

La valeur temps du carbone

**STRATÉGIES JUDICIEUSES
POUR ACCÉLÉRER
LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS**



La valeur temps du carbone

**STRATÉGIES JUDICIEUSES
POUR ACCÉLÉRER
LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS**

AVERTISSEMENT

La présente publication, préparée par Comptables professionnels agréés du Canada (CPA Canada), fournit des indications ne faisant pas autorité.

CPA Canada et les auteurs déclinent toute responsabilité ou obligation pouvant découler, directement ou indirectement, de l'utilisation ou de l'application de cette publication.

Couverture : Photo du volcan Mauna Loa prise du volcan Mauna Kea, à Hawaï, en janvier 2016. On trouve au **Mauna Loa** un observatoire de l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique (**NOAA**), qui mesure **la concentration de CO₂** dans l'atmosphère depuis 1950. Crédit photo : Stephen Salter.

© 2016 Comptables professionnels agréés du Canada

Tous droits réservés. Cette publication est protégée par des droits d'auteur et ne peut être reproduite, stockée dans un système de recherche documentaire ou transmise de quelque manière que ce soit (électroniquement, mécaniquement, par photocopie, enregistrement ou toute autre méthode) sans autorisation écrite préalable.

Pour obtenir des renseignements concernant l'obtention de cette autorisation, veuillez écrire à permissions@cpacanada.ca.

Table des matières

Préface	1
Sommaire	3
Chapitre 1- Changements climatiques et valeur temps du carbone	7
Visées et limites du rapport	7
Émissions de gaz à effet de serre et changements climatiques	8
Un problème et une occasion	10
Pourquoi il est important d'atténuer les facteurs de forçage du climat à court terme	13
Chapitre 2- Prise en compte de la valeur temps du carbone	19
Exposé de la question	19
Pourquoi les professionnels comptables devraient-ils s'intéresser à la valeur temps du carbone?	20
Applications possibles pour les professionnels comptables	25
Avantages d'une réduction des FFCCT	30
Applications pour la comptabilité et la communication d'information	32

Chapitre 3 – Atténuation des facteurs de forçage du climat à court terme	37
Initiatives fructueuses à l'échelle internationale	37
L'exemple de la Norvège	40
Les occasions qui s'offrent aux villes	41
Les occasions pour les entreprises	43
Éviter l'effet d'engagement en ce qui concerne les infrastructures	44
Chapitre 4 – Points de départ possibles	47
Chapitre 5 – Pistes à explorer	51
Conclusions	53
Glossaire	55
Annexe I – La science derrière les facteurs de forçage du climat à court terme	59
Pratiques actuelles de communication d'information sur les effets des gaz à effet de serre	61
Le court terme : un défi et une occasion	64
La pertinence des horizons temporels	64
Communication d'information sur les gaz à effet de serre par les municipalités	68
L'importance des facteurs de forçage du climat à court terme	70
Annexe II – Le modèle de la valeur temps du carbone	75
Modélisation des effets des facteurs de forçage du climat à court terme	80
Estimation de la valeur temps des facteurs de forçage du climat à court terme	83

Annexe III – Introduction aux mesures de réduction des FFCCT	87
Remerciements	95
Auteurs et réviseurs du présent rapport	97
Références	101
Autres sources d'information	111

Listes des figures

Figure 1. Comportement du méthane et du dioxyde de carbone au fil du temps	27
Figure 2. Total des coûts marginaux de réduction pour la planète (EPA 2013)	39
Figure 3. Réduction des émissions de gaz à effet de serre en Norvège entre 1990 et 2008 (Aamaas et coll. 2012)	40
Figure 4. Liens entre les émissions et les changements climatiques	60
Figure 5. Évolution du potentiel de réchauffement global du méthane depuis 1990 (GIEC 2013)	63
Figure 6. Potentiel de réchauffement global absolu (PRGA) du méthane et du dioxyde de carbone au fil du temps	67
Figure 7. Forçage radiatif causé par les émissions de méthane par rapport aux autres gaz à effet de serre	72

Liste des tableaux

Tableau 1. Émissions anthropiques de méthane du Canada (Commission européenne 2012)	14
Tableau 2. Contribution du méthane au réchauffement climatique par rapport à celle du dioxyde de carbone au fil du temps	26
Tableau 3. Calcul des informations sur les gaz à effet de serre comprenant les données supplémentaires	49
Tableau 4. Calcul simplifié aux fins de l'information sur les émissions de gaz à effet de serre	61
Tableau 5. Incidence du choix de l'horizon temporel sur le PRG du méthane	66
Tableau 6. Forçage radiatif causé par les émissions de méthane par rapport à d'autres gaz à effet de serre	73
Tableau 7. Composantes du calcul du PRGA du dioxyde de carbone	76
Tableau 8. Composantes du calcul du PRGA du méthane	78
Tableau 9. Calcul des valeurs du forçage radiatif (A_i)	78
Tableau 10. Tendances des émissions de méthane et de leurs effets sur le climat depuis 1990	79
Tableau 11. Exemple des effets du méthane au fil du temps	82
Tableau 12. Exemple de calcul de la valeur temps pour une tonne de méthane émise dans l'année 1	84
Tableau 13. Valeurs du PRG annuel effectif pour le méthane	84
Tableau 14. PRG annuel effectif pour le HFC-134a	85
Tableau 15. Mesures possibles de réduction des FFCCT	87

Liste des équations

Équation 1. PRG en fonction d'un horizon temporel	75
Équation 2. PRG absolu pour le dioxyde de carbone (Shine et coll. 2005)	76
Équation 3. PRG absolu du méthane (Shine et coll. 2005)	77
Équation 4. PRG annuel effectif pour le méthane	81
Équation 5. Somme d'éq.-CO ₂ générée par une seule émission de méthane	83

Préface

Les organisations dans l'ensemble du Canada et partout dans le monde sont de plus en plus résolues à prendre des mesures à l'égard des changements climatiques, et pourtant, les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter. Or, la climatologie nous montre que, pour éviter des changements qui peuvent s'avérer désastreux, nous devons réduire considérablement nos émissions, et ce, à très court terme, c'est-à-dire au cours des 20 prochaines années. Nous examinerons comment les professionnels comptables peuvent aider les organisations à orienter dès maintenant leurs efforts vers les actions les plus efficaces.

Le présent rapport, qui rapproche les domaines de la climatologie et de la comptabilité, a pour objet d'aider les organisations à voir ce qu'elles peuvent faire dès maintenant – par exemple, adopter des pratiques comptables appropriées – pour accélérer la réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre. Il comporte des conseils à l'intention des entreprises sur la communication volontaire de leurs effets à court et à long termes sur le climat, mais aussi des mesures qu'elles prennent pour atténuer ces effets.

Nous publions ce rapport à un moment où les autorités de réglementation, en réponse à l'intérêt croissant manifesté par les investisseurs, se montrent de plus en plus directives avec les sociétés faisant appel public à l'épargne quant à la communication des risques liés au climat. Ces risques ont trait non seulement aux effets des changements climatiques sur les organisations, mais aussi aux effets des organisations sur le climat. Nous croyons qu'offrir des informations et des outils décisionnels qui aident à agir de manière utile à l'égard des changements climatiques s'inscrit dans notre engagement à servir l'intérêt public.

Vos commentaires sur le présent rapport sont les bienvenus. Nous vous invitons à les transmettre à :

Gordon Beal, CPA, CA

Vice-président

Recherche, orientation et soutien

gbeal@cpacanada.ca

Comptables professionnels agréés du Canada

277, rue Wellington Ouest, Toronto (Ontario) M5V 3H2, Canada

1-800-263-7622

www.cpacanada.ca/fr

Sommaire

Toutes les émissions de gaz à effet de serre ne se valent pas. Certaines émissions qui ont une courte durée de vie, que l'on appelle des facteurs de forçage du climat à court terme (FFCCT), contribuent fortement au réchauffement climatique pendant quelques décennies, mais peuvent être réduites ou éliminées au moyen d'investissements dans des technologies rentables¹. Les FFCCT comprennent entre autres le méthane et les hydrofluorocarbones utilisés dans les appareils de climatisation et de réfrigération. Le présent rapport explique les incidences de cette famille de gaz sur le climat et propose aux professionnels comptables des méthodes pour évaluer les coûts et avantages d'une réduction de ces gaz. Il est essentiellement question du méthane et de l'hydrofluorocarbone le plus courant (HFC-134a), mais la démarche présentée est aussi applicable aux autres FFCCT.

Les climatologues s'entendent pour dire qu'il est urgent de réduire les émissions de carbone (Hansen et coll. 2013). Il est scientifiquement prouvé que les FFCCT ont une forte incidence sur le *taux* d'augmentation des températures dans le monde tandis que l'accumulation *totale* de dioxyde de carbone dans l'atmosphère contribue, à long terme, à l'augmentation totale des températures. Il est clair que ces incidences sont toutes deux importantes. Or, les pratiques actuelles de communication d'information sur les gaz à effet de serre ont malheureusement tendance à minimiser l'importance des FFCCT quant à la nécessité d'intervenir tôt à l'égard des changements climatiques. Sur un intervalle de 20 ans, les FFCCT sont responsables de la moitié du forçage radiatif (voir le [Glossaire](#), page 55). C'est donc dire qu'une action prompte à l'égard de ces émissions portera rapidement des fruits.

1 Les FFCCT sont également appelés facteurs de forçage du climat de courte durée, polluants climatiques de courte durée de vie ou gaz à effet de serre de courte durée de vie. Aux fins du présent rapport, nous avons retenu le terme « facteurs de forçage du climat à court terme », employé par le GIEC.

La meilleure façon de rendre compte de la « valeur temps du carbone » est devenue une question importante pour les professionnels comptables pour plusieurs raisons :

- les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter à l'échelle mondiale. En 2013, elles étaient d'environ 55 % supérieures au niveau de 1990. Au Canada, elles ont augmenté entre 1990 et 2013 d'approximativement 20 %;
- un nombre croissant d'organisations tant du secteur public que du secteur privé veulent investir le plus efficacement possible dans la réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre;
- les autorités de réglementation se montrent de plus en plus directives quant à la communication des risques liés au climat avec les organisations faisant appel public à l'épargne;
- les émissions de gaz comme le méthane et les hydrofluorocarbones représentent soit une perte économique directe (par exemple, lorsque le gaz naturel est déchargé plutôt que vendu), soit la perte d'une occasion économique (par exemple, lorsque les déchets se décomposent dans les sites d'enfouissement au lieu d'être récupérés d'une manière lucrative). L'évitement des pertes ou l'accroissement du chiffre d'affaires peut contribuer à compenser le coût de réduction des FFCCT.

Le présent rapport fait intervenir deux domaines de connaissances : la climatologie et la comptabilité. Les aspects climatologiques sont fondés sur les rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), de même que sur la recherche scientifique qui sous-tend ces rapports. Les pratiques comptables décrites sont fondées sur les principes comptables généralement reconnus (PCGR) pour ce qui est de la communication d'information à des utilisateurs externes et sur les bonnes pratiques pour ce qui est de l'information décisionnelle destinée à des utilisateurs internes. Le rapport fait aussi état de normes progressistes et volontaires de communication d'information sur le développement durable et les émissions de carbone. Le rapport comporte cinq chapitres :

Le **chapitre 1** traite du lien entre les émissions de gaz à effet de serre et les changements climatiques, présente le concept de la valeur temps du carbone et en examine la pertinence au point de vue de la profession comptable. Ce chapitre traite également de l'importance qu'ont acquise les FFCCT et des avantages que peut procurer une action rapide de réduction

des émissions. Les lecteurs que cela intéresse trouveront un traitement plus détaillé des aspects climatologiques du présent rapport à l'[annexe I](#) et à l'[annexe II](#).

Le [chapitre 2](#) porte sur l'aide que les professionnels comptables peuvent apporter aux organisations pour ce qui est de quantifier les FFCCT, d'évaluer les avantages économiques d'une réduction de ces émissions et d'appliquer les cadres décisionnels à l'étude des projets d'investissement dans des initiatives de réduction des émissions.

Le [chapitre 3](#) traite des mesures qu'il est possible de prendre pour réduire de manière rentable les FFCCT à l'échelle de la planète, du pays, de la collectivité locale et de l'entreprise. Les lecteurs que cela intéresse trouveront d'autres informations sur les mesures d'atténuation à l'[annexe III](#).

Le [chapitre 4](#) propose quelques points de départ aux organisations qui souhaitent réduire leurs émissions.

Le [chapitre 5](#) propose des pistes à explorer en vue de développer davantage le concept de valeur temps du carbone.

Le rapport intéressera tout particulièrement les professionnels comptables et les autres personnes qui participent à la prise de décision en matière d'investissement dans des projets de réduction des émissions, qui fournissent des conseils sur la valeur de la prévention des changements climatiques et qui font rapport sur les émissions de gaz à effet de serre et la durabilité.

Voici les conclusions du rapport :

- la réduction des émissions exige des stratégies distinctes pour le CO₂ et pour les FFCCT. La réduction des FFCCT peut aider les organisations à consacrer davantage d'efforts à la réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre totales;
- les organisations ont dès maintenant la possibilité de contribuer de manière significative et rapide à l'action pour le climat, de faire preuve de leadership et de constater les avantages internes et externes d'une action rapide. Agir tôt peut procurer des avantages multiples sur les plans environnemental, social et économique;
- les professionnels comptables ont un rôle essentiel à jouer pour aider les organisations à voir, à quantifier et à définir les avantages d'une action rapide en ce qui a trait aux FFCCT, guider la prise de décisions d'investissement en entreprise en vue de la réduction des émissions, refléter

comptablement, sur la base du cycle de vie, les avantages économiques, environnementaux et sociaux d'une action rapide, et faire ressortir les liens entre les risques, les coûts et les avantages externes d'une action rapide de réduction des FFCCT;

- la réglementation ne pose pas d'obstacle à la communication volontaire d'information supplémentaire sur les actions qui visent les FFCCT. Les professionnels comptables peuvent préparer cette information de concert avec le personnel scientifique et celui de l'ingénierie, de l'exploitation et de la gestion environnementale.

CHAPITRE 1

Changements climatiques et valeur temps du carbone

Ce chapitre présente les visées et les limites du rapport, traite du lien entre les émissions de gaz à effet de serre et les changements climatiques et explique le rôle des FFCCT dans le réchauffement climatique. En conclusion, il fait état de l'occasion exceptionnelle qu'offrent les FFCCT lorsqu'il s'agit d'atténuer les changements climatiques.

Visées et limites du rapport

Le rapport est destiné à apporter aux professionnels comptables et à leurs collègues un nouvel éclairage sur les incidences qu'une famille de gaz à effet de serre, les FFCCT, exerce sur notre climat. Ces gaz revêtent un intérêt particulier du fait qu'ils sont responsables de près de la moitié du réchauffement climatique sur un intervalle de 20 ans (c'est-à-dire sur le court terme), et parce qu'une action rapide sur ce point portera rapidement fruit. En outre, ces gaz ont une valeur commerciale qui peut compenser une partie du coût des investissements dans la réduction des émissions. Il est particulièrement encourageant pour les grands émetteurs des secteurs de l'agriculture, de la gestion des déchets solides ainsi que du pétrole et du gaz de savoir qu'il existe des moyens rentables de réduire ces gaz.

Les approches décrites ici viennent en complément des initiatives existantes en matière de communication d'information sur les gaz à effet de serre et de réduction des émissions. Les idées présentées valent pour les entreprises de même que pour les collectivités engagées dans l'élaboration de plans d'action pour le climat. Les auteurs espèrent que les professionnels comptables qui liront ce rapport prendront conscience de la valeur associée à une

réduction rapide des FFCCT (c'est-à-dire de la « valeur temps du carbone ») et travailleront de concert avec les professionnels des services techniques, de l'exploitation et de l'environnement :

- à évaluer l'importance des émissions de leur organisation;
- à examiner les mesures d'atténuation qui s'offrent à leur organisation;
- à fournir des indications sur les coûts et avantages des mesures d'atténuation;
- à évaluer et à communiquer à l'interne l'efficacité des mesures d'atténuation;
- à envisager de rendre publics les résultats des mesures d'atténuation.

Le présent rapport ne livre pas de nouvelles informations sur le plan de la science; il constitue plutôt une synthèse des informations publiées par le GIEC et de la recherche scientifique sous-jacente². Il ne présente pas non plus de nouveaux principes comptables; il montre simplement comment la connaissance des FFCCT peut éclairer le processus décisionnel des professionnels comptables. Nous considérons que les systèmes comptables sont des systèmes d'information fondés sur notre connaissance du monde physique, et qu'ils sont conçus pour appuyer le processus décisionnel. Par conséquent, lorsque notre compréhension du monde change avec l'acquisition de nouvelles connaissances, les professionnels comptables ont l'occasion d'utiliser ces informations pour favoriser la prise de meilleures décisions.

Enfin, ce rapport ne vise pas à offrir des conseils d'ordre particulier aux professionnels comptables ni à modifier les protocoles actuels de communication d'information sur les gaz à effet de serre et les politiques gouvernementales à ce sujet. Il est plutôt destiné à favoriser les échanges constructifs sur la valeur temps du carbone entre tous les professionnels intéressés et les organisations qu'ils servent. Il est à souhaiter que ces échanges mènent à des travaux plus poussés à mesure que la connaissance dans ce domaine évoluera.

Émissions de gaz à effet de serre et changements climatiques

On dit d'un pendule au repos qu'il est en équilibre statique, et d'un pendule en mouvement qu'il est en équilibre dynamique. Ainsi, la terre est en équilibre dynamique, car elle est en constant rééquilibrage grâce à des processus physiques et écologiques qui se manifestent aux échelles temporelles humaine et géologique. Les processus physiques, comme la sédimentation et l'érosion, créent et emportent le terrain. Les processus écologiques comme la

2 À l'origine du mot « science », on trouve le mot latin *scientia*, qui signifie « connaissance; savoir ».

photosynthèse et la séquestration naturelle du carbone équilibrent le niveau de carbone dans l'atmosphère et permettent à la vie d'exister. Ces processus, dont la durée des cycles naturels va d'un instant à des millénaires, préservent l'équilibre dynamique de la planète.

Cependant, depuis la révolution industrielle, l'activité humaine ajoute un élément nouveau et perturbateur aux cycles naturels : les gaz à effet de serre anthropiques. La combinaison de ces gaz et de ceux d'origine naturelle bouleverse l'équilibre dynamique grâce auquel la vie sur la terre est possible.

Tout comme le verre d'une serre permet au soleil de pénétrer et empêche la chaleur de s'échapper, avant l'ère industrielle, les gaz à effet de serre naturels permettaient à la terre de conserver juste assez de l'énergie du soleil pour maintenir un environnement habitable. Cependant, les émissions découlant de l'activité humaine augmentent la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, et cette concentration augmente à son tour la capacité de l'atmosphère de retenir la chaleur. Le changement de température qui en résulte est souvent présenté comme une augmentation moyenne globale de quelques degrés, mais ce n'est là qu'une partie de la réalité. Ainsi, les températures aux deux pôles ont augmenté plus rapidement que la moyenne, les inondations et les sécheresses sont plus fréquentes et intenses, et les océans s'acidifient en raison de l'absorption accrue de dioxyde de carbone.

Qui plus est, certains effets de rétroaction climatique accélèrent les changements. Par exemple, à mesure que le climat se réchauffe et que les surfaces marines glacées diminuent, les nouvelles étendues d'eau libre absorbent une plus grande quantité de l'énergie solaire, ce qui accentue encore davantage la fonte de la glace de mer. La hausse des températures entraîne aussi la libération, attribuable à la chaleur, de CO₂ de la biosphère (Gillett et Mathews 2010) et de méthane de la toundra et des terres humides (Shindell et coll. 2004), phénomène appelé *rétroaction climat-cycle du carbone*. Il est question de cet effet dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (GIEC 2013).

Les humains contribuent à ces effets de rétroaction, par exemple en faisant fonctionner des climatiseurs pendant les journées chaudes de l'été. La climatisation accroît la consommation d'électricité et celle d'hydrofluorocarbones, qui font tous deux augmenter les émissions de gaz à effet de serre.

Grâce à la climatologie, nous possédons une connaissance bien étayée du lien de cause à effet entre les émissions et les changements climatiques. Il est clair que certains gaz à effet de serre sont plus néfastes en raison de leur efficacité à retenir la chaleur. Alors que certains gaz à effet de serre, comme

Le dioxyde de carbone, demeurent dans l'atmosphère pendant des siècles, d'autres, comme le groupe des FFCCT, sont comme des sprinters. Ces gaz ne demeurent dans l'atmosphère que quelques décennies et ont un effet néfaste disproportionné par rapport à leur durée de vie. Par exemple, sur une période de 20 ans, tonne pour tonne, le HFC 134a, fluide frigorigène d'utilisation courante, est 3 700 fois plus efficace à retenir la chaleur que ne l'est le dioxyde de carbone.

Les climatologues s'entendent pour dire qu'il est urgent de réduire les émissions de carbone (Hansen et coll. 2013), et la société est de plus en plus consciente des risques que pose le changement climatique. Les autorités de réglementation des valeurs mobilières, en réponse à l'intérêt croissant manifesté par les investisseurs, se montrent de plus en plus directives avec les organisations faisant appel public à l'épargne quant à la communication des risques liés au climat. Malgré cette prise de conscience, les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter, et les FFCCT le font plus rapidement que la moyenne. Par exemple, selon des données de la Commission européenne, entre 1990 et 2008, tandis que les émissions de dioxyde de carbone du Canada augmentaient de 21 %, ses émissions de méthane augmentaient de 39,8 % (Commission européenne 2012).

De toute évidence, il faut que les stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre soient plus efficaces.

Un problème et une occasion

Les rapports d'évaluation du GIEC³ résument notre connaissance actuelle du lien qui existe entre les émissions de gaz à effet de serre et les changements climatiques. Le GIEC et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) ont aussi établi des protocoles communs pour l'information sur les émissions de gaz à effet de serre. Les protocoles permettent aux organisations, collectivités et nations de rendre compte de leurs émissions et de dégager des tendances au fil du temps. Les protocoles actuels (c'est-à-dire ceux issus de la CCNUCC) portent sur le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF₆) et le trifluorure d'azote (NF₃).

3 Le GIEC est un organisme scientifique sous l'égide des Nations Unies.

Pour rendre plus simple la communication d'information sur les émissions par les organisations et les gouvernements à l'échelle internationale, les protocoles exigent que l'effet de réchauffement de chaque gaz autre que le CO₂ soit comparé à celui d'un gaz de référence (le CO₂) sur un horizon de 100 ans. Le rapport entre ces deux effets est appelé potentiel de réchauffement global (PRG). Les émissions totales d'une organisation ou d'une collectivité sont ainsi présentées en *équivalent CO₂* (éq. CO₂), ou en *tonnes d'équivalent CO₂*. Pour déterminer le total des émissions en équivalent CO₂ de l'entité présentant l'information, il suffit de multiplier la masse des émissions de chaque gaz d'une année donnée par son PRG.

La force de l'approche axée sur le PRG réside dans ce qu'elle permet la comparaison des changements dans les émissions au fil du temps et pour différents émetteurs. Cela dit, sans mettre en question l'importance vitale des protocoles d'information internationalement reconnus, il est bon de connaître certaines des limites de l'actuelle approche axée sur le PRG, notamment quant au fait que chaque gaz à effet de serre agit différemment au fil du temps. Non seulement les effets sur le climat des gaz autres que le CO₂ (par exemple, les FFCCT) peuvent être beaucoup plus importants que ceux du CO₂, mais ils peuvent aussi se manifester à des échelles temporelles considérablement différentes⁴. Il est donc imprécis de parler d'«équivalent»; c'est même parfois inopportun lorsqu'il s'agit de donner des indications sur l'atténuation des changements climatiques.

