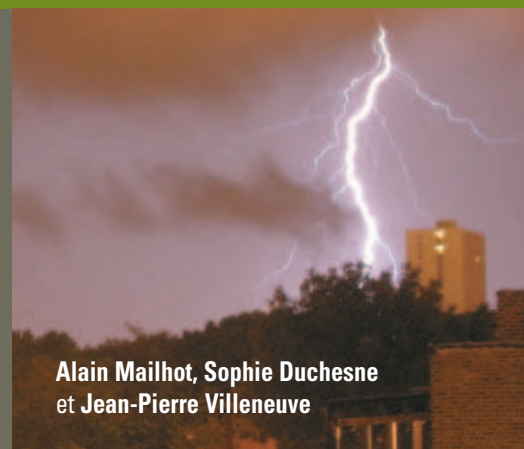


Les changements climatiques : enjeux et perspectives en matière d'infrastructures urbaines

Il ne se passe pas une journée sans que les médias ne fassent mention des changements climatiques (CC). Que ce soit à travers la politique internationale relative au protocole de Kyoto, les prises de position de divers gouvernements quant à leur stratégie de réduction des gaz à effets de serre (GES), ou encore les impacts déjà constatés ou appréhendés dans divers secteurs, la problématique des CC est sans conteste l'un des enjeux majeurs de ce début de XXI^e siècle. Elle modèle pour ainsi dire le paysage et le débat environnemental, économique, médiatique, politique et même culturel (que l'on songe aux concerts Live Earth!). Il est troublant de penser que, pour la première fois de l'histoire, les activités humaines, de par leur nature et leur ampleur, risquent de modifier le climat terrestre.



Alain Mailhot, Sophie Duchesne et Jean-Pierre Villeneuve

INRS-Eau, Terre et Environnement

Les gaz à effets de serre et le climat : un peu d'histoire

La physique des échanges radiatifs et thermiques nécessaire à la compréhension de l'effet de serre et de l'évolution des climats n'est pas récente (voir à ce sujet Grinevald 1992 et Kandel et Fouquart 1992). En 1824, le physicien Joseph Fourier (1768-1830) affirme que la température de la surface terrestre est augmentée par l'interposition de l'atmosphère, parce que, précise-t-il, la chaleur (rayonnement solaire) trouve moins d'obstacles pour pénétrer l'air, étant à l'état de lumière, qu'elle n'en trouve pour repasser dans l'air, lorsqu'elle est convertie en chaleur sous forme de rayonnement infrarouge. L'analogie entre les effets thermiques du vitrage d'une serre (effet de serre) et ceux de l'atmosphère terrestre aurait été d'abord proposée par Horace Bénédicte de Saussure (1740-1799). En 1896, le savant suédois Arrhénius (1859-1927), prix Nobel en 1903, publie un article où il étudie l'incidence de la présence du dioxyde de carbone sur la température terrestre. Il montre que si le CO₂ disparaissait complètement de l'atmosphère terrestre, dont il ne représente actuellement que trois dix millièmes du volume total, la température moyenne au sol diminuerait de 21°C. Il estime que cet abaissement de température entraînerait une diminution de la quantité de vapeur d'eau qui, à son tour, conduirait à une baisse de température presque aussi importante. Ironiquement, Arrhénius conclut que l'activité industrielle

pourrait être une solution technique pour repousser la prochaine ère glaciaire ! Or, si au cours des 10 000 dernières années, les concentrations des GES (dont principalement le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O)) sont demeurées relativement constantes, ce qui a permis à la Terre de conserver un climat relativement stable, il en va tout autrement depuis le début de l'ère industrielle où la hausse de la demande en énergie, la croissance démographique et les changements dans l'utilisation du territoire ont entraîné une augmentation marquée des concentrations de ces gaz dans l'atmosphère terrestre.

Un exemple de variabilité climatique passée : le cas du Petit Âge Glaciaire

La « machine » climatique terrestre est complexe et certes sujette à une variabilité « naturelle ». Le climat est soumis à divers cycles et aléas, et comporte une certaine variabilité intrinsèque non assujettie à l'activité humaine. Certains invoquent d'ailleurs notre compréhension partielle des mécanismes du climat pour critiquer l'interprétation selon laquelle les CC seraient dus à l'activité humaine, préférant l'hypothèse de causes naturelles (position défendue, par exemple, par Claude Allègre, géologue et ancien ministre français; voir à ce sujet une entrevue de ce dernier

donnée au journal *Le Devoir*, 28 mai 2007). Certes, notre compréhension du système climatique terrestre est partielle, mais il faut voir que la science des CC, dans sa formulation actuelle, repose sur une science du climat bien établie, et que les changements en cours sont sans commune mesure avec ce que l'humanité a récemment vécu en matière de variabilité climatique.

