartier

**Les lieux de dépôts de recyclage et de réutilisation** – La clef de voûte de la gestion écologique des matériaux est la localisation à distance de marche du dépôt de recyclage et de réutilisation. De telles installations peuvent s'intégrer aux écoles, aux centres ou aux parcs industriels locaux. Selon la localisation, la nature ou l'échelle de l'économie locale, ces lieux de dépôts peuvent servir pour des matériaux allant des bouteilles consignées jusqu'aux rebuts de matériaux de construction. De plus, ces dépôts contribuent à créer des emplois localement, et en s'y rendant, on peut même joindre l'utile à l'agréable et faire un brin de jasette avec un voisin.

#### Le compostage :

**Les contenants de compostage** sont de grands contenants qui traitent les déchets organiques sur une période de deux semaines. La trémie située à un bout sert à remplir le contenant. Une vis sans fin mélange automatiquement les résidus et un ventilateur assure un apport adéquat d'oxygène. On peut ajouter d'autres matériaux pour produire un compostage efficace. Le compost ainsi produit

peut servir à l'amendement des sols et à la remise en état de terres abîmées.

**Les systèmes de vermicompostage** utilisent des vers de terre pour digérer rapidement et assainir les résidus organiques y compris ceux provenant de la cuisine et du carton déchiqueté. Il en résulte une multiplication des vers et un engrais organique de grande qualité.

**Les systèmes de compostage à base d'enzymes** font appel à des machines spécialisées qui traitent les déchets organiques pendant

plusieurs jours à l'aide d'enzymes qui accélèrent la décomposition.

**Le compostage en tas de matières organiques** requiert d'ordinaire quelques acres de terrain. Des matières organiques à l'état brut comme les résidus de jardin et de pelouse sont étendues en rangées et retournées régulièrement. Après une dégradation par activité microbienne, on obtient un produit fini assez stable, réduit en volume et exempt d'odeurs nauséabondes. La matière semblable à l'humus qui en résulte peut alors être recyclée comme amendement du sol ou comme substitut à l'engrais.

## Halifax (Nouvelle-Écosse) – Étude de cas de réacheminement de déchets et de compostage

Le tout a commencé par l'opposition à la construction d'un incinérateur à la suite de l'échec du site d'enfouissement. Cette opposition a conduit à la création de l'un des programmes nord-américains les plus innovateurs en matière de gestion des déchets solides. Les 350 000 résidents de la Halifax Regional Municipality produisent annuellement 260 000 tonnes métriques de déchets. Tôt dans les années 1990, on a découvert que le site d'enfouissement situé dans une zone humide avait causé de graves dommages environnementaux qui affectaient les résidents des alentours. La Halifax Regional Municipality a dû dédommager la communauté, ce qui lui a coûté près de cinq millions de dollars, et a dû acheter les maisons adjacentes. Cette situation a déclenché un processus de révision pour définir une nouvelle stratégie de gestion des déchets pour la région.



Le nouveau système avancé de gestion des déchets de la Halifax Regional Municipality a entraîné une importante réduction du volume des déchets transportés au site d'enfouissement (soit une réduction de 61,5 pour cent par personne des déchets expédiés au site d'enfouissement, entre 1989 et 1999-2000), entraînant à son tour une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 0,5 mégatonnes d'équivalent de CO<sub>2</sub>, ce qui fait une réduction de 1,4 tonnes par habitant par année par rapport à 1995 et par rapport à l'utilisation de l'ancien site d'enfouissement.

Le nouveau système n'a pas donné lieu à une augmentation de la taxe foncière. Les coûts d'investissement de 70,1 millions de dollars ont été financés au moyen de fonds privés et publics, et les contrats de conception, de construction et d'exploitation ont été attribués au secteur privé et à la municipalité. Bien que les coûts d'exploitation du nouveau système se révèlent plus élevés que l'ancien, soit 32,5 millions comparativement à 23,4 millions de dollars en 1996, tant le gouvernement que les agences publiques se disent satisfaits du nouveau système car tous considèrent que les coûts additionnels sont justifiés. De plus, une partie importante des coûts d'exploitation (environ 33 pour cent) est récupérée par des redevances de déversement au site d'enfouissement, et 125 emplois ont été créés dans le secteur public et privé.

Le système de gestion des déchets de la Halifax Regional Municipality comprend une combinaison de politiques et d'installations novatrices que voici :

- Les résidents sont encouragés à séparer les déchets en trois catégories : les déchets compostables, les matières recyclables et les matières dangereuses;
- Huit zones de collecte plutôt que 25 (avant le regroupement);
- Une installation mixte qui comprend un site d'enfouissement et un système de compostage de 13 planches;
- Deux installations privées de compostage, d'une capacité de 61 000 tonnes par année;
- Une installation augmentée pour la récupération des matériaux.

Le site d'enfouissement sert aux matières stables seulement; essentiellement exempt de méthane, il n'a aucun problème d'odeur et ne nécessite aucun système de collecte du lixiviat.

**Les digesteurs aérobie** utilisent des microbes stimulés par la chaleur pour traiter les résidus organiques sur une période de 72 heures, et ce sans rejets nuisibles pour l'environnement. Les déchets digérés sont convertis en engrais organique à forte valeur marchande, présenté sous forme liquide ou en granules solides.

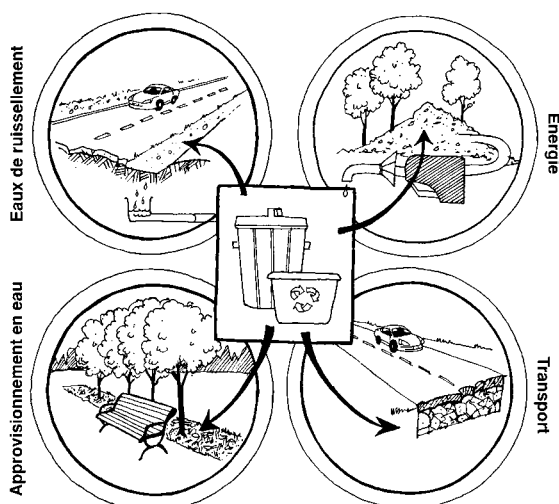
**Les stations de transfert ou de tri** - On peut établir dans les quartiers de petites stations de transfert et de tri qui servent à séparer davantage les déchets et à les compacter avant de les expédier aux utilisateurs de la ressource. Ces stations locales augmentent les possibilités pour les travailleurs de vivre tout près de l'endroit où ils travaillent. D'autres petites entreprises industrielles pourraient aussi s'installer près de ces stations et profiter des économies de transport.

### Intégration de l'infrastructure des déchets solides aux autres types d'infrastructures

**Eaux pluviales** – Les déchets organiques peuvent être compostés et incorporés au sol comme additifs dans un système ouvert de gestion des eaux pluviales.

**Énergie** – Localement, la source d'énergie renouvelable peut inclure le méthane produit par le compostage des déchets solides et l'incinération.