Par exemple, 40 % du dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère y sera toujours après 100 ans, et il en restera encore près de 20 % après 1000 ans. Par contre, les FFCCT comme le méthane contribuent énormément au réchauffement climatique, mais à des échelles temporelles relativement brèves. Le méthane est éliminé de l'atmosphère beaucoup plus rapidement que le dioxyde de carbone, de sorte qu'il n'en reste que 20 % après 20 ans. L'utilisation d'un horizon temporel de 100 ans pour les FFCCT a pour effet de masquer leurs effets à court terme très néfastes pour le climat : sur une période de 20 ans, ils comptent pour près de la moitié de l'énergie que tous les gaz à effet de serre apportent au réchauffement de la planète.

Les climatologues ne disent pas que les changements climatiques à long terme sont (ou seront, en définitive) moins importants que les changements climatiques à court terme. Ce qu'ils disent, c'est que le taux d'augmentation des températures à court terme et l'augmentation totale des températures à *long terme* sont tous deux importants. Au sujet de la réduction des FFCCT,

4 À l'instar des textes scientifiques, nous employons dans le présent rapport l'expression « effets sur le climat » lorsqu'il est question des émissions de gaz à effet de serre, et l'expression « incidences climatiques » pour désigner les effets des changements climatiques sur les êtres humains et l'environnement.

le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) précise ce qui suit : [TRADUCTION] « Comme cette réduction ne contribuera sans doute que modestement aux objectifs climatiques à *long terme*, il faut la voir non pas comme une stratégie qui remplace la réduction des émissions de dioxyde de carbone, mais comme une stratégie complémentaire » (PNUE 2014). D'ailleurs, il demeure nécessaire de réduire les émissions de dioxyde de carbone pour atténuer les autres effets qu'elles produisent, notamment l'acidification des océans. De toute évidence, il est tout aussi important d'agir rapidement sur les émissions de CO₂ que sur les autres émissions (dont les FFCCT) (Shindell 2005).

Le présent rapport ne préconise pas non plus d'attendre d'avoir entrepris des actions de réduction des FFCCT avant d'entreprendre des actions de réduction des émissions de CO₂. L'idée avancée est plutôt que les émetteurs ont intérêt à acquérir une meilleure connaissance des effets actuels des FFCCT. Car ces émissions augmentent rapidement, les stratégies pour les réduire diffèrent des stratégies s'appliquant au CO₂, et leur réduction peut se traduire par des avantages économiques immédiats pour les émetteurs et par d'autres avantages pour la santé des êtres humains et l'agriculture.

Deux types de FFCCT sont employés comme exemples dans le présent rapport : le méthane (CH₄) et un hydrofluorocarbure (HFC-134a). Le méthane a été retenu parce que sa contribution au réchauffement mondial est la deuxième en importance après celle du dioxyde de carbone et que sa durée de vie est brève, soit 12,4 années. Quant au HFC-134a, il a été créé pour remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone dans la réfrigération, la climatisation, les aérosols et la production de mousse, et c'est l'hydrofluorocarbure le plus couramment utilisé aujourd'hui. Il a été retenu en raison de son très fort PRG (3700 sur 20 ans), de sa courte durée de vie de 13,4 ans et de l'augmentation rapide de ses émissions (GIEC 2013).

Pourquoi il est important d'atténuer les facteurs de forçage du climat à court terme

Une action prompte peut s'avérer rapidement bénéfique

La climatologie montre que les FFCCT contribuent surtout au *taux* d'augmentation des températures à l'échelle mondiale, tandis que l'accumulation totale de dioxyde de carbone dans l'atmosphère contribue surtout à l'augmentation *totale* des températures à long terme.

Les FFCCT augmentent

Dans les appareils de réfrigération et de climatisation, les substances appauvrissant la couche d'ozone, par exemple les chlorofluorocarbones (CFC), ont été pour une bonne part remplacées par les hydrofluorocarbones (HFC) et les hydrochlorofluorocarbones (HCFC). Bien que le potentiel de destruction de la couche d'ozone (PDO) des HFC soit faible, sinon nul, ces gaz ont un PRG très élevé et contribuent donc pour beaucoup au réchauffement de la planète⁵.

De plus, les émissions de HFC augmentent de 10 à 15 % par année dans les pays en voie de développement (IGSD 2014). La concentration dans l'atmosphère de HFC-134a (c'est-à-dire le tétrafluoroéthane)-l'hydrofluorocarbone le plus courant-a augmenté de plus de 80 % entre 2005 et 2011 (GIEC 2013). Le HFC-134a est aussi l'élément qui contribue le plus au forçage radiatif des HFC. Si les émissions de HFC continuent d'augmenter aux taux actuels, la contribution de ces gaz au forçage radiatif pourrait augmenter selon un facteur d'au moins 20 (GIEC 2013 et Velders 2012).

Des informations provenant de la Commission européenne, du GIEC et de la Banque mondiale montrent que les émissions de méthane à l'échelle mondiale augmentent plus rapidement que les émissions de dioxyde de carbone. Par exemple, selon des données de la Commission européenne, entre 1990 et 2008, tandis que les émissions de dioxyde de carbone du Canada augmentaient de 21 %, ses émissions de méthane augmentaient de 39,8 % (Commission européenne 2012). Même si les émissions de méthane du Canada présentent un profil quelque peu différent de celles de l'ensemble de la planète, les trois principales sources d'émissions sont les mêmes. Les sources d'émissions de méthane au Canada sont présentées au Tableau 1.

5 Par rapport aux HFC qui les ont remplacés, les CFC, qui ont été graduellement éliminés, avaient des PRG plus élevés encore et, par conséquent, des effets plus sérieux sur le réchauffement climatique.

TABLEAU 1. ÉMISSIONS ANTHROPIQUES DE MÉTHANE DU CANADA (COMMISSION EUROPÉENNE 2012)

Secteur	Émissions de méthane (tonnes de CH ₄ /année)	% du total
Pétrole et gaz	1 983 000	38,6 %
Gestion des déchets	1 589 000	30,9 %
Agriculture	1 368 000	26,7 %
Industrie	112 000	2,2 %
Chauffage résidentiel	57 000	1,1 %
Feux de forêt et de pâturage	13 000	0,2 %
Transport	10 000	0,2 %
Production d'électricité	4 000	0,1 %
Total	5 136 000	

Les données de ce tableau proviennent de l'Environmental Assessment Agency Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) du Centre commun de recherche de la Commission européenne. Elles remontent à la dernière année pour laquelle des données étaient disponibles, soit 2008. Il convient de noter que la catégorie «Feux de forêt et de pâturage» de la base de données EDGAR comprend les feux de forêt, le brûlage des déchets agricoles et les feux de pâturage.

Les investissements dans la réduction des émissions sont rentables

Les FFCCT comme le méthane et le HFC-134a représentent soit une perte économique directe, soit la perte d'une occasion économique. L'évitement des pertes ou l'accroissement du chiffre d'affaires peut contribuer à compenser le coût de réduction des émissions de ces gaz. Par exemple :

- la réduction des fuites de gaz naturel des infrastructures de forage et de transport réduira les effets à court terme de l'émetteur sur le climat, de même que ses pertes économiques;
- le détournement des résidus alimentaires des sites d'enfouissement vers la production de compost et de biométhane par digestion anaérobie permet de tirer profit d'une occasion économique qui serait autrement perdue.

Les organisations qui comptabilisent les FFCCT qu'elles émettent savent aussi que le HFC-134a a une valeur commerciale de plus de 3000 \$ la tonne et que, compte tenu d'un prix de 8,00 \$ par gigajoule, le gaz naturel perdu (principalement du méthane) a une valeur de plus de 400 \$ la tonne⁶.

La valeur sociale et environnementale externe de la réduction des FFCCT a aussi été abondamment étudiée, et les chercheurs ont conclu ce qui suit : [TRADUCTION] « Les gaz à effet de serre autres que le CO₂ contribuent pour beaucoup aux changements climatiques causés par l'homme, et les stratégies d'atténuation multigaz sont moins coûteuses à mettre en œuvre que celles qui visent à limiter uniquement les émissions de CO₂ » (Gillett et Mathews 2010).

Selon les estimations de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis, la première tranche de réduction de 12 % des émissions de gaz autres que le CO₂ se ferait à coût nul, et un prix du carbone qui ne serait que de 10 \$/tonne d'équivalent CO₂ entraînerait une réduction de 20 % des émissions. Cette idée est développée à l'[annexe III](#), « Introduction aux mesures de réduction des FFCCT ».

Les investissements dans la réduction des émissions procurent d'autres avantages

Les mesures de réduction des FFCCT prises par une organisation peuvent aussi entraîner la réduction des émissions d'autres gaz à effet de serre et polluants (EPA 2014 et PNUE 2014). Par exemple :

- si un investissement dans l'amélioration de l'efficacité énergétique ou la substitution des combustibles permet de réduire la consommation de combustibles fossiles d'une organisation, les émissions de CO₂, de méthane, de N₂O et de carbone suie vont alors toutes diminuer. Dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC, on peut lire au chapitre 11, qui traite de projections et de prévisibilité en ce qui concerne les changements climatiques à court terme : [TRADUCTION] « Les réductions des émissions qui visent à diminuer la pollution de l'air à l'échelle locale pourraient avoir une incidence à court terme sur le climat (degré de confiance élevé) » (Kirtman et coll. 2013);
- le détournement vers une digestion anaérobie des déchets organiques (par exemple, les déchets alimentaires) des sites d'enfouissement et du fumier des cuves à déjection permet de réduire la pollution des eaux souterraines

6 Le contenu en méthane, le contenu en énergie et la masse volumique du gaz naturel varient. Cette conversion est fondée sur une masse volumique de 0,7 kg.m⁻³ et un contenu en énergie de 38 MJ.m⁻³.

et des eaux de surface, de récupérer les nutriments que contiennent ces déchets et de récupérer l'énergie renouvelable sous la forme de biométhane. Il permet aussi de réduire les émissions de N_2O (GIEC 2006a);

- le méthane contribue à la formation d'ozone, qui est nuisible à la santé de l'être humain et au rendement des cultures : [TRADUCTION] « Nous avons dressé une liste de 14 mesures qui ciblent les émissions de méthane et de carbone suie en vue de réduire le réchauffement moyen prévu de la planète d'approximativement 0,5 °C d'ici 2050. Cette stratégie permet d'éviter annuellement de 0,7 à 4,7 millions de décès prématurés attribuables à la pollution de l'air et d'accroître le rendement annuel des cultures de 30 à 135 millions de tonnes métriques grâce à des réductions de l'ozone à compter de 2030. Les avantages de la réduction des émissions de méthane peuvent représenter une valeur de 700 à 5 000 \$ US la tonne métrique, ce qui dépasse largement les coûts marginaux types qui lui sont associés (moins de 250 \$)» (Shindell et coll. 2012);
- West et coll. (2006) estiment que si l'on pouvait réduire de seulement 20 % les émissions de méthane entre 2010 et 2030, on éviterait 370 000 décès prématurés. Si l'on évalue un décès prématuré à 1 million de dollars et que l'on suppose un PRG de 21, cette réduction des émissions vaut 240 \$ par tonne de méthane (West et coll. 2006).

Les stratégies de diminution des émissions dépendent du type de gaz

En établissant une distinction entre les différents gaz à effet de serre, on peut aider les organisations à voir quel avantage est le plus important parmi ceux qu'un investissement donné dans la réduction des émissions peut procurer. Par exemple, les stratégies visant la réduction des émissions du fluide frigorigène HFC-134a sont très différentes de celles qu'il faut mettre en œuvre pour réduire les émissions de méthane produites par le secteur pétrogazier, les sites d'enfouissement et l'agriculture. Comme, au Canada, la plupart des émissions de méthane proviennent d'un nombre relativement faible de sources importantes, les investissements dans la réduction des émissions s'avèrent réalisables et rentables.

Les technologies de réduction des émissions ne sont pas nouvelles

Les technologies de réduction des émissions de méthane et de HFC-134a sont bien au point et largement connues dans l'industrie (EPA 2013).

La société a réussi à réduire les émissions d'autres polluants ciblés

Le succès remporté par les traités internationaux portant sur les pluies acides et l'appauvrissement de la couche d'ozone tend à indiquer qu'une démarche ciblée du même ordre à l'égard de la réduction des émissions des FFCCT peut renforcer l'action pour le climat à l'échelle internationale. Comme le précise le PNUE, [TRADUCTION] «les efforts nationaux de réduction des agents de forçage du climat de courte durée peuvent prendre appui sur les institutions, les politiques et les cadres réglementaires existants en matière de gestion de la qualité de l'air et, le cas échéant, de changements climatiques» (PNUE 2014).

Les FFCCT n'ont pas une durée de vie de 100 ans

L'expression « durée de vie » a un certain nombre de significations précises en climatologie, mais de manière générale on peut considérer qu'il s'agit de la période au cours de laquelle un gaz à effet de serre est le plus actif dans l'atmosphère (GIEC 2013a). Puisque la plupart des effets des FFCCT cessent dans un intervalle 20 ans, il est logique d'utiliser pour les FFCCT un horizon temporel qui se rapproche davantage de cette durée.

Les horizons de planification sont normalement inférieurs à 100 ans

L'horizon de 100 ans ne concorde pas avec l'échelle temporelle normale de l'intervention humaine et de la planification d'entreprise. Les organisations dynamiques et progressistes planifient leurs activités et présentent leur information financière dans l'optique de fournir des indications fiables sur un intervalle de un à cinq ans. Lorsqu'une organisation constate qu'elle peut mener des actions efficaces au cours d'une année pour réduire les FFCCT et que cette réduction procurera des avantages significatifs sur le plan environnemental dans un délai sensé, il y a davantage de chances qu'elle agisse promptement.

Les infrastructures d'atténuation n'ont pas une durée de vie de 100 ans

Les infrastructures dans lesquelles les organisations investissent en vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ont une durée de vie utile de quelques dizaines d'années, ce qui correspond au temps pendant lequel les effets des FFCCT sur le climat sont les plus sérieux. Il est donc logique de considérer la valeur environnementale de cette réduction sur une durée semblable.

L'incertitude inhérente au PRG est plus faible pour un horizon temporel plus court

L'incertitude inhérente au PRG des FFCCT est plus importante pour un horizon de 100 ans que pour un horizon de 20 ans (GIEC 2013). L'évaluation par le GIEC de l'incertitude inhérente au PRG est brièvement abordée dans l'[annexe II](#), « Le modèle de la valeur temps du carbone ».

En résumé, un certain nombre de raisons concluantes sur les plans environnemental, financier et social justifient que l'on s'intéresse davantage aux FFCCT dans le cadre des efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

CHAPITRE 2

Prise en compte de la valeur temps du carbone

Dans le présent chapitre, nous nous intéressons à l'aide que les professionnels comptables peuvent apporter aux organisations pour ce qui est de quantifier les FFCCT, de comptabiliser les avantages économiques d'une réduction de ces émissions et d'appliquer les cadres décisionnels à l'étude des projets d'investissement dans des initiatives de réduction des émissions. Ce chapitre traite également des options qui s'offrent aux organisations en ce qui a trait à la communication volontaire de leurs activités de réduction des FFCCT, un sujet nouveau pour les comptables et leurs employeurs ou clients. La visée du chapitre est de susciter la réflexion sur l'aide que les comptables peuvent apporter aux organisations relativement à ce nouveau besoin en matière d'information.

Exposé de la question

Les organisations comptabilisent leurs émissions de gaz à effet de serre pour se conformer aux exigences réglementaires, pour étayer la prise de leurs décisions relativement aux initiatives de réduction des émissions et pour communiquer leurs effets sur l'environnement aux parties prenantes externes. Les protocoles actuels de communication d'information sur les gaz à effet de serre exigent que l'effet de réchauffement de chaque gaz autre que le CO₂ soit comparé à celui d'un gaz de référence (le CO₂) sur un horizon temporel précis. Le rapport entre ces deux effets est appelé potentiel de réchauffement global (PRG). Les émissions totales d'une organisation ou d'un gouvernement sont ainsi présentées en équivalent CO₂ (éq. CO₂), ou en tonnes d'équivalent CO₂. Pour déterminer le total des émissions en équivalent CO₂, il suffit de multiplier la masse des émissions de chaque gaz dans une année donnée par son PRG.

Le PRG des gaz à effet de serre peut être évalué pour n'importe quel intervalle, mais les protocoles actuels de présentation d'information sur les gaz à effet de serre portent sur un horizon temporel de 100 ans. L'avantage de cette approche est de permettre aux organisations de constater que certains gaz à effet de serre ont un effet beaucoup plus sérieux sur le climat que d'autres, ce qui peut alors les aider à établir des priorités en matière d'initiatives de réduction des émissions. Elle pose toutefois un problème : la famille de gaz à effet de serre appelée FFCCT affecte tout particulièrement le climat dans les premières années suivant leur émission. L'emploi d'un horizon temporel de 100 ans pour tous les gaz à effet de serre masque les sérieux effets à court terme des FFCCT. Il est donc difficile pour les organisations de connaître le coût à court terme des FFCCT pour l'environnement, de même que les avantages à court terme d'une réduction de ces émissions.

Les climatologues considèrent que, pour éviter des changements climatiques désastreux, il est vital de réduire à court terme les émissions de gaz à effet de serre, et que la société n'a plus beaucoup de temps pour agir. Dans le présent rapport, c'est cette question que l'on appelle la valeur temps du carbone, pour rappeler le concept de la valeur temps de l'argent.

Pourquoi les professionnels comptables devraient-ils s'intéresser à la valeur temps du carbone?

Traditionnellement, on ne considérait pas la comptabilité carbone comme faisant partie des responsabilités du comptable. Cependant, le rôle du comptable au sein des organisations s'étend graduellement à un certain nombre de nouveaux domaines liés à la communication d'information à la direction et aux parties externes. La fonction comptable des organisations est vue comme un *système d'information*, qui a pour principal objet de fournir aux décideurs internes et externes les informations financières et les informations non financières connexes qui leur sont utiles. À cette fin, les comptables appliquent les normes d'information, les règlements, les codes professionnels, les cadres et les modèles appropriés au type d'organisation et aux besoins des décideurs. Étant donné l'élément d'intérêt public que comporte son travail, la profession comptable est appelée à avoir la confiance du public.

Pour être à la hauteur de cette responsabilité, la profession se doit d'offrir ses services avec compétence et diligence, et avant tout d'agir dans l'intérêt général (CPA Canada 2014).

Les rôles clés des professionnels comptables en entreprise

La publication de l'International Federation of Accountants (IFAC) intitulée *Competent and Versatile: How Professional Accountants in Business Drive Sustainable Organizational Success* précise que les professionnels comptables en entreprise ont quatre rôles principaux en ce qui a trait à la valeur :

créateur de valeur : exercer un leadership en ce qui concerne l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies, de politiques, de plans, de structures et de mesures de gouvernance qui tracent la voie d'une création de valeur durable;

catalyseur de valeur : éclairer et guider la prise de décision en matière de gestion et d'exploitation ainsi que la mise en œuvre de stratégies de création d'une valeur durable, et planifier, surveiller et améliorer les processus qui contribuent à ces activités;

protecteur de valeur : protéger la stratégie de création de valeur durable contre les risques stratégiques, opérationnels et financiers, et veiller au respect de la réglementation, des normes et des bonnes pratiques;

communicateur d'information sur la valeur : assurer la communication transparente d'informations sur la réalisation d'une valeur durable aux parties prenantes.

Il existe plusieurs liens entre les rôles qui précèdent et l'aide qu'il est possible d'apporter aux organisations afin qu'elles accordent plus d'importance aux effets des FFCCT sur le climat. Les organisations peuvent modifier leurs systèmes, outils, processus et pratiques comptables de même que les informations décisionnelles qui en résultent en fonction de leur situation particulière.

Codes de déontologie

Le travail et le jugement professionnel des comptables sont guidés non seulement par les principes comptables comme les PCGR et par les rôles clés des professionnels comptables en entreprise établis par l'IFAC, mais aussi par des codes, des principes et des règles déontologiques stricts. Dans ces codes, il est toujours fait mention de la nécessité pour les professionnels comptables de faire preuve d'intégrité, de professionnalisme et de connaissance des affaires pour servir et protéger les intérêts de la société (CPA Canada 2014).

La conscience d'avoir pour rôle de répondre aux besoins de la société (en se fondant sur les bonnes pratiques et l'état actuel de la science) devrait guider les professionnels comptables lorsqu'ils portent un jugement sur l'importance

relative d'une information et sa pertinence pour les décideurs internes et externes, et les parties prenantes en général. Cela peut aller jusqu'à se préoccuper davantage des effets des FFCCT sur le climat.

Principes comptables généralement reconnus (PCGR) du Canada

Les PCGR sous-tendent les concepts et méthodes de présentation utilisés pour la préparation des états financiers à usage général destinés aux décideurs extérieurs à l'organisation (CPA Canada 2015). Ils n'ont pas été conçus pour la communication d'informations de nature volumétrique (par exemple, sur les émissions de carbone d'une société). Cela dit, dans la mesure où les émissions de carbone ont des conséquences financières pour une entreprise, par exemple lorsque celle-ci doit payer une taxe sur le carbone ou se soumettre à un dispositif de quotas d'émission cessibles, ces conséquences doivent être reflétées dans les états financiers. Les PCGR sont présentés dans différents manuels qui énoncent les normes applicables aux différents types d'entités publiantes. Les Normes internationales d'information financière (IFRS), qui s'appliquent aux entreprises privées ayant une obligation d'information du public, se trouvent dans la Partie I du *Manuel de CPA Canada – Comptabilité*, tandis que les autres normes, qui s'appliquent aux autres entreprises privées, aux organismes sans but lucratif et aux entités du secteur public, se trouvent ailleurs. Les IFRS sont le référentiel comptable dont il sera question dans le reste de ce chapitre, à moins d'indication contraire.

Ni les IFRS ni d'autres PCGR du Canada n'établissent actuellement de normes particulières pour les sociétés qui présentent les conséquences financières de leurs émissions de gaz à effet de serre. Le texte *Droits d'émissions*, publié en 2004 par l'IFRS Interpretations Committee, fournissait des indications comptables sur les dispositifs de quotas d'émission cessibles, mais il a été retiré en 2005 dans l'attente de la conclusion de travaux sur d'autres projets pertinents de l'International Accounting Standards Board (IASB). En 2007, l'IASB a approuvé un projet de recherche sur la comptabilisation des opérations sur les gaz à effet de serre selon les IFRS (*Mécanismes de tarification des polluants*); ce projet de recherche était toujours en cours en 2015.

Même si on ne dispose toujours pas d'indications précises, il est possible d'appliquer les principes énoncés dans le *Cadre conceptuel de l'information financière*, qui sous-tend les IFRS, aux questions de comptabilité et d'information financière concernant les émissions de gaz à effet de serre. Le *Cadre conceptuel* vise à favoriser l'élaboration cohérente et logique de normes et à servir de fondement à l'exercice du jugement aux fins de la résolution des questions comptables.

Parmi les concepts exposés dans le *Cadre conceptuel*, ceux considérés comme présentant un intérêt aux fins de l'information financière relative aux émissions des gaz à effet de serre sont les suivants :

- dans le **chapitre 1**, « Objectif de l'information financière à usage général » : l'utilité pour la prise de décisions;
- dans le **chapitre 3**, « Caractéristiques qualitatives de l'information financière utile » : la pertinence, l'importance relative et, tout particulièrement, la fidélité;
- dans le **chapitre 4**, les éléments des états financiers, la comptabilisation et l'évaluation.

