

1

Changements climatiques et gaz à effet de serre

Les changements climatiques entraîneront des perturbations considérables au plan économique et social. Déjà, notre système de santé est sur un pied d'alerte et les coûts d'adaptation aux nouvelles conditions seront astronomiques si nous tardons à agir.



1.1 LA RÉALITÉ

Les changements climatiques affectent la Terre de façon de plus en plus perceptible. Au cours du siècle dernier, la température moyenne à la surface de la planète a gagné plus d'un demi degré Celsius. Au Canada, cette augmentation atteint 1,2 °C. Les onze années les plus chaudes jamais enregistrées au pays l'ont été entre 1994 et 2006. Dans la région arctique, le recul des glaces et la fonte du pergélisol accélèrent le processus et l'augmentation de la température moyenne annuelle y dépasse déjà les 2 degrés. Le mode de vie des communautés nordiques s'en trouve complètement bouleversé et la survie d'espèces animales, comme l'ours blanc, est menacée.

1.1.1 Un phénomène qui nous touche

Les manchettes qui font état de déluges en Chine, en Inde ou au Bangladesh nous révèlent la fragilité d'écosystèmes situés dans des régions éloignées. Cependant, d'autres événements tout aussi inquiétants deviennent monnaie courante dans notre propre coin de pays. L'élévation du niveau des mers et la réduction de la période d'englacement fragilise les côtes. Déjà, des résidents de la Côte-Nord doivent déplacer leur maison menacée par l'érosion des sols qui gruge jusqu'à 8 mètres de rive par année. À la fin du présent siècle, 15 % de la surface des Îles-de-la-Madeleine serait menacée. Sur les eaux intérieures, les grandes chaleurs ont plutôt un effet d'évaporation. Le niveau moyen des Grands Lacs est dangereusement bas et, en octobre 2007, il a fallu, pour la 5^e fois en dix ans, relever artificiellement le niveau du Saint-Laurent pour permettre aux plaisanciers de ramener leurs embarcations aux rampes de mise à l'eau!

*Érosion sur
la Côte-Nord*



1.1.2 Situations extrêmes

Pour sensibiliser les citoyens aux changements climatiques, on se réfère souvent aux situations extrêmes auxquelles ils donnent lieu. Les images de Katrina ont fait le tour du monde. Plus près de nous, le déluge de 1996 au Saguenay et le grand verglas de l'hiver 1998 donnent à penser que « quelque chose ne va pas ». Même si, chaque fois, on peut retrouver des précédents à de telles situations météorologiques, force est de constater que leur fréquence augmente et que leur gravité s'accroît. Les périodes prolongées de sécheresse et les fortes canicules ne surprennent plus et les précipitations, quand elles surviennent, sont souvent brutales et intenses. Les spécialistes parlent de *tropicalisation du climat*.

Au cours de l'été 2005, à deux semaines d'intervalle, il est tombé des pluies d'une intensité exceptionnelle. Ces situations extrêmes créent des pressions sur nos infrastructures dont les conséquences sont parfois dramatiques.

