

ENV 6003

# CHANGEMENTS CLIMATIQUES : impacts, adaptation, mitigation

## MODULE 3

CO<sub>2</sub>, Kyoto et nous :  
Un bilan de carbone pour la ville

*par Changhui Peng et Sebastian Weissenberger*

# SOMMAIRE

---

## Introduction

1. Mise en contexte – la part des villes dans les émissions de GES
2. Le bilan de carbone de Montréal
  - 2.1 *Le transport*
  - 2.2 *Le secteur résidentiel et commercial*
  - 2.3 *L'agriculture et l'alimentation – les émissions agricoles et des élevages*
  - 2.4 *Les déchets*
  - 2.5 *Les milieux verts – les puits de carbone*
3. Que font les villes pour réduire leurs émissions de GES?

## Conclusion

# INTRODUCTION

---

Les changements climatiques sont considérés comme un des grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle. Le Canada, comme plus de 180 autres pays, a ratifié le protocole de Kyoto qui vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre responsables de ces changements climatiques. Presque tous les secteurs de l'économie – transports, production d'énergie, agriculture, industrie, etc. – devront contribuer à la réduction des émissions.

Le rôle des villes dans cet effort est important. Les grandes villes comme Montréal contribuent grandement aux émissions de gaz à effet de serre. Il est donc dans l'intérêt de tous les habitants d'une ville comme Montréal de contribuer à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Plus que par intérêt propre, il s'agit pour les habitants des pays industrialisés d'une obligation morale de fournir leur contribution à la mitigation de ce problème planétaire que sont les changements climatiques.

## 1. Mise en contexte – la part des villes dans les émissions de GES

Une agglomération urbaine telle que Montréal émet des quantités considérables de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz à effet de serre (GES) vers l'atmosphère. En fait, si l'on voulait réabsorber tout le CO<sub>2</sub> émis sur le territoire de l'île de Montréal, il faudrait planter près de trois millions d'hectares de forêts, si un hectare de forêt peut absorber 4,3 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Cela représente 60 fois toute la superficie de l'île de Montréal, qui est de 48 816 hectares. Ce CO<sub>2</sub> provient des 772 200 voitures immatriculées à Montréal, des 800 000 logements qui veulent être chauffés, des industries et des commerces, des 2 673 000 tonnes de déchets enfouis et de notre alimentation. Les émissions de gaz à effet de serre ne s'effectuent pas toutes sur l'île de Montréal, mais découlent directement de nos habitudes de vie. Une réduction de ces émissions, qu'elles se fassent sur le territoire de l'île de Montréal ou ailleurs, requiert donc un changement dans certains de nos comportements et certaines de nos technologies.

À l'échelle mondiale, les villes jouent un rôle essentiel dans le problème des changements climatiques. En effet, elles consomment 75 % de l'énergie mondiale et produisent 80 % des émissions de GES. Ces pourcentages excèdent largement leur part de la population mondiale, qui s'établit autour de 50 %.

## 2. Le bilan de carbone de Montréal

Au Québec, les émissions de GES se répartissent comme suit (figure 1) :

- 37,6 % pour le secteur du transport;
- 33 % pour l'industrie, le secteur manufacturier et la production d'électricité;
- 13,2 % pour le secteur résidentiel et commercial;
- 8,6 % pour l'agriculture;
- 7,5 % pour les déchets.

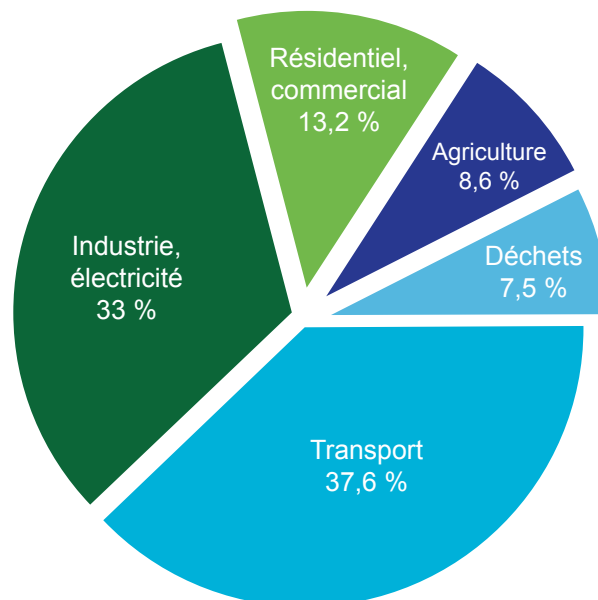


Figure 1

### LA RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR LA PROVINCE DU QUÉBEC.

Sur l'île de Montréal, les industries jouent un rôle mineur. L'agriculture est également négligeable en tant que telle sur le territoire de Montréal, mais, par leur consommation d'aliments, les Montréalais influencent directement les émissions de ce secteur. La figure 2 schématise les émissions liées au milieu urbain.