Les autres textes des IFRS qu'il serait souhaitable que les professionnels comptables consultent en vue de refléter les effets des FCCCT d'une organisation dans ses états financiers comprennent les indications relatives aux critères de comptabilisation et d'évaluation des éléments suivants :

- la dépréciation d'actifs (norme IAS 36);
- les provisions et les passifs éventuels (norme IAS 37);
- les immobilisations incorporelles (norme IAS 38).

Les professionnels comptables peuvent aussi consulter les indications particulières sur les critères de comptabilisation et d'évaluation dans les domaines où les émissions de gaz à effet de serre sont importantes, par exemple la prospection et l'évaluation de ressources minérales (IFRS 6) et les sites contaminés (chapitre SP 3260 du *Manuel de comptabilité de CPA Canada pour le secteur public*, « Passif au titre des sites contaminés »).

En résumé, les PCGR établissent des normes comptables qui s'appliquent à des opérations économiques précises pour favoriser les pratiques les plus uniformes possible en matière d'information financière à usage général. Ils visent à fournir des informations pertinentes aux décideurs externes, y compris aux investisseurs et aux bailleurs de fonds, en vue de la prise de décisions judicieuses en matière d'investissement et de prêt (CPA Canada 2015).

Vis-à-vis des FCCCT et de leurs effets sur l'environnement, les professionnels comptables devraient donc s'intéresser à ce que cela implique pour les états financiers de leur organisation et les obligations d'information auxquelles elle pourrait avoir à satisfaire.

Concepts des PCGR utiles pour la présentation d'information sur la valeur temps du carbone

L'un des concepts qui présentent le plus d'intérêt au regard de notre propos est sans doute la caractéristique qualitative qu'est la fidélité. Selon le *Cadre conceptuel de l'information financière*, « [l]es rapports financiers représentent des phénomènes économiques au moyen de mots et de chiffres. Pour être utile, l'information financière doit non seulement représenter des phénomènes pertinents, mais aussi donner une image fidèle de ceux qu'elle prétend représenter. » Par analogie, on pourrait dire que les informations sur les émissions de carbone doivent donner une image fidèle de l'effet de ces émissions, y compris des aspects relatifs au passage du temps.

Les PCGR renferment un concept particulièrement pertinent eu égard à la reconnaissance et à la communication, par une organisation, des effets de ses émissions FFCCT sur le climat, à savoir la répartition du coût des actifs à long terme sur différentes périodes, c'est-à-dire l'amortissement.

IAS 16 définit l'amortissement comme « la répartition systématique du montant amortissable d'un actif sur sa durée d'utilité », et la durée d'utilité comme « la période pendant laquelle l'entité s'attend à pouvoir utiliser un actif [...] ou [...] le nombre d'unités d'œuvre ou d'unités similaires que l'entité s'attend à obtenir de l'actif ». Cette norme précise que la « durée d'utilité d'un actif est définie en fonction de l'utilité attendue de cet actif pour l'entité. [...] En conséquence, la durée d'utilité d'un actif peut être plus courte que sa vie économique. L'estimation de la durée d'utilité de l'actif est affaire de jugement [...] ».

IAS 16 précise également que « [l]e mode d'amortissement utilisé doit refléter le rythme selon lequel l'entité s'attend à consommer les avantages économiques futurs liés à l'actif » et que « [d]ifférents modes d'amortissement peuvent être utilisés pour répartir de façon systématique le montant amortissable d'un actif sur sa durée d'utilité ». De plus, « [l]'entité sélectionne le mode qui reflète le plus étroitement le rythme attendu de consommation des avantages économiques futurs représentatifs de l'actif. Ce mode d'amortissement est appliqué de la même manière d'une période à l'autre, sauf si le rythme attendu de consommation de ces avantages économiques futurs varie ».

La reconnaissance et la communication des effets à *court terme* des émissions FFCCT d'une organisation sur le climat seraient le reflet de ce concept. On peut en effet établir une analogie entre le choix d'un horizon temporel approprié pour l'évaluation des effets des FFCCT sur le climat et le choix d'une période d'amortissement appropriée. Dans les deux cas, l'intervalle de temps doit correspondre à la réalité physique : pour les FFCCT, il s'agit de leur contribution

aux changements climatiques au fil du temps, et dans le cas d'un actif, de la durée d'utilité. Selon les protocoles actuels, le PRG est établi sur la base d'un horizon temporel de 100 ans et sur l'hypothèse selon laquelle le rythme d'épuisement ne varie pas, ce qui s'apparente au concept de l'amortissement linéaire. Or, les effets significatifs des FFCCT sur le climat sont au départ très élevés, mais diminuent rapidement avec le temps, et ces effets ont pour l'essentiel pris fin dans l'intervalle de 20 ans qui suit l'émission des gaz. Ce rapport propose donc l'utilisation d'un horizon temporel (ou durée d'utilité) qui correspond plus étroitement aux effets significatifs des FFCCT et qui met en lumière les variations du rythme d'épuisement des émissions. Cette dernière approche ressemble davantage à une méthode d'amortissement linéaire appliquée à une durée d'utilité plus courte. On pourrait aussi faire le parallèle avec les concepts qui sous-tendent les méthodes de l'amortissement dégressif ou des unités de production.

Applications possibles pour les professionnels comptables

Lorsqu'une organisation obtient de nouvelles informations (par exemple, en raison de changements dans son environnement économique ou de l'évolution des meilleures pratiques d'interprétation des données), elle-même et ses professionnels comptables doivent déterminer la manière et le moment qui conviennent pour intégrer les nouvelles informations dans les systèmes actuels d'information et d'aide à la décision. Car meilleure est l'information, plus facile est la prise de décisions.

Il devient de plus en plus crucial pour l'avenir de la planète de prendre des mesures énergiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les entreprises averties et la société comprennent que ce qui compte, ce sont les effets réels sur le climat, quelles que soient les méthodes comptables qu'un protocole quelconque ou encore la réglementation impose pour la communication d'information sur les émissions de gaz à effet de serre.

En disposant d'informations qui décrivent avec plus d'exactitude les effets des FFCCT sur le climat, les décideurs internes et externes peuvent prendre des décisions plus éclairées et consacrer leurs ressources limitées à la réduction des émissions les plus néfastes. S'ils disposent d'informations qui rendent mieux compte du véritable effet des activités de l'organisation, de l'affectation des ressources et des choix d'investissements, les décideurs comprendront mieux les risques, occasions, compromis et rendements qui se rattachent à

ces décisions. De même, les chefs d'entreprises auront eux aussi une meilleure compréhension des possibilités d'amélioration de l'avantage concurrentiel et d'atténuation des risques d'entreprise.

À des fins d'illustration, nous nous arrêterons ici sur deux FFCCT : le méthane et le HFC-134a. Le méthane servira d'exemple pour traiter des principes comptables et de leur application. Le Tableau 2 montre les variations des effets du méthane sur les changements climatiques sur un horizon temporel de 100 ans en comparaison de ceux du dioxyde de carbone. Il montre aussi les différents taux d'élimination de ces gaz de l'atmosphère. Il présente enfin les valeurs d'« énergie totale ajoutée au système climatique », lesquelles permettent de comparer la contribution du méthane et celle du dioxyde de carbone aux changements climatiques.

TABLEAU 2. CONTRIBUTION DU MÉTHANE AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE PAR RAPPORT À CELLE DU DIOXYDE DE CARBONE AU FIL DU TEMPS

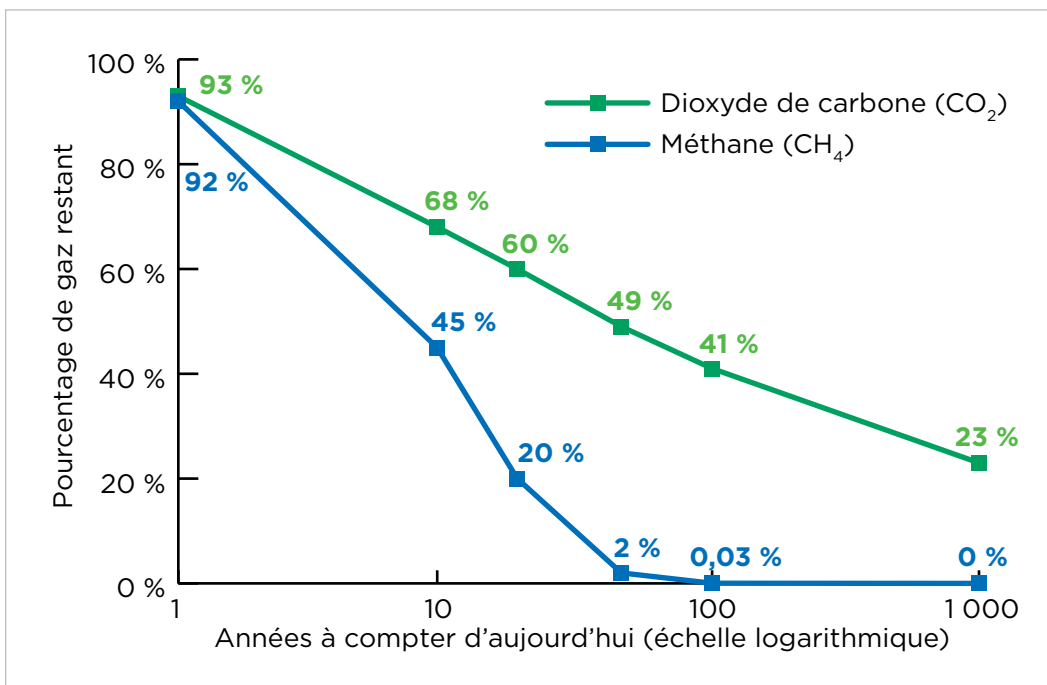
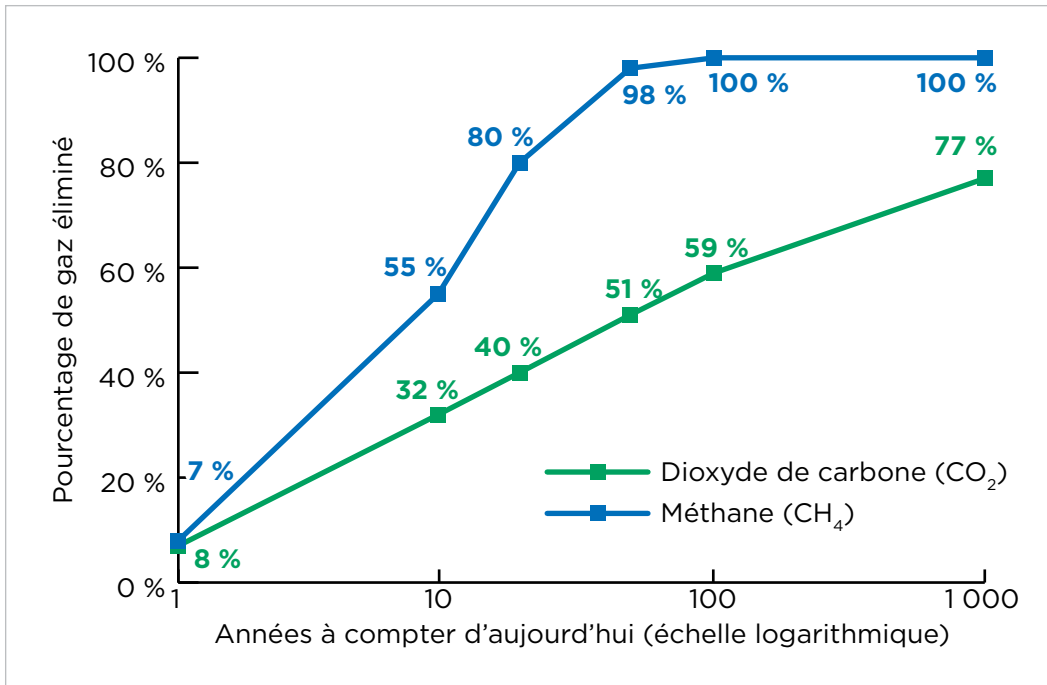
	Nombre d'années à compter d'aujourd'hui					
	1	10	20	50	100	1 000
Énergie totale ajoutée au système climatique⁷						
a) Méthane ($\text{W.m}^{-2}.\text{kg}^{-1}.\text{année} \times 10^{-15}$)	204	1 456	2 106	2 583	2 629	2 630
b) Dioxyde de carbone ($\text{W.m}^{-2}.\text{kg}^{-1}.\text{année} \times 10^{-15}$)	1.6	14	25	53	92	545
PRG (a/b)	124	104	85	49	28	5
% de gaz restant (après l'émission d'une unité de gaz au moment 0)						
Méthane	92 %	45 %	20 %	1,8 %	0,03 %	0 %
Dioxyde de carbone	93 %	68 %	60 %	49 %	41 %	23 %
Élimination cumulative sur 100 ans (= 1 - % de gaz restant)						
Méthane	8 %	55 %	80 %	98,2 %	99,97 %	100 %
Dioxyde de carbone	7 %	32 %	40 %	51 %	59 %	76 %

La Figure 1 illustre les données du Tableau 2 relatives à la décomposition du gaz et au gaz restant au fil du temps. Comme le montrent la Figure 1 et le Tableau 2, les effets du méthane sur le climat se produisent pour l'essentiel dans les quelques décennies qui suivent son émission, 80 % de ces effets sur le climat ayant pris fin après 20 ans, et la quasi-totalité après 50 ans. Cette

7 Une explication des unités d'énergie dont il est question dans ce tableau se trouve à l'annexe I.

situation contraste avec les effets du gaz de référence, c'est-à-dire le dioxyde de carbone, qui affecte le climat sur un horizon temporel beaucoup plus long et continue de contribuer au réchauffement climatique même après 1 000 ans.

FIGURE 1. COMPORTEMENT DU MÉTHANE ET DU DIOXYDE DE CARBONE AU FIL DU TEMPS



Les graphiques de la Figure 1 présentent les mêmes données, mais sous des angles opposés. Le graphique de gauche montre que le méthane et le dioxyde de carbone s'éliminent de l'atmosphère à des taux différents, alors que le graphique de droite montre la proportion de chaque gaz restant dans l'atmosphère au fil du temps.

Pratiques actuelles en matière d'information et difficultés s'y rattachant

Comme le veut le dicton, on ne gère bien que ce que l'on peut mesurer. Or, les pratiques relatives à la collecte, au suivi et à l'utilisation des données sont dictées par les obligations d'information. Les protocoles actuels de communication d'information sur les émissions satisfont aux besoins de la réglementation, mais ils posent quelques difficultés à l'organisation qui souhaite utiliser les mêmes informations pour la gestion des risques, la prise de décision à l'interne ou la reddition de comptes aux parties prenantes.

Par exemple, si l'on suit les protocoles actuels, une organisation qui émet 1 000 tonnes de méthane dans l'année considérée ferait état de 28 000 tonnes d'équivalent CO₂ dans la plupart des rapports qu'elle produit à des fins de déclaration des émissions et de tarification du carbone. Cependant, si l'organisation veut tenir compte de ce que l'essentiel des effets aura pris fin dans les 20 prochaines années, elle peut appliquer un facteur PRG₂₀ de 85 à ses émissions et ainsi constater des émissions de 85 000 tonnes d'équivalent CO₂.

De plus, après l'année considérée, l'organisation ne sera plus tenue, en vertu des protocoles, de suivre ou de déclarer les effets continus de ces émissions. Les émissions de gaz à effet de serre sont comptabilisées et communiquées une fois seulement (dans l'année où les gaz sont émis), même si les effets sur le climat de certains de ces gaz se poursuivent pendant des dizaines, voire des milliers, d'années.

Les professionnels comptables peuvent toutefois, pour mieux rendre compte des effets des FFCCT de l'organisation au regard de la valeur temps, s'appuyer sur un certain nombre de concepts, dont les notions relatives aux méthodes d'amortissement, les modèles de comportement des coûts par rapport aux volumes, la pertinence des informations eu égard à la prise de décisions et les concepts de valeur actuelle.

Le concept de la répartition des coûts sur différentes périodes (comme pour l'amortissement)

Le PRG compare deux gaz qui présentent des rythmes d'élimination et des durées de vie très différents. Par exemple, le méthane cesse généralement d'avoir un effet sur le climat après 20 ans, et ce gaz est éliminé à 98 % après 50 ans. À l'inverse, les effets sur le climat du dioxyde de carbone n'ont pas totalement pris fin même après 1 000 ans. Le méthane et le dioxyde de carbone ont des pourcentages de décomposition cumulatifs semblables à 20 ans et à 1 000 ans, respectivement.

Le concept de valeur actuelle

L'emploi d'un PRG établi sur 100 ans s'apparente dans une certaine mesure au concept de la valeur actuelle, puisque les effets sur le climat sur un horizon de 100 ans sont présentés sous la forme d'une émission « équivalente » dans l'année 1. On pourrait appliquer une autre méthode, qui consisterait à faire état des émissions de méthane au moyen d'un PRG à 1 an (PRG_1) de 124 ou d'un PRG à 20 ans (PRG_{20}) de 85 plutôt qu'au moyen d'un PRG à 100 ans (PRG_{100}) de 28. Il est bon que les professionnels comptables sachent que le Protocole de Kyoto permettait l'utilisation de différents horizons temporels : [TRADUCTION] « En outre, à des fins d'information seulement, les parties peuvent aussi utiliser un autre horizon temporel, comme l'indique le deuxième rapport d'évaluation » (CCNUCC 1997).

Le concept de l'information pertinente

Étant donné les durées de vie différentes du méthane et du dioxyde de carbone, on se trouve en fait, à compter d'un certain point dans le temps, à calculer le PRG en employant une valeur fixe pour le numérateur et une valeur variable pour le dénominateur. Par exemple, après 50 ans, le méthane est presque complètement éliminé de l'atmosphère (ou « amorti »), ce qui signifie que le numérateur du ratio PRG atteint une valeur fixe, tandis que seulement 50 % du dioxyde de carbone a disparu. Comme les protocoles actuels de communication d'information sur les gaz à effet de serre reposent sur des PRG à 100 ans, la PRG qui en résulte pour le méthane passe dans les faits d'une valeur de 85 pour un horizon à 20 ans à une valeur de 28 pour un horizon à 100 ans. Cette situation pose un problème d'utilité pour la prise de décisions puisqu'une information pertinente doit être une information utile.

Choix d'un horizon temporel et d'un PRG pertinents

Il est bon que les professionnels comptables cherchent à déterminer l'horizon temporel et le PRG qui correspondent le mieux aux effets des FFCCT sur le climat, compte tenu de l'utilisation qui sera faite de l'information produite.

Pour le méthane, une organisation pourrait envisager les possibilités suivantes :

- un PRG_{100} de 25 selon le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (2007) et la plupart des protocoles de communication d'information;
- un PRG_{100} de 28 selon le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (2013);
- un PRG_{20} de 85 selon le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (2013), ce qui correspond à l'horizon temporel le plus pertinent en ce qui a trait aux risques, soit 20 ans;
- un PRG_1 de 124 selon une optique de coût d'opportunité;
- un PRG représentatif soit de la durée d'utilité du projet ou de l'actif concerné, soit de l'horizon temporel du cycle de planification stratégique à long terme de l'entité;
- un PRG approximatif déterminé à l'aide d'une formule de valeur temps (voir l'[annexe II](#), « Le modèle de la valeur temps du carbone »).

Le choix d'un PRG fondé sur les connaissances scientifiques actuelles et un horizon temporel qui correspond davantage au risque pourrait avoir un effet significatif sur les décisions d'investissement et l'évaluation des risques. Par exemple, l'adoption d'un horizon de 20 ans aurait pour effet de multiplier par trois la valeur du méthane en équivalent CO_2 par rapport à la plupart des protocoles actuels.

Avantages d'une réduction des FFCCT

En réduisant ses émissions FFCCT, une organisation pourrait non seulement atténuer immédiatement ses effets sur le système climatique et les autres systèmes de la planète, mais peut-être aussi augmenter son chiffre d'affaires ou réduire ses coûts. Par exemple, si une société de gaz naturel réduit ses émissions fugitives de méthane, elle aura davantage de gaz à vendre. Si une municipalité capte le méthane provenant de son site d'enfouissement, elle pourra en tirer des recettes supplémentaires. En outre, il se peut que les organismes de réglementation modifient leurs exigences de déclaration si elles possèdent une meilleure compréhension des effets des FFCCT sur le climat et de la nécessité d'agir sur le court terme, ce qui pourrait créer pour les organisations de nouvelles incitations à réduire les émissions de ces gaz et accroître pour celles qui ne le feraient pas le risque lié à la réglementation. L'utilisation d'une approche axée sur la valeur temps pourrait amener les organisations à

prendre de meilleures décisions et les pouvoirs publics à améliorer leurs politiques et leurs mesures incitatives, ce qui se traduirait par une diminution des effets sur l'environnement qui affectent la société dans son ensemble.

Un rapport publié en 2012 par KPMG International présentait une analyse fort intéressante des risques et occasions associés à 10 forces incontournables sur le plan de la durabilité et auxquelles, de l'avis du cabinet, toutes les entreprises seront exposées au cours des 20 prochaines années (KPMG 2012). KPMG voit dans les changements climatiques la force primordiale, qui affectera toutes les autres si aucune action significative n'est entreprise. En outre, KPMG présente une analyse pour des secteurs clés comme le secteur pétrogazier. Compte tenu des risques et des occasions énumérés par KPMG International, on pourrait résumer ainsi l'analyse justifiant une réduction des FFCCT :

- mise en valeur des occasions et exercice d'un leadership authentique :
 - exploiter les coûts d'opportunité (par exemple, capter le méthane qui était auparavant dispersé dans l'atmosphère, afin d'en tirer un chiffre d'affaires),
 - investir dans des gammes de produits plus durables (par exemple, des fluides frigorigènes moins dommageables),
 - réduire les coûts sociaux (par exemple, les coûts associés aux litiges, à l'agitation sociale [manifestations] et aux interventions dans le cadre des processus d'examen),
 - exploiter les avantages impalpables d'un leadership authentique (par exemple, l'effet positif sur la réputation, la marque, et l'appui du personnel et des parties prenantes ainsi que la diminution des campagnes de désinvestissement);
- atténuation des risques :
 - réduire les risques externes (par exemple, les risques liés à la réglementation, à l'atteinte à la réputation et aux litiges),
 - réduire les risques opérationnels (par exemple, de perturbations de la chaîne d'approvisionnement, de volatilité des coûts et des infrastructures, et d'autres interruptions des activités courantes).

Applications pour la comptabilité et la communication d'information

Les protocoles actuels de communication d'information sur les gaz à effet de serre varient selon les pays et la destination des informations. Les déclarations réglementaires supposent généralement l'application d'une méthode prescrite pour la déclaration obligatoire des émissions, alors que les référentiels pour la communication volontaire d'information sur les émissions comportent des lignes directrices générales et offrent un choix d'indicateurs. En général, ces protocoles prévoient l'utilisation de PRG à 100 ans. Cet horizon s'applique même lorsque les effets significatifs sur le climat de certains FFCCT comme le méthane se limitent à un intervalle de temps beaucoup plus court.

Les organisations disposent d'une grande diversité d'applications potentielles pour leurs informations supplémentaires sur les émissions FFCCT. Elles peuvent transformer les informations qu'elles présentent actuellement aux utilisateurs internes et externes, par exemple de manière à faire état explicitement des effets des FFCCT sur le climat sur un horizon à 20 ans. Elles peuvent aussi communiquer l'information sur les émissions dans des rapports supplémentaires qui font état des émissions et des efforts de réduction dans le cadre de leurs activités et de leur utilisation de produits.