À cet égard, un exemple « récent » de variabilité climatique est ce que les historiens appellent communément le Petit Âge Glaciaire (PAG). Cette période, marquée par une série d'hivers plus rigoureux sur le continent européen (les experts s'entendent cependant pour dire que cette « anomalie » climatique s'est étendue bien au-delà du continent européen) a eu lieu *grosso modo* du début du XIV^e au milieu du XIX^e siècle (voir à ce sujet Le Roy Ladurie 2004 et Fagan 2000). Les impacts de ces conditions de températures bien en-deçà de celles auxquelles les sociétés de cette époque étaient habituées et auxquelles elles n'étaient pas adaptées, furent très nombreux et divers. Plusieurs famines et disettes marquent cette époque, conséquences de récoltes désastreuses. Ainsi, dans les Alpes, durant la période de 1530 à 1600, les températures ont été de 0,5°C inférieures à la moyenne de la période 1901-1960 et les précipitations supérieures de 7,6 % à la moyenne de la période 1901-1960. Il en résulte une avancée

sans précédent des glaciers alpins dont plusieurs menaçaient certains villages. Les conséquences en matière de production viticole (périodes des vendanges souvent tardives, qualité de vin médiocre, etc.) pendant ces périodes sont aussi bien documentées (Le Roy Ladurie 2004).

Même si plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer l'apparition du PAG, aucune ne fait actuellement l'unanimité parmi la communauté scientifique. Mentionnons, parmi les hypothèses les plus souvent évoquées, l'activité solaire (de 1645 à 1715, une diminution marquée du nombre de taches solaires est observée et désignée sous le nom de minimum de Maunder), une fluctuation des températures des eaux profondes de l'Atlantique Nord (ce qui aurait entraîné une diminution du transport de chaleur vers l'Atlantique Nord par le Gulf Stream) et une recrudescence des éruptions volcaniques qui, semble-t-il, auraient été plus fréquentes à cette période

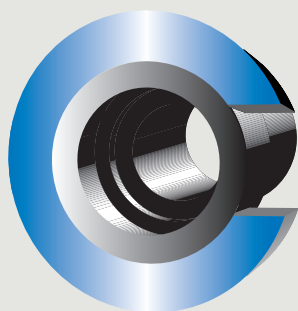
(les poussières générées par ces éruptions réfléchissent les rayons lumineux et provoquent un refroidissement sensible de la surface de la Terre). Néanmoins, concernant cette dernière hypothèse, l'influence des éruptions volcaniques sur le climat se limite généralement à un refroidissement de courte durée, excédant rarement quelques années. Cette hypothèse, à elle seule, permettrait donc difficilement d'expliquer un refroidissement global de plusieurs siècles dans le cas du PAG. Il est intéressant de noter que le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime dans son dernier rapport (IPCC 2007) qu'il est très probable que la variabilité climatique des sept siècles antérieurs à 1950 s'explique par la variabilité intrinsèque du climat (aucune cause anthropique); en effet, la reconstitution du climat de ces siècles par simulation suggère que cette variabilité serait, en partie, une conséquence des éruptions volcaniques et des variations de radiation solaire.

Les simulateurs climatiques : « laboratoires » du devenir climatique...