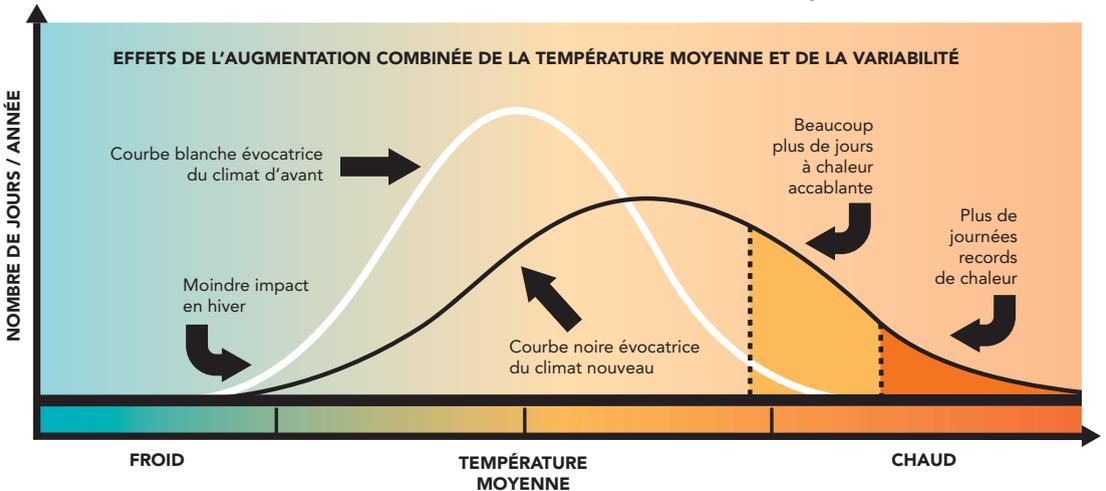
1.1.3 Une question de santé

L'Institut national de santé publique du Québec estime qu'à elle seule, la chaleur accablante des futurs étés pourrait tuer prématurément 80 Montréalais en 2020, et jusqu'à 530, en 2080. Si l'on combine l'augmentation de la fréquence de ces périodes de chaleur intense à celle d'autres phénomènes atmosphériques, tel le smog, le tableau s'assombrit. La Direction de la santé publique établit aujourd'hui à 1 500 le nombre de Montréalais qui décèdent prématurément de maladies liées à la pollution atmosphérique. Ce chiffre pourrait grimper si la tendance climatique se maintient et que nous ne changeons rien à notre mode de vie.

1.1.4 Tendances inquiétantes

« On n'a plus les hivers qu'on avait! » Moins perceptible et plus sournoise que les situations extrêmes, l'augmentation des moyennes de température et les variations saisonnières caractérisent l'évolution du climat. Selon l'équipe d'Ouranos, un consortium québécois de recherche sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, c'est d'abord en hiver que le réchauffement se fera surtout sentir au Québec. En hausse de 2 °C à 5 °C vers 2050, la moyenne des températures hivernales pourrait grimper de 8 °C en 2080! En été, l'augmentation moyenne anticipée est peut-être moindre – soit de l'ordre de 4 °C en 2050 et de 6 °C en 2080 – mais elle pourrait être lourde de conséquences.

Le graphique présente la distribution théorique annuelle du nombre de journées froides (à la gauche) et de journées chaudes (à la droite) selon l'évolution de la température moyenne (le haut des courbes). La probabilité désormais incontestable d'un déplacement vers la droite de la température moyenne et de l'étalement des journées dans



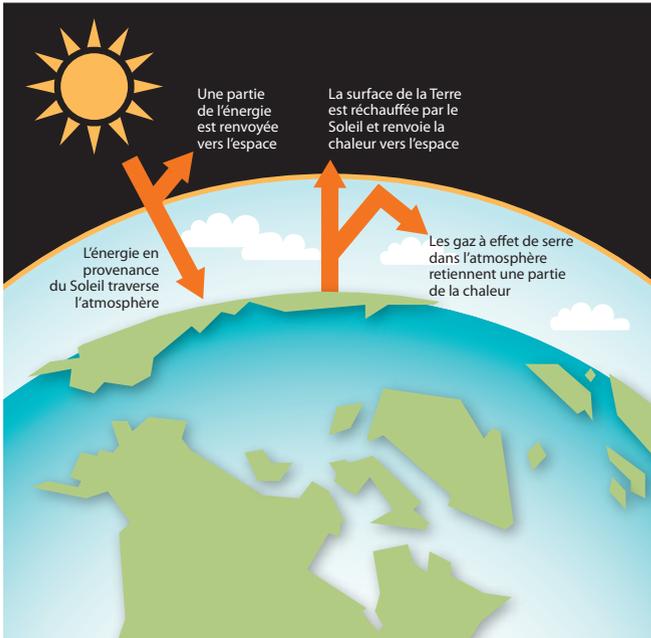
le spectre des températures feront en sorte que le nombre de journées de chaleur accablante pourrait se multiplier dans les prochaines décennies apportant leur lot d'inconfort, de malaises et d'hospitalisations, notamment pour les aînés et les personnes affectées de maladies respiratoires. (Source : Ouranos)

1.2 EFFET DE SERRE ET CLIMAT TERRESTRE

D'où nous vient ce dérèglement climatique?

De l'augmentation des gaz à effet de serre qui enveloppent la planète.

La surface terrestre reçoit les rayons du soleil. Elle les absorbe en partie mais elle réémet vers l'espace des rayons infrarouges que certains gaz interceptent et rabattent vers le sol, assurant ainsi une température moyenne qui permet à la vie de se maintenir à la surface de la Terre. C'est l'effet de serre, un phénomène naturel. Sans ces gaz à effet de serre, la température moyenne du globe serait de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Or, elle se maintient depuis des centaines de milliers d'années autour de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Quels sont ces GES et d'où viennent-ils ?

Mettons de côté la vapeur d'eau, qui prend essentiellement la forme de nuages et constitue le plus important gaz à effet de serre. Sa production ne peut être directement attribuable à l'activité humaine. Gardons toutefois en tête que tout réchauffement de l'atmosphère a pour effet d'accroître le taux d'humidité de l'air, ce qui génère automatiquement la formation de nuages et induit un effet de serre additionnel.