Options concernant la comptabilité et l'information de gestion

On pourrait volontairement inclure des informations supplémentaires sur les FFCCT dans n'importe quelle composante du cadre de gestion stratégique interne d'une entité (IFAC 2012). Ces composantes comprennent :

- le cadre de gouvernance;
- le plan stratégique et le plan d'exploitation;
- les programmes de gestion des risques d'entreprise;
- les pratiques internes de comptabilité de gestion;
- les systèmes de comptabilité carbone;
- les techniques d'évaluation des investissements et les autres outils d'aide à la décision;
- les systèmes d'affectation et de contrôle des ressources;
- les systèmes de gestion et d'évaluation du rendement (y compris les régimes de rémunération).

Selon l'IFAC, pour que la communication de telles informations bonifiées sur les émissions s'inscrive dans les pratiques courantes de l'entreprise, il est souvent crucial de les envisager avec une approche systématique :

[TRADUCTION] Pour améliorer la performance et la transparence en matière sociale et environnementale, il faut que la gestion stratégique et tactique des questions de développement durable soit alimentée par des flux d'information. [...] La réduction des externalités environnementales et sociales nécessite un effort systématique de collecte de données et d'informations ainsi que l'utilisation de méthodes appropriées de comptabilisation, de détermination du coût et d'évaluation. Les organisations qui jugent important de connaître les effets qu'elles exercent et d'intégrer les questions de développement durable dans leur processus décisionnel doivent adopter une méthode systématique et structurée afin de disposer d'informations utiles à la prise des décisions sur la façon : a) de gérer les effets sociaux et environnementaux de leurs activités; b) d'en améliorer la valeur ajoutée sur les plans social et environnemental. (IFAC 2012)

Pour certaines organisations, il pourrait suffire de transformer les informations qualitatives (par exemple, aux fins des techniques d'évaluation des investissements ou d'un tableau de bord équilibré) de manière à illustrer les occasions et avantages rattachés aux décisions à court terme de réduction des FFCCT. D'autres organisations devront recourir à des approches systématiques pour améliorer des pratiques de longue date.

Options relatives à la communication externe de l'information

Les options relatives à la communication externe de l'information dépendent grandement de l'objet et de la nature de la communication. Il existe un plus grand nombre d'options pour la présentation d'information supplémentaire sur les FFCCT lorsque l'information est communiquée volontairement. Par contre, la communication exigée en vertu d'une réglementation ou assujettie à des normes peut nécessiter le respect de critères précis, même en ce qui concerne les informations qualitatives. Voici donc des options possibles relativement à la communication externe de l'information :

- communication externe d'informations supplémentaires :
 - informations présentées sur le Web au sujet de l'organisation,
 - rapports sur le développement durable visés par un protocole (le référentiel de la Global Reporting Initiative [GRI] et le cadre de communication de l'information sur le climat du Carbon Disclosure Standards Board sont deux exemples de référentiels d'information sur le développement durable mondialement reconnus);

- déclarations exigées par la réglementation et indications connexes :
 - déclarations produites à l'autorité publique ou à l'organisme de réglementation des valeurs mobilières compétent (par exemple, les déclarations exigées par la Bourse de Toronto en matière d'information environnementale et par la Province de la Colombie-Britannique en matière de tarification du carbone),
 - les indications relatives aux informations à fournir dans les déclarations à déposer périodiquement auprès des autorités de réglementation des valeurs mobilières;
- états financiers fondés sur les PCGR :
 - constatation des incidences financières dans les états financiers de la société conformément aux principes comptables servant à déterminer si une opération a eu lieu (CPA Canada 2015),
 - présentation des incidences financières par voie de notes (le professionnel comptable se reporte aux PCGR et aux composantes d'un cadre conceptuel pour y trouver des indications sur les informations à fournir dans les notes afférentes aux états financiers).

Les propos du présent chapitre permettent de dégager plusieurs conclusions :

- l'horizon de 100 ans actuellement retenu pour la présentation de l'effet « équivalent » des gaz à effet de serre sur le climat ne rend pas pleinement compte des effets significatifs à court terme des FFCCT;
- les organisations peuvent procéder de plusieurs manières pour attirer l'attention sur les FFCCT. La comptabilisation des incidences financières des FFCCT peut révéler de nouveaux exemples particulièrement intéressants de prise en considération de la prééminence de la substance par les comptables dans l'exercice de leur jugement professionnel en matière d'information financière établie selon les PCGR. Cette question devra faire l'objet de plus amples recherches et discussions. Les autres options étant à caractère plus volontaire ou d'orientation plus interne, elles sont probablement plus faciles à mettre en œuvre à court terme;
- il faudrait que les données servant à la prise de décisions donnent une image fidèle du problème et soient pertinentes eu égard aux décisions. Une « image fidèle » peut vouloir dire une estimation valable de la durée pendant laquelle les émissions auront des effets sur le climat et du profil de ces effets. Les hypothèses concernant l'amortissement peuvent être considérées comme une bonne analogie à cet égard. Une « image fidèle » peut aussi signifier que l'on reconnaît que, jusqu'à présent tout au moins,

les préoccupations de l'organisation au sujet des effets d'une émission donnée dans une année future étaient peut-être moindres que les préoccupations au sujet de ce même effet dans une année antérieure. Cette reconnaissance s'apparente au calcul de la valeur actuelle, qui attribue une valeur moindre aux flux de trésorerie des années les plus lointaines qu'à ceux des années les plus proches;

- des cadres de décision appropriés permettent à la direction de prendre de bonnes décisions quant aux investissements dans des initiatives de réduction des FFCCT. Les comptables peuvent aider à l'élaboration de ces cadres grâce à la formation pratique et théorique qu'ils ont acquise en matière de qualité des données et de présentation de l'information, qui sont des questions importantes en ce qui concerne les décisions d'investissement;
- les professionnels comptables peuvent aider les organisations à voir l'avantage de considérer les effets à court terme des FFCCT sur le climat dans l'optique des connaissances scientifiques actuelles. L'utilisation d'horizons temporels plus appropriés pourrait permettre la prise de meilleures décisions sur la réduction des émissions et la mise en œuvre d'actions plus efficaces par les parties prenantes comme les chefs de file des secteurs d'activité, les autorités de réglementation et les responsables de l'élaboration de politiques publiques, les organismes qui établissent des normes en matière d'information sur les gaz à effet de serre, les utilisateurs de substances produisant beaucoup d'émissions, les collectivités locales et la société dans son ensemble.

CHAPITRE 3

Atténuation des facteurs de forçage du climat à court terme

Le présent chapitre traite de la manière de réduire les FFCCT à l'échelle internationale, nationale et municipale, et à l'échelle de l'entreprise.

Initiatives fructueuses à l'échelle internationale

Un certain nombre de pays, de collectivités et d'entreprises s'efforcent individuellement de réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais on trouve aussi des exemples prometteurs d'une collaboration internationale qui a permis de réduire les émissions d'autres gaz néfastes pour l'environnement comme le dioxyde de soufre (SO₂) et les oxydes d'azote, auxquels on doit les pluies acides et le smog, de même que les CFC, responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone.

Ainsi, grâce au *Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone*, signé par 191 pays en 1987, on a éliminé la production de 98 % de ces substances. Ce que les parties au traité ont fait a eu pour conséquence directe de réduire les concentrations atmosphériques de substances appauvrissant la couche d'ozone par rapport aux niveaux les plus élevés du début des années 1990 (Velders et coll. 2012).

De même, le Canada a collaboré avec les États-Unis à certaines initiatives visant à réduire les émissions de SO₂ et de NO_x à l'origine des pluies acides. Selon Environnement Canada, « en 2010, les États-Unis ont réduit leurs

émissions totales de SO₂ de 67 % par rapport aux émissions de 1990 pour les sources visées, tandis que le Canada a réduit les siennes de 57 % » (Gouvernement du Canada 2012).

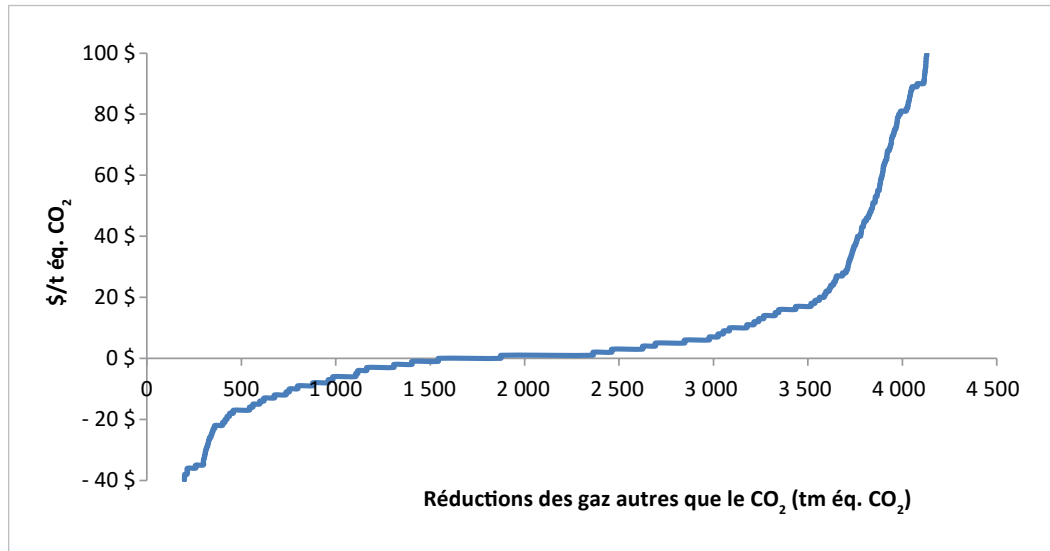
Pour ce qui est des FFCCT, un certain nombre d'initiatives à l'échelle internationale soutiennent les efforts des pays et des entreprises qui cherchent à réduire leurs émissions. Ces initiatives comprennent la Global Methane Initiative de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis et la Coalition pour le climat et l'air pur visant à réduire les polluants de courte durée de vie, soutenue par le PNUE et à laquelle le Canada participe.

Le rapport détaillé de l'EPA, *Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030*, présente une estimation des coûts et des avantages d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre autres que le CO₂, dont les FFCCT (EPA 2013). Le rapport de l'EPA précise ceci : [TRADUCTION] « En l'absence d'un signal de prix (c'est-à-dire à 0 \$/t éq. CO₂), le potentiel d'atténuation mondiale est supérieur à 1 800 millions de tonnes métriques d'équivalent CO₂ (tm éq. CO₂), ou 12 % des émissions de référence. À mesure qu'augmente le prix qui établit le seuil de rentabilité, le potentiel d'atténuation croît. Il est possible de profiter d'occasions d'atténuation importantes dans la fourchette inférieure de ces prix. Le potentiel d'atténuation mondiale à un prix de 10 \$/t éq. CO₂ est supérieur à 3 000 tm éq.-CO₂, ou 20 % des émissions de référence » (EPA 2013). Ce résultat est représenté à la Figure 2.

En d'autres mots, en se fondant sur un niveau de référence des émissions de méthane mondiales de 714 millions de tonnes par année (environ 15 milliards de tonnes d'équivalent CO₂ selon un PRG₁₀₀ de 21), l'EPA conclut que la première tranche de 12 % de réduction des émissions de méthane mondiales se financerait d'elle-même et qu'un prix qui ne serait que de 10 \$/tonne d'éq.-CO₂ donnerait lieu à une réduction de 20 % des émissions.

Il convient de noter que le rapport de l'EPA est fondé sur un PRG à 100 ans de 21 pour le méthane, qui est conforme au premier rapport d'évaluation du GIEC, mais inférieur à la valeur de 28 mentionnée dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC, et de beaucoup inférieur à la valeur de 85 obtenue pour un horizon temporel à 20 ans. Il serait intéressant, à un stade de recherche ultérieur, de modéliser le coût marginal d'atténuation avec les plus récentes valeurs de PRG du GIEC, en particulier pour les effets des FFCCT sur un horizon temporel à 20 ans.

FIGURE 2. TOTAL DES COÛTS MARGINAUX DE RÉDUCTION POUR LA PLANÈTE (EPA 2013)



En juin 2014, Environnement Canada a passé le *Règlement multisectoriel sur les polluants atmosphériques*, qui vise une réduction de 2 065 000 tonnes des émissions de NO_x et de 96 000 tonnes des émissions de SO₂ avant 2035. L'étude d'impact de la réglementation réalisée par Environnement Canada relativement à ce règlement comprend une analyse des coûts et des avantages. Cette analyse montre qu'une réduction combinée de 2 161 000 tonnes de SO₂ et de NO_x apporterait au Canada un avantage net de 9,1 milliards de dollars, ce qui donne à ces réductions une valeur d'environ 4 200 \$ la tonne. Environnement Canada s'attend aussi, comme autre avantage, à des réductions de 3,4 millions de tonnes des gaz à effet de serre entre 2013 et 2035 (Gouvernement du Canada 2014a).

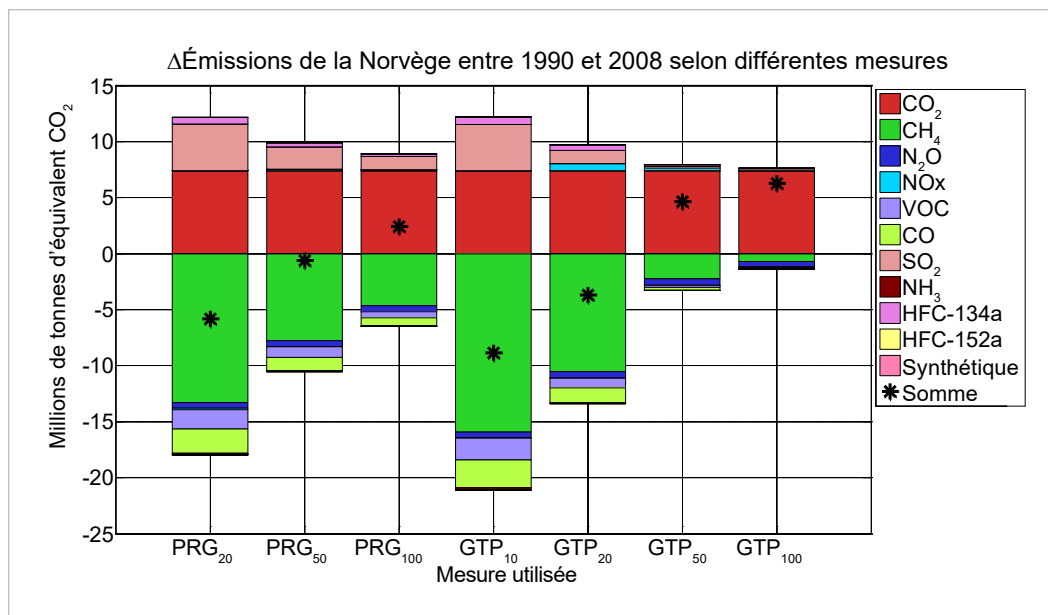
Au sujet du coût de la réduction des émissions de gaz à effet de serre en général, il est intéressant d'observer que les auteurs de l'étude d'impact précédemment mentionnée se fondent sur le coût social des émissions de carbone qui se situait entre 29,06 et 115,18 \$ la tonne de CO₂ en 2013 et précisent que les « valeurs du CSC augmentent au fil du temps de sorte à traduire la croissance des dommages marginaux causés par les changements climatiques, au fur et à mesure de l'augmentation des concentrations prévues de gaz à effet de serre » (Gouvernement du Canada 2014a). À l'invitation du ministre de l'Environnement du Canada, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE) a préparé un rapport contenant une évaluation des coûts à engager pour que le Canada atteigne son objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre établi par l'Accord de Copenhague de 2010, soit d'opérer une réduction de 607 millions de tonnes d'équivalent CO₂ d'ici 2020.

Le rapport fait état d'un écart d'environ 90 millions de tonnes d'équivalents CO_2 par année entre les émissions projetées et la cible du Canada. Le rapport précise également qu'une partie de cet écart pouvait être comblée grâce au piégeage et au stockage du carbone moyennant des coûts se situant entre 50 et 150 \$ la tonne d'équivalent CO_2 , la moyenne étant de 100 \$ la tonne d'équivalent CO_2 (TRNEE 2012).

L'exemple de la Norvège

L'exemple de la Norvège montre qu'en se concentrant sur les émissions de méthane, il est possible de réaliser une réduction nette importante des émissions des gaz à effet de serre à l'échelle nationale. Une étude de l'Agence norvégienne du climat et de la pollution indique que les émissions de gaz à effet de serre de la Norvège montrent une augmentation d'environ 2 % entre 1990 et 2008 si on utilise les traditionnels PRG à 100 ans pour les FFCCT. Par contre, sur la base de PRG à 20 ans, les émissions de gaz à effet de serre de la Norvège montrent une diminution d'environ 6 % pour la même période. Ce résultat est illustré par la Figure 3, tirée de l'étude.

FIGURE 3. RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE EN NORVÈGE ENTRE 1990 ET 2008 (AAMAAS ET COLL. 2012)



Les auteurs de l'étude ont commenté les résultats ainsi : [TRADUCTION] « [La figure montre] l'évolution des émissions en Norvège entre 1990 et 2008 selon diverses mesures. On observe une augmentation relativement faible des émissions de CO_2 , mais une réduction considérable des émissions de CH_4 . Pour plus

de la moitié des exemples présentés ici, le refroidissement attribuable à la diminution des émissions de CH₄ l'emporte sur le réchauffement causé par l'augmentation des émissions de CO₂ » (Aamaas et coll. 2012). Les diverses mesures comprennent le PRG et le potentiel d'évolution de la température planétaire (GTP) à 10, 20, 50 et 100 ans. La « somme » de la Figure 3 correspond au total des équivalents CO₂ de toutes les émissions (Aamaas et coll. 2012)⁸.

L'exploitation des mines et des carrières et l'extraction du pétrole et du gaz sont d'importantes sources d'émission de méthane. Or, la Norvège a réussi à réduire ses émissions malgré le fait que ces secteurs d'activité représentent environ 23 % de son PIB. Le Canada est capable d'obtenir des résultats semblables, car ces mêmes secteurs d'activité ne comptent que pour environ 8 % de son PIB.

Les occasions qui s'offrent aux villes

Les villes n'occupent que 2 % du territoire, mais elles utilisent 75 % des ressources de la terre et produisent une proportion semblable de tous les déchets. Les villes ont des effets environnementaux en amont, dus à l'extraction des ressources, et en aval, dus à l'évacuation des déchets et aux émissions de gaz à effet de serre. Ces effets débordent largement le périmètre territorial des villes; ainsi, on estime que Londres a besoin de 125 fois plus de terrain que son propre territoire pour répondre à ses besoins en ressources (Pearce 2006).

Cinquante-cinq pour cent de la population mondiale vit en milieu urbain, et on prévoit que ce pourcentage passera à plus de 60 % d'ici 2050, ce qui représentera 2,5 milliards de personnes de plus (Nations Unies 2014). L'expansion des milieux urbains continuera de nécessiter des investissements massifs en infrastructures qui, selon les approches adoptées en la matière, entraveront ou amélioreront la capacité de la société de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Les occasions qui s'offrent aux municipalités de réduire leurs effets sur le climat en amont, dans la chaîne d'approvisionnement, ne sont pas nécessairement évidentes. Par exemple, si on crée une nouvelle zone verte urbaine en ayant recours aux méthodes habituelles, il en résultera une augmentation de la consommation de combustibles fossiles par les véhicules et les immeubles. Cette consommation accrue nécessitera l'expansion de la chaîne

8 Le potentiel d'évolution de la température planétaire (GTP) est une mesure que l'on peut utiliser à la place du PRG.

d’approvisionnement en énergie, d’où une augmentation correspondante des émissions de gaz à effet de serre, de l’utilisation de terres pour l’extraction de combustibles fossiles et pour le traitement du pétrole et du gaz naturel, du transport du pétrole et du gaz par pipeline et par train, et de l’utilisation de navires pétroliers. Cette expansion des infrastructures en amont, causée par une demande en aval, soit l’utilisation de terres attribuable à une chaîne d’approvisionnement en énergie qui prend de l’expansion pour répondre à la demande, est appelée en anglais *energy sprawl* (littéralement : « étalement énergétique ») (Bronin 2010). Ces effets en amont débordent le périmètre territorial des villes, mais il est possible de les réduire grâce à une planification urbaine qui facilite :

- la conservation d’énergie dans les immeubles;
- le recours à des sources d’énergie durable pour les immeubles (par exemple, le chauffage solaire passif et l’énergie solaire photovoltaïque);
- l’aménagement de collectivités concentrées et l’urbanisation diversifiée pour réduire l’utilisation des combustibles fossiles par les modes de transport traditionnels;
- les solutions écologiques industrielles pour la récupération, en vue d’une utilisation locale, de l’énergie contenue dans les déchets.

Les municipalités ont aussi un contrôle direct sur les FFCCT provenant de la gestion des déchets solides (par exemple, le méthane dégagé par les sites d’enfouissement) et des déchets liquides (par exemple, le méthane dégagé par les installations de traitement des eaux usées). Dans le cas des déchets solides, la méthode traditionnelle d’atténuation des gaz à effet de serre consiste à capter les gaz (dont le méthane) émanant de la décomposition des matières organiques dans les sites d’enfouissement, ce qui peut quand même donner lieu à la libération de quantités importantes de méthane (Spokas et coll. 2006). Pour ce qui est des déchets liquides, il peut arriver que l’on mette en œuvre de nouveaux procédés de traitement sans bien tenir compte du potentiel d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre (Rosso et Stenstrom 2008).

En se concentrant davantage sur les FFCCT, il est possible de recadrer la prise de décision et de changer de paradigme de manière à passer de solutions traditionnelles à des solutions novatrices. Par exemple, une approche intégrée de récupération des ressources permet de réduire considérablement les émissions de méthane et de faire d’un « déchet » une « ressource » dont on peut tirer de l’énergie et un chiffre d’affaires, ce qui est une solution gagnante sur tous les plans (Province de la Colombie-Britannique 2009). À l’heure actuelle, la réglementation n’incite pas suffisamment à envisager les solutions novatrices comme la récupération des ressources, mais si on accordait plus d’importance

aux avantages à court terme de la réduction des émissions de méthane, on inciterait les municipalités à privilégier les solutions nouvelles et les avantages correspondants, plutôt que le *statu quo*.

Enfin, les municipalités n'ont pas intégré à leur plan sur les changements climatiques les pratiques en matière de changement d'affectation des terres et d'agriculture. Or, une meilleure compréhension du rôle de ces sources dans les émissions FFCCT ferait ressortir des occasions de réduire ces émissions de manière rentable. La réduction des FFCCT par les villes peut procurer d'autres avantages sur le plan social. Par exemple, comme le méthane contribue à la formation d'ozone nuisible à la santé de l'être humain, la réduction des émissions de méthane peut atténuer cette nuisance.

Les occasions pour les entreprises

La proportion de FFCCT dans les émissions de gaz à effet de serre des entreprises canadiennes varie considérablement selon la nature de l'organisation et son secteur d'activité. On peut cependant faire quelques généralisations et considérer que les FFCCT constituent une proportion relativement importante des émissions de gaz à effet de serre provenant du forage pétrogazier, du transport du gaz naturel, de la gestion des déchets solides et de l'agriculture. Par contre, ils constituent une proportion relativement faible des émissions provenant de l'emploi de combustibles fossiles et de biocombustibles pour la production d'électricité, le transport et le chauffage.