**Approvisionnement en eau** – Les résidus organiques peuvent aussi être répandus dans les espaces verts, ce qui contribue à diminuer les besoins d'arrosage.



« Déchets solides intégrés »

**Dépôts de déchets solides dans le quartier** – Les dépôts de déchets solides peuvent contribuer à diminuer l'utilisation des réseaux routiers tout en favorisant des modes de vie qui incluent le magasinage et la marche dans le quartier.

## SYSTÈMES DE TRANSPORT ET DE COMMUNICATIONS

### Une perspective écologique

Il faut d'abord redéfinir le transport en tant que service, avant d'aborder le thème de l'infrastructure verte du transport; c'est l'accessibilité qui constitue l'objectif, pas le déplacement des personnes. Conséquemment, une infrastructure verte du transport pourrait se manifester par une meilleure utilisation de l'espace qui favoriserait la création d'emplois près du lieu où habitent les gens, ou qui favoriserait l'emploi à domicile, et qui prévoit que les services tels que les boutiques, les écoles et les parcs se situent à une distance de marche de la majorité des résidences. Le regroupement de bâtiments constitue donc un élément clé de la conception. La liaison entre les regroupements de bâtiments doit se faire à divers niveaux; elle devrait offrir du transport efficace, à commencer par un système de transport sécuritaire, fiable et pratique ainsi que des commodités pour le transport à pied, à vélo ou au moyen de véhicules à propulsion sans carburant. Ces liaisons elles-mêmes sont importantes puisque les nouvelles technologies de communication peuvent assurer un meilleur accès tout en diminuant les mouvements de personnes, de véhicules et de matériaux.

L'électricité produite à même les ressources renouvelables convient particulièrement au train léger sur rail et au trolley. Des villes d'Europe ont fait la preuve qu'on peut sortir les gens de leurs véhicules à occupation unique lorsque l'on harmonise des quartiers à forte densité et des moyens de transport extrêmement propres, pratiques et abordables. En fin de compte, on recherche des systèmes qui découragent l'utilisation du véhicule personnel dans les villes, et qui vont plutôt permettre aux grands réseaux routiers d'améliorer la qualité et les conditions de vie dans les regroupements d'habitations.

## Intégration au niveau de l'emplacement et du bâtiment

**Usages complémentaires des bâtiments** – Le fait de regrouper plusieurs usages complémentaires dans un même projet (logement, services, commerce de détail ou industrie légère) permet souvent de réduire le nombre de voyages en automobile puisque les occupants vont plutôt opter pour des moyens de transport à faible impact comme la bicyclette, la marche et le transport en commun. Les espaces de stationnement des bâtiments et des projets multi-usages peuvent souvent faire l'objet d'un partage entre les divers utilisateurs selon leur emploi du temps, ce qui permet de diminuer les superficies des parcs de stationnement recouverts de matériaux imperméables, de diminuer les débits de pointe d'eaux pluviales et de diminuer la pollution.

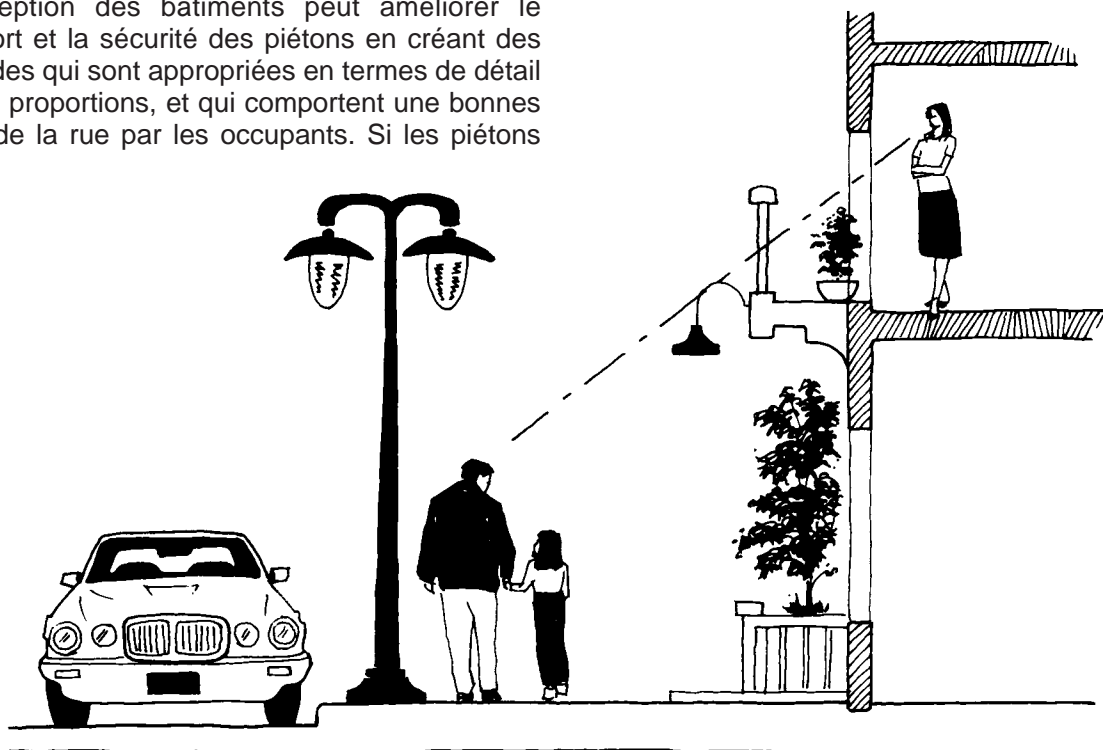
**Commodités d'usage pour les piétons et les cyclistes** – On diminue aussi le recours à l'automobile en rendant les rues plus attrayantes et plus sécuritaires pour les piétons, en créant des pistes cyclables sécuritaires et continues et en fournissant des commodités d'usage aux points de destination des pistes. La conception des bâtiments peut favoriser ces choix en fournissant du stationnement sécuritaire pour les vélos ainsi que des douches et des vestiaires. La conception des bâtiments peut améliorer le confort et la sécurité des piétons en créant des façades qui sont appropriées en termes de détail et de proportions, et qui comportent une bonne vue de la rue par les occupants. Si les piétons

peuvent en plus choisir entre le soleil et l'ombre, on peut penser qu'ils vont se servir davantage de ces espaces extérieurs.

**Espaces de vie et de travail** – Lors de la conception des bâtiments, on peut prévoir des locaux temporaires qu'on pourra facilement convertir en bureaux à domicile comprenant des murs à l'épreuve du son, l'accès direct à l'extérieur et les connexions appropriées pour l'électricité, le câblage et l'éclairage.

**Accès confortable et pratique aux transports en commun** – Certains éléments de la conception du transport en commun peuvent faire une grande différence pour les usagers en ce qui a trait à l'accessibilité et au confort. Parmi ces éléments, une vue non obstruée aux arrêts constitue un élément idéal, tout comme les sentiers qui évitent de traverser les voies publiques ou encore des abribus, des portes et des sentiers protégés contre les intempéries.