Dioxyde de carbone (CO_2) – La respiration et la combustion de la biomasse, lors d'un feu de forêt par exemple, en sont des origines naturelles. Tant qu'il s'agit de matières organiques vivantes qui meurent ou se consomment, l'équilibre écologique n'en souffre pas. Les activités humaines qui en produisent sont liées à la déforestation et à l'utilisation de combustibles fossiles (charbon – pétrole – gaz naturel) pour nous chauffer, faire fonctionner nos moteurs ou alimenter nos opérations industrielles. Le CO_2 est responsable d'environ 65 % de l'effet de serre attribuable aux activités de l'homme.

CO₂ ET CLIMAT TERRESTRE

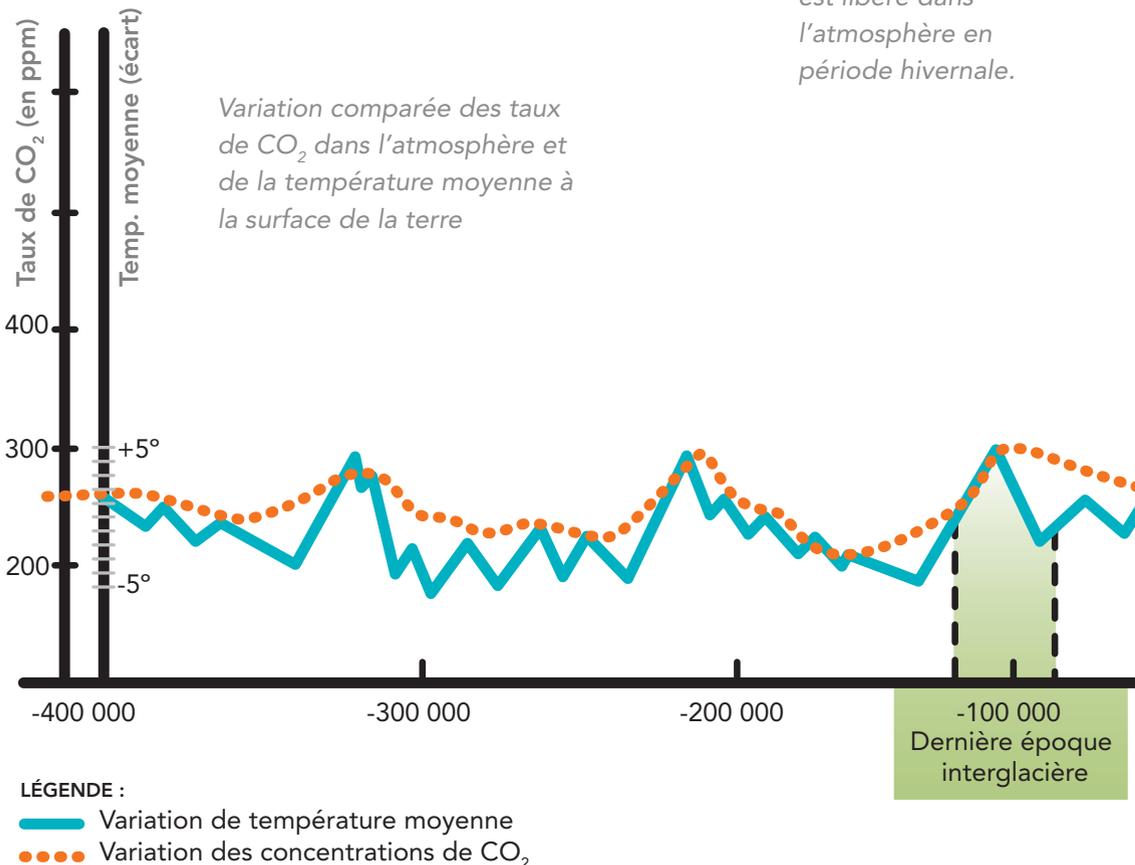
Comme le CO₂ est le plus présent et le plus représentatif des GES, c'est celui auquel on se réfère pour mesurer l'évolution du phénomène.