Les émissions fugitives libérées par les pipelines de gaz naturel et les infrastructures apparentées sont une source importante de méthane (Phillips et coll. 2013). L'Energy Information Administration (EIA) des États-Unis rapporte que les pertes connues de gaz naturel s'élevaient à 198 milliards de pieds cubes en 2013, et que 237 autres milliards de pieds cubes étaient manquants, ce qui représente 1,7 % de la totalité du gaz naturel utilisé aux États-Unis (EIA 2013). Si le gaz perdu et le gaz manquant ont été rejetés dans l'atmosphère, 8,5 millions de tonnes de méthane auraient ainsi été émises chaque année. Si l'on utilise un PRG_{100} de 28 pour le méthane, ces pertes atteindraient 240 millions de tonnes d'équivalent CO_2 , ce qui correspond approximativement aux émissions de gaz à effet de serre de 48 millions de voitures. À une valeur de 8,00 \$ US/GJ de gaz naturel, ces émissions représentent aussi une perte économique de 3,7 milliards de dollars américains par année. Il faut noter que ces estimations ne comprennent pas les pertes liées à l'extraction découlant du forage de puits et de la fracturation hydraulique.

Ces constatations montrent que ce qui peut sembler être une faible perte en pourcentage représente en fait une occasion importante sur les plans environnemental et économique.

Même si quelques études universitaires ont été réalisées sur les émissions fugitives de gaz naturel dans certaines villes, ces émissions ne figurent pas à l'ordre du jour de la plupart des municipalités. Connaître les effets de ces émissions sur le climat sur une période de 20 ans de même que l'ampleur des pertes économiques qu'elles occasionnent aux entreprises de services publics pourrait inciter les municipalités à s'intéresser aux émissions fugitives et à leur réduction (Shindell et coll. 2012, et West et coll. 2006).

À l'échelle de l'organisation, il est possible de trouver des exemples d'entreprises qui ont considérablement atténué leurs émissions tout en réduisant leurs coûts :

[TRADUCTION] En 1994, DuPont s'est engagée à abaisser ses émissions de gaz (à effet de serre) de 40 % avant l'an 2000 par rapport à ses niveaux de 1990. En 2000, la société avait atteint sa cible initiale et établi une cible plus ambitieuse encore, à savoir une réduction de 65 % avant 2010. Cependant, les gains ont été tellement impressionnants que Dupont a déjà atteint ce deuxième but. La société utilise également 7 % moins d'énergie qu'en 1990, tout en produisant 30 % de plus. Elle a ainsi économisé 2 milliards (*Business Week* 2005).

Dans l'ensemble du Canada, Sobeys a pris l'initiative de se doter de systèmes de réfrigération transcritiques au CO₂; elle en a installé 34 au total, et a approuvé l'installation de 22 autres pour 2013. La conversion au CO₂ est un élément essentiel pour que Sobeys atteigne son objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 15 % avant la fin de 2013 (Shecco 2013)⁹.

Éviter l'effet d'engagement en ce qui concerne les infrastructures

L'effet d'engagement (on parle aussi de « dépendance au sentier ») se manifeste lorsque l'entreprise ou la municipalité persiste à mettre en œuvre d'anciennes technologies ou pratiques malgré l'existence de technologies nouvelles et meilleures (Liebowitz & Margolis 2009). Cet immobilisme incite l'organisation à investir dans d'anciennes technologies malgré leur inefficacité ou

9 Dans cet exemple, les fluides frigorigènes traditionnels comme le HFC-134a sont en voie de remplacement par du dioxyde de carbone.

à éviter de nouvelles technologies sans égard à leur efficacité (Kemp-Benedict 2014). L'adoption de solutions plus efficaces se trouve reportée le plus longtemps possible en raison de préoccupations relatives à des coûts irrécupérables. L'effet d'engagement a des conséquences importantes sur la planification des entreprises et des municipalités lorsqu'il réduit à néant la prise en compte appropriée, pour l'ensemble du cycle de vie, des coûts et des avantages sur les plans environnemental, social et économique des infrastructures municipales de longue durée.

Il est crucial que les entreprises et municipalités utilisent les ressources de manière optimale pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et qu'elles réalisent une réduction maximale d'émissions par unité d'investissement. Les décisions au sujet de la gestion des déchets solides, du traitement des eaux usées, de la planification et de la construction des routes, de la politique d'affectation des terres sont parmi les décisions dont les conséquences sur les plans financier, énergétique et environnemental se feront encore sentir dans 50 et même 100 ans : [TRADUCTION] « Les décisions relatives aux infrastructures sont cruciales pour déterminer les coûts à long terme des émissions et de leur réduction, car elles sont décisives quant au nombre et au type de solutions dont on disposera dans le futur. Ces décisions déterminent les modèles de développement en matière de transport, d'urbanisme et d'affectation des terres, et elles ont une incidence sur le développement de systèmes énergétiques et la déforestation » (GIEC 1996).

Les émissions de méthane provenant des sites d'enfouissement industriels et municipaux et de l'incinération des déchets représentent des sources considérables de gaz à effet de serre sur lesquels les municipalités et les entreprises ont un contrôle direct. L'International Energy Agency (IEA) estime que les émissions de méthane libérées par les sites d'enfouissement pourraient se trouver réduites d'environ les deux tiers si une taxe de 30 \$ CA la tonne d'équivalent CO₂ était imposée sur les gaz à effet de serre (IEA 2003)¹⁰. Or, si une ville aménage un nouveau site d'enfouissement ou si elle construit un nouvel incinérateur, et qu'un engagement ultérieur à réduire les émissions de gaz à effet de serre l'oblige à adopter une autre solution en matière de gestion des déchets, non seulement elle devra absorber un coût supplémentaire important pour la mise en œuvre de la future solution de rechange, mais elle se retrouvera avec un bien à l'abandon.

10 Valeurs présentées dans le Tableau 6.3 du rapport de l'IEA en \$ US de l'année 2000, converties en \$ CA de l'année 2015.

En résumé, comme les traités internationaux ont permis de réduire les émissions d'autres gaz tels que les substances appauvrissant la couche d'ozone et le dioxyde de soufre, une action du même ordre pourrait permettre de réduire les FFCCT. À l'échelle nationale, l'expérience de la Norvège montre que l'attention accordée à un FFCCT, le méthane, permet de réduire considérablement le total national des émissions de gaz à effet de serre. Enfin, les organisations ont intérêt à prendre conscience de la valeur économique des FFCCT au moment d'envisager des investissements dans les mesures d'atténuation.

L'[annexe III](#), « Introduction aux mesures d'atténuation des FFCCT », présente un résumé des stratégies de réduction qu'il est possible d'appliquer à diverses sources de FFCCT.

CHAPITRE 4

Points de départ possibles

Les organisations qui souhaitent accroître leurs interventions en matière de FFCCT peuvent suivre ces quatre étapes :

1. **Évaluation.** Évaluer leurs propres effets à court terme sur le climat en se posant les deux questions suivantes :
 - a) Selon nos méthodes actuelles de communication de l'information, et en nous fondant sur des PRG à 100 ans, quelle proportion de nos émissions totales (tonnes/année d'équivalent CO₂) les FFCCT représentent-ils?
 - b) Si nous calculons de nouveau les émissions de gaz à effet de serre en nous fondant sur des PRG à 20 ans, quelle proportion de nos émissions totales (tonnes/année d'équivalent CO₂) les FFCCT représentent-ils?
2. **Comparaison des solutions possibles.** Examiner les solutions qui s'offrent à elles pour réduire leurs émissions des FFCCT. Il s'agirait pour les professionnels comptables de chercher à répondre, de concert avec le personnel responsable des services techniques et de l'exploitation, aux questions suivantes : Quelles sont les stratégies possibles pour réduire les FFCCT? Quels investissements ces stratégies nécessiteraient-elles et quels rendements économiques peut-on en attendre? Quels autres avantages ces investissements peuvent-ils procurer, par exemple en ce qui a trait à la santé, à la sécurité, à l'efficacité de l'exploitation, à la réputation? Voici quelques ressources à consulter :
 - a) Le Règlement multisectoriel sur les polluants atmosphériques et l'étude d'impact de la réglementation d'Environnement Canada (Gouvernement du Canada 2014a);

- b) La Global Methane Initiative de l'EPA des États-Unis, pour des suggestions sur la réduction des émissions et des informations sur les coûts marginaux de réduction des émissions (EPA 2013);
- c) La Coalition pour le climat et l'air pur visant à réduire les polluants de courte durée de vie (PNUE 2014).

3. Action. Faire en sorte que les investissements consacrés aux stratégies de réduction des émissions soient intégrés à leurs plans d'affaires. Les professionnels comptables peuvent y contribuer :

- a) en définissant clairement les coûts et avantages internes des stratégies. En particulier, ils peuvent veiller à ce que tous les coûts et avantages soient pris en compte dans cette analyse, y compris la valeur des pertes de marchandise évitées (par exemple, grâce à la réduction des fuites de gaz naturel), de même que les gains d'efficacité, le chiffre d'affaires additionnel tiré de la récupération des ressources (par exemple, la digestion anaérobie des déjections animales ou des déchets alimentaires) et les produits de la vente de crédits d'émission de carbone;
- b) en travaillant en collaboration avec le personnel responsable du développement durable pour déterminer les avantages externes des réductions d'émissions, y compris sur les plans du climat, de la qualité de l'air, de la santé humaine et de la réputation de l'organisation.

4. Communication éventuelle des progrès. Envisager, après avoir réalisé des investissements dans la réduction des FFCCT, la communication volontaire des résultats obtenus. L'information communiquée pourrait s'ajouter aux rapports actuels sur le développement durable et les gaz à effet de serre de ces organisations et porter entre autres sur les aspects suivants :

- a) les raisons pour lesquelles elles se préoccupent des FFCCT;
- b) la proportion que les FFCCT représentaient à l'origine, selon des PRG à 20 ans, dans leurs propres émissions de gaz à effet de serre;
- c) les investissements qu'elles ont réalisés et les initiatives qu'elles ont prises en vue de la réduction des émissions;
- d) les réductions d'émissions et les autres avantages qui ont découlé de ces investissements et initiatives;
- e) les plans qu'elles forment au sujet de futures réductions des émissions.

Il existe des ressources qui peuvent s'avérer utiles pour la communication de ces informations; citons en particulier le Carbon Disclosure Project (CDP) et l'initiative Science Based Targets du CDP, du World Resources Institute et du World Wildlife Fund (Science Based Targets 2015).

Tout en continuant de communiquer les informations sur les émissions de gaz à effet de serre selon les protocoles actuels, les organisations pourraient ajouter volontairement un indicateur pour les FFCCT. Ces informations supplémentaires pourraient prendre la forme illustrée au Tableau 3.

TABLEAU 3. CALCUL DES INFORMATIONS SUR LES GAZ À EFFET DE SERRE COMPRENANT LES DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES

Gaz à effet de serre	Émissions en 2015 (tonnes/année)	PRG ₁₀₀	éq. CO ₂ = Émissions × PRG (tonnes d'éq. CO ₂ /année)
Dioxyde de carbone (CO ₂)	10 000	1	10 000
Méthane (CH ₄)	100	28	2 800
Oxyde nitreux (N ₂ O)	1	265	265
HFC-134a	0,1	1 300	130
Total (selon les protocoles actuels)			13 195

Informations supplémentaires : Action visant les facteurs de forçage du climat à court terme

Gaz à effet de serre	Émissions (tonnes/année)	PRG ₁₀₀	éq. CO ₂ = Émissions × PRG (tonnes d'éq. CO ₂ /année)
Méthane (CH ₄) en 2013	200	85	17 000
Méthane (CH ₄) en 2016	100	85	8 500

Remarques

1. Nos émissions de méthane ont diminué de 50 % depuis 2013.
2. D'autres investissements visant la réduction des émissions sont prévus pour l'exercice 2016.

Lorsque les organisations communiquent des informations supplémentaires sur leurs effets à court terme sur le climat, elles devraient préciser que les émissions de gaz autres que le CO₂ ne sont pas comptabilisées en double.

CHAPITRE 5

Pistes à explorer

Les auteurs du présent rapport aimeraient proposer quelques pistes à explorer en vue de développer davantage le concept de valeur temps du carbone :

- l'approche décrite dans le présent rapport se limite au méthane et au HFC-134a, mais la même analyse peut s'appliquer aux autres FFCCT;
- les estimations des coûts de réduction des émissions de méthane réalisées à ce jour sont fondées sur un PRG_{100} de 21. Il serait intéressant de modéliser les coûts marginaux de réduction en utilisant des valeurs actuelles du GIEC sur un horizon à 20 ans;
- le présent rapport ne fait qu'aborder le sujet des avantages économiques, environnementaux et sociaux d'une réduction des FFCCT. L'analyse du cycle de vie serait utile pour explorer plus avant ces liens, en particulier en ce qui concerne la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre associées à l'agriculture, à la production et à l'épandage des fertilisants ainsi qu'à la gestion de l'eau et des déchets liquides et solides, qui tous sont des éléments interreliés de notre chaîne d'approvisionnement alimentaire;
- bien que le PRG soit largement adopté comme un indicateur utile des effets des gaz à effet de serre autres que le CO_2 , ses limites sont également reconnues dans les ouvrages scientifiques (Shine 2005). Une mesure de remplacement serait le GTP, qui permet de modéliser l'évolution de la température dans une année donnée, après une émission ponctuelle d'un gaz à effet de serre, par rapport à l'évolution de la température qui découlerait d'une émission ponctuelle d'un gaz de référence (le CO_2). Comme pour le PRG, le choix de l'horizon temporel est important (Peters 2011). Il serait intéressant d'appliquer l'approche développée dans le présent rapport au potentiel d'évolution de la température planétaire lié aux gaz à effet de serre;

- en ce qui a trait à la tarification du carbone, les organisations pourraient examiner la pertinence de modifier un tarif actuel associé aux émissions de gaz à effet de serre en fonction de l’horizon temporel pour lequel une émission donnée a un effet significatif (c’est-à-dire le temps durant lequel la catégorie d’émissions fait le plus de dommages);
- la profession comptable pourrait chercher à répondre aux questions suivantes :
 - si un cadre réglementaire s’appuie sur des connaissances scientifiques dépassées et que la communauté scientifique fournit des preuves incontestables qui amènent un changement quant à la substance économique d’un événement (donnant lieu à la communication d’informations selon les PCGR), le professionnel comptable serait-il tenu de se conformer à la *forme* (la réglementation) ou à la *substance* sous-jacente des émissions et des effets de celles-ci sur le climat?
 - serait-il approprié que les organisations intègrent à l’information les émissions de portée 3 (en particulier celles qui proviennent de produits à intensité carbonique élevée de l’organisation) en plus des effets à court terme sur le climat dont il est question dans le présent rapport? À l’inverse, dans un monde qui lutte contre les émissions de carbone, est-il acceptable (aux points de vue éthique, juridique, moral et professionnel) que les organisations qui produisent des biens à intensité carbonique élevée ne communiquent pas d’informations sur les émissions de portée 3¹¹?

11 Les émissions de portée 3 comprennent toutes les émissions indirectes qui se produisent dans la chaîne de valeur de l’organisation considérée, y compris en amont et en aval (World Resources Institute 2004).

Conclusions

La question des liens entre les gaz à effet de serre, leur effet sur le climat et les efforts pour s'attaquer aux changements climatiques est peut-être complexe, mais les messages du présent rapport sont simples :

- les émissions de carbone, comme l'argent, ont une valeur temps;
- la communication d'informations sur les gaz à effet de serre est pratique courante depuis 1990, mais les émissions continuent de croître à l'échelle planétaire, et les FFCCT augmentent plus rapidement que les émissions de dioxyde de carbone;
- il est urgent de prendre des mesures pour réduire le risque de changements climatiques éventuellement désastreux;
- les gaz à effet de serre n'affectent pas tous le climat de la même façon. L'élévation des températures à long terme est étroitement liée aux émissions totales de CO₂, mais les FFCCT influent à court terme sur le taux d'élévation des températures à l'échelle mondiale;
- la réduction des FFCCT ne fait pas appel aux mêmes stratégies que la réduction des émissions de CO₂. Il est bon que les organisations comprennent cette distinction pour mieux orienter leurs efforts en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre;
- pour comprendre l'importance des FFCCT, les organisations peuvent décider d'employer des PRG à 20 ans, car cette durée correspond davantage à l'horizon temporel pour lequel les FFCCT contribuent le plus au réchauffement climatique;

- les organisations ont maintenant l'occasion d'agir concrètement et rapidement pour contrer les changements climatiques et faire preuve de leadership en prenant conscience des multiples avantages internes et externes d'une action prompte. En voici quelques-uns :
 - la réduction des effets de l'organisation sur le climat,
 - la réduction des dommages causés par les FFCCT à la santé des humains et aux cultures,
 - la diminution des risques pour l'organisation (y compris le risque que la réglementation insiste davantage sur les FFCCT),
 - la valeur économique des investissements consacrés à la réduction des émissions;
- les professionnels comptables peuvent jouer un rôle crucial pour :
 - aider les organisations à voir, à quantifier et à définir les avantages d'une action rapide à l'endroit des FFCCT,
 - guider la prise de décisions d'investissement en entreprise en vue de réduire les émissions et de refléter comptablement, sur la base du cycle de vie, les avantages économiques, environnementaux et sociaux d'une action rapide,
 - faire ressortir les liens entre les risques, les coûts et les avantages externes d'une action rapide à l'endroit des changements climatiques, et plus particulièrement des FFCCT;
- les professionnels comptables peuvent suggérer des moyens efficaces pour atténuer le risque en général. L'identification des risques associés aux changements climatiques s'inscrit dans les rôles et responsabilités qu'exercent les professionnels comptables dans la société;
- la réglementation ne pose pas d'obstacle à la communication volontaire d'information supplémentaire sur les actions qui visent les FFCCT, et les professionnels comptables peuvent contribuer à cette communication;
- nous nous acquitterons d'autant plus efficacement de nos responsabilités à l'égard de la société que tous les professionnels comprendront le lien entre les activités humaines et les changements climatiques, de même que les différentes stratégies de réduction des émissions.

Glossaire

Terme	Explication	Source
AGTP	Potentiel d'évolution de la température planétaire absolu (<i>Absolute Global Temperature Change Potential</i>) : évolution de la température de surface du globe à un moment donné après les émissions.	GIEC 2013a
carbone	Ce terme est utilisé dans le présent rapport pour désigner indifféremment tous les gaz à effet de serre. Lorsqu'il s'agit de faire rapport sur les émissions de gaz à effet de serre, les unités de mesure sont une source de confusion. L'unité de mesure universelle est la tonne d'équivalent CO ₂ (équivalent dioxyde de carbone), mais certaines organisations utilisent comme unité les tonnes de CO ₂ , et d'autres les tonnes de C (c'est-à-dire de carbone). Une tonne de CO ₂ équivaut à une tonne d'équivalent CO ₂ , mais une tonne de C équivaut à 3,66 tonnes de CO ₂ (selon le ratio des poids moléculaires du carbone et du dioxyde de carbone).	
CH ₄	Méthane : principale composante du gaz naturel. Est aussi produit lorsque des matières organiques se décomposent en l'absence d'oxygène (par exemple, dans les sites d'enfouissement).	
changement climatique	Variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple, au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés, et qui persistent pendant une longue durée, généralement pendant des décennies, ou plus.	GIEC 2013a
CNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.	
CS	Carbone suie, aussi appelé « suie » ou « carbone noir ». Cet aérosol se forme lorsque des combustibles fossiles ou des biocombustibles brûlent de manière inefficace et sans contrôle adéquat de la pollution. Le carbone suie contribue au changement climatique en augmentant l'absorption de la lumière du soleil.	GIEC 2013a
CSC	Coût social du carbone : valeur estimée des dommages évités par la réduction des gaz à effet de serre, fondée sur l'évitement des dommages relatifs aux changements climatiques à l'échelle mondiale; ces dommages.	Gouvernement du Canada 2014a

Terme	Explication	Source
durée de vie	Expression générale qui désigne le rythme des processus qui influent sur la concentration des gaz à l'état de traces. De manière générale, la durée de vie des FFCCT se calcule en années ou en décennies. On peut trouver une définition détaillée des durées de vie dans le glossaire de l'annexe I de GIEC 2007.	GIEC 2013a
efficacité radiative	Augmentation par unité du forçage radiatif de la charge de gaz dans l'atmosphère, exprimée en $W.m^{-2}.kg^{-1}$. Par exemple, l'efficacité radiative du méthane est environ 70 fois supérieure à celle du dioxyde de carbone, alors que l'efficacité radiative du HFC-134a est 5 000 fois supérieure à celle du dioxyde de carbone.	Joos 2013
éq. CO ₂	Émission en équivalent dioxyde de carbone : quantité émise de dioxyde de carbone qui provoquerait le même forçage radiatif intégré, pour un horizon temporel donné, qu'une quantité émise d'un gaz à effet de serre au mélange homogène ou de plusieurs gaz à effet de serre au mélange homogène.	GIEC 2013a
FFCCT	Facteurs de forçage du climat à court terme : composés qui influent sur le climat principalement au cours des 10 premières années qui suivent leur émission. On les appelle également des « facteurs de forçage du climat de courte durée », des « polluants climatiques de courte durée de vie » ou des « gaz à effet de serre de courte durée de vie ». Par souci de conformité à la terminologie du GIEC, nous employons « facteurs de forçage du climat à court terme » ou « FFCCT » dans le présent rapport.	GIEC 2013a
forçage radiatif	Variation du flux de rayonnement résultant (différence entre l'éclairement descendant et l'éclairement ascendant, exprimée en $W.m^{-2}$), à la tropopause ou au sommet de l'atmosphère, due à une modification d'un agent externe du changement climatique (par exemple, une modification de la concentration de dioxyde de carbone ou du rayonnement solaire).	GIEC 2013a
FRI	Fonction de réponse impulsionnelle : abondance de gaz en fonction du temps causée par l'émission additionnelle d'un kilogramme de gaz au moment zéro.	Joos 2013
gaz à effet de serre	Tout gaz qui absorbe le rayonnement infrarouge dans l'atmosphère. Les gaz à effet de serre comprennent, sans toutefois s'y limiter, la vapeur d'eau (H ₂ O), le dioxyde de carbone (CO ₂), le méthane (CH ₄), l'oxyde nitreux (N ₂ O), les hydrochlorofluorocarbones (HCFC), l'ozone (O ₃), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF ₆).	CCNUCC 2015
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat : organisme scientifique intergouvernemental qui exerce ses activités sous l'égide du PNUE et de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) des Nations Unies.	

Terme	Explication	Source
GTP	Potentiel d'évolution de la température planétaire (<i>Global Temperature Change Potential</i>) : ratio correspondant à l'évolution de la température de surface moyenne du globe à un moment précis qui est causée par les émissions d'un gaz à effet de serre par rapport à l'évolution de la température de surface moyenne du globe qui est causée par le CO ₂ . Le GTP suppose également le choix d'un horizon temporel précis.	GIEC 2013a
halogène	Dans la communication d'information sur les émissions de gaz à effet de serre, les hydrochlorofluorocarbones (HCFC) et les hydrofluorocarbones (HFC), même si, selon la définition scientifique, un halogène est un groupe chimique d'éléments (comme le chlore et le fluor) qui produisent un sel.	US EPA 2013
HFC et HCFC	Hydrofluorocarbones et hydrochlorofluorocarbones : utilisés dans le matériel de réfrigération et de climatisation et comme propulseurs d'aérosols. Les HFC ont un potentiel faible ou nul d'appauvrissement de la couche d'ozone, mais un PRG élevé, et ils contribuent considérablement au réchauffement climatique. L'hydrofluorocarbone le plus fréquemment utilisé est le HFC-134a (dont la formule chimique est CH ₂ FCF ₃), également connu sous le nom de tétrafluoroéthane.	Environnement Canada 1996
incidences climatiques	Effets du changement climatique sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent rapport, les effets des activités humaines (par exemple, les émissions de gaz à effet de serre) sur le climat sont appelés des « effets sur le climat ».	GIEC 2001
MAC	Coût marginal de réduction (<i>Marginal Abatement Cost</i>) : coût d'élimination d'une unité d'accroissement de la pollution.	EPA 2013 (États-Unis)
Mt éq. CO ₂	Million de tonnes d'équivalent CO ₂ .	
N ₂ O	Oxyde nitreux : l'un des six gaz à effet de serre dont il est prévu de réduire les émissions en vertu du Protocole de Kyoto. La principale source anthropique d'oxyde nitreux est l'agriculture (gestion des sols et des effluents d'élevage), mais l'épuration des eaux usées, l'utilisation des combustibles fossiles et les procédés de l'industrie chimique jouent également un rôle important dans sa production. L'oxyde nitreux est aussi émis naturellement par toute une série de sources biologiques dans les sols et dans l'eau, notamment par l'action microbienne dans les forêts tropicales humides.	GIEC 2013a
NOx	NOx ou « NO _x » : monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO ₂). Le NOx se forme au cours de la combustion et de la décomposition des matières organiques. Il entraîne la formation d'ozone et, tout comme celle-ci, il est nuisible à la santé de l'être humain.	GIEC 2006
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement.	