**Des équipements pour la recharge des véhicules électriques** – L'accès à des stations de recharge électrique pourrait favoriser la pénétration du marché des véhicules électriques. Chaque bâtiment devrait prévoir au moins un espace de recharge électrique pour chaque vingt espaces de stationnement.



## Intégration au niveau du pâté de maisons et du quartier

**Réseau de sentiers** – Mettre des sentiers à la disposition des piétons et des cyclistes encourage la marche à l'intérieur du quartier comme solution de rechange à l'automobile pour satisfaire les besoins essentiels. Les sentiers devraient relier les aires résidentielles et les commodités d'usage ainsi que les communautés voisines. Un réseau finement maillé comprendra des liens à l'intérieur des pâtés de maisons, lesquels se connecteront à leur tour à un réseau de quartier et ainsi de suite pour atteindre un plus grand réseau à l'échelle de la ville.

## Intégration de l'infrastructure de transport aux autres types d'infrastructure

Les voies de transport peuvent servir au réseau de distribution sous coffrage comprenant des conduites pour le chauffage, le refroidissement, le méthane, l'hydrogène, les communications etc.

**Le transport** – Les sentiers pour piétons et cyclistes peuvent aussi servir de bandes de filtration pour les eaux pluviales.

**Déchets solides** – Les communautés bien organisées pour les activités pédestres peuvent utiliser des endroits centraux pour faciliter l'accès aux dépôts de matériaux ré-utilisables et recyclables.

**Eaux pluviales** – L'écoulement provenant des surfaces goudronnées de la ville peut être réduit et traité sur place à la condition de réduire la superficie imperméable, et de faire en sorte que le reste des voies non-dédiées aux véhicules ainsi que les espaces découverts soient perméables. Les espaces verts naturels peuvent aussi s'intégrer aux parcs de stationnement, où ils peuvent aider à traiter l'écoulement des eaux pluviales et à réapprovisionner les eaux souterraines.

**L'énergie** – Le fait d'ombrager les aires de stationnement et les surfaces externes des bâtiments réduit la quantité de rayonnement solaire qui les atteint, ce qui peut avoir pour effet de réduire considérablement les besoins de refroidissement des bâtiments.

## Portland, Oregon: Étude de cas d'un projet résidentiel qui favorise le transport en commun et la marche

Ce projet d'insertion urbaine à usage polyvalent de 3,7 acres comprend trois éléments domiciliaires et deux éléments commerciaux; ensemble, ils offrent un choix de logements à dimension et à loyer abordables et la possibilité d'obtenir des services résidentiels pratiques. On a mis au point ce projet basé sur une grande coopération, alors que l'entrepreneur général, les principaux sous-traitants, les ingénieurs et les concepteurs ont tous participé à sa conception dès le début. Cette réalisation a fait la démonstration de l'importance d'établir un dialogue avec les agences de la ville responsables de la mise en œuvre des projets.



L'objectif principal de ce projet était de réaliser des pratiques commerciales saines sur le plan environnemental, notamment par l'utilisation de matériaux au contenu recyclé élevé pour l'isolation, le placoplâtre, les sous tapis et les matériaux de finition; par sa participation au recyclage durant la construction; par l'utilisation de peintures et d'adhésifs non-toxiques ayant un taux de contaminants organiques volatiles peu élevé afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur; par l'installation des fenêtres « energy star » qui sont 21 pour cent plus efficaces sur le plan énergétique que les exigences du code; et par l'utilisation de systèmes de ventilation continue. Aucun pesticide n'est utilisé pour l'entretien des espaces verts, tandis que dans l'édifice on utilise des produits de nettoyage biodégradables.



Le promoteur a choisi cet emplacement afin de profiter de l'infrastructure de transport public existante et de sa localisation pratique et sous utilisée. On peut se rendre à pied aux principaux centres communautaires et commerciaux, aux arrêts d'autobus sur rail, aux quartiers des affaires où beaucoup de gens travaillent et aux installations récréatives. Situé dans un district à l'intérieur de la partie centrale de Portland, le projet se trouve à neuf pâtés de maisons du rail léger, à cinq pâtés de quatre lignes d'autobus à haute fréquence et il est entouré d'un réseau en croissance de sentiers et de routes cyclables. On trouve sur place à l'intention des résidents des supports à vélos et des armoires verrouillables pour l'équipement de vélo, des pompes et un atelier de montage et de réparation. La Car Sharing Portland Inc. laisse plusieurs véhicules sur place en permanence. Le stationnement en diagonale réduit la largeur des rues, ralentit la circulation et crée un tampon pour les piétons.

Des installations sanitaires à faible débit contribuent à la conservation de l'eau potable et la gestion des eaux pluviales atteint presque 95 pour cent d'efficacité. Les moyens de rétention et d'atténuation du ruissellement de l'eau de pluie comprennent les allées de voitures étroites, des rigoles de drainage biologiques, un « toit vert » de 2000 pieds carrés, des surfaces perméables et un puits sec (en cas de débordement).

## 5. Obstacles communs à la conversion écologique de votre infrastructure

Comprendre la forme et la fonction de l'infrastructure verte constitue le premier pas. Cependant, la nature même de projets intégrés et multi-fonctionnels d'infrastructure les rend difficiles à faire accepter. Plusieurs avantages sont indirects, les risques semblent importants et le nombre de parties intéressées peut s'avérer écrasant. La stratégie de gestion du changement doit composer avec beaucoup d'obstacles.

### LA PENSÉE RIGIDE

Les ingénieurs sont formés à des méthodes de conception qui prennent des éléments de base pour ensuite les adapter afin de répondre à un besoin en particulier. Paraissant simples et claires, ces méthodes sont toutefois erronées puisqu'elles se concentrent sur un seul avantage pris isolément plutôt que sur une multitude d'avantages, ce qui fait en sorte qu'elles optimisent certains éléments sans voir le système dans son ensemble.

### FRAGMENTATION DE L'AUTORISATION

Historiquement, le développement de chaque type d'infrastructure s'est produit à des époques différentes et de manière isolée. Ceci nous a donné des agences, des industries et des monopoles organisés en fonction de mandats spécialisés et de visions compartimentées.

### FRAGMENTATION DES ÉCOLOGIES

Il est particulièrement difficile de se conformer à la capacité de charge et aux contraintes locales si ailleurs, d'autres décideurs grugent vos avantages. Par exemple, réduire la pollution dans votre vallée ou votre rivière ne sert à rien si une autre municipalité en amont rejette des déchets polluants dans cette même rivière. Ainsi, les basses terres continentales de la Colombie-Britannique améliorent la qualité de l'air depuis dix années, mais ces efforts sont maintenant menacés par la construction d'une centrale tout juste de l'autre côté de la frontière avec les États-Unis.