Comment maintenant parvenir à anticiper et à décrire les changements qu'une augmentation des concentrations de GES pourra avoir sur le climat ? Tout l'équilibre climatique, dans le cadre duquel nos sociétés se sont développées, risque d'être modifié et perturbé. Si nous souhaitons, en tant que sociétés, y faire face et estimer l'ampleur et la nature de ces changements, il importe d'avoir recours à des « outils » capables de « prévoir » le devenir climatique dans des conditions de concentrations de GES croissantes. Fruits des avancées en sciences physiques, chimiques, météorologiques et climatiques des dernières décennies, voire des derniers siècles, les simulateurs climatiques (ou modèles climatiques) sont ces véritables « laboratoires » du devenir climatique. En leur sein se croisent, se combinent et s'amalgament



LE TUYAU EN FONTE DUCTILE Un tuyau sécuritaire pour la vie



Tuyauteries Canada Ltée

400, boul. St-Martin Ouest, bureau 200
Laval (Québec) H7M 3Y8
Tél. : (450) 668-5600
Sans frais : 1-800-361-0591
www.canadapipe.com

- Une seule norme de design pour les conduites de 75 à 1 600 mm de diamètre.
- Une classe pression 350 signifie que le tuyau peut opérer à 350 lbs continuellement sans aucune fatigue.
- Un facteur de sécurité minimum de 2 sur tous les calculs.
- Un revêtement intérieur de ciment-mortier éprouvé depuis plus de 80 ans. Valeur C Hazen-Williams maintenue à 140.
- Diamètre intérieur plus grand que celui des tuyaux faits d'autres matériaux (économie de pompage).
- Aucune sellette requise pour les entrées de 19 et 25 mm peu importe la classe.



Conduite de 1 350 mm installée avec gaine de polyéthylène.

La fonte ductile... votre meilleur choix

Les changements climatiques (suite)

➤ processus physiques, équations et paramètres décrivant au mieux les connaissances en science du climat. Si ces simulateurs sont de véritables défis de par la complexité des processus en jeu et l'ampleur du domaine à simuler (il s'agit de simuler rien de moins que le système atmosphère-terre-océan), les défis techniques et informatiques posés par ceux-ci sont tout aussi grands.

Dans le cadre des travaux décrits plus bas, le simulateur climatique utilisé est le Modèle régional canadien du climat (MRCC). Ce dernier permet de simuler un territoire qui couvre approximativement l'Amérique du Nord, mais doit être alimenté aux frontières de ce domaine par un modèle qui simule, à une échelle spatiale plus grossière, l'ensemble du système atmosphère-océan pour la planète entière. Le modèle fournissant ces conditions aux frontières pour le MRCC dans le cas d'étude présenté ci-dessous est le Modèle global couplé canadien du climat (la version CGCM2; pour plus de détails, les lecteurs sont invités à consulter le site du Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique au : www.cccma.bc.ec.gc.ca). Le domaine de simulation du MRCC est découpé en 204 x 189 tuiles de 45 km x 45 km.

Nos villes face à l'« hydre » climatique : impacts des CC en milieu urbain

On annonçait il y a peu de temps que l'année 2007 serait l'année où le taux d'urbanisation à l'échelle mondiale franchirait le cap des 50 % (*Le Devoir*, 20 juin 2007). Un monde de plus en plus urbanisé donc, ce qui montre l'importance de s'interroger sur les impacts des CC en milieu urbain, et plus spécifiquement sur le cycle de l'eau en milieu urbain. On le sait, l'urbanisation entraîne des modifications importantes au cycle hydrologique naturel par l'augmentation des surfaces imperméables, par la réduction du couvert végétal et par la construction de réseaux de drainage en vue de limiter l'accumulation d'eau sur les surfaces urbaines en temps de pluie. À ces modifications s'ajoute aussi la mise en place d'ouvrages et d'infrastructures visant

à créer un « cycle hydrique » parallèle, artificialisé, véritable système circulatoire de nos villes, dont les objectifs sont l'approvisionnement en eau potable et l'évacuation des eaux usées et pluviales afin d'assurer le maintien de conditions d'hygiène appropriées. Ces infrastructures, ouvrages, aménagements, conçus et construits pour tirer profit des ressources hydriques disponibles, elles-mêmes assujetties à la variabilité et aux aléas climatiques, jouent un rôle névralgique et ont constitué, il est bon de se le rappeler, un élément clé de progrès de nos sociétés. La conception de ces systèmes repose, pour une bonne part, sur l'expérience climatique passée, que ce soit en matière de disponibilité et de qualité des ressources en eaux de surface ou souterraines (approvisionnement en eau potable), ou encore en matière d'intensité et de fréquence des pluies intenses (drainage urbain). Les différents systèmes qui ont vu le jour étaient, chacun à sa façon, adaptés aux conditions hydriques locales. Or, dans un contexte de CC, ces conditions risquent de changer. La question de l'eau potable n'étant pas abordée dans ce qui suit, les lecteurs peuvent consulter Rousseau *et al.* 2004. Nous nous attarderons dans ce qui suit à la problématique du drainage urbain et des CC.