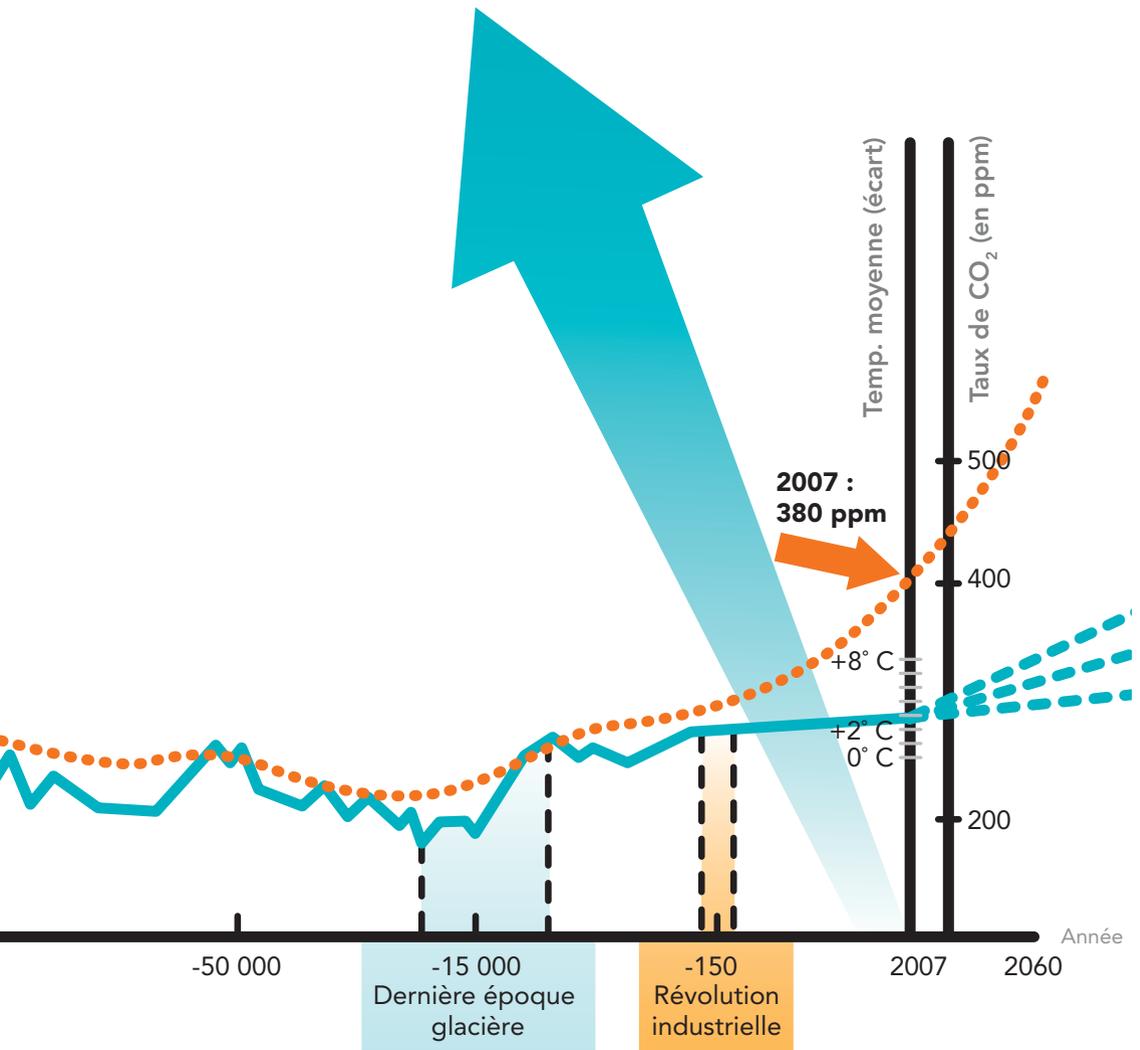
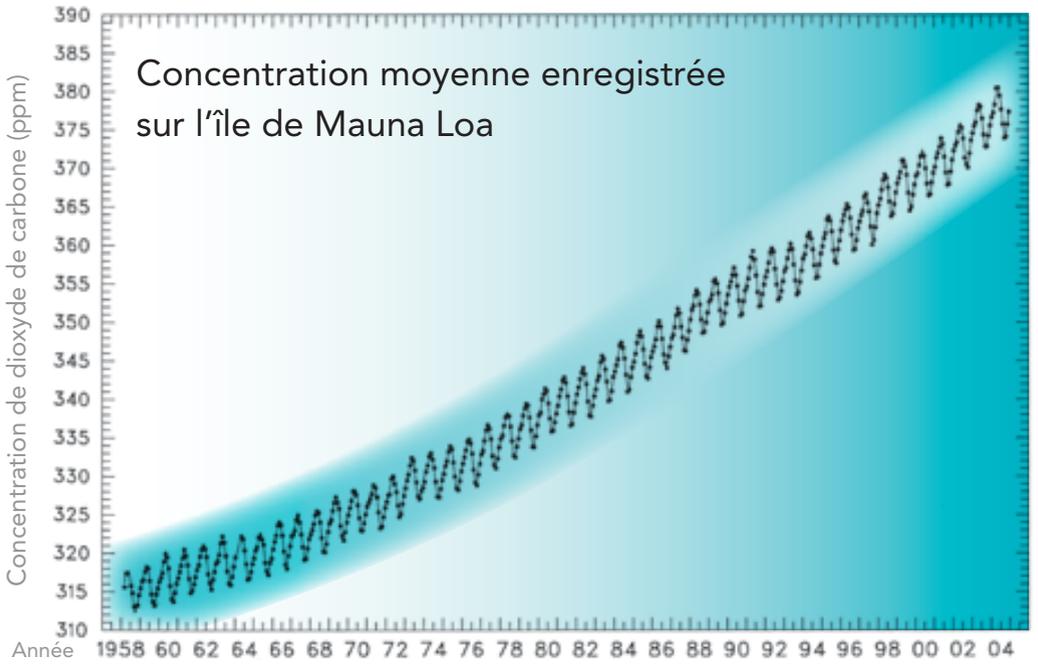
Les scientifiques ont constaté (à partir de l'analyse de bulles de gaz contenues dans les carottes glaciaires) que les variations de la température moyenne suivaient la courbe des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère. Comme le démontre le graphique ci-dessous, les concentrations sont les plus basses pendant les périodes glaciaires (200 ppm, il y a 20 000 ans) et les plus élevées pendant les périodes interglaciaires (280 ppm, il y a 120 000 ans). Jamais, au cours des 400 000 dernières années, le CO₂ n'avait-il dépassé le seuil des 280 ppm.