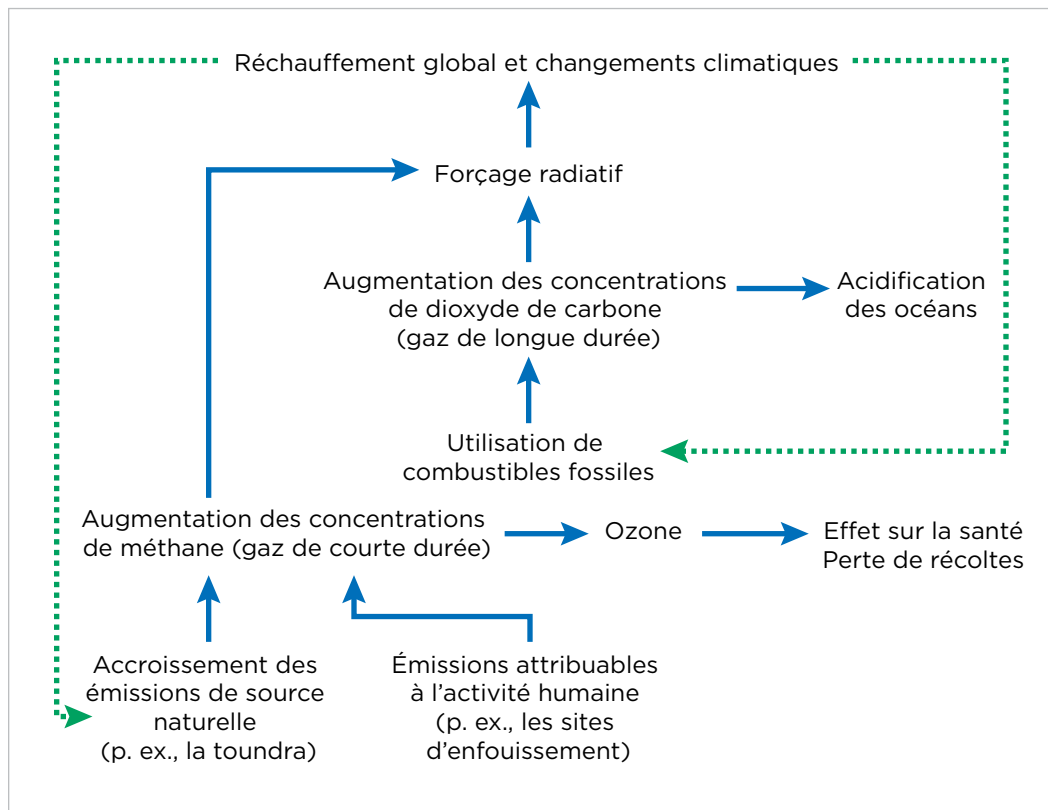
Terme	Explication	Source
p.p. 10^{12}	Partie par billion (mille milliards). En climatologie, il s'agit d'une mesure de la concentration d'un gaz dans l'atmosphère.	
ppm	Partie par million. En climatologie, il s'agit d'une mesure de la concentration d'un gaz dans l'atmosphère.	
PRG	<p>Potentiel de réchauffement global : indice fondé sur les propriétés radiatives de gaz à effet de serre au mélange homogène, qui sert à mesurer le forçage radiatif d'une unité de masse de l'un de ces gaz à effet de serre dans l'atmosphère actuelle, intégré pour un horizon temporel donné, par rapport à celui du dioxyde de carbone.</p> <p>Par exemple, PRG₁₀₀ désigne un PRG fondé sur un horizon temporel de 100 ans, alors que PRG₂₀ désigne un PRG fondé sur un horizon temporel de 20 ans.</p>	GIEC 2013a
PRGA	Potentiel de réchauffement global absolu : intégration/sommation du forçage radiatif pour un certain horizon temporel, exprimée en $W.m^{-2}.kg^{-1}.année$.	GIEC 2013a
WCI	Western Climate Initiative : coalition formée de l'Arizona, de la Californie, du Montana, du Nouveau-Mexique, de l'Oregon, de l'Utah, de Washington, de la Colombie-Britannique, du Manitoba, de l'Ontario et du Québec en vue de l'élaboration de programmes de mesure et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.	

ANNEXE I

La science derrière les facteurs de forçage du climat à court terme

Grâce à la climatologie, nous possédons une connaissance bien étayée du lien de cause à effet entre les émissions et les changements climatiques. Il est clair que certains gaz à effet de serre sont plus néfastes en raison de leur efficacité à retenir la chaleur. Tandis que certains gaz à effet de serre, comme le dioxyde de carbone, demeurent dans l'atmosphère pendant des siècles, d'autres, comme le groupe des FFCCT, sont pour ainsi dire des sprinters du réchauffement climatique. Ces gaz ne demeurent dans l'atmosphère que pendant quelques décennies, mais ils ont un effet néfaste disproportionné pendant leur durée de vie. Par exemple, sur une période de 20 ans, le HFC-134a, fluide frigorigène d'utilisation courante, est 3 700 fois plus efficace à retenir la chaleur que ne l'est le dioxyde de carbone.

FIGURE 4. LIENS ENTRE LES ÉMISSIONS ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



La Figure 4 est une illustration très simplifiée du lien entre les émissions et les changements climatiques. Les rétroactions sont illustrées au moyen de lignes pointillées. En résumé :

- l'utilisation de combustibles fossiles libère du CO_2 , un gaz qui a des effets à long terme sur le climat;
- les activités industrielles et la gestion des déchets solides libèrent du méthane, un FFCCT qui a des effets à court terme sur le climat;
- les deux catégories de gaz à effet de serre augmentent la capacité de l'atmosphère de retenir la chaleur du soleil, mécanisme appelé « forçage radiatif »;
- la contribution de chaque gaz à effet de serre au forçage radiatif dépend de ses propriétés chimiques et de sa concentration dans l'atmosphère;
- le forçage radiatif, lui, provoque la hausse des températures;
- la hausse des températures entraîne la fonte des glaces ainsi que des changements dans les vents et les courants océaniques, qui à leur tour causent d'autres changements, par exemple dans la distribution géographique des précipitations.

Pratiques actuelles de communication d'information sur les effets des gaz à effet de serre

Les rapports d'évaluation du GIEC¹² résument les connaissances actuelles sur le lien entre les émissions de gaz à effet de serre et les changements climatiques. Le GIEC et la CCNUCC ont aussi établi des protocoles communs pour la communication d'information sur les émissions de gaz à effet de serre. Ces protocoles permettent aux organisations, collectivités et pays de rendre compte de leurs émissions et de voir les tendances qui se dégagent au fil du temps. Les protocoles actuels (c'est-à-dire ceux élaborés par la CCNUCC) portent sur le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrurofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF₆) et le trifluorure d'azote (NF₃).

Pour simplifier la communication d'information sur les émissions par les organisations et les gouvernements dans le monde, les protocoles exigent que l'effet de réchauffement de chaque gaz autre que le CO₂ soit mis en comparaison avec celui d'un gaz de référence (le CO₂) pour un horizon temporel de 100 ans. Le rapport entre ces deux effets est appelé « potentiel de réchauffement global » (PRG). Les émissions totales d'une organisation ou d'une collectivité sont ainsi présentées en équivalent CO₂ (éq. CO₂), ou en tonnes d'équivalent CO₂. Pour déterminer le total des émissions en équivalent CO₂ de l'entité présentant l'information, il suffit de multiplier la masse des émissions de chaque gaz d'une année donnée par son PRG. Le GIEC définit le PRG ainsi : [TRADUCTION] « Selon une interprétation directe, le potentiel de réchauffement global est un indice de l'énergie totale ajoutée au système climatique par une composante par rapport à l'énergie qu'ajoute le CO₂ » (Myhre et coll. 2013).

Le Tableau 4 montre un exemple du calcul de l'équivalent CO₂ de quatre gaz à effet de serre.

TABLEAU 4. CALCUL SIMPLIFIÉ AUX FINS DE L'INFORMATION SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Gaz à effet de serre	Émission de chaque gaz (tonnes/année)	PRG ₁₀₀	éq. CO ₂ = Émission × PRG (tonnes éq. CO ₂ /année)
Dioxyde de carbone (CO ₂)	10 000	1	10 000
Méthane (CH ₄)	100	28	2 800
Oxyde nitreux (N ₂ O)	1	265	265
HFC-134a	0,1	1 300	130
		Total	13 195

12 Le GIEC est un organisme scientifique sous l'égide des Nations Unies.

La force de l'approche axée sur le PRG réside dans ce qu'elle permet la comparaison des changements dans les émissions au fil du temps et pour différents émetteurs. Cela dit, sans mettre en question l'importance vitale des protocoles d'information internationalement reconnus, il est bon de connaître certaines limites de l'approche actuelle axée sur le PRG. Comme nous l'avons dit, en vertu des protocoles d'information actuels, les émetteurs de gaz à effet de serre doivent présenter les effets des gaz autres que le CO₂ en les proportionnant à l'effet équivalent du CO₂. Or, chaque gaz à effet de serre agit différemment au fil du temps. Non seulement les effets des gaz autres que le CO₂ sur le climat peuvent être beaucoup plus importants que ceux du CO₂, mais ils peuvent aussi se manifester selon des échelles temporelles considérablement différentes¹³. Il est donc imprécis de parler d'«équivalent»; c'est même parfois inopportun lorsqu'il s'agit de donner des indications sur l'atténuation des changements climatiques.

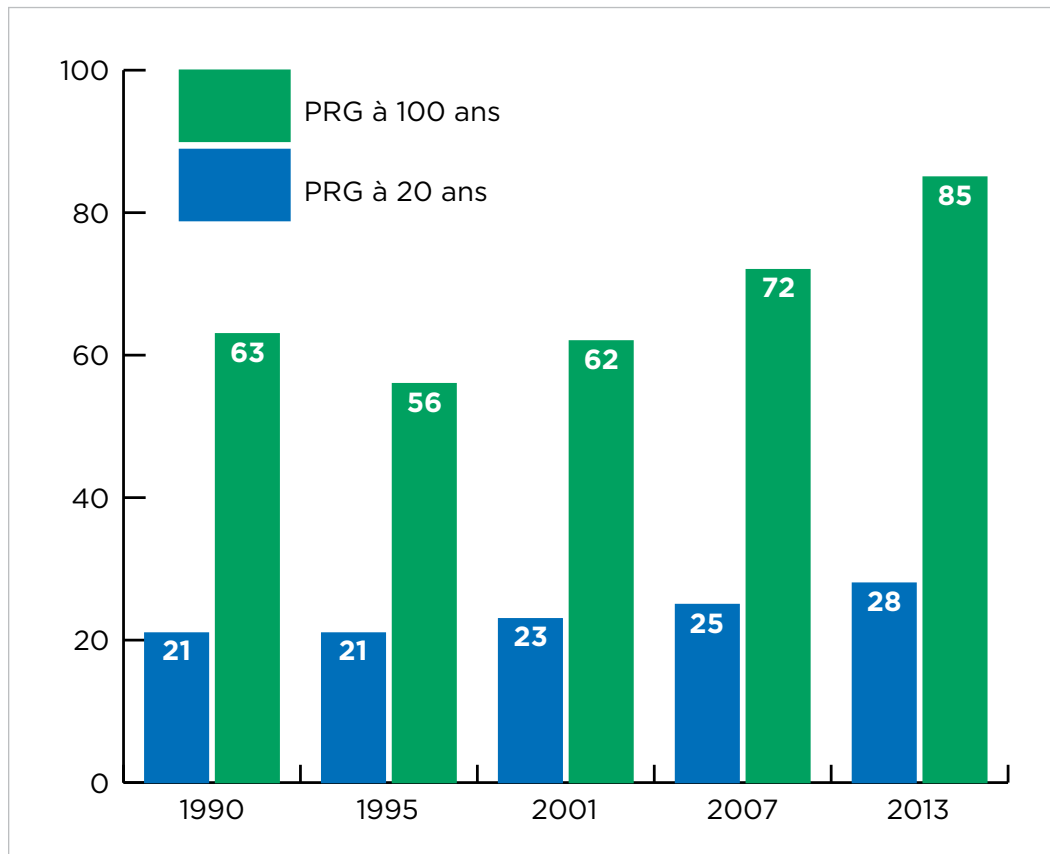
Ainsi, 40 % du dioxyde de carbone émis aujourd'hui sera encore dans l'atmosphère après 100 ans, et environ 20 % après 1 000 ans. Par contre, les FFCCT comme le méthane contribuent considérablement au réchauffement climatique, mais sur des échelles temporelles relativement brèves. Le méthane est éliminé de l'atmosphère beaucoup plus rapidement que le dioxyde de carbone, grâce à des réactions avec d'autres éléments chimiques atmosphériques et au métabolisme des bactéries des sols, de sorte qu'il en reste seulement 20 % après 20 ans.

En outre, on peut lire dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC que l'augmentation du PRG des différents gaz à effet de serre depuis 1990 reflète à la fois la capacité moindre de l'atmosphère et de la biosphère de neutraliser le méthane et les nouvelles connaissances scientifiques que l'on possède au sujet du comportement des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (GIEC, 2013). La capacité moindre de l'atmosphère de neutraliser le méthane est attribuable, en partie, à l'augmentation des émissions de ce gaz.

La Figure 5 montre comment les valeurs du PRG₂₀ et du PRG₁₀₀ du méthane communiquées par le GIEC ont varié au fil du temps.

13 À l'instar des textes scientifiques, le présent rapport emploie l'expression « effets sur le climat » lorsqu'il est question des émissions de gaz à effet de serre, et « incidences climatiques » pour désigner les effets des changements climatiques sur les êtres humains et l'environnement.

FIGURE 5. ÉVOLUTION DU POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT GLOBAL DU MÉTHANE DEPUIS 1990 (GIEC 2013)



Les valeurs de PRG couramment utilisées pour la communication d'information sur les gaz à effet de serre proviennent du premier rapport d'évaluation du GIEC, qui s'appuyait sur les résultats de la recherche scientifique menée au début des années 1990. Or, dans les protocoles de communication d'information, ces valeurs n'ont pas été revues à la hausse pour refléter les rapports d'évaluation successifs que le GIEC a publiés depuis 1990. Ainsi, la valeur de PRG à 100 ans du méthane dont faisait état le premier rapport d'évaluation du GIEC, soit 21, est toujours abondamment citée, bien que le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (publié en 2013) fasse état d'une valeur de PRG à 100 ans de 28 sans les rétroactions climatiques, et de 34 compte tenu des rétroactions climatiques.

Les valeurs de PRG à 100 ans du méthane qui sont illustrées à la Figure 5 ont augmenté de 33 % entre 1995 et 2013, mais les valeurs à 20 ans ont augmenté de plus de 50 %. Ces changements ne sont pas l'élément central du présent rapport, mais ils mettent en lumière l'une des raisons d'actualiser et d'améliorer la communication d'information sur les effets des FFCCT.

Le court terme : un défi et une occasion

Les climatologues ne disent pas que les changements climatiques à long terme sont (ou seront, en définitive) moins importants que les changements climatiques à court terme. Ce qu'ils disent, c'est que le taux d'augmentation des températures à court terme et l'augmentation totale des températures à *long terme* sont tous deux importants. Au sujet de la réduction des FFCCT, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) précise ce qui suit : [TRADUCTION] « Comme cette réduction ne contribuera sans doute que modestement aux objectifs climatiques à long terme, il faut la voir non pas comme une stratégie qui remplace la réduction des émissions de dioxyde de carbone, mais comme une stratégie complémentaire » (PNUE 2014). D'ailleurs, il demeure nécessaire de réduire les émissions de dioxyde de carbone pour atténuer les autres effets qu'elles produisent, notamment l'acidification des océans. De toute évidence, il est tout aussi important d'agir rapidement sur les émissions de CO₂ que sur les autres émissions (dont les FFCCT) [Shindell 2005].

Le présent rapport ne préconise pas non plus d'attendre d'avoir entrepris des actions de réduction des FFCCT avant d'entreprendre des actions de réduction des émissions de CO₂. L'idée avancée est plutôt que les émetteurs ont intérêt à acquérir une meilleure connaissance des effets actuels des FFCCT. Car ces émissions augmentent rapidement, les stratégies pour les réduire diffèrent des stratégies s'appliquant au CO₂, et leur réduction peut se traduire par des avantages économiques immédiats pour les émetteurs et d'autres avantages pour la santé des êtres humains et pour l'agriculture.

Deux types de FFCCT sont employés comme exemples dans le présent rapport : le méthane (CH₄) et un hydrofluorocarbure (HFC-134a). Le méthane a été retenu parce que sa contribution au réchauffement mondial est la deuxième en importance après celle du dioxyde de carbone et que sa durée de vie est brève, soit 12,4 années. Quant au HFC-134a, il a été créé pour remplacer les substances appauvrissant la couche d'ozone dans la réfrigération, la climatisation, les aérosols et la production de mousse, et c'est l'hydrofluorocarbure le plus couramment utilisé aujourd'hui. Il a été retenu en raison de son très fort PRG (3 700 sur 20 ans), de sa courte durée de vie de 13,4 ans et de l'augmentation rapide de ses émissions (GIEC 2013).

La pertinence des horizons temporels

Depuis 1990, les climatologues qui informent le GIEC précisent que le choix d'un horizon de 100 ans comporte des limites : [TRADUCTION] « La CCNUCC et le Protocole de Kyoto retiennent pour le PRG un horizon de 100 ans, mais ce

choix n'a aucun fondement scientifique » (Joos et coll. 2013). [TRADUCTION] « Le choix d'un horizon de 100 ans plutôt que d'un autre horizon n'a pas de fondement scientifique. Il s'agit d'un jugement de valeur, parce qu'il dépend d'une pondération attribuée aux effets à différents moments » (GIEC 2013, d'après Fuglestedt et coll. 2003, et Shine et coll. 2009).

En ce qui a trait à la valeur, les climatologues font observer ceci : [TRADUCTION] « Il faut réduire rapidement les émissions pour rétablir l'équilibre énergétique de la Terre et éviter une absorption de la chaleur par les océans, dont il est presque certain que les effets seraient irréversibles » (Hansen et coll. 2013).

Les émissions de carbone, comme les investissements, ont une valeur temps. On peut voir cette valeur temps de plusieurs façons :

- de toute évidence, il vaut mieux réduire les émissions de gaz à effet de serre de 50 % entre les années 2015 et 2020 que de ne rien faire jusqu'en 2115, puis de réduire les émissions de 50 %. Le carbone a une valeur temps;
- les investissements hâtifs dans la réduction des émissions procureront des rendements économiques plus rapidement. L'argent a une valeur temps;
- les gens peuvent trouver difficile de consacrer maintenant des ressources et des efforts à des projets qui procureront des avantages à long terme apparemment peu tangibles (par exemple, d'investir aujourd'hui pour éviter les effets désastreux de changements climatiques futurs). Ce phénomène bien connu a été décrit pour la première fois par Daniel Kahneman et Amos Tversky dans leur présentation de la théorie du renversement et de la théorie des perspectives (Kahneman et Tversky 1979). Les choix de l'être humain ont une valeur temps.

Les auteurs du présent rapport examinent les liens entre ces trois éléments de la valeur pour montrer qu'une réduction rapide des émissions de FCCCT est possible, abordable et souhaitable.

Les PRG calculés pour les gaz à effet de serre sont fortement influencés par l'horizon temporel retenu aux fins du calcul. Comme nous l'avons dit précédemment, les pratiques actuelles en matière de communication d'information reposent sur l'hypothèse selon laquelle les effets de tous les gaz à effet de serre durent 100 ans; cet horizon temporel a été choisi par les auteurs du Protocole de Kyoto. Dans la Décision 2/CP.3, *Questions méthodologiques liées au Protocole de Kyoto*, la Conférence des Parties « [r]éaffirme que les potentiels de réchauffement de la planète utilisés par les Parties devraient être ceux qui sont indiqués par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du

climat dans son deuxième rapport d'évaluation ("valeurs des PRP établies par le GIEC pour 1995") et qui sont fondés sur les incidences des gaz à effet de serre sur 100 ans, compte tenu des incertitudes inhérentes à l'estimation des potentiels de réchauffement de la planète et des questions complexes qui s'y rattachent. En outre, à des fins d'information seulement, les Parties peuvent aussi utiliser un autre horizon temporel, comme prévu dans le deuxième rapport d'évaluation. »

Si les auteurs du Protocole de Kyoto invoquaient les « incertitudes inhérentes » et les « questions complexes » pour justifier le choix d'un horizon temporel de 100 ans, il est intéressant de constater que, dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC, on précise que l'incertitude associée aux valeurs de PRG à 20 ans est en fait moindre que l'incertitude inhérente à un horizon temporel de 100 ans (GIEC 2013).

Le PRGA représente le cumul du forçage radiatif causé par une quantité de gaz à effet de serre pour un horizon temporel donné, ce qui est une indication de sa contribution au réchauffement de la planète. Le PRG d'un gaz à effet de serre correspond simplement au ratio de son PRGA au PRGA du CO₂, calculé pour un horizon temporel précis. Une explication détaillée du PRGA se trouve à l'[annexe II](#), « Le modèle de la valeur temps du carbone ». De plus, on peut voir dans le Tableau 5 ci-dessous comment la contribution du méthane et du dioxyde de carbone au réchauffement de la planète change en regard de cinq horizons temporels différents.