Drainage urbain et CC

En matière de drainage urbain, trois types d'événements sont à considérer : 1) les pluies intenses, 2) les pluies hivernales, et 3) dans le cas des réseaux unitaires, les pluies susceptibles de générer des déversements. Par pluies intenses, nous entendons les pluies de durées variables (courtes ou longues) et de périodes de retour élevées (événements rares) susceptibles de conduire à des situations où la capacité d'évacuation des réseaux est dépassée.

Il est clair qu'une modification de l'intensité et/ou de la fréquence d'occurrence des pluies intenses accroîtra les risques de refoulement et d'inondation en milieu urbain. En effet, les ouvrages, aménagements et réseaux ont été conçus sur la base d'une analyse statistique des pluies intenses survenues sur un territoire donné afin

d'établir un niveau de performance adapté aux conditions climatiques passées. Les fameuses courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) résument cette information statistique. L'estimation de ces dernières à partir des données pluviométriques repose sur l'hypothèse fondamentale de stationnarité, c'est-à-dire que le climat et les estimés issus des courbes IDF ne changent pas ou, encore, que le climat passé est une représentation juste du climat futur. Or, c'est exactement cette hypothèse qui est remise en cause par les CC.

Si les pluies d'été, généralement intenses et de courtes durées, et les pluies automnales, de moindres intensités mais de plus longues durées, peuvent s'avérer critiques en matière de drainage urbain, il ne faut pas négliger pour autant les pluies hivernales. En hiver, le ruissellement et l'évacuation des eaux sont souvent gênés par la présence de neige et/ou de glace au sol ou sur les puisards d'égout, pouvant ainsi entraîner des accumulations importantes d'eau dans les rues. Ces précipitations sont souvent suivies d'une baisse brusque des températures, transformant rues et trottoirs en patinoire, au grand dam des piétons et des automobilistes! Les événements de ce type demeurent cependant complexes à analyser, puisque le ruissellement qu'ils engendrent dépend de l'interaction entre de nombreux facteurs, dont la quantité et le type de neige au sol, la température et les précipitations elles-mêmes. Groleau *et al.* (2006) ont réalisé une analyse des tendances historiques de quatre indices liés aux pluies hivernales (probabilité d'occurrence, intensité moyenne, nombre de jours avec pluie et pluie maximale journalière).





Plus du tiers des stations analysées par ces auteurs, toutes localisées dans la partie sud du Québec et au Nouveau-Brunswick, montraient une tendance à la hausse de la probabilité d'occurrence des pluies hivernales (janvier et février) et, dans une moindre mesure, de la hauteur totale tombée sous forme de pluie pendant cette période. Ces résultats sont cohérents avec le constat maintes fois rapporté d'une augmentation des températures moyennes à la fin du XX^e siècle, augmentation qui favoriserait en période hivernale, pour certaines régions, l'apparition de précipitations liquides au détriment des précipitations solides.

La problématique des déversements de réseaux unitaires est aussi à considérer dans un contexte de CC. En effet, une fraction importante de plusieurs réseaux d'égout des grands centres urbains au Canada est de type unitaire, c'est-à-dire que ces réseaux reçoivent à la fois des eaux usées et pluviales. En période de pluie, les débits acheminés à ces réseaux dépassent souvent les capacités de transport, de stockage et/ou de traitement, ce qui engendre des débordements des eaux usées vers le milieu récepteur. Les débordements de réseaux d'égout unitaires ainsi générés sont reconnus comme une source importante de dégradation de la qualité des cours d'eau en milieu urbain. Les événements pluvieux causant de tels débordements

surviennent généralement plusieurs fois par année, et les événements pluvieux qui leur sont associés ne peuvent être qualifiés d'extrêmes ni même d'intenses. Plusieurs projets visant à réduire les volumes déversés par temps de pluie ont été réalisés ou sont en cours (voir, à titre d'exemple, Pleau *et al.* 2005). Là encore, le dimensionnement et l'opération des ouvrages de contrôle et/ou de stockage reposent sur l'analyse des précipitations passées. Une modification significative du patron des précipitations en jeu pourrait réduire l'efficacité des mesures mises en place et empêcher l'atteinte des objectifs initialement fixés en matière de qualité des milieux récepteurs.