## INVESTISSEMENTS IRRÉCUPÉRABLES

Les dépenses substantielles de mises de fonds déjà effectuées pour l'infrastructure existante peuvent éliminer la possibilité de réaliser des économies reliées à l'infrastructure verte. Parfois, les taxes foncières sont déjà basées sur le paiement de grands systèmes centralisés et ceux qui investissent davantage pour se soustraire à de tels systèmes se trouvent à payer deux fois.

## INFLEXIBILITÉ DES POLITIQUES

Plusieurs types de politiques existantes peuvent nuire à la démarche holistique et à l'utilisation de solutions sur place. Le problème le plus sérieux prend sa source dans les nombreuses politiques normatives qui ne prônent qu'une seule manière d'obtenir des résultats : *statu quo*, ce qui bien sur entrave l'application de solution novatrices. Ainsi, les politiques de santé et de sécurité peuvent ignorer les nouvelles technologies écologiques ainsi que l'importance de protéger l'environnement. Les politiques d'utilisation des terres peuvent aller totalement à l'encontre des concepts d'utilisation polyvalente et d'écologie urbaine.

## DROITS ET TARIFS GLOBAUX

Les subventions et les tarifs sont souvent structurés de façon à ne pas tenir compte des variations du taux d'utilisation et de consommation. Par exemple, on peut baser les charges liées aux coûts de développement entièrement sur les seuls facteurs de zonage ou de surface de plancher, et ce, malgré le fait que la conception de bâtiments écologiques et d'infrastructure sur place peut donner lieu à une réduction, voire à l'élimination de certains investissements municipaux d'infrastructure.

## BASE DE TARIFICATION

L'habitude de faire partager le coût de nouveaux investissements d'immobilisation à l'ensemble des usagers peut parfois envoyer un mauvais message à ceux qui doivent prendre des décisions. Par exemple, réduire la consommation d'électricité ou d'eau en période de pointe en investissant dans des technologies directement sur place peut s'avérer souvent moins coûteux que l'investissement que devrait

faire la société d'utilité publique pour répondre à une demande accrue. Toutefois, le constructeur ne trouve aucun incitatif financier dans cette façon de faire puisque la base de tarification répartit le coût d'installation du service à tous les usagers plutôt qu'à celui qui a le pouvoir de décision. On reconnaît une situation particulièrement problématique dans les cas fréquents où une petite augmentation de la demande dans le secteur du bâtiment entraîne la construction d'une nouvelle génératrice ou d'un nouveau réservoir d'eau. En résumé, le constructeur et l'acheteur de la nouvelle maison épargnent quelques dollars à court terme, mais c'est l'ensemble des abonnés qui doit payer beaucoup plus que nécessaire.

## **GRANDS SERVICES D'UTILITÉ PUBLIQUE SUPPORTENT LE STATU QUO**

Malgré les efforts de déréglementation, il est encore tout à fait possible pour les grandes sociétés de services d'utilité publique d'influencer le marché et de couper intentionnellement les prix lorsque des initiatives menacent leur marché.

## **MANQUE DE MODÈLES POLYVALENTS POUR L'ANALYSE COÛT-AVANTAGE**

Les modèles existants qui préconisent les infrastructures ne permettent pas de faire l'analyse des coûts-avantages des systèmes intégrés. Par exemple, bien que l'économie d'eau se traduise inévitablement par une économie d'énergie, les décideurs omettent de prendre en compte ces économies « indirectes ».

## 6. Des outils pour y arriver

Les nombreux obstacles à la réalisation de l'infrastructure verte illustrent l'importance de se doter de méthodes et d'outils qui contribuent à la gestion fructueuse du changement. On décrit ci-dessous des stratégies particulièrement utiles. Les villes qui adoptent de telles stratégies et qui apprennent sur le tas continueront à maîtriser leur destin et récolteront les bénéfices.

### ÉVALUATION DU COÛT TOTAL

L'infrastructure verte restera une entreprise vaine aussi longtemps que les villes appliqueront des méthodes de comptabilité conventionnelles qui isolent les postes budgétaires les uns des autres dans des « cloisonnements » et qui récompensent les fausses économies. Par exemple, le service d'ingénierie d'une ville peut choisir des aérateurs de traitement des eaux usées moins coûteux pour réaliser des économies, mais moins efficaces. Toutefois, il s'agit d'économies de bouts de chandelles puisqu'il faudra payer plus cher pour exploiter ces aérateurs au cours des années à venir. La solution se trouve dans l'évaluation du coût total qui tient compte dans son analyse des coûts directs, mais également des coûts indirects, des coûts éventuels et de ceux moins quantifiables.

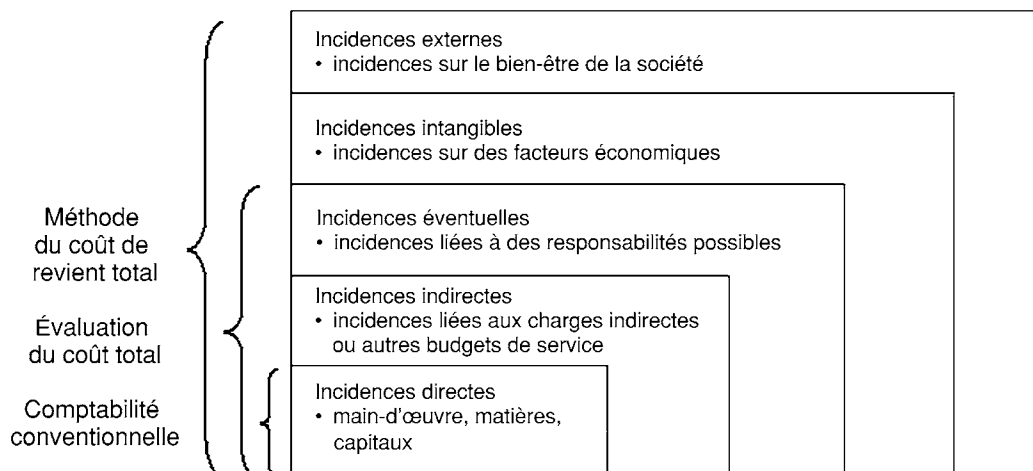
L'évaluation du coût total peut optimiser la circulation de l'argent en réaffectant les économies d'une infrastructure à une autre, afin de financer un système intégré au coût inférieur. Par exemple, dans le cas où des communautés multifonctionnelles requièrent moins de transports et par conséquent, une infrastructure routière plus petites, on devrait pouvoir affecter une partie du budget des routes pour payer des commodités d'usage dans des parties de la ville plus densément peuplées ou plus polyvalentes. Au lieu d'investir dans la

construction et l'entretien de routes, investissons dans la conception de bâtiments qui permettent aux gens de travailler dans le confort de la maison et investissons à améliorer la coordination entre les télétravailleurs et le transport en commun. Pour arriver à ces systèmes fortement intégrés, il pourrait s'avérer nécessaire de créer un « mégafonds » pour redistribuer l'argent entre tous genres d'interventions au niveau de l'infrastructure. Chaque système d'infrastructure devrait unir ses efforts et collaborer avec les autres lorsque vient le temps de formuler des propositions pour obtenir une part du mégafonds, forçant ainsi leurs services financiers à adopter la méthode de l'évaluation du coût total.