TABLEAU 5. INCIDENCE DU CHOIX DE L'HORIZON TEMPOREL SUR LE PRG DU MÉTHANE

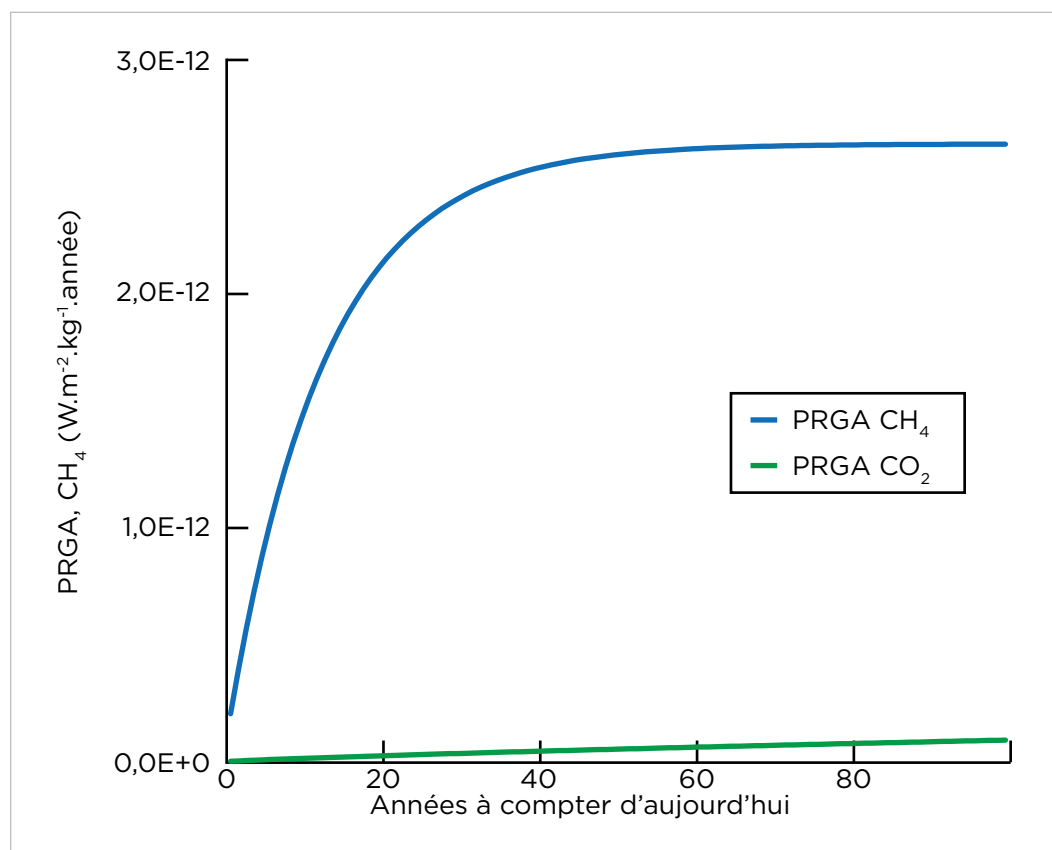
Horizon temporel	1	10	20	50	100
PRGA, CH ₄ (x10 ¹⁵) (W.m ⁻² .kg ⁻¹ .année)	204	1 456	2 106	2 583	2 629
PRGA, CO ₂ (x10 ¹⁵) (W.m ⁻² .kg ⁻¹ .année)	1,6	14	25	53	92
% de l'incidence sur 100 ans, CH ₄	8	55	80	98	100
PRG (PRGA, CH ₄ / PRGA, CO ₂)	124	104	85	49	28

Le tableau montre que la contribution en énergie d'une unité de méthane au réchauffement global est de beaucoup supérieure à la contribution d'une unité de dioxyde de carbone, mais que la contribution en énergie du CO₂ continue d'augmenter au fil du temps. Le dioxyde de carbone demeure dans l'atmosphère pendant des siècles, où il continue de provoquer des changements climatiques. Par contre, le méthane effectue 80 % de sa contribution au cours des 20 années qui suivent son émission (de sorte que, tonne pour tonne, sa contribution est plus importante).

Il est facile de voir qu'après l'année 20, la diminution du PRG du méthane est surtout attribuable aux effets continus, mais plus faibles, du CO_2 , et beaucoup moins aux effets du méthane. Bref, les 80 autres années pour lesquelles on calcule le PRG du méthane diluent arithmétiquement cette valeur, ce qui a pour conséquence de masquer les effets à court terme du méthane sur le climat. Cette simple analyse montre que l'utilisation d'un horizon à 100 ans pour un gaz dont l'activité s'exerce en majeure partie sur 20 ans a aussi pour effet de masquer la valeur d'une action rapide de réduction des émissions de ce gaz.

La Figure 6 fait voir l'importance des effets de la valeur temps des FFCCT en montrant la différence entre les effets du méthane (CH_4) et ceux du dioxyde de carbone (CO_2) sur le réchauffement de la planète au fil du temps.

FIGURE 6. POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT GLOBAL ABSOLU (PRGA) DU MÉTHANE ET DU DIOXYDE DE CARBONE AU FIL DU TEMPS



Pour montrer encore plus clairement que les divers gaz à effet de serre contribuent de façon radicalement différente au réchauffement de la planète, on pourrait dire que la contribution de 1 tonne de méthane au réchauffement global dans les 6 mois qui suivent sa libération est la même que la contribution

de 1 tonne de dioxyde de carbone sur 100 ans. De même, il faudrait 100 ans pour que 1 tonne de CO₂ contribue au réchauffement de la planète autant que 1 tonne de HFC-134a le fait dans les 4 jours qui suivent son émission¹⁴.

On pourrait aussi dire que l'utilisation d'un PRG à 100 ans équivaut à supposer que l'on peut mathématiquement établir la moyenne des effets sur le climat de tous les gaz autres que le CO₂ (y compris les FFCCT) sur 100 ans et actualiser ces effets pour 100 ans à un taux de 0 % puis à un taux de 100 % pour les effets ultérieurs¹⁵. Pour les gaz de longue durée comme l'oxyde nitreux (N₂O) [durée de vie de 121 ans] et l'hexafluorure de soufre (durée de vie de 50 000 ans), un PRG à 100 ans ne peut rendre compte des effets à très long terme du gaz sur le climat. Pour les FFCCT comme le méthane (durée de vie de 12,4 ans) ou le HFC-134a (durée de vie de 13,4 ans), c'est l'inverse : le PRG à 100 ans ne rend pas compte des effets à très court terme du gaz sur le climat d'une manière qui serait particulièrement utile pour la prise de décisions dans le présent.

En résumé, les méthodes actuelles de communication de l'information sur les gaz à effet de serre ne tiennent pas compte des horizons temporels très différents pour lesquels les FFCCT comme le méthane et les gaz de plus longue durée comme le dioxyde de carbone font sentir leur effet. Cette faiblesse a, dans un certain nombre de domaines, des conséquences importantes. C'est ce que nous verrons maintenant.

Communication d'information sur les gaz à effet de serre par les municipalités

L'approche adoptée par une ville à l'égard de la communication d'information sur les émissions de gaz à effet de serre peut prendre différentes formes (Keirstead, Jennings et Sivakumar 2012). L'approche par la géographie consiste à rendre compte de toutes les émissions dans le périmètre territorial de la ville. L'approche par la géographie et la chaîne d'approvisionnement tient en plus compte de certaines émissions en amont. L'inventaire fondé sur la consommation consiste à rendre compte des émissions associées à tous les biens et services utilisés par les résidents de la ville. L'approche qui

14 Cette comparaison est fondée sur le fait que, selon les données du cinquième rapport d'évaluation du GIEC, les PRGA du dioxyde de carbone sur 100 ans, du méthane sur 6 mois et du HFC-134a sur 4 jours correspondent tous approximativement à 9E-14 W.m².kg⁻¹.année (pour une explication plus détaillée du PRGA, voir l'[annexe II](#), « Le modèle de la valeur temps du carbone »). La comparaison vise seulement à montrer l'ampleur de la différence entre les effets du méthane et ceux du dioxyde de carbone. En pratique, le ratio de forçage du climat des trois gaz change avec le temps en raison de facteurs comme l'évolution de leurs concentrations atmosphériques, les changements dans leur efficacité radiative respective, etc.

15 Les auteurs remercient Nathan Gillett, Ph. D., du Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique, à qui ils doivent cette analogie.

prédomine, dite « géographique plus », tient généralement compte des émissions en amont découlant de la consommation d'électricité, mais pas des émissions en amont associées à d'autres biens et services.

Outre les approches différentes, les villes appliquent des cadres de communication différents, propres à leur région ou à leur pays. En raison de la diversité des approches, les données fournies par les inventaires actuels des villes comportent des écarts importants (Sovacool et Brown 2010), et les inventaires des différentes villes ne sont pas comparables (Seto et coll. 2014). Un protocole sur les gaz à effet de serre à l'intention des villes a été présenté par une coalition d'organismes, dont le World Resources Institute, la Fondation des Nations Unies pour l'habitat et ICLEI-Local Governments for Sustainability, à la Conférence de 2014 des Nations Unies sur le changement climatique, à Lima. Ce protocole constitue une norme mondiale de communication d'information sur les émissions à l'échelle municipale, qui concorde avec l'approche de la CCNUCC pour les inventaires nationaux. L'atteinte d'un consensus à l'égard d'une approche uniforme apporte une réponse à l'un des principaux motifs d'incertitude au sujet des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle d'une collectivité (Seto et coll. 2014). Le protocole en question exige le suivi distinct de sept gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, PFC, SF_6 et NF_3) et fournit des indications sur les PRG fondées sur les valeurs les plus récentes selon le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (Fong et coll. 2014).

La Colombie-Britannique est, de toutes les provinces canadiennes, celle qui a adopté la stratégie la plus complète en matière de communication d'information sur les émissions de gaz à effet de serre et les stratégies de réduction. Une loi provinciale de 2008, issue du projet de loi 27, oblige les municipalités de Colombie-Britannique à se fixer des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces objectifs sont établis par règlement, souvent dans le cadre du plan directeur de la municipalité (Province de la Colombie-Britannique 2008). Pour déterminer les actions à mettre en œuvre relativement à ces objectifs, de nombreuses municipalités ont demandé à des consultants de modéliser les émissions futures selon différents scénarios et d'élaborer des plans d'action en conséquence. La Province accorde d'ailleurs son soutien à un groupe de modélisateurs, qu'elle guide quant au choix des hypothèses et des méthodes (Sustainability Solutions Group 2013). Les municipalités peuvent en outre suivre leurs progrès en matière de réduction des émissions grâce au Community Energy and Emissions Inventory (CEEI). Le CEEI est un inventaire standardisé des émissions de gaz à effet de serre réalisé tous les deux ans par le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique pour chaque municipalité et collectivité régionale à l'aide d'une combinaison de données

provenant des entreprises de services publics et d'autres sources. Cependant, le CEEI présente seulement les équivalences en dioxyde de carbone plutôt que des gaz à effet de serre précis.

Au Canada, les pouvoirs des municipalités varient selon les provinces. Il existe une certaine flexibilité (Hargraves 2012), mais les services comprennent généralement la réglementation de l'affectation des terres, les infrastructures de transport et la gestion des déchets solides et liquides (Senbel, Fergusson et Stevens 2013). Les catégories d'émissions que les municipalités suivent souvent comprennent les émissions associées aux véhicules particuliers et commerciaux, aux immeubles résidentiels et commerciaux et aux déchets solides. Parfois, les émissions associées au secteur industriel, aux déchets liquides, à l'agriculture, à la foresterie et au changement d'affectation des terres sont également prises en compte. À l'avenir, le protocole sur les gaz à effet de serre tiendra compte de ces secteurs.

L'importance des facteurs de forçage du climat à court terme

La climatologie montre que les FFCCT influent surtout sur le *taux* d'augmentation des températures terrestres tandis que l'accumulation totale de dioxyde de carbone dans l'atmosphère contribue surtout à l'augmentation *totale* des températures à long terme :

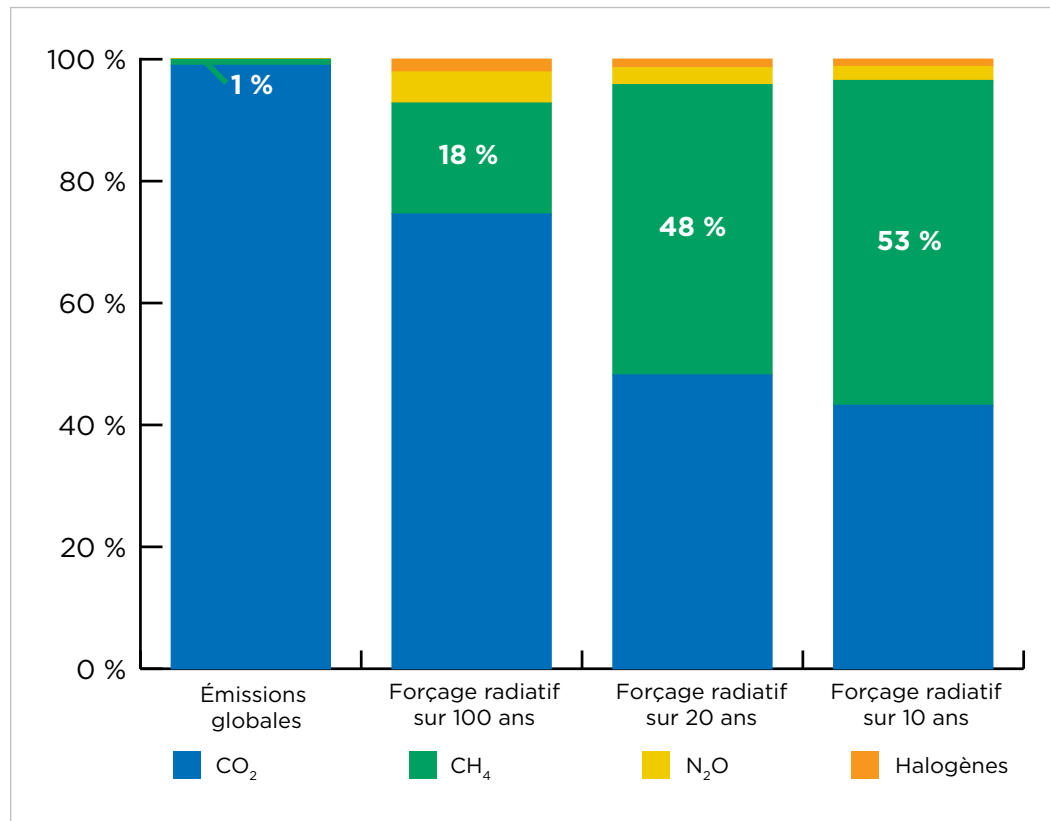
[TRADUCTION] L'analyse montre que les mesures réduiront considérablement l'augmentation de la température moyenne du globe au cours des prochaines décennies grâce à une diminution de l'ozone troposphérique, du CH₄, et du CS (carbone suie) [Figure 1]. La brève durée de vie de ces gaz dans l'atmosphère fait que le climat réagit rapidement aux réductions de leurs émissions. À l'inverse, le CO₂ a une très longue durée de vie dans l'atmosphère (par conséquent, les émissions croissantes de CO₂ marqueront le climat pendant des siècles), de sorte que les réductions d'émissions de CO₂ analysées ici auront peu d'effet sur les températures avant 2040. Il existe une forte probabilité que la combinaison de mesures de contrôle du CH₄ et du CS et de réductions importantes des émissions de CO₂ (scénario de 450 parties par million [ppm]) limite le réchauffement global moyen à un niveau inférieur à 2 °C au cours des 60 prochaines années, ce que ne permet pas d'espérer la réduction d'un seul type d'émission (Shindell et coll. 2012).

De plus, l'ajournement des réductions des agents de forçage de courte durée de vie signifie un emmagasinage plus considérable de la chaleur dans les profondeurs océaniques et une hausse plus importante du niveau de la mer; par conséquent, l'utilité de ces réductions est fonction du moment où elles ont lieu et de leur ampleur. Elles permettent aussi de réduire le taux de réchauffement, avec les avantages que cela suppose pour la capacité de l'homme et de la nature de s'adapter (Solomon et coll. 2011).

Les plus grands avantages de la réduction des agents de forçage de courte durée de vie sont obtenus dès que la réduction a lieu (voir Held et coll. 2010). Cependant [...] le climat à long terme [...] est largement déterminé par les émissions cumulatives de carbone (Solomon et coll. 2011).

On peut aussi mieux comprendre les effets du méthane par rapport à ceux du CO₂ en comparant les contributions en énergie de chaque gaz pour différents horizons temporels. Bien que le méthane ne représente que 1 % de la masse des émissions de gaz à effet de serre mondiales, selon un PRG à 100 ans de 21, il est responsable de 18 % des émissions mondiales en équivalent CO₂. La Figure 7 pousse plus loin la comparaison en illustrant les contributions relatives du dioxyde de carbone, du méthane, de l'oxyde nitreux et des halogènes (qui comprennent les hydrurofluorocarbones comme le HFC-134a) au forçage radiatif pour deux horizons temporels supplémentaires. Les résultats sont fondés sur une valeur de PRG à 100 ans de 21, de même que sur des valeurs de PRG à 20 ans et à 10 ans conformes au cinquième rapport d'évaluation du GIEC (respectivement de 85 et de 104 pour le méthane).

FIGURE 7. FORÇAGE RADIATIF CAUSÉ PAR LES ÉMISSIONS DE MÉTHANE PAR RAPPORT AUX AUTRES GAZ À EFFET DE SERRE



La figure montre que, dans l'optique d'un PRG à 10 et à 20 ans, le méthane est responsable de 48 % du forçage radiatif sur 20 ans, et de plus de 50 % du forçage radiatif sur 10 ans, effet qui a été rapporté dans les ouvrages scientifiques (Shindell et coll. 2005). De plus, les climatologues mentionnent que les effets du méthane sur le réchauffement global sont en fait sous-estimés, car les émissions de méthane causent également des émissions de CO₂ provoquées par le réchauffement (Gillett et Mathews 2010).

Dans le Tableau 6, la deuxième colonne montre la proportion des émissions annuelles mondiales de chaque gaz en fonction de la masse, alors que les trois colonnes suivantes montrent les effets relatifs de chaque gaz selon des PRG à 100 ans, 20 ans et 10 ans.

TABLEAU 6. FORÇAGE RADIATIF CAUSÉ PAR LES ÉMISSIONS DE MÉTHANE PAR RAPPORT À D'AUTRES GAZ À EFFET DE SERRE

Gaz à effet de serre	Émissions mondiales (d'après la masse)	% du forçage radiatif selon un PRG₁₀₀	% du forçage radiatif selon un PRG₂₀	% du forçage radiatif selon un PRG₁₀
CO ₂	~99,000	74,6	48,2	43,2
CH ₄	~1,000	18,2	47,7	53,3
N ₂ O	0,022	5,1	2,8	2,3
Halogènes ¹⁶	0,002	2,1	1,4	1,2

16 Dans les rapports sur les gaz à effet de serre, le terme « halogène » désigne les hydrofluorocarbones (HFC) et les hydrochlorofluorocarbones (HCFC).

ANNEXE II

Le modèle de la valeur temps du carbone

L'analyse de la valeur temps du carbone présentée dans cette annexe s'appuie sur les rapports d'évaluation du GIEC de même que sur les études indépendantes qui sous-tendent ces rapports. Les relations exprimées pour le PRG et le PRGA dans le présent rapport sont inspirées de Shine et coll. (2005), Joos et coll. (2013) et GIEC (2013).

Le PRG est le ratio du PRGA qui s'établit ainsi :

ÉQUATION 1. PRG EN FONCTION D'UN HORIZON TEMPOREL

$$PRG_i(H) = \frac{[PRGA_i(H)]}{[PRGA_{CO_2}(H)]} = \frac{\int_0^H FR_i(t)dt}{\int_0^H FR_{CO_2}(t)dt}$$

Où :

$PRG_i(H)$ désigne le potentiel de réchauffement global d'un gaz donné i pour un horizon temporel H ;

$PRGA_i(H)$ désigne le potentiel de réchauffement global absolu d'un gaz donné i pour un horizon temporel H ;

$PRGA_{CO_2}(H)$ désigne le potentiel de réchauffement global absolu du CO_2 pour un horizon temporel H ;

H désigne l'horizon temporel en années à compter du moment de la libération du gaz donné;

FR désigne le forçage radiatif.

Le potentiel de réchauffement global absolu (PRGA) désigne l'intégrale du forçage radiatif pour un horizon temporel donné, exprimée en $W.m^{-2}.kg.1.année$ (Shine et coll. 2005). Le PRGA pour le gaz de référence (CO_2) à un horizon temporel H s'établit comme suit :

ÉQUATION 2. PRG ABSOLU POUR LE DIOXYDE DE CARBONE (SHINE ET COLL. 2005)

$$PRGA_{CO_2}(H) = A_{CO_2} \left[a_0 H + \sum_{i=1}^3 a_i \tau_i \left(1 - \exp\left(-\frac{H}{\tau_i}\right) \right) \right]$$

Où :

A_{CO_2} désigne l'efficacité radiative du CO_2 ;

a_i désigne les facteurs de pondération pour chaque durée de perturbation;

τ_i désigne les durées de perturbation pour trois échelles temporelles pour la redistribution du CO_2 dans l'atmosphère, les océans et la biosphère terrestre.

Les définitions du forçage radiatif et de l'efficacité radiative proviennent de Joos et coll. (2013) : [TRADUCTION] « Le forçage radiatif, FRX, du gaz x peut s'exprimer comme le produit de son efficacité radiative, AX, et de la perturbation de son abondance ou de sa charge, FRIX. AX correspond au forçage radiatif par kilogramme d'augmentation de la charge atmosphérique du gaz x. »

Pour le CO_2 , les valeurs des variables sont fondées sur le cinquième rapport d'évaluation du GIEC et sur Joos et coll. (2013) :

TABEAU 7. COMPOSANTES DU CALCUL DU PRGA DU DIOXYDE DE CARBONE

Facteur	Valeur	Unités	Explication
FR_{CO_2}	5,35	$W.m^{-2}$	Forçage radiatif attribuable au CO_2 .
A_{CO_2}	1,759E-15	$W.m^{-2}.kg^{-1}$	Forçage radiatif par augmentation de l'abondance.
a_0	0,2173	—	Coefficients adimensionnels qui sont les facteurs de pondération de l'effet de chaque échelle temporelle d'une perturbation, τ_n . La somme de a_0, a_1, a_2, a_3 est l'unité.
a_1	0,2240	—	
a_2	0,2824	—	
a_3	0,2763	—	
τ_1	394,4	années	Les échelles temporelles de perturbation pour trois modes de redistribution du CO_2 après son émission.
τ_2	36,54	années	
τ_3	4,304	années	

Source : Joos et coll. 2013 (« Supplementary Information », « Table S1 », « Multi-Model Mean »)

Le méthane est éliminé de l'atmosphère au moyen de trois processus. Environ 88 % du méthane est éliminé par réaction chimique avec les radicaux hydroxyles de la troposphère, 7 % sont détruits dans la stratosphère et 5 % sont éliminés par des bactéries du sol (Fuglestvedt et coll. 2010, GIEC 2001, et Boucher et coll. 2009). L'augmentation des valeurs de PRG depuis le premier rapport d'évaluation du GIEC, publié en 1990, reflète la capacité moindre de l'atmosphère et de la biosphère de neutraliser chimiquement et biologiquement le méthane, et prend en compte les nouvelles connaissances scientifiques. Le cinquième rapport d'évaluation du GIEC précise ceci : [TRADUCTION] « Le couplage chimique de l'OH et du CH₄ amplifie considérablement l'effet d'une émission; plus précisément, l'augmentation des émissions de CH₄ fait diminuer l'OH troposphérique, ce qui a pour effet d'augmenter la durée de vie du CH₄ et donc sa charge » (GIEC 2013). En raison des variations continues de facteurs comme la concentration des divers gaz à effet de serre dans l'atmosphère et des changements dans la capacité de l'atmosphère de neutraliser ces gaz, les paramètres de référence du PRGA (et donc du PRG) vont continuer de changer au fil du temps.