CC et événements extrêmes : qu'en sera-t-il des pluies intenses en climat futur ?

Si le principal effet maintes fois mentionné des CC est un réchauffement global de la température moyenne terrestre, il est clair que plusieurs autres variables climatiques seront affectées par une augmentation des GES, et que ces modifications ne se feront pas sentir uniformément sur la planète. Les extrêmes climatiques seront aussi vraisemblablement affectés, que ce soit les tempêtes de toutes sortes (tornades, ouragans, verglas, etc.) ou encore les précipitations extrêmes. Les conditions climatiques extrêmes représentent toutefois encore aujourd'hui un défi pour les simulateurs

climatiques, notamment à cause de la dimension spatiale des systèmes en jeu et de la modélisation des processus à ces échelles (IPCC 2001). À cet effet, le dernier rapport du GIEC (IPCC 2007) mentionne comme *probable* (probabilité supérieure à 66 %) qu'une tendance à l'augmentation de la fréquence des pluies intenses ait eu lieu depuis 1960, comme *plus probable qu'improbable* (probabilité supérieure à 50 %) que cette tendance soit causée par l'Homme, et comme *très probable* (probabilité supérieure à 90 %) que les précipitations intenses soient plus fréquentes en climat futur. Physiquement, une augmentation des pluies intenses s'explique par le fait qu'une atmosphère plus chaude est plus instable et peut contenir plus d'humidité. Si ce constat du GIEC demeure somme toute valable à une échelle globale, qu'en est-il de la partie urbanisée du Québec (sud du Québec) ?

Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, les résultats de simulation de la version 3.7.1 du Modèle Régional Canadien du Climat (MRCC) et les données issues d'une cinquantaine de stations de mesure ont été utilisés afin d'estimer les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) en climat futur pour la région du sud du Québec (Mailhot *et al.* 2007a, 2007b; ce dernier document est aussi disponible sur le site www.ouranos.ca/doc/produit_f.html). Les résultats de simulation de deux périodes ont été considérés : une première période couvrant les années 1961-1990, représentative du climat présent (ou de contrôle), et une seconde, correspondant à la période 2041-2070, représentative du climat futur. Le scénario d'évolution des concentrations de GES suppose que les concentrations moyennes de CO₂ pour la période 2041-2070 auront approximativement doublé par rapport à la période de contrôle (scénario A2 selon la terminologie du Rapport spécial du GIEC sur les Scénarios d'émissions; voir le site www.grida.no/climate/ipcc/spmpdf/sres-f.pdf pour plus de détails).



G.E.R.A.

GROUPE
ANGUAY
& ASSOCIÉS

Services reliés à l'analyse et
à la gestion des réseaux d'eau

- Analyse hydraulique / Plan directeur
- Caractéristiques et localisation des composantes hydrauliques projetées (pompes, réducteurs de pression, réservoirs, etc.)
- Optimisation de la capacité des réserves d'eau pour la protection contre les risques d'incendie
- Conception de systèmes de rinçage
- Programmes complets d'entretien préventif
- Logiciel WASYS IV, avec interface AutoCAD®, pour assister l'ingénieur dans le calcul des caractéristiques des composantes hydrauliques et le design d'un réseau d'eau

2850, boul. Hochelaga, C.P. 10077, Québec (Québec) G1V 4C6
Téléphone : (418) 831-1167 tanj@mediom.qc.ca

Les changements climatiques (suite)

➤ Le territoire considéré dans le cadre de cette étude est présenté à la **figure 1**. Les séries des maximums de pluie observés (stations) et simulés (tuiles) à chaque année, pour la période de mai à octobre, pour les durées de 2, 6, 12 et 24 heures, ont été analysées (la période mai à octobre a été retenue puisque les stations sont généralement fermées en hiver). Évidemment, la comparaison des valeurs aux pluviomètres des stations et des valeurs aux tuiles pose un problème d'interprétation. En effet, comment interpréter ces dernières ? Peut-on les assimiler, en quelque sorte, à la hauteur totale de pluie qui aurait précipité sur un territoire de superficie égale à celle d'une tuile (45 km x 45 km) (de façon équivalente, on pourrait imaginer que chaque tuile est un pluviomètre de 45 km x 45 km!) ? Sans qu'il ne soit possible, à ce point-ci, de répondre précisément à cette question, l'examen des résultats et la comparaison entre résultats observés et simulés sont cohérents avec cette interprétation (Mailhot *et al.* 2007a, 2007b).