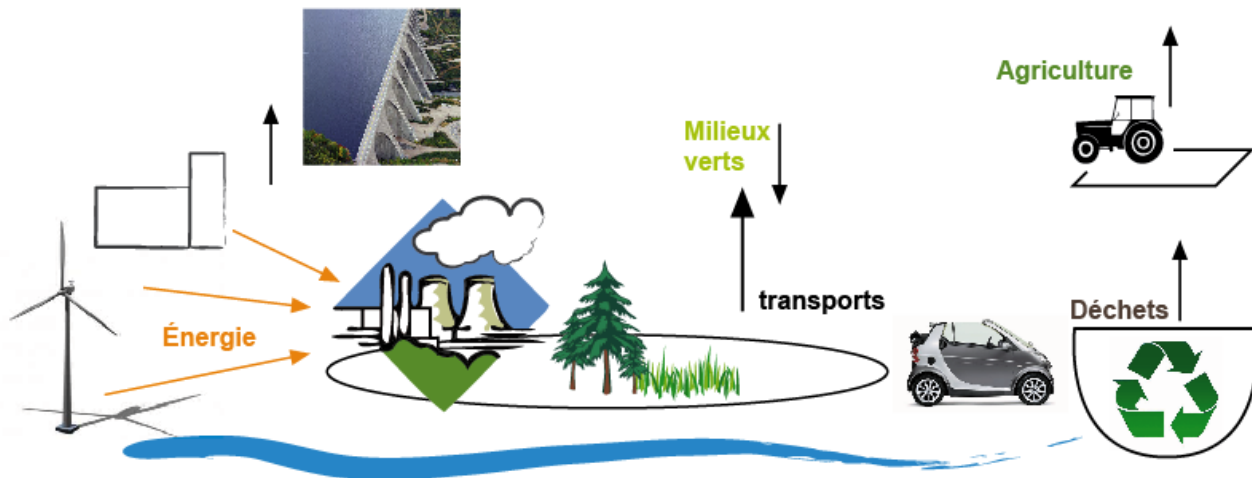


Figure 2

**LA SCHÉMATISATION DES PUIXS ET DES SOURCES DE CARBONE DE L'ÎLE DE MONTRÉAL.**

Les flèches noires représentent les flux de CO<sub>2</sub>.

Sources : Smart, barrage Manic-5 : [www.hydroquebec.com](http://www.hydroquebec.com).

Voici maintenant l'analyse du bilan d'émissions de l'île de Montréal, secteur par secteur, à l'exception de l'industrie, du secteur manufacturier et de la production d'électricité, qui ne sont pas du ressort des activités urbaines.

**2.1 Le transport**

À Montréal, selon l'enquête Origine-Destination, effectuée en 2003 par l'Agence métropolitaine des transports (AMT) et ses partenaires, 90 % des deux millions de déplacements tous les matins sont motorisés. De ceux-ci, 73 % s'effectuent en voiture. Une voiture circulant à Montréal est en moyenne occupée par 1,24 personne, c'est-à-dire que seulement une voiture sur cinq accueille un passager en plus du conducteur. Un des moyens de réduire les émissions causées par les véhicules est donc d'augmenter le taux d'occupation des véhicules en favorisant le co-voiturage ou en créant des voies réservées pour des voitures avec deux passagers ou plus. Il est aussi possible, par une synchronisation des feux de circulation, de réduire les pics d'émissions durant les phases de démarrage et d'accélération.

Le meilleur moyen de réduire les émissions liées au transport est évidemment un changement vers des modes de transport public ou encore mieux des modes de transport non motorisé, comme le vélo ou la marche. En plus de réduire les émissions de gaz à effet de serre, cela contribuerait à

améliorer la qualité de l'air, donc à éviter le smog urbain, à réduire la congestion, les accidents, et fait non négligeable, à améliorer la santé et la qualité de vie des Montréalais. En parcourant 10 km par jour à pied ou en vélo, on peut réduire de 1,3 tonne par an ses émissions de CO<sub>2</sub> et économiser autour de 750 dollars, sans compter les bienfaits de cette activité physique.