### MÉTHODE DE LA CONCEPTION INTÉGRÉE

Nombre de solutions relatives à l'infrastructure verte sont étroitement liées à des décisions qui concernent les villes, les aires libres et l'utilisation des terres. Il devient alors essentiel de tenir compte de l'infrastructure lorsqu'on fait la planification de l'utilisation des terres – ce qui n'est malheureusement pas fait, ni même exigé lors de l'approbation des projets. La meilleure façon d'aborder ce sujet consiste à exiger que les planificateurs et les services adoptent la méthode de la conception intégrée pour toute planification portant sur la construction ou la rénovation mettant en jeu un emplacement important.

La méthode de la conception intégrée comprend la création d'un groupe de conception composé d'un plus large éventail d'experts techniques, de parties intéressées locales et de partenaires. Tous sont impliqués dès le début du projet, et leur expertise est mise à profit pour influencer des prises de décisions fécondes quant à la conception. Toute l'équipe de conception peut participer à un atelier de définition des objectifs au début du projet. L'établissement de modèles énergétiques et



l'analyse de la valeur peuvent avoir lieu en même temps que le travail de conception. Le « système d'ingénierie entier » peut servir de guide pour ouvrir l'esprit à des choix de solutions. On peut faire appel à un facilitateur pour assurer la tenue de réunions fructueuses lorsqu'un grand nombre de participants sont présents.

Comme beaucoup de décisions importantes sont prises dès les premières étapes du projet, il faut prévoir mettre plus de temps au tout début, c'est-à-dire lors de la conception du projet. Cependant, ce temps sera largement récupéré ultérieurement, par exemple à l'étape de la préparation des documents, puisque plusieurs questions relatives à la coordinations entre les diverses disciplines auront été réglées dès le départ. Le processus de la conception intégrée fournira aux clients satisfaits l'occasion d'effectuer une contribution plus efficace et plus contrôlée, et produira des plans d'infrastructure qui seront optimisés par rapport au rendement.

## **PARTENARIATS PRIVÉS ET PUBLICS**

La séparation entre la propriété privée ou publique des bâtiments, ajoutée à la fragmentation de la gestion des services d'utilité publique, augmente la difficulté de financer des projets d'investissement partagés par plusieurs compagnies de services d'utilité publique et de domaines diversifiés. Par exemple, les collecteurs de services d'utilité publique ne sont à peu près jamais partagés, même dans les cas où les conditions de construction des bâtiments et d'utilisation des terres sont favorables, par exemple les projets de revitalisation du centre ville.

On voit donc un rôle-clé pour la municipalité et c'est d'établir un partenariat avec le secteur des affaires pour créer des systèmes d'infrastructure plus petits et mieux intégrés. Bien que le rôle des municipalités dans ces partenariats demeure vraisemblablement restreint, leur participation apporte une forte dose de confiance aux investisseurs et au marché. Le fait de réduire le niveau de risque aux yeux des parties intéressées rend plus facile le financement de tels projets à des taux abordables. Pour cette raison, la participation des municipalités sous la forme de partenariats privés et publics peut constituer une stratégie saine et stimulante.

## **MICRO-SERVICES D'UTILITÉ PUBLIQUE**

L'intégration à l'échelle du quartier amène beaucoup de difficultés en ce qui a trait à la

propriété, à la responsabilité et à l'entretien des équipements d'infrastructure. Ceci constitue souvent le principal obstacle à l'infrastructure verte. Une solution consiste à favoriser la création de petits équipements de service d'utilité publique dans la communauté qui arrivent à gérer tous les aspects d'une infrastructure partagée par un regroupement. Toute personne vivant ou travaillant dans un bâtiment connecté à un égout devient alors automatiquement partie prenante, sur le plan de l'incitation économique, à utiliser le système de façon responsable. Le succès de la démarche de récupération des ressources pourrait requérir certaines garanties quant à d'éventuels acheteurs des produits. Les parties intéressées ont un avantage intrinsèque à consommer les produits (arbres, eau, plantes de garniture, fleurs, plantes tropicales, compost, matériaux, etc.) de « leur propre » service d'utilité publique ce qui supporte le revenu du service et leurs dividendes.

## **PLANIFICATION D'UNE ÉCOLOGIE URBAINE**

La planification de l'écologie urbaine comprend des responsables de l'aménagement des terres et des ingénieurs qui harmoniseront la circulation des ressources avec les besoins des consommateurs et la stratégie industrielle locale. Comme une écologie naturelle, la conception d'une écologie urbaine et industrielle doit viser à éliminer la production des déchets. Plutôt, les ressources (ou les nutriments) doivent passer par plusieurs cycles et processus (ou organismes). Dans le cas où une industrie locale utilise beaucoup d'eau, les planificateurs urbains doivent chercher à ce que d'autres industries s'installent près de celle-ci afin de réutiliser la même eau. Si l'agriculture locale crée beaucoup de déchets de fibres, on recherchera des industries qui pourront utiliser cette fibre à d'autres fins, ou comme source d'énergie. Si les édifices à bureaux ont besoin de climatisation durant l'hiver, les planificateurs doivent étudier la possibilité d'installer des bâtiment plus petits à proximité qui pourront utiliser la chaleur ainsi récupérée. C'est ce genre de perspective qui peut influencer l'utilisation du terrain et faciliter, sur place, le recours à des ressources renouvelables et à des résidus produits localement.

La planification de l'écologie urbaine et industrielle exige que les villes collaborent avec leurs industries de base, leurs institutions d'enseignement et leurs équipes de spécialistes en consultation. Le but est d'explorer de nouveaux scénarios de circulation de matières et d'énergie urbaines. Cette recherche porte sur l'interface entre l'utilisation des sols et l'infrastructure d'une part, et le marché, les processus industriels, les ressources

locales et les compétences, d'autre part. De toute évidence, c'est un but qui n'est pas facile à atteindre, mais les avantages environnementaux de l'utilisation des résidus et de l'amélioration de l'efficacité des systèmes ont de bonnes chances de rapporter davantage que toute autre initiative de la ville.

## GESTION DU RISQUE

Le génie civil est une discipline qui par définition est peu encline à prendre des risques. Toutefois, un certain nombre de stratégies aident à gérer le changement et à faciliter l'acceptation de technologies d'infrastructure verte non familières. La première stratégie consiste à réduire la perception des risques au moyen de trois outils :

1. **Des essais pilotes** – Il vaut mieux introduire des changements importants de façon graduelle, afin que les résultats soient évalués avec soin avant leur adoption par une forte proportion de personnes. Les projets pilotes représentent souvent les outils d'apprentissage les plus efficaces et ils s'appliquent particulièrement bien à l'infrastructure verte. Un projet pilote peut se faire rapidement à une petite échelle et peut prendre avantage des redondances des programmes plus importants déjà existants.
2. **Plans de contingences** – Les plans doivent décrire clairement la démarche à suivre pour résoudre les échecs; on peut même prévoir que l'infrastructure verte puisse se superposer à l'infrastructure traditionnelle existante.
3. **Précédent** – On doit bien documenter l'expérience vécue avec une technologie ou un processus similaire et on doit se servir de cette documentation pour vérifier la technologie ou le processus innovateur qui a fait ses preuves dans un autre emplacement. La seule variable majeure à admettre est la condition locale.