Figure 1. Territoire considéré pour l'estimation des courbes IDF en climat futur. Les points représentent les stations météorologiques considérées et les traits pointillés le « découpage » en tuiles (45 km x 45 km) du territoire selon le MRCC.

La **figure 2** donne un aperçu des courbes IDF en climats présent et futur à l'échelle des tuiles issues de l'analyse décrite plus haut. Il est important de comprendre que ces résultats représentent en quelque sorte une évaluation « moyenne » valable pour l'ensemble du territoire du sud du Québec (**figure 1**). On constate donc une augmentation, quelle que soit la durée considérée, des intensités des pluies pour une période de retour donnée.

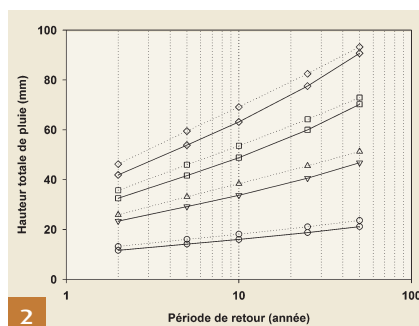


Figure 2. Courbes IDF « régionales » pour le sud du Québec en climat présent (pleins) et futur (pointillés). Les symboles correspondent aux durées suivantes : 2 heures – cercles, 6 heures – triangles, 12 heures – carrés et 24 heures – losanges.

Une autre façon de présenter cette information consiste à reporter, pour une intensité donnée, la période de retour en climat présent à la période de retour correspondante en climat futur (**figure 3**). On constate à l'examen de la **figure 3** que, selon ces projections, les périodes de retour pourraient être réduites d'un facteur 2 en climat futur par rapport au climat présent pour des événements de 2 heures et 6 heures. Ainsi, un tel événement qui surviendrait à tous les 50 ans en climat actuel risquerait de se produire à tous les 25 à 30 ans en climat futur!

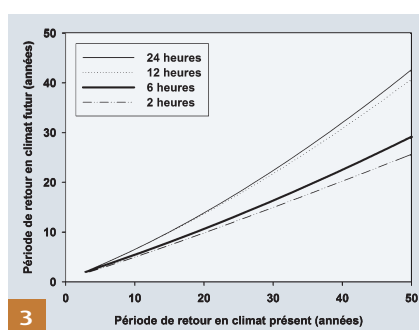


Figure 3. Comparaison des périodes de retour en climats présent et futur.

Il n'est pas difficile de se convaincre qu'une modification de cette ampleur des probabilités de pluies intenses ne sera pas sans conséquence. Une analyse préliminaire des impacts de ces modifications pour quatre secteurs urbains types (stationnements/route (100 % imperméable), secteur résidentiel de densité moyenne

(35 % imperméable) et de densité élevée (65 % imperméable) et secteur non développé (0 % imperméable)) montre qu'elles entraîneraient des augmentations significatives des volumes de ruissellement et des débits de pointe, pouvant atteindre 40 % dans certains cas. Ces accroissements substantiels signifient que les infrastructures et les réseaux seront plus souvent sollicités au-delà de leur capacité théorique de conception, et qu'il en résultera des risques accrus de refoulement et d'inondation. Ce constat montre l'importance de mettre en place diverses mesures d'adaptation qui pourront ramener à un niveau acceptable le risque associé aux pluies extrêmes en milieu urbain.

S'adapter aux CC !

Tout comme nos villes se sont développées et adaptées aux conditions climatiques passées, ainsi devront-elles intégrer à leur évolution future la nouvelle donne climatique. Et si ce constat vaut pour plusieurs secteurs d'activités, il revêt un caractère particulier dans le cas des infrastructures urbaines lorsque l'on songe que les durées de vie de plusieurs d'entre elles sont comparables à l'horizon des projections climatiques actuelles.