Or voilà que, depuis un siècle et demi, cette concentration est passée à près de **380 ppm**. Sans le savoir, l'« homo technologique » a bouleversé un équilibre écologique et il commence à en réaliser les conséquences.

En 1958, les scientifiques ont commencé à mesurer « en temps réel » la teneur de CO₂ dans l'atmosphère au sommet du volcan Mauna Loa sur l'île du même nom en Hawaï. De 315 parties par million (ppm) qu'elle était voilà un demi siècle, elle est passée à 380 ppm aujourd'hui. Une augmentation de plus de 15 % en 50 ans!

L'évolution en dents de scie est attribuable à l'alternance des saisons dans l'hémisphère nord. Le CO₂, captif de la végétation l'été, est libéré dans l'atmosphère en période hivernale.





Méthane (CH₄) – La production de méthane résulte de la fermentation en l’absence d’oxygène de matières organiques. L’activité des termites, la vie d’une tourbière et la digestion animale sont des phénomènes naturels qui génèrent du CH₄. L’exploitation à grande échelle de troupeaux de bovins et l’utilisation de mégasites d’enfouissement sont des activités humaines qui génèrent aussi du méthane. Le méthane compte pour environ 20 % des GES attribuables à ces activités. Chaque molécule de méthane a un potentiel de réchauffement planétaire (PRP), et donc de rétention des rayons infrarouges réémis depuis le sol, 21 fois plus grand qu’une molécule de CO₂.

Protoxydes d’azote (aussi appelés oxydes nitreux – N₂O)
 – Ces gaz sont produits par la combustion de la biomasse, l’utilisation de combustibles fossiles comme carburant et l’utilisation massive d’engrais. Ils comptent pour 4 % des GES attribuables à l’activité humaine, mais chaque molécule de N₂O a un PRP 300 fois plus important qu’une molécule de CO₂.

Chloro-fluoro-carbones (et dérivés : HCFC et PFC) – Ces produits de synthèse n’ont rien de naturel. Ils ont été créés en laboratoire dans les années 1920 pour répondre aux besoins de l’industrie de la réfrigération. Depuis l’adoption en 1987 du Protocole de Montréal visant à limiter les substances appauvrissant la couche d’ozone (SACO), les CFC ont été bannis. Si les substances de remplacement sont moins dommageables pour la couche d’ozone, plusieurs d’entre elles contribuent à l’effet de serre, notamment les HCFC utilisés dans les climatiseurs de nos automobiles. Chaque molécule de CFC ou de ses dérivés est jusqu’à des milliers de fois plus puissante en effet de serre qu’une molécule de CO₂. C’est ce qui a incité les États parties au Protocole de Montréal, de nouveau réunis à Montréal en septembre 2007, à devancer de 10 ans l’échéancier d’élimination des dérivés des CFC, tout spécialement des HCFC.