Une autre stratégie consiste à chercher de meilleures façons de partager les risques. Parfois le plus grand risque est assumé par les concepteurs et les développeurs, ou par les ingénieurs et les planificateurs de la ville qui approuvent et accordent le permis du nouveau projet. Ces gens risquent souvent leur carrière et leur réputation parce qu'ils s'éloignent des « standards professionnels agréés de la bonne pratique ». Comme l'innovation et l'expérimentation sont nécessaires pour la communauté et finissent par lui rapporter, la communauté doit prendre en charge ce risque. Une garantie d'exécution renouvelable constitue une façon de partager ce risque. Essentiellement, on crée un fonds qui

« garantit » le rendement de projets qui semblent refléter la meilleure application des principes de l'infrastructure verte.

## POLITIQUES QUI RÉCOMPENSENT LE RENDEMENT

La réforme stratégique est une condition préalable essentielle pour l'établissement d'une infrastructure verte. Parfois, on appelle cela une stratégie d'harmonisation. Fondamentalement, il s'agit de créer un processus qui assure que chaque document de politique, du sommet à la base, est révisé dans le but de faire ressortir les nouveaux engagements en vue de la durabilité. Les changements sont d'abord esquissés, et ensuite mis en œuvre pendant plusieurs années, conformément à l'échéancier préétabli pour la revue et la révision de la politique. Parmi les outils de formulation de politiques particulièrement utiles pour harmoniser des documents municipaux et des documents de services d'utilité publique, on compte : l'établissement de coûts marginaux, les règlements qui exigent la technologie écologique et le recours à des systèmes de pondération étendus pour l'évaluation des propositions de projets. On trouve une excellente documentation à ce sujet.<sup>2</sup> J. Atcheson du USDOE (United States Department of the Environment) a formulé 10 principes portant sur la conception de règlements en environnement au 21<sup>e</sup> siècle<sup>3</sup> :

### Politiques qui favorisent une administration allégée et sans compromis

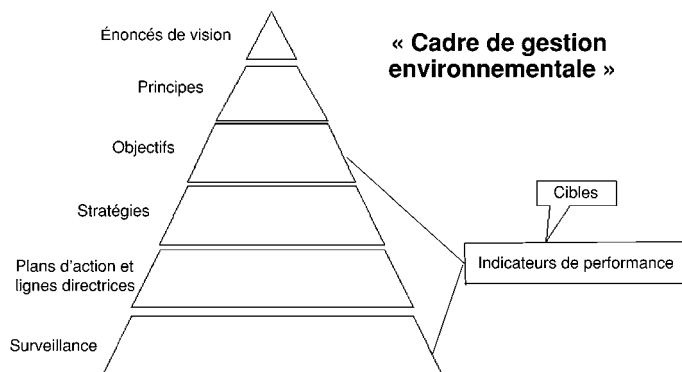
1. Concentrez-vous sur les installations, les communautés et les écosystèmes
2. Mettez l'accent sur des solutions multimédias visant des facteurs agressifs multiples
3. Fondez les standards sur les rendements souhaités et non sur la conception
4. Insistez sur l'amélioration constante et non sur la conformité contraignante
5. Augmentez les mesures et la rétroaction
6. Augmentez la participation de la communauté pour établir des buts et évaluer les progrès
7. Fournissez différents niveaux de règlements pour différents niveaux de rendement
8. Ayez recours à des moyens fiscaux et à des stimulants du marché partout où c'est possible
9. Réglementez au niveau de la juridiction la plus basse possible et donnez la responsabilité à la compétence la mieux outillée pour réussir
10. Coordonnez les changements de politiques afin de les rendre cohérents et simultanés

<sup>2</sup> Voir; Young, M. D. (1992). **Sustainable Investment and Resource Use, Equity, Environmental Integrity, and Economic Efficiency**., Man and the Biosphere Series

<sup>3</sup> Adapté de : Atcheson J. **Management Systems: Getting Lean, Getting Green in the USA**, Dans **Environmental Management Systems and Cleaner production**, R. Hillary, 1997, John Riley & Sons.

## UN CADRE DE GESTION ENVIRONNEMENTALE

Un plan d'ensemble de gestion environnementale constitue un outil fondamental en vue d'orienter un processus public efficace et afin de négocier des solutions d'infrastructure verte. De tels plans créent des images mentales qui permettent d'établir et de justifier des recommandations environnementales spécifiques. Les plans ou les cadres écologiques deviennent le fondement qui permet aux villes de transcender les déclarations pieuses d'intention et de prendre les mesures nécessaires pour établir des objectifs tangibles et mesurables pour le rendement d'une communauté. Ces cadres ont eu récemment beaucoup de succès en aidant différents groupes à prendre une décision commune et à créer des visions audacieuses (voir notes <sup>4</sup> et <sup>5</sup>). Un cadre typique peut prendre la forme d'une pyramide dont le sommet est constitué par une définition du développement durable urbain et des principes fondamentaux de la planification écologique urbaine et de la création d'une « vision » unique de la communauté. Le cadre descend du sommet vers un arbre qui s'ouvre vers des éléments de plus en plus spécifiques; à la base de la pyramide on décrit le suivi du rendement des nouveaux systèmes. Nous décrivons ci-après chaque niveau d'un cadre typique.



**Les principes** sont de larges énoncés qui visent à établir la direction de l'ensemble des activités et à définir les priorités. « La bonne intendance de l'environnement » constitue un exemple de ces principes.

**Les buts** développent les principes de base et définissent les conditions finales que l'on souhaite atteindre. Chaque principe peut contenir plusieurs buts. On les appelle parfois des objectifs, mais les buts peuvent montrer la voie du changement que l'on souhaite suivre. Voici un exemple de but : « Conserver et augmenter la fonction écologique de l'emplacement ».

**Les stratégies clés** identifient les démarches de base qui permettent d'atteindre un but ou un ensemble de buts. Un but peut avoir un lien avec plusieurs stratégies

clés. En général, les stratégies doivent être choisies parce que l'on sait qu'elles visent plus d'un but; ceci démontre que l'on a affaire à une démarche globale et à la réalisation de synergies. « Maintenir le drainage naturel » constitue un exemple de stratégie clé.