Dans le futur, les émissions du parc automobile pourront être grandement réduites par l'introduction de voitures hybrides, électriques, ou à l'hydrogène. La ville de Paris a déjà installé plusieurs dizaines des bornes électriques. L'Islande, quant à elle, est en train de transformer son parc automobile entier à l'hydrogène. Il ne faut cependant pas oublier que la production d'électricité ou d'hydrogène nécessite de l'énergie, ce qui est dans la plupart des cas synonyme d'émission de GES, à moins de pouvoir produire cette énergie par géothermie, comme l'Islande, par hydroélectricité, comme le Québec, ou à l'aide d'énergies renouvelables comme l'éolien ou le solaire. En attendant, il s'agit de privilégier les voitures moins énergivores. Une Honda Civic, qui consomme 7,5 litres d'essence en ville, en roulant 10 000 km par an, émet 1,77 tonne de CO<sub>2</sub> de moins qu'une Ford Explorer, qui consomme deux fois plus d'essence par kilomètre parcouru.

La structure d'une ville est aussi liée aux modes de transport favorisés. Il est beaucoup plus facile d'établir un réseau de transport public performant dans une ville densément peuplée comme Paris (25 000 habitants/km<sup>2</sup>) qu'à Montréal (4439 habitants/km<sup>2</sup>). On se rend compte que le centre-ville de Montréal, plus densément peuplé (Plateau-Mont-Royal avec 13 096 habitants/km<sup>2</sup>, Parc-Extension avec 18 802 habitants/km<sup>2</sup>) est mieux desservi par les transports en commun que d'autres quartiers. La possession de voitures et leur utilisation y sont en conséquence moindres. Une ville telle que Londres, plus densément construite que Montréal, émet aussi beaucoup moins de CO<sub>2</sub> dans le secteur des transports (1,46 contre 2,32 tonnes de CO<sub>2</sub> par habitant par an), car l'organisation des déplacements y est plus efficace, les distances parcourues moins longues et l'utilisation de la voiture moins impérative.

À Londres, l'introduction en 2006 d'une taxe d'accès au centre-ville pour les automobiles y a réduit de 30 % la circulation et ainsi les émissions de CO<sub>2</sub> liées au transport urbain. D'autres villes comme Malte, Singapour, Stockholm et les trois plus grandes villes norvégiennes Oslo, Trondheim et Bergen ont également des taxes d'accès. À Londres, cette taxe sera bientôt modulée selon le taux d'émission de CO<sub>2</sub> des véhicules, ce qui réduira encore plus les émissions de la ville.

La taxation n'est cependant pas le seul moyen d'atteindre une réduction de la circulation et des émissions. La ville de Paris a réussi à réduire la circulation de 19 %, entre 2001 et 2005, grâce

à un plan d'aménagement de grande envergure, comprenant entre autres des couloirs d'autobus protégés, le réaménagement de certains grands boulevards, le développement de quartiers verts, la fermeture régulière des quais de la Seine, et le nouveau tramway T3.

L'étalement urbain va à l'encontre de cette recherche d'efficacité dans les déplacements et de réduction de l'utilisation de la voiture. Montréal est un exemple d'étalement urbain. En 2003-2004, Montréal a perdu 1,3 % de sa population, soit 24 100 personnes au profit de sa couronne. Cette tendance n'est pas nouvelle, comme le montrent les statistiques des dernières décennies. En 1971, l'île de Montréal représentait 32,5 % de la population du Québec. En 1986, ce chiffre n'était plus que 27,1 % et, en 2005, il a chuté à 24,7 %. En termes absolus, la population de l'île de Montréal a diminué de 2 millions à 1,9 million, entre 1971 et 2005, tandis que celle des régions entourant Montréal a augmenté de 20 % pour la Montérégie et de 30 % pour les Laurentides.