L'adaptation aux CC en matière de drainage urbain pose deux principaux défis. Le premier concerne la conception : comment adapter nos critères de conception à un climat « en transition » ? Comment évaluer le risque dans un contexte de CC ? Le deuxième concerne la mise en place de mesures et d'aménagements afin de réduire les risques liés aux CC pour les ouvrages existants : comment, dans un contexte de réfection et de réhabilitation des infrastructures, intégrer les CC ? Quelles sont les solutions les mieux adaptées dans un contexte de CC ? Plusieurs mesures d'adaptation sont possibles. Leur applicabilité dépend d'une foule de facteurs locaux, notamment si le secteur considéré est déjà bâti ou à développer. Parmi les types de mesures d'adaptation envisageables, soulignons : 1) les mesures liées à la gestion et à l'entretien des réseaux existants (ex. débranchement des drains de toit, programme d'inspection

des clapets, etc.); 2) les mesures et aménagements de contrôle à la source (ex. bandes filtrantes, fossés de rétention, etc.; voir Rivard 2006); 3) la construction ou le remplacement d'ouvrages de transport et de stockage (ex. conduites, bassins de rétention, etc.); 4) la reconfiguration des réseaux de drainage (ex. interconnexion entre les bassins); et 5) le contrôle dynamique des ouvrages de régulation en temps de pluie. L'évaluation de la pertinence de ces différentes mesures, des conditions d'applicabilité, de leur efficacité relative dans un contexte de CC en fonction des conditions locales (type de réseau, occupation du territoire, etc.) reste à faire. Nos travaux actuels portent essentiellement sur cette question de l'adaptation aux CC en matière de drainage urbain.

Conclusion

Les infrastructures urbaines représentent un patrimoine technique, économique et social souvent sous-estimé. La récente prise de conscience de la rapide détérioration de nos infrastructures urbaines, notamment des réseaux souterrains, et des investissements qu'il faudra consentir à court et moyen termes pour maintenir un niveau de performance adéquat, a fait l'objet de nombreux débats au Canada et au Québec au cours des dernières années. Cependant, un autre facteur est à prendre en compte dans le contexte actuel. Les CC risquent, en effet, d'avoir des impacts importants sur le niveau de performance de plusieurs composantes et ouvrages du cycle urbain de l'eau (approvisionnement en eau potable, traitement de l'eau, évacuation des eaux de pluie, surverse de réseaux unitaires, etc.).

Plusieurs facteurs, autres que climatiques, déterminent le niveau de performance d'un réseau de drainage urbain, facteurs qui risquent eux aussi d'évoluer au fil des années. Dans un tel contexte, il est pertinent de s'interroger sur le niveau d'incertitude associé aux projections climatiques actuelles, question d'autant plus importante lorsque l'on sait que les événements extrêmes sont plus difficiles à simuler et que les projections climatiques à ce chapitre comportent de plus grandes incertitudes. Ces incertitudes proviennent, en partie, des simulateurs climatiques eux-mêmes. Les simulateurs climatiques diffèrent les uns des autres sous plusieurs aspects, que ce soit en matière de représentation des processus, de leur paramétrisation, des échelles spatiales et temporelles de simulation, etc. L'approche actuelle consiste, face à des projections climatiques différentes selon les modèles considérés, à combiner les résultats de ces modèles et d'estimer ainsi la variabilité intermodèle des projections climatiques. Dans le cadre de l'étude visant l'estimation des courbes IDF en climat futur présentée à la page précédente, seuls les résultats du couple MRCC-CGCM ont été considérés et, à ce titre, l'intégration des résultats issus de différents modèles reste à compléter. Cela permettra, notamment, de mieux évaluer les



C'est de la lumière que naît notre inspiration !

En tant que leader de l'éclairage décoratif extérieur, Lumec reconnaît l'importance de la lumière comme élément essentiel à la vie. La lumière réconforte et sécurise; elle crée ambiance et style; elle symbolise chaleur et clarté. Chez Lumec, les aspects fonctionnels et esthétiques de la lumière sont notre source d'inspiration. Notre engagement: fabriquer des produits d'éclairage de grande qualité, fiables et durables, qui créent une atmosphère chaleureuse en harmonie avec leur environnement.