**Les actions spécifiques** contiennent une gamme d'activités que l'on peut exécuter afin de remplir les stratégies spécifiques. Par le seul fait d'établir un lien entre les stratégies clés, les buts et les principes, il devient tout aussi clair que les actions spécifiques rejoignent les niveaux les plus hauts du cadre. « Réduire l'imperméabilité des emplacements » constitue un exemple d'action spécifique.

**Les lignes de conduite et les spécifications** donnent une information beaucoup plus détaillée sur la façon de mettre en œuvre les actions spécifiques. Par exemple, on peut préparer des lignes de conduite sur la réduction de l'imperméabilité des emplacements.

**Les systèmes de suivi** ferment la boucle du processus en repérant et en mesurant les changements dans le rendement de façon continue. Cette information sert à déterminer s'il faut continuer dans la direction stratégique existante ou s'il faut apporter des changements additionnels. Le suivi et la communication des résultats ont un lien avec l'amélioration du rendement en environnement.

Les cadres fonctionnent mieux lorsqu'ils vont de pair avec des indicateurs de rendement et des objectifs. Les indicateurs de rendement quantifient les impacts d'actions spécifiques, ce qui aide à voir si l'action en question atteint la cible. Les cibles sont une sorte d'outil de politique qui établit des niveaux idéaux de rendement. On utilise deux sortes d'indicateurs :

**Les indicateurs de conception** qui traduisent des valeurs de rendement que l'on peut mesurer ou apprécier au stade de la conception; ils peuvent servir à établir des cibles qui mettront les concepteurs au défi et qui feront en sorte de coordonner et de répartir leurs efforts. Un exemple d'indicateur de conception serait : « Le pourcentage de la superficie de l'emplacement effectivement couverte par des surfaces imperméables ». Un exemple d'une cible à atteindre serait : « Dix pour cent de la superficie est effectivement imperméable ».

**Les indicateurs de suivi** traduisent des valeurs de rendement qui peuvent servir à déterminer comment de déroule effectivement le projet. Ces indicateurs peuvent servir à apprendre et à établir des procédures pour gérer des systèmes et allouer des coûts. « Le pourcentage du changement dans la qualité et la quantité de l'eau qui ruisselle hors des emplacements » est un exemple de cette sorte d'indicateur. Un exemple de cible à atteindre pourrait être : « Aucune variation nette ».

<sup>4</sup> Sheltair Group. **Environmentally Sustainable Development Guidelines for Southeast False Creek. A Policy Development Tool Kit.** 1988, pour la Ville de Vancouver.

<sup>5</sup> **Whistler environmental Strategy**, Resort Municipality of Whistler, September 1999.

## GESTION DES BASSINS VERSANTS

A cause des nombreuses juridictions, la planification urbaine exclut habituellement des parties importantes des bassins versants de la ville. Ceci peut augmenter l'incertitude et le risque d'échec. Les politiques doivent compter sur des prédictions fiables concernant la disponibilité en eau et sa qualité – des sujets que l'on ne peut considérer que dans le contexte d'un bassin versant.

Afin d'améliorer la planification, certains états et certains pays insistent maintenant sur la nécessité de réaliser la planification des bassins versants en même temps que la planification urbaine.<sup>6</sup> Un plan d'aménagement d'un bassin versant analyse tous les flux d'eau qui entrent et qui sortent du bassin (ce qui crée l'équilibre en eau) et essaie de répartir les ressources limitées équitablement. Le plan doit aussi harmoniser la qualité de l'eau et son utilisation et créer des politiques à l'étendue du bassin pour réduire les risques d'inondation, de maladie et de sécheresse. L'absence de planification d'un bassin versant constitue un problème particulier pour les nombreuses villes qui essaient de conserver des ressources restreintes en eau. Sans ce plan, la ville ne peut optimiser les investissements et aborder le problème des pratiques de gaspillage par l'industrie et les fermes.

## CONSTRUCTION ÉCOLOGIQUE ET LES LIGNES DE CONDUITE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Les barrières à la mise en œuvre de l'infrastructure verte par les entrepreneurs, les constructeurs et par la communauté des concepteurs incluent le manque de connaissance, le manque de temps, la peur et la perception du coût. On doit surmonter ces barrières en supportant de nouveaux standards de pratique. Un tel support peut provenir de subventions aux tarifs et aux droits ou encore par le biais de lignes de conduite qui comprennent des normes en ce qui concerne les détails et les spécifications.

Les concepteurs doivent avoir accès au savoir-faire relatif aux solutions retenues aussitôt que ces connaissances sont requises. Si les solutions requièrent beaucoup plus de temps que la technologie usuelle, on a alors une contre-

incitation au changement. Pour chaque innovation, les concepteurs doivent savoir :

- Quels sont les fournisseurs de solutions de construction intégrées et éprouvées?
- Quelles sont les normes d'ingénierie?
- Quelles sont les méthodes les plus économiques?
- Quelles sont les exigences par rapport à l'entretien?
- Où peut-on voir des réalisations qui ont fait leurs preuves?

Très peu de villes ont des règlements et des lignes de conduite spécifiques qui abordent le rendement environnemental général des bâtiments, et ce malgré les incidences majeures de la conception des bâtiments sur l'infrastructure urbaine et sur la qualité de l'environnement. Sans un ensemble de lignes de conduite, il est probablement impossible de réaliser des gains importants en durabilité à l'échelle de l'emplacement et du bâtiment. Les lignes directrices peuvent s'appliquer directement à tous les projets du secteur public, et on peut aussi les faire appliquer aux projets du secteur privé au moyen de règlements sur la construction des bâtiments. Plus fréquemment, on fait en sorte que les lignes de conduite du secteur privé fassent partie d'un ensemble d'incitatifs, et que ces derniers comprennent des avantages spéciaux pour les promoteurs qui s'y conforment. On pourrait aussi mettre sur pied un fonds sans incidence sur les recettes dont l'argent proviendrait des promoteurs qui ne respectent pas les lignes de conduite établies, et qui serait redistribué à ceux qui vont au-delà du rendement minimum recommandé.

Les lignes de conduite peuvent couvrir une large gamme de sujets, abordant le processus de planification du développement aussi bien que la conception du bâtiment. Une publication<sup>7</sup> récente de la Ville de Santa Monica contient 94 lignes de conduite distinctes pour les bâtiments écologiques; elles vont de l'emplacement et de la forme du bâtiment au système de contrôle de l'énergie. Chaque ligne de conduite contient des schémas, des références, un guide technique et un système de cotation. Une partie des lignes de conduite de Santa Monica est appuyée par des lois.

<sup>6</sup> On peut donner comme exemple ; **Guide to Watershed Planning and Management**, Economic and Engineering Services Inc., pour la Association of Washington Cities, et alia. 1999.

<sup>7</sup> Sheltair Group, **City of Santa Monica Green Buildings Design and Construction Guidelines**, 1999.