## **2.2 Le secteur résidentiel et commercial**

La plupart des logements à Montréal sont chauffés et éclairés à l'électricité. Seulement 32 % utilisent le gaz ou le mazout. La grande chance du Québec est de posséder de vastes ressources hydroélectriques. Cela lui permet de produire son électricité en émettant beaucoup moins de GES que d'autres provinces ou d'autres pays qui doivent utiliser du charbon, du pétrole ou du gaz naturel pour alimenter les centrales électriques. Pour réduire les émissions du secteur résidentiel et commercial, il faudrait augmenter la part de l'électricité dans le chauffage des bâtiments résidentiels et commerciaux, comme cela s'était déjà fait sous la pression du prix du pétrole croissant dans les années 1980. Un autre moyen de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et surtout la consommation d'énergie serait une meilleure isolation des maisons. Une maison « Novoclimat », comme le préconise l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec, consomme 28 % moins d'électricité qu'une maison conventionnelle. Pour un investissement de 4000 dollars de plus à la construction, des économies annuelles récurrentes de 574 dollars de frais d'électricité peuvent ainsi être atteintes. D'autres avenues de réduction de la demande en électricité est l'installation de panneaux solaires sur des toits pour alimenter des équipements électriques ou chauffer l'eau, ou de toits verts qui isolent mieux que des toits traditionnels et régulent le débit d'eau.

### **2.3 L'agriculture et l'alimentation – les émissions agricoles et des élevages**

Les émissions du secteur agricole se produisent autre part qu'à Montréal, mais sont directement imputables à nos besoins en aliments. Ces émissions ont pour origine les émissions de  $N_2O$  des champs agricoles et les émanations de  $CH_4$  du bétail. Il ne faut pas non plus oublier les émissions liées au transport de ces aliments, surtout quand ils viennent de loin. Trente pour cent du transport routier et 13 % du transport aérien sont accaparés par les aliments; le transport international de nourriture a triplé en vingt ans. Une seule calorie d'une carotte importée d'Afrique du Sud aura par exemple nécessité 66 calories de carburant pour se rendre dans nos étalages. Une manière de réduire ces émissions est d'acheter localement les aliments, ce qui, en plus d'éviter le transport sur de longues distances, encourage les agriculteurs de nos régions. On peut également se tourner vers des aliments aux rendements supérieurs, c'est-à-dire utilisant plus efficacement les sols cultivés. Un hectare de terre peut produire par an 18 tonnes de légumes, 15 tonnes de pommes de terre ou 12 tonnes de fruits, mais seulement 400 à 500 kg de viande blanche, de lait ou d'œufs et pas plus de 33 kg de viande rouge.

### **2.4 Les déchets**

La décomposition de matériaux organiques dans les sites d'enfouissement produit du  $CH_4$ . Un moyen de réduire ces émissions est la récupération et la combustion de ce biogaz, donc du  $CH_4$  en  $CO_2$ , car ce dernier possède un pouvoir radiatif 25 fois inférieur au  $CH_4$ . Dans le cycle général du carbone, la production de  $CO_2$  par la décomposition de matière organique est en principe sans impact sur le carbone atmosphérique, puisque le  $CO_2$  émis a été précédemment fixé de l'atmosphère par photosynthèse lors de la croissance des végétaux qui ont formé cette matière organique.

Avantage supplémentaire, la combustion de  $CH_4$  génère de l'énergie. La ville de São Paulo au Brésil génère ainsi de l'électricité pour 400 000 de ses habitants en récupérant le  $CH_4$  de sa plus grande décharge municipale. Ainsi, la réduction des émissions de GES peut très bien aller de pair avec le développement économique. Au Québec, pour l'instant, seulement 10 des 480 lieux d'enfouissement procèdent au captage de  $CH_4$ . Soixante-dix pour cent du  $CH_4$  s'échappent sans entrave vers l'atmosphère.

Outre les sites d'enfouissement, les eaux usées sont également responsables des émissions de GES, mais dans des quantités moins importantes. La décomposition de matière organique dans les eaux usées rejetées dans le Saint-Laurent produit du  $N_2O$  et, lors du traitement anaérobique,



du CH<sub>4</sub>. Ces deux types d'émissions équivalent à 0,115 tonne de CO<sub>2</sub> par personne par an. En total, les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O des déchets enfouis ou dans les eaux usées représentent 0,91 tonne de CO<sub>2</sub> par personne par an.