Siège Social Lumec, 640 boul. Curé-Boivin, Boisbriand, Québec, Canada, J7G 2A7 T: 450.430.7040 F: 450.430.1453 www.lumec.com

LUMEC

Les changements climatiques (suite)



> incertitudes liées à ces projections et, conséquemment, aux courbes IDF estimées pour le climat futur. Ces incertitudes quant aux projections climatiques ne doivent pas servir de prétexte au maintien d'un *statu quo* en matière de pratiques et d'usages. Ces projections climatiques, basées sur la connaissance la plus à jour des mécanismes régissant le climat terrestre, doivent être envisagées comme des scénarios plausibles d'évolution climatique. D'un point de vue plus pragmatique, les enjeux soulevés par les CC sont sans doute l'occasion de revoir et de se questionner sur nos façons de faire en matière de drainage urbain et, plus généralement, d'aménagement du territoire urbain. ■

Références bibliographiques

- BOURQUE, A.** (2000). Les changements climatiques et leurs impacts, *Vertigo* 1(2), (www.vertigo.uqam.ca).
- FAGAN, B.** (2000). The Little Ice Age. How climate made history 1300-1850. Basic Books, New York, 246 p.
- GRINEVALD J.** (1992). De Carnot à Gaya, l'histoire de l'effet de serre, *La Recherche* n° 243, vol. 23, mai 1992.
- GROLEAU, A., A. MAILHOT et G. TALBOT** (2007). Trend analysis of winter rainfall over Southern Quebec and New Brunswick (Canada). *Atmosphere-Ocean*, 45(3), 153-162 doi:10.3137/ao.450303.
- IPCC** (2001). Third Assessment Report (TAR), Climate Change 2001, The Scientific Basis, www.grida.no/climate/ipcc_tar/.
- IPCC** (2007). Climate change 2007: The Physical Science Basis – Summary for Policy makers, 21 p.
- KANDEL R. et Y. FOUQUART** (1992). Bilan thermique de la Terre, *La Recherche* n° 241, vol. 22, mars 1992.
- LE DEVOIR** (2007a). L'écologiste iconoclaste, entrevue de Claude Allègre par Christian Rioux, parue le lundi 28 mai 2007.
- LE DEVOIR** (2007b). Les villes se peuplent, article paru le mercredi 20 juin 2007.
- LE ROY LADURIE, E.** (2004). Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers XIII^e-XVIII^e siècles. Fayard, 740 p.
- MAILHOT, A., S. DUCHESNE, D. CAYA et G. TALBOT** (2007a). Assessment of future change in Intensity-Duration-Frequency (IDF) curves for Southern Quebec using the Canadian Regional Climate Model (CRCM). Soumis à *J. Hydrol.*
- MAILHOT, A., G. RIVARD, S. DUCHESNE et J.-P. VILLENEUVE** (2007b). Impacts et adaptations liés aux changements climatiques (CC) en matière de drainage urbain au Québec. Rapport de recherche N° R-874, Institut national de la recherche scientifique, INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, 142 p.
- MAILHOT, A., DUCHESNE, S., RIVARD G., NANTEL E., CAYA, D. et J.-P. VILLENEUVE** (2006). Climate change impacts on the performance of urban drainage systems for Southern Québec. Proceedings of the *EIC Climate Change Technology Conference*, 9-12 mai 2006, Ottawa, Ontario, Canada.
- PLEAU, M., H. COLAS, P. LAVALLÉE, G. PELLETIER, et R. BONIN** (2005). Global optimal real-time control of the Quebec urban drainage system. *Environmental Modelling & Software*, 20 (4) – Issue on the vulnerability of water quality in intensively developing urban watersheds: 401-413.
- RIVARD, G.** (2006). Contrôle à la source pour la gestion des eaux pluviales. Étude de la pratique et planification. *Contact Plus*, 58, 26-29.
- ROUSSEAU, A.N., A. MAILHOT, M. SLIVITZY, J.-P. VILLENEUVE, M.J. RODRIQUEZ, et A. BOURQUE** (2004). Usages et approvisionnement en eau dans le sud du Québec. Niveau des connaissances et axes de recherche à privilégier dans une perspective de changements climatiques. *Revue canadienne des ressources hydriques/Canadian Water Resources Journal*, vol. 29(2), 125-138.

PLANAGE ■ PULVÉRISATION ■ STABILISATION ■ LOCATION



Pour des économies de temps et d'argent et des techniques de pointe.

DES SOLUTIONS, DES ROUTES DURABLES

4085, St-Elzéar Est, Laval (Québec) Canada
450 664-2818

www.soter.com

SOTER