Substance	Part des GES attribuables aux activités humaines	Potentiel de réchauffement planétaire (PRP) (1 = 1 molécule de CO ₂)
Dioxyde de carbone (CO ₂)	64 %	1
Méthane (CH ₄)	19 %	21
Oxyde nitreux (N ₂ O)	4 %	310
CFC (et dérivés)	9 %	4 000 à 9 300
Autres hydrocarbures halogénés (HCFC – etc.)	3 %	100 à 2 000

1.3 LES CONSÉQUENCES DU RÉCHAUFFEMENT

Le réchauffement climatique pourrait provoquer à lui tout seul la pire récession mondiale jamais connue, si les gouvernements ne prennent aucune mesure pour y remédier dans les dix prochaines années. Il rendrait de grandes parties du globe inhabitables, provoquerait le déplacement de 200 millions de personnes, la disparition de 40 % des espèces vivantes, sans parler des sécheresses et des inondations à grande échelle. Coût total de la facture : 7 000 milliards \$ (5,500 milliards d'euros), soit plus que les deux guerres mondiales réunies ou que la crise de 1929.

(The Economics of Climate Change, the Stern Review – Nicholas Stern)

En avril 2007, dans son 4^e Rapport, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (le GIEC) réaffirmait la responsabilité humaine dans ce dérèglement climatique et confirmait l'ampleur des conséquences appréhendées.

1.3.1 Élévation du niveau des mers

Le relèvement du niveau des mers, combiné à la violence accrue des tempêtes, constitue le risque majeur pour les communautés vivant sur les littoraux, un risque qui ira en s'amplifiant. Le GIEC prédit que, pour les 40 prochaines années, **2,8 millions de personnes de plus, chaque année**, seront affectées par de brusques inondations attribuables tantôt aux tempêtes qui balaieront les littoraux, tantôt aux précipitations violentes qui s'abattront sur les régions tropicales.

1.3.2 Déplacement des zones climatiques

Les agriculteurs devront adapter leur production à un nouvel environnement. Les maraîchers québécois observent déjà des changements. Les érables du Nord-Est américain ne produiront plus de sirop en 2050. Les vignes de Dunham seront plus fournies et produiront un meilleur vin. En forêt, certaines essences disparaîtront au sud pour migrer vers le nord alors que la forêt boréale gagnera du terrain sur la toundra. Toutefois, les ravageurs seront plus nombreux et actifs. Le nombre de feux de forêts grimpera.

1.3.3 Expansion des zones propices aux vecteurs d'épidémies

L'arrivée, en 2002, du virus du Nil au nord du 52^e parallèle marque le début d'une nouvelle ère. Jusque-là, les Canadiens étaient à l'abri des insectes qui transportent et transmettent des maladies comme la malaria. La maladie de Lyme est pour sa part une maladie transmise par une tique qui peut désormais survivre chez nous.

1.3.4 Ennuagement

Dans un Québec riche en lacs et rivières, les températures élevées auront un effet d'évaporation. L'ennuagement qui en résultera contribuera à alimenter la tendance au réchauffement.

1.3.5 Fonte des glaces et du pergélisol

Les surfaces glacées ou enneigées du globe ont un effet réfléchissant qui renvoie vers l'espace davantage de rayonnement solaire que les autres surfaces. C'est l'effet « albédo ». Le recul des glaciers, combiné à la diminution de la période de couverture de glace de la mer accroît l'absorption de chaleur par les sols et les mers, ce qui contribue à alimenter la tendance au réchauffement. Plus encore, les immenses territoires gelés en permanence dans les régions arctiques – qui sont souvent d'immenses tourbières – commencent à fondre. L'effet de décomposition que provoque le dégel de ces tourbières libère des quantités importantes de méthane, un puissant gaz à effet de serre.

1.3.6 bouleversements économiques et sociaux

L'ex-économiste en chef de la Banque Mondiale, Sir Nicholas Stern, entrevoit des conséquences économiques catastrophiques si la communauté internationale ne se concerta pas pour renverser la vapeur. Il prévoit un effondrement de 20 % de la production économique mondiale, avec des conséquences pires que celles des deux dernières guerres mondiales et de la grande crise des années 20 réunies. Il évalue à 7 000 milliards de dollars le prix à payer pour notre incurie. Parmi les éléments qui pèseront lourd, Sir Stern note les déplacements massifs de populations, qui entraîneront des troubles ethniques et sociaux d'une très grande envergure.

À lui seul, le Congrès américain a déboursé 12 milliards de dollars pour des interventions d'urgence dans les six mois qui ont suivi le passage de Katrina (août 2005). S'ajoutent toutes les autres ressources communautaires et privées qui ont été mises à contribution pour venir en aide aux populations sinistrées. Sur un horizon de 5 ans, 200 000 foyers auront dû être complètement relocalisés.