### ***2.5 Les milieux verts – les puits de carbone***

Près de 90 % de la superficie de Montréal est construite – bâtiments, routes, stationnements, etc. Seuls 4882 ha sont composés de parcs ou de forêts. Ces milieux sont classifiés comme des puits de carbone à cause de leur capacité d'assimiler du CO<sub>2</sub> atmosphérique. En considérant ces puits de carbone naturels, il faut toutefois être conscient qu'ils n'agissent qu'à moyen terme puisqu'une fois que la végétation a atteint sa maturité, l'assimilation de carbone devient bien plus faible et peut-être même nulle. Le cas des terres humides qui sont présentes autour de l'île de Montréal est plus compliqué, puisqu'en même temps qu'elles assimilent du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, elles rejettent du CH<sub>4</sub> dont le potentiel d'effet de serre est 25 fois plus élevé que celui du CO<sub>2</sub>. En utilisant un taux de fixation de 4,3 tonnes de CO<sub>2</sub> par ha par an, chiffre souvent utilisé, l'ensemble des surfaces vertes de l'île de Montréal peut en théorie absorber 20 993 tonnes de CO<sub>2</sub>, bien en deçà des émissions dues aux activités humaines. Le bilan de CO<sub>2</sub> de Montréal est donc fortement négatif. Cela veut dire que l'existence d'une ville comme Montréal nécessite donc la présence, en d'autres lieux, de larges étendues capables de capter le CO<sub>2</sub> pour en équilibrer le budget global.

## **3. Que font les villes pour réduire leurs émissions de GES?**

Il existe un grand nombre d'initiatives au niveau municipal par rapport à la question des changements climatiques. En 2005, certaines des plus grandes villes du monde se sont réunies sous l'impulsion du maire de Londres, Ken Livingston, et ont fondé le C40, un groupe d'action chargé de collaborer en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Des villes des cinq continents font partie du C40, dont Toronto au Canada. Le C40 entend réduire les émissions au moyen de plusieurs outils : les politiques d'approvisionnement, la création d'une méthode de mesure de bilans urbains de GES, l'adoption de technologies environnementales, l'application de standards de construction, l'installation d'éclairage et de feux de circulation d'une plus grande efficacité énergétique, l'utilisation de systèmes énergétiques localisés et propres, le développement du transport en commun et la réduction du transit automobile, la récupération des biogaz des décharges municipales, l'amélioration des systèmes de distribution de l'eau et la réduction des pertes d'eau (à Montréal, celles-ci se chiffrent à environ 40 %).

Aux États-Unis, 527 villes dans 50 États, regroupant plus de 66 millions d'habitants, ont symboliquement adopté le protocole de Kyoto à l'initiative du maire de Seattle, Greg Nickels.

Au Canada, 149 municipalités se sont regroupées sous la bannière du programme Partenaires dans la protection du climat. La ville de Toronto, dans son plan vert de 2007, s'engage à réduire ses émissions de GES de 7 % d'ici 2012 en accord avec le protocole de Kyoto. La ville de Vancouver a adopté en 2005 deux plans d'action, l'un relatif aux activités de la ville (Corporate Climate Change Action Plans) et l'autre à celles de la communauté (Community Climate Change Action Plans). Ces plans visent à réduire les émissions de GES de 20 % et de 6 % respectivement par rapport aux niveaux de 1990 en favorisant les modes de transport alternatif, en encourageant les biocarburants, en luttant contre le ralenti inutile, en améliorant l'efficacité énergétique et les standards de construction et en captant les biogaz. La ville d'Ottawa s'est engagée dès 1992 à réduire ses émissions de GES de 20 % par rapport aux niveaux de 1990 jusqu'à 2005. Elle fait partie des six villes fondatrices du Club de 20 %, devenu les Programmes pour la protection du climat. Son plan d'action vise trois secteurs : les bâtiments, les transports et les déchets.

La ville de Montréal, quant à elle, s'est engagée en avril 2005 dans le cadre de son premier plan stratégique de développement durable à consacrer plus de 35 millions de dollars pour réduire les émissions de GES générées par les activités municipales de 20 % entre 2002 et 2012. Le plan d'action municipal comprend 12 actions, dont la promotion du transport durable, le développement de l'autopartage, l'utilisation de véhicules écoénergétiques, la lutte contre la marche au ralenti inutile des véhicules, la création d'un Fonds *Énergie*, l'installation d'un mur solaire et de chauffe-eau solaires, le développement de l'énergie renouvelable, l'élimination de certains frigorigènes et l'utilisation d'essence à 5 % d'éthanol. Entre 1990 à 2002, le captage des biogaz avait permis de réduire les émissions de la ville de 10 %.

# CONCLUSION

---

À l'instar de ce que proposait le célèbre naturaliste québécois Pierre Dansereau, nous voyons donc qu'il faut considérer la ville comme un écosystème urbain, qui lui-même fait partie d'un plus grand écosystème à une échelle plus grande et même planétaire, lorsque la portée globale des gaz à effet de serre est prise en compte.