L'expérience quant aux lignes de conduite indique qu'elles sont à leur meilleur sur le plan de l'efficacité lorsqu'elles sont basées sur des objectifs et quand elles sont liées à un cadre de buts et d'objectifs. Aussi les lignes de conduite fonctionnent mieux quand elles comprennent des procédures mieux d'évaluation du rendement lorsque cela est possible; ces procédures permettant aux promoteurs d'adopter des démarches innovatrices aussi longtemps qu'ils atteignent leurs buts. Enfin, les lignes de conduite peuvent tirer profit d'autres programmes techniques et d'autres systèmes de cotation existants mis au point par d'autres intervenants. En utilisant comme référence des normes provenant de « tiers », il devient alors possible de simplifier les lignes de conduite; aussi, la référence à d'autres façons de faire renforce le support à des initiatives plus ambitieuses, lesquelles peuvent, à leur tour, fournir du support technique permanent. Par exemple, certaines villes ont appliqué des normes plus élevées d'énergie pour les bâtiments en spécifiant tout simplement que les promoteurs devraient atteindre un niveau de rendement de 30 pour cent à 50 pour cent plus élevé que le code national de l'énergie des bâtiments.

Les lignes de conduite peuvent parfois incorporer ou représenter des objectifs de rendement en environnement qui ont été établis pour la ville dans son ensemble. En premier lieu, les cibles soumises au suivi sont exprimées en termes d'objectifs de conception pour le secteur du bâtiment, afin de les rendre facilement assimilables et applicables par les concepteurs et les promoteurs. Deuxièmement, les objectifs de conception sont étayés par des lignes de conduite qui amplifient et qui expliquent les objectifs. Par exemple, un objectif de suivi correspondant à la création d'habitats pourrait être ceci : « Maintenir 35 espèces d'oiseaux dans le quartier, ce nombre devant être confirmé par un comptage annuel ». Cette donnée de suivi peut être traduite en objectifs pour les architectes-paysagistes, par exemple, « 30 pour cent de l'espace libre servira à une meilleure la qualité de l'habitat ». Une ligne de conduite expliquerait ensuite ce que l'on entend par habitat, comment on le mesure ainsi que les meilleures pratiques et les références que peuvent utiliser les concepteurs. De cette façon on arrive à mettre en route les objectifs environnementaux de la ville durant les phases de conception et de construction.

## ACCROÎTRE L'UTILISATION DES MODÈLES DE FLUX DES MATÉRIAUX ET DE L'ÉNERGIE

Le prochain seuil à atteindre pour la technologie de planification est la création d'un modèle de prédiction urbaine qui fonctionne de la base vers le haut. Ce modèle pourra utiliser une banque de données sur la communauté afin de prévoir, en temps réel, les coûts effectifs, la consommation des ressources et les émissions liées au plan de développement. Essentiellement, un tel modèle devra stimuler l'interaction entre les bâtiments et d'autres éléments de la ville (infrastructure, personnes, écologies) et faire la somme des incidences sur l'utilisation des ressources, les coûts et les émissions. Les incidences doivent s'exprimer sous forme d'indicateurs de rendement usuels. Le modèle doit tenir compte des relations dynamiques entre les secteurs, les ressources et l'offre et la demande.

Malheureusement, l'état de la plus récente technologie ne peut fournir aux concepteurs et aux planificateurs un tel modèle multi-ressources et multi-sectoriel. Ce qui se produit est plutôt une évolution lente vers un tel modèle étant donné qu'une vaste gamme d'applications plus spécifiques servent à la planification et à la conception. Mettre en commun les résultats d'un modèle de transport et d'un modèle démographique, par exemple, constitue la partie difficile parce que les frontières des modèles et des unités peuvent être très différentes. Un autre problème méthodologique provient du fait que l'infrastructure située à proximité des bâtiments ne sert par uniquement aux bâtiments car, comme c'est un réseau, l'infrastructure sert à d'autres emplacements et à d'autres bâtiments.

Aussi longtemps qu'on n'aura pas de meilleur modèle, le défi des planificateurs et des promoteurs urbains consistera à estimer et à affecter avec précision les coûts et les avantages de l'éventail de choix qu'offre l'infrastructure verte.

## RÈGLES PRATIQUES POUR LE CHOIX OPTIMAL DE L'ÉCHELLE ET DE LA LOCALISATION

En l'absence d'outils sophistiqués de modèle et de prédiction, il est particulièrement difficile pour les planificateurs d'identifier la meilleure

localisation et l'échelle la plus appropriée de l'infrastructure verte. Vues séparément, les échelles optimales de fourniture d'énergie et de chaleur, et de traitement des déchets solides et des eaux usées pourraient être différentes les unes des autres. Toutefois, au moment où l'on se dirige vers un système intégré de circulation de l'énergie, des matériaux et de l'eau, on se doit de trouver l'échelle optimale du système intégré. La possibilité que chaque échelle contienne des compromis entre l'économie, les incidences environnementales, l'efficacité thermodynamique et le niveau d'acceptation par la communauté rend la situation encore plus complexe. À une échelle très locale, les solutions innovatrices de conception peuvent parfois amener un bon compromis entre les objectifs en compétition. Mais à mesure que s'étend l'échelle spatiale, il devient de plus en plus difficile d'atteindre des solutions au niveau de la conception et on doit s'appuyer davantage sur des solutions de processus. En d'autres mots, l'action à une plus grande échelle est moins physique et plus institutionnelle et dynamique. Au lieu de sélectionner des technologies d'énergie renouvelable pour tous les bâtiments, la meilleure solution pourrait être par exemple, de faciliter l'échange des crédits de réduction de gaz de serre entre les nouveaux projets et ceux existants.

Pour toutes ces raisons, le processus de conception peut échouer à moins que les concepteurs reconnaissent que les sujets sont souvent trop complexes pour une seule équipe de concepteurs de projets.

Une façon de contourner une telle complexité consiste à recourir à des règles pratiques pour simplifier les décisions en attendant l'apparition de meilleurs outils. Une règle simple et pratique pour les concepteurs de transport, par exemple, pourrait être celle-ci : « Les résidants moyens sont prêts à délaissier la voiture pour marcher si les distances pour atteindre les boutiques, les transports en commun et les services ne dépassent pas 400 mètres ». Une telle règle facilite la construction d'une infrastructure conviviale pour les piétons sans avoir à réaliser des modèles sophistiqués. Deux autres règles pratiques à portée étendue que l'on peut appliquer à tous les projets d'infrastructure pourraient être :

**Des communautés capables de s'adapter ont besoin d'une variété de technologies.**

Ainsi, ce qui apparaît idéal à l'échelle locale pourrait bien ne pas convenir ailleurs.

**Une infrastructure verte est évolutive.**

À court terme, les systèmes sont peut-être non durables. Toutefois, ils doivent créer une situation ou une occasion favorable au changement qui vise la durabilité à plus long terme.



**Fédération  
canadienne des  
municipalités**

Centre pour le développement des  
collectivités viables

Fédération canadienne des municipalités

24, rue Clarence

Ottawa (Ontario)

K1N 5P3

Information : (613) 241-5221 poste 245