NE PAS CONFONDRE GES, SMOG ET COUCHE D'OZONE

GES – Gaz à effet de serre

Ce sont des gaz qui forment une couche dans la basse atmosphère et qui conditionnent le climat à la surface de la Terre. Relire les pages qui précèdent pour comprendre leurs origines et leurs effets.

Smog – Terme formé à partir des mots *smoke* (fumée) et *fog* (brouillard)

Le smog est une brume, de couleur jaunâtre à brunâtre, provenant d'un mélange de polluants atmosphériques qui limite la visibilité dans l'atmosphère. Il a plusieurs effets néfastes pour la santé et pour l'environnement.

L'été, ozone et particules fines caractérisent les épisodes de smog. Par de chaudes journées d'été, les rayons du soleil transforment l'oxygène de l'air (O_2) en ozone (O_3). Ce processus est accéléré par la présence de polluants émis par les véhicules routiers, comme les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatiles (COV). Étant donné que l'ozone est également un puissant oxydant, il contribue à son tour à la formation de particules fines secondaires. En hiver, le smog est essentiellement causé par la présence de particules fines. Leurs sources : le chauffage au bois, le transport routier, les sels de voirie et les industries.



Pont Jacques-Cartier
dans le smog



Pont Jacques-Cartier
sans smog

Couche d'ozone

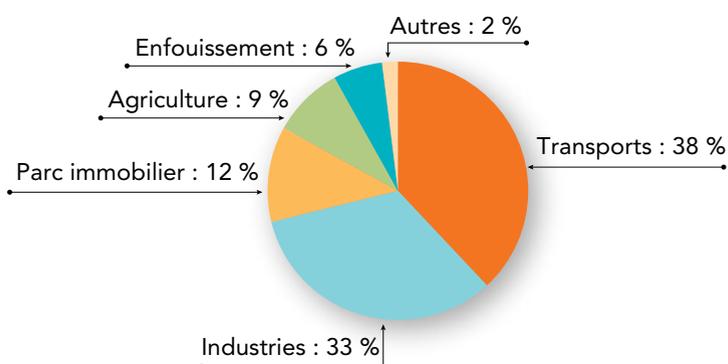
Alors que l'ozone au sol (troposphérique) – notamment celui que l'on respire en situation de smog estival – est un irritant pour les voies respiratoires, la couche d'ozone qui enveloppe naturellement la Terre entre 15 et 45 kilomètres au-dessus de nos têtes a, elle, un effet salutaire. Elle capte et neutralise le rayonnement ultraviolet du soleil qui, à fortes doses, compromettrait la vie sur terre. Principalement attribuables aux émissions de CFC (chloro-fluoro-carbone), des trous dans la couche d'ozone ont été observés au début des années 1980. La mobilisation internationale pour bannir ces substances essentiellement produites par l'homme s'est concrétisée en 1987, à Montréal, par l'adoption du *Protocole sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SACO)*. Cela a permis de renverser la tendance, mais la situation demeure préoccupante.

1.4 SOURCES DES GES ATTRIBUABLES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

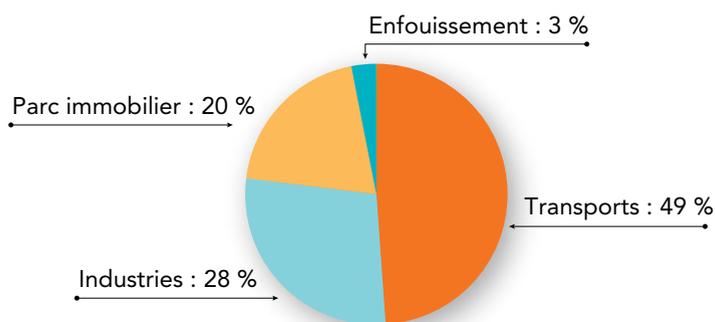
L'exploitation des combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) pour chauffer nos maisons, faire tourner nos moteurs et fournir l'énergie à nos industries constitue la grande source de GES attribuables aux activités humaines.

Au Québec, 38 % des émissions de GES proviennent du secteur du transport. Sur l'île de Montréal, cette source d'émissions passe à 49 %.

Au Québec



À Montréal



L'activité industrielle est la deuxième source de GES attribuables aux activités humaines sur l'île alors que le chauffage des immeubles constitue la troisième. On comprend, dans ce contexte, l'importance d'améliorer l'efficacité énergétique des immeubles résidentiels et commerciaux et la pertinence d'explorer les voies alternatives du chauffage passif, solaire, éolien ou géothermique.



1.5 FREINER LA TENDANCE ET S'ADAPTER

La prise de conscience du phénomène a amené la communauté internationale à poser certains gestes pour freiner le phénomène et s'adapter au nouveau contexte climatique.