Afin de réduire notre empreinte écologique et nos émissions de GES, il faut minimiser les flux d'énergie et de matière. Le recyclage, souvent proposé comme la solution universelle aux problèmes de l'environnement, ne résout pas le problème plus fondamental que sont la surconsommation et l'inefficacité. Un Montréalais consomme 1,6 fois plus d'essence, 4,8 fois plus d'eau potable, 1,7 fois plus de plastique, 1,5 fois plus de papier, produit 2,6 fois plus de déchets putrescibles qu'un Londonien et dépense deux fois plus d'énergie qu'un Européen moyen. Les Montréalais doivent donc optimiser l'utilisation des ressources, ce qui nécessite des équipements et des manières de faire plus efficaces. Concrètement, cela se traduit en une volonté politique ainsi qu'en des investissements, pas seulement sur le plan financier, mais aussi en matière d'éducation et de sensibilisation, puisque le succès d'un plan d'action pour la réduction des émissions de GES dépendra en grande partie de la collaboration et de l'appui de la population. En opérant une telle transition, la Ville de Montréal pourra devenir plus efficace, réduire la consommation superflue et optimiser la répartition des modes de transport et le fonctionnement de la ville. Ultimement, grâce à des initiatives visant à réduire les émissions de GES, la qualité de l'environnement urbain et le bien-être des citoyens pourront être grandement améliorés. Voilà un investissement qui vaut la peine d'être effectué!

## Références

Ministère de l'Environnement du Québec. 2005. *Plan de développement durable du ministère de l'Environnement du Québec*, 2005.

Environnement Canada. 2005. *Le défi d'une tonne*. Environnement Canada.

Ministère de l'Environnement du Québec. 2002. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre au Québec - 1990-2000. Ministère de l'Environnement du Québec, septembre 2002.

Environnement Canada. 2002. Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990-2000. Environnement Canada, juin 2002.

C40 cities. 2007. *C40 cities – Climate leadership group*, [En ligne]. [www.c40cities.org/cities/](http://www.c40cities.org/cities/) (Consulté le 3 mars 2009)

US Mayors. 2007. US Mayors' Climate Protection Agreement, [En ligne]. [www.ci.seattle.wa.us/mayor/climate/quotes.htm#mayors](http://www.ci.seattle.wa.us/mayor/climate/quotes.htm#mayors) (Consulté le 3 mars 2009)

Ottawa. 2007. *La ville d'Ottawa, la capitale du Canada*, [En ligne]. [www.ottawa.ca](http://www.ottawa.ca) (Consulté le 3 mars 2009)

Radio Canada. 2007. Le virage vert des villes. *Radio-canada/région/Ontario*, [En ligne]. [www.radio-canada.ca/regions/ontario/Dossiers/torontochicago\\_12418.shtml](http://www.radio-canada.ca/regions/ontario/Dossiers/torontochicago_12418.shtml) Ottawa. 2007. *La ville d'Ottawa, la capitale du Canada*, [En ligne]. [www.ottawa.ca](http://www.ottawa.ca) (Consulté le 3 mars 2009)

Logé, H. 2007. *Plan d'action corporatif « Pour préserver le climat »*. Ville de Montréal, Service des infrastructures, transport et environnement, Planification et suivi environnemental, 31 p.

Ville de Montréal. 2007. L'environnement à Montréal, *Ville de Montréal*, [En ligne]. [ville.montreal.qc.ca](http://ville.montreal.qc.ca) (Consulté le 3 mars 2009)

Vancouver. 2007. Sustainability. City of Vancouver, [En ligne]. [vancouver.ca/sustainability/climate\\_protection.htm](http://vancouver.ca/sustainability/climate_protection.htm) (Consulté le 3 mars 2009)

The Cool Vancouver Task Force. 2005. Community Climate Change Action Plan.

The Cool Vancouver Task Force. 2004. A Corporate Climate Change Action Plan for the city of Vancouver.

Partenaires dans la protection du climat (PPC.) 2007.

[En ligne]. [www.collectivitesviables.fcm.ca/fr/](http://www.collectivitesviables.fcm.ca/fr/) (Consulté le 3 mars 2009)

Rees, W. E., Wackernagel, M. 1995. *Our ecological footprint : reducing human impact on the Earth*. New Society Publishers, 176 p.