1988 – Création du GIEC

Un an après la publication du Rapport Brundtland (*Notre avenir à tous*), l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) créent le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Les travaux de ces chercheurs – des milliers dans le monde – n'ont cessé d'étayer la thèse de la responsabilité humaine dans le phénomène du réchauffement planétaire.

1992 – Sommet de la Terre à Rio

En 1992, 155 pays, dont le Canada, signent la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Ils s'engagent à « *prendre les mesures permettant de stabiliser la concentration des GES dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation nuisible du système climatique* ».

Cet engagement formulé en termes généraux ne prévoit ni cible précise ni mécanisme contraignant. Néanmoins, il traduit une progression certaine dans la prise de conscience du problème climatique.

1997 – Protocole de Kyoto

Réunis au Japon en 1997, 160 pays signent le Protocole de Kyoto. En vertu de cette entente, 38 pays industrialisés – dont le Canada – s'engagent à prendre les devants et à réduire d'en moyenne 5,2 % – par rapport à 1990 – leurs émissions de GES d'ici 2012. L'objectif du Canada fut établi à 6 %. Pour entrer en vigueur, le Protocole devait être ratifié par au moins 55 pays dont la production cumulée de GES représente au minimum 55 % des émissions totales. Le Canada le ratifie en décembre 2002. Il faut attendre février 2005 pour que le Protocole entre officiellement en vigueur, soit six mois après sa ratification par la Russie.

Les États-Unis, responsables de plus du quart des émissions de GES d'origine humaine, n'ont toujours pas ratifié le Protocole. Cependant, un nombre croissant de villes et d'États américains, à l'exemple de la Californie, adoptent des mesures de plus en plus vigoureuses pour limiter les émissions sur leur territoire.

Au Canada

La conjoncture politique actuelle fait que le Canada ne respectera pas les objectifs qu'il s'était fixés en 1997. Entre 1990 et 2005, les émissions canadiennes de gaz à effet de serre se sont accrues de 26 %. La tendance ne semble pas prête à s'inverser à l'heure où le gouvernement du pays tourne le dos à Kyoto pour rejoindre les rangs du Partenariat Asie-Pacifique. Ce regroupement de pays (dont les États-Unis) dit vouloir lutter contre les changements climatiques sans nuire à la croissance économique. Plusieurs d'entre eux niaient jusqu'à tout récemment la réalité de ces changements climatiques. Tous résistent à un engagement basé sur la contrainte.

Au Québec

Le Québec a formulé en 2006 un plan d'action salué par la plupart des environmentalistes. Même s'il ne garantit pas complètement l'atteinte de l'objectif de réduction de 6 %, il pourrait permettre d'inverser la tendance.

À la Ville de Montréal

Le Plan d'action corporatif *Pour préserver le climat* de la Ville de Montréal prévoit une réduction, par rapport à 2002, de 20 pour cent des émissions municipales en 2012. Une douzaine d'actions, depuis l'installation de murs solaires jusqu'à l'instauration de politiques d'achats verts en passant par l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, contribueront à l'atteinte de cet objectif.

S'adapter – Un réflexe à développer

Quels que soient les efforts que la collectivité investira dans la réduction des émissions de GES, la tendance au réchauffement ne pourra pas être renversée avant plusieurs décennies. Aussi, la perspective des changements climatiques exige-t-elle qu'en plus de réduire nos émissions, nous nous efforcions d'adapter nos infrastructures et nos habitudes de vie à la nouvelle réalité climatique.

Infrastructures – Il faut intégrer l'enjeu des changements climatiques dès la conception de toute nouvelle infrastructure. Cela s'applique particulièrement à la gestion de l'eau, à l'urbanisme et au transport. Tout ce qui sera de nature à contrer les impacts des changements climatiques (par exemple, une meilleure gestion des eaux pluviales, le « verdissement » des murs, des toits, des ruelles et l'élimination des îlots de chaleur) s'inscrit dans cette logique d'adaptation.

Habitudes de vie – Chaque citoyen est invité à réviser ses critères de « confort au foyer » en commençant par sa gestion du thermostat, l'hiver, et de la climatisation, l'été. Celui qui envisage une construction nouvelle recherchera la certification Novoclimat et celui qui veut améliorer l'efficacité énergétique de sa résidence s'inscrira au programme Rénoclimat. Au jardin, il faut se questionner sur ses choix de végétaux et ses pratiques culturales. On optera pour des plantes plus résistantes aux canicules parce qu'elles exigeront moins d'eau et on emmagasinerà les eaux de pluie pour les utiliser à des fins horticoles et soulager d'autant les réseaux publics de traitement des eaux usées.