Le PRGA d'un gaz donné, comme le méthane, pour un horizon temporel H correspond à l'intégration temporelle du forçage radiatif du moment de la libération du gaz à l'année H, représentée par l'équation qui suit :

ÉQUATION 3. PRG ABSOLU DU MÉTHANE (SHINE ET COLL. 2005)

$$PRGA_{CH_4}(H) = \int_0^H FR(t)dt = (1 + f_1 + f_2)A_{CH_4} \int_0^H \exp\left(-\frac{H}{\tau}\right) dt$$

Intégration :

$$PRGA_{CH_4}(H) = (1 + f_1 + f_2)A_{CH_4} \tau \left(1 - \exp\left(-\frac{H}{\tau}\right)\right)$$

Pour le méthane, les valeurs des variables fondées sur le cinquième rapport d'évaluation du GIEC sont indiquées ci-dessous :

TABLEAU 8. COMPOSANTES DU CALCUL DU PRGA DU MÉTHANE

Facteur	Valeur	Unité	Explication	Source
(f_1+f_2)	0,65	—	Facteurs d'échelle qui intègrent les effets du méthane sur l'ozone et sur l'H ₂ O de la stratosphère, où f_1 concerne les effets sur l'ozone et f_2 les effets sur l'H ₂ O. La somme de f_1+f_2 est 0,65.	Cinquième rapport d'évaluation du GIEC, chapitre 8
A_{CH_4}	1,285E-13	W.m ⁻² .kg ⁻¹	Forçage radiatif instantané par augmentation de l'abondance atmosphérique.	Joos et coll. 2013
τ	12,4	Année	Durée de la perturbation.	
H	Variable	Année	Horizon temporel.	

Les valeurs du forçage radiatif instantané (A_i) du CO₂, du HFC-134a et du CH₄ se calculent ainsi :

TABLEAU 9. CALCUL DES VALEURS DU FORÇAGE RADIATIF (A_i)

	CO ₂	CH ₄	HFC-134a	Unité	Source
Concentration de gaz actuelle (Titre molaire)	3,91E+02	1,803E+00	6,27E-05	ppm	Cinquième rapport d'évaluation du GIEC, chapitre 8 Joos et coll. 2013
Efficacité radiative	1,368E-05	3,63E-04	1,60E-01	W.m ⁻² .ppb ⁻¹	Cinquième rapport d'évaluation du GIEC, chapitre 8, tableau 8.A-1 Joos et coll. 2013
Conversion des ppb en kg de CO ₂	2,12E+12	2,12E+12	2,12E+12	kg-C.ppm ⁻¹	Joos et coll. 2013
Poids moléculaire	44,01	16	102,03	kg.kmol ⁻¹	
A_i (FR par augmentation de l'abondance)	1,759E-15	1,285E-13	8,855E-12	W.m ⁻² .kg ⁻¹	

Le Tableau 10 présente les valeurs de PRG révisées du méthane, de même que les taux d'augmentation des émissions de méthane, les changements qui en résultent dans la concentration de méthane dans l'atmosphère et l'augmentation correspondante du forçage radiatif.

TABLEAU 10. TENDANCE DES ÉMISSIONS DE MÉTHANE ET DE LEURS EFFETS SUR LE CLIMAT DEPUIS 1990

Rapport du GIEC	Année	PRG à 20 ans	PRG à 20 ans PRG à 100 ans	Durée de vie (années)	Concentration atmosphérique (p.p. 10 ¹²)	Changement dans les émissions (%)
Premier rapport d'évaluation	1990	63	21	10,0	1 710	0
Deuxième rapport d'évaluation	1995	56	21	12,2	1 745	–
Troisième rapport d'évaluation	2001	62	23	12,0	1 775	-2
Quatrième rapport d'évaluation	2007	72	25	12,0	1 780	15
Cinquième rapport d'évaluation	2013	85	28	12,4	1 810	18

Source : Rapports d'évaluation du GIEC, Banque mondiale 2010

Incertitude associée aux valeurs de PRG

L'incertitude au sujet de l'efficacité radiative du CO₂ est moindre à court terme que pour un horizon de 100 ans, ce qui reflète l'incertitude relative au taux d'élimination du CO₂ avec le temps : [TRADUCTION] « Selon une étude multimodèle, Joos et coll. (2013) estiment que les zones d'incertitude pour l'intégrale temporelle du FRI intégré du CO₂ sont respectivement de ±15 et de ±25 % (intervalle de 5 à 95 %) pour des horizons de 20 et de 100 ans » (GIEC, 2013).

Autres possibilités que le PRG₁₀₀

L'une des difficultés de l'approche axée sur le PRG est que les données sur le réchauffement ne correspondent peut-être pas directement aux hausses de température découlant de l'émission des gaz à effet de serre. Il existe une autre mesure que le PRG, à savoir le potentiel d'évolution de la température planétaire (le GTP), qui représente, à la fin d'un horizon temporel donné, le changement dans la température qui a été causé par une émission ponctuelle d'un gaz à effet de serre (Shine et coll. 2005). Pour le GTP comme pour le PRG, le choix de l'horizon temporel est névralgique. Dans le cas des FFCCT, les valeurs obtenues avec le GTP pour des horizons temporels courts correspondent raisonnablement bien à celles obtenues avec le PRG pour des horizons temporels également courts (Aamaas et coll. 2012).

Une autre mesure encore est le pouvoir de dommage global (PDG), qui représente selon un cadre coûts-avantages les coûts sociaux marginaux des émissions (Aamaas, 2012).

Pour en savoir plus sur les mesures autres que le PRG, on peut se reporter à Fuglestvedt et coll. (2000), Shine et coll. (2005), Peters et coll. (2011) et Aamaas, Peters et Fuglestvedt (2013). Le présent rapport est fondé sur le PRG parce que celui-ci fait partie intégrante des protocoles actuels de communication d'information. De futurs travaux pourraient porter sur l'application de la notion de valeur temps à d'autres mesures comme le GTP.

Modélisation des effets des facteurs de forçage du climat à court terme

Nous développons dans la présente section l'idée selon laquelle on pourrait modéliser le PRG d'un gaz donné sur une base annuelle au moyen d'une série chronologique. Bien que nous utilisions des valeurs de PRGA fondées sur les connaissances climatologiques actuelles, nous avançons ici l'idée d'une série chronologique uniquement comme éventuel point de départ d'une étude plus poussée.

L'une des difficultés liées à l'élaboration d'une série chronologique pour représenter les effets des FFCCT sur une base interannuelle réside dans le fait que le PRG est un ratio qui compare les effets de ces gaz aux effets du CO₂ pour la même période. Or, le taux de changement associé aux effets de chacun des FFCCT diffère considérablement du taux de changement associé au CO₂. Le ratio établit une comparaison entre deux valeurs de PRGA dont le taux de changement au fil du temps est fort différent, comme le montre la Figure 6. Ce graphique illustre les effets importants de la valeur temps des FFCCT, comme le méthane, dont le PRGA se manifeste rapidement dans les 20 ans qui suivent l'émission du gaz.

La question qui se pose est la suivante : étant donné que le PRG des FFCCT comme le méthane dépend de l'horizon temporel, comment les organisations peuvent-elles modéliser les effets sur le climat d'une émission ponctuelle d'un de ces gaz? Nous avons examiné plusieurs méthodes de constatation des effets des FFCCT :

1. utiliser la valeur de PRG à 20 ans de 85, comme le GIEC l'a fait dans son cinquième rapport d'évaluation;
2. calculer une valeur de PRG à 10 ans de 104 selon les méthodes utilisées dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC;

3. calculer une valeur de PRG à un an de 124 selon les méthodes utilisées dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC;
4. calculer une série chronologique qui fournit une estimation des valeurs du PRG annuelles de l'année de l'émission du gaz jusqu'à la centième année suivante.

La première solution est la plus simple, et elle montre que les effets sur le climat de la libération du méthane en comparaison de ceux du CO₂ sont approximativement trois fois plus importants qu'ils le sont sur 100 ans.

La quatrième option permet de montrer que les effets sur le climat des FFCCT diminuent relativement vite avec le temps. La difficulté liée à l'élaboration d'une série chronologique pour le PRG tient au fait que le PRG pour un horizon temporel donné dépend non seulement du PRGA du FFCCT mais aussi du PRGA du CO₂ pour le même horizon temporel. Pour dériver une série chronologique en vue d'obtenir une approximation des effets sur le climat des FFCCT sur une base annuelle, il faut tenir compte de cette différence ainsi que de la nécessité d'obtenir des résultats exprimés en unités d'équivalent de CO₂, le dénominateur commun actuel pour la comparaison des émissions de gaz à effet de serre.

Une série chronologique (le « PRG annuel effectif ») a été établie aux fins du présent rapport sur la base du PRGA du gaz de référence (le CO₂) et du gaz considéré (par exemple, le méthane) pour chaque année (n) après l'émission du gaz. Bien que le PRG annuel effectif soit mathématiquement dérivé de valeurs de PRGA établies selon les méthodes du GIEC, il ne fait pas partie de la nomenclature du GIEC, et il n'est présenté ici que pour alimenter la réflexion. La série chronologique est fondée sur l'idée que, si on utilise la différence entre les PRGA d'années successives, la somme des PRG annuels effectifs de chacune des années ne sera pas supérieure à la valeur du PRG pour un horizon temporel d'une année. On obtient pour le méthane l'équation suivante :

ÉQUATION 4. PRG ANNUEL EFFECTIF POUR LE MÉTHANE

$$PRG \text{ annuel effectif}_n = \frac{[PRGA_{(n)} - PRGA_{(n-1)}]_{CH_4}}{[PRGA_{(n)}]_{CO_2}} - \frac{[PRGA_{(n+1)} - PRGA_{(n)}]_{CH_4}}{[PRGA_{(n+1)}]_{CO_2}}$$

Nous avons calculé les valeurs de la série chronologique sur la base des variables employées pour établir les PRGA dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC. Le résultat de nos calculs est présenté dans le Tableau 13 (pour le méthane) et le Tableau 14 (pour le HFC-134a) à la fin de la présente annexe.

Cette démarche peut fournir une réponse à ces deux questions :

1. Comment une organisation peut-elle présenter les effets sur le climat des FFCCT qu'elle émet?
2. Comment une organisation peut-elle estimer la valeur économique d'une réduction de ses émissions FFCCT?

À des fins d'information de gestion, un émetteur pourrait aussi faire appel à une série chronologique pour représenter l'évolution du PRG annuel effectif de chaque FFCCT, par exemple de la manière suivante :

TABLEAU 11. EXEMPLE DES EFFETS DU MÉTHANE AU FIL DU TEMPS

Année (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Émissions de CH ₄ (tonnes)	1 000	800	500	300	100	–	–	–	–	–
PRG annuel effectif, CH ₄	62,8	21,0	10,5	6,3	4,2	2,9	2,2	1,7	1,3	1,1
Tonnes d'éq.-CO ₂ de l'année 1	62 800	21 000	10 500	6 300	4 200	2 900	2 200	1 700	1 300	1 100
Tonnes d'éq.-CO ₂ de l'année 2		50 300	16 800	8 400	5 000	3 300	2 400	1 700	1 300	1 100
Tonnes d'éq.-CO ₂ de l'année 3			31 400	10 500	5 200	3 100	2 100	1 500	1 100	800
Tonnes d'éq.-CO ₂ de l'année 4				18 900	6 300	3 100	1 900	1 200	900	700
Tonnes d'éq.-CO ₂ de l'année 5					6 300	2 100	1 000	600	400	300
Total (tonnes d'éq.-CO₂)	62 800	71 200	58 700	44 000	27 000	14 600	9 500	6 800	5 000	3 900

Le Tableau 11 donne l'exemple d'une organisation qui réduit graduellement ses émissions de méthane de 1 000 tonnes dans l'année 1 à zéro dans l'année 6. Les nouvelles émissions de méthane de chaque année sont multipliées par le PRG annuel effectif, qui change au fil du temps. L'utilisation d'une série chronologique permet de voir que les émissions de méthane de l'organisation continuent d'avoir des effets sur le climat (mais à un taux qui diminue au fil du temps) dans les années qui suivent l'émission. Aux fins de l'exemple, la

série chronologique présentée dans le tableau se termine à l'année 10, mais en pratique elle se poursuivrait jusqu'à ce que les valeurs résiduelles soient négligeables. Les valeurs du Tableau 11 sont calculées comme suit :

ÉQUATION 5. SOMME D'ÉQ.-CO₂ GÉNÉRÉE PAR UNE SEULE ÉMISSION DE MÉTHANE

$$\text{Tonnes de } \text{éq.-CO}_{2n} = \sum_1^n (\text{masse de CH}_4 \text{ émise dans l'année 1}) * (\text{PRG annuel effectif}_n)$$

Il existe une autre solution qui consisterait simplement à multiplier les émissions FFCCT de l'année considérée par le PRG à un an (124 pour le méthane et 5 000 pour le HFC-134a). Si la série chronologique est de 100 ans (plutôt que de 10 ans comme dans le tableau ci-dessus), les tonnes d'équivalent CO₂ présentées au fil du temps seront les mêmes dans chaque cas.

Estimation de la valeur temps des facteurs de forçage du climat à court terme

Pour estimer la valeur temps de ses investissements ou autres initiatives en matière de réduction des FFCCT, une organisation pourrait se fonder sur la série chronologique (présentée pour le méthane dans le Tableau 13 et pour le HFC-134a dans le Tableau 14), le prix des émissions de gaz à effet de serre (présenté ici en \$/tonne d'éq.-CO₂) et le taux d'actualisation qu'elle utilise pour les décisions d'investissement comparables. Le prix des gaz à effet de serre pourrait correspondre à la valeur établie par règlement (par exemple, en Colombie-Britannique, 30 \$/tonne d'éq.-CO₂) ou encore à une valeur estimée par l'organisation émettrice en fonction de sa compréhension et de son évaluation des coûts social et environnemental des gaz à effet de serre.

Le Tableau 12 montre le PRG annuel effectif des années qui suivent l'émission d'une tonne de méthane dans l'année 1. En multipliant le PRG par 1, on obtient les tonnes d'éq.-CO₂ associées à l'émission de méthane pour chaque année. L'application d'un prix de 30 \$ la tonne d'éq.-CO₂ et d'un taux d'actualisation de 0 % aux quantités d'éq.-CO₂ permet de dégager la valeur de l'émission du gaz au fil du temps.

TABLEAU 12. EXEMPLE DE CALCUL DE LA VALEUR TEMPS POUR UNE TONNE DE MÉTHANE ÉMISE DANS L'ANNÉE 1

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

PRG annuel effectif, CH ₄	62,8	21,0	10,5	6,3	4,2	2,9	2,2	1,7	1,3	1,1
Tonnes d'éq.-CO ₂ par année	62,8	21,0	10,5	6,3	4,2	2,9	2,2	1,7	1,3	1,1
Valeur non actualisée	1 885 \$	629 \$	314 \$	188 \$	125 \$	88 \$	66 \$	50 \$	40 \$	32 \$
Valeur actualisée (\$/t de CH ₄)	3 417 \$									

Selon cette approche, une organisation qui émet du méthane pourrait estimer que la valeur de l'atténuation des prochaines émissions est d'environ 3 400 \$ la tonne de méthane.

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous proviennent de l'équation 4, « PRG annuel effectif pour le méthane ».

TABLEAU 13. VALEURS DU PRG ANNUEL EFFECTIF POUR LE MÉTHANE

Année (n)	PRGA (n) CO ₂	PRGA (n) CH ₄	PRG annuel effectif
	(W.m ⁻² .kg ⁻¹ .année)	(W.m ⁻² .kg ⁻¹ .année)	
1	1,70E-15	2,04E-13	62,8
2	3,29E-15	3,92E-13	21,0
3	4,81E-15	5,65E-13	10,5
4	6,25E-15	7,25E-13	6,3
5	7,63E-15	8,73E-13	4,2
6	8,96E-15	1,01E-12	2,9
7	1,03E-14	1,13E-12	2,2
8	1,15E-14	1,25E-12	1,7
9	1,27E-14	1,36E-12	1,3
10	1,39E-14	1,46E-12	1,1
20	2,51E-14	2,11E-12	0,2
50	5,32E-14	2,58E-12	0,007
100	9,21E-14	2,63E-12	0,001

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous proviennent de l'équation 4, une fois les valeurs du HFC-134a substituées au PRGA.

TABLEAU 14. PRG ANNUEL EFFECTIF POUR LE HFC-134A

Année (n)	PRGA (n) CO ₂ (W.m ⁻² .kg ⁻¹ .année)	PRGA (n) HFC 134a (W.m ⁻² .kg ⁻¹ .année)	PRG annuel effectif
1	1,70E-15	8,53E-12	2 617
2	3,29E-15	1,65E-11	874
3	4,81E-15	2,38E-11	437
4	6,25E-15	3,06E-11	262
5	7,63E-15	3,70E-11	174
6	8,96E-15	4,28E-11	124
7	1,03E-14	4,83E-11	92
8	1,15E-14	5,33E-11	71
9	1,27E-14	5,80E-11	56
10	1,39E-14	6,24E-11	45
11	1,51E-14	6,64E-11	37
12	1,63E-14	7,02E-11	31
13	1,74E-14	7,37E-11	26
14	1,86E-14	7,69E-11	22
15	1,97E-14	7,99E-11	18
16	2,08E-14	8,27E-11	16
17	2,19E-14	8,53E-11	14
18	2,29E-14	8,77E-11	12
19	2,40E-14	8,99E-11	10
20	2,51E-14	9,20E-11	9
30	3,51E-14	1,06E-10	3
50	5,32E-14	1,16E-10	0,4
100	9,21E-14	1,19E-10	0,1

ANNEXE III

Introduction aux mesures de réduction des FFCCT

Les informations présentées dans cette annexe sont une introduction aux mesures de réduction des FFCCT. Pour une analyse détaillée des coûts et avantages des initiatives de réduction, les lecteurs peuvent consulter, en ce qui concerne les FFCCT, le rapport publié en 2013 par l'EPA des États-Unis, *Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 2010-2030*, et, en ce qui concerne les émissions de HFC, le rapport publié en 2013 par Shecco, *Natural Refrigerants Market Growth for North America*.

Un aperçu des types de mesures que les sociétés pourraient envisager pour réduire leurs émissions de FFCCT se trouve au Tableau 15 ci-après.

TABLEAU 15. MESURES POSSIBLES DE RÉDUCTION DES FFCCT

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Agriculture	Élevage bovin et production laitière	Méthane dégagé par les entérobactéries	Élevée 29 % des émissions mondiales de méthane 21 % des émissions de méthane du Canada	Changement dans la gestion de l'alimentation et des pâturages. (EPA, 2013)	Avantage connexe : réduction des émissions de N ₂ O.

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Énergies fossiles	Extraction, traitement et transport du pétrole et du gaz naturel	Fuites des puits de gaz naturel	Élevée 23 % des émissions mondiales de méthane	Pratiques de complétion écologique. Amélioration des pratiques de maintenance des stations de compression, pipelines et stations de distribution.	Avantages connexes : économies découlant d'une diminution des pertes de produit (gaz naturel).
		Fuites et décharges de gaz des pipelines de transport et de distribution	39 % des émissions de méthane du Canada	Pour des raisons de maintenance, les gaz peuvent être, au besoin, brûlés plutôt que ventilés. (EPA, 2013)	
Gestion des déchets	Sites d'enfouissement industriels et municipaux	Méthane qui échappe aux systèmes de captage des gaz d'enfouissement	Élevée 11 % des émissions mondiales de méthane 26 % des émissions de méthane du Canada	Détournement des matières organiques vers la production de biométhane et de compost par digestion anaérobie. Planification urbaine intelligente qui intègre l'écologie industrielle en vue de trouver de meilleures utilisations des matières, de l'eau et de l'énergie gaspillées. Il est possible d'améliorer l'efficacité du captage des gaz des sites d'enfouissement actuels. (EPA, 2013)	Les systèmes de captage des gaz d'enfouissement captent habituellement moins de 50 % du méthane produit par la décomposition des matières organiques. Le détournement des déchets solides permet de réduire les émissions de N ₂ O et la pollution des eaux souterraines par le lixiviat, d'accroître le chiffre d'affaires grâce au biométhane et au compost, de réduire les effets en amont de l'extraction des combustibles fossiles et de créer des emplois dans le recyclage et le secteur de la bioénergie. De plus, lorsque la valeur de toutes les ressources recouvrées est prise en compte, le détournement peut être plus rentable que les systèmes de captage des gaz d'enfouissement.

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Énergie fossile	Extraction et combustion du charbon	Méthane dégagé par l'activité minière et la combustion	Modérée 8 % des émissions mondiales de méthane	Mise en place de systèmes de captage du méthane. (EPA, 2013)	Diminution du risque d'explosions causées par le méthane dans les mines de charbon.
Agriculture	Riziculture	Méthane dégagé par les terres humides artificielles	Modérée 6 % des émissions mondiales de méthane	Des changements peuvent être apportés aux modes de gestion de l'eau, des nutriments et des déchets. (EPA 2013)	Réduction des émissions de N ₂ O et diminution de la consommation d'eau.

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Réfrigération Fabrication de produits électroniques (solvants) Propulseurs en aérosol Extinction des incendies Fabrication de mousse solide	Utilisation de HFC	Pertes découlant de la fabrication Pertes découlant d'une défaillance prématurée ou de la maintenance Pertes à la fin de la durée de vie	Modérée 356 MT d'éq.-CO ₂ /année (EPA, 2013)	<p>Les concepteurs de bâtiments peuvent :</p> <ul style="list-style-type: none"> appliquer des mesures d'efficacité énergétique pour réduire l'utilisation du refroidissement traditionnel; recourir à des méthodes de refroidissement atypiques comme le refroidissement par eau, les cellules de refroidissement naturelles, les refroidisseurs à adsorption, les refroidisseurs à absorption ou les refroidisseurs thermoélectriques magnétiques. <p>Les fabricants peuvent remplacer les fluides comme le CO₂ (appelés aussi R744 en réfrigération).</p> <p>Les autorités peuvent étendre la réglementation relative à la responsabilité étendue des producteurs à la récupération des fluides frigorigènes au moment de l'entretien et au terme de la durée de vie du matériel.</p>	Consommation réduite d'énergie et possibles économies d'émissions. (Shecco 2013)

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Gestion des déchets	Traitement des eaux usées industrielles et municipales	Méthane dégagé par les processus anaérobies de traitement des eaux usées et par la gestion des boues	Modérée 4 % des émissions mondiales de méthane 4 % des émissions de méthane du Canada	<p>Les municipalités peuvent réduire la consommation d'eau au moyen de compteurs d'eau, de structures tarifaires et d'incitations par les prix.</p> <p>Il est possible d'améliorer la conception et le fonctionnement des installations de traitement des eaux usées et d'intégrer des technologies conçues pour la récupération de ressources comme l'énergie et les fertilisants.</p> <p>Les grandes installations de traitement des eaux usées ont déjà recours à la digestion anaérobie des boues pour produire du biométhane. Dans le cas des petites installations, l'obstacle économique peut être surmonté par le recours, selon le principe de la récupération intégrée des ressources, à la digestion combinée des matières organiques et des boues.</p> <p>(EPA, 2013)</p>	La valeur économique de l'énergie et des fertilisants récupérés ainsi que de la possibilité de réutiliser l'eau à des fins qui ne nécessitent pas qu'elle soit potable.

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Agriculture	Élevage bovin et production laitière	Méthane dégagé par la gestion traditionnelle des effluents d'élevage	Modérée 3 % des émissions mondiales de méthane 4 % des émissions de méthane du Canada	Les effluents d'élevage peuvent être traités par digestion anaérobie pour produire du biométhane (lequel peut servir à générer de l'électricité et de la chaleur, ou être utilisé comme carburant pour véhicule), du compost et de la litière. (EPA, 2013)	Réduction des odeurs (ce qui peut améliorer les relations avec la collectivité), récupération du compost (ce qui permet de réduire les coûts de fertilisants artificiels), récupération de litière et récupération d'énergie (ce qui réduit les coûts associés aux intrants énergétiques traditionnels comme l'électricité et la chaleur)
Gestion des déchets	Transformation de déchets en énergie (incinération)	Méthane dégagé par l'incinération des matières plastiques et organiques	Faible ¹⁷	Les déchets solides peuvent être triés à la source pour être recyclés ou subir un traitement biologique (par exemple, la digestion anaérobie) afin de permettre la récupération des matières qui les composent, des nutriments et de l'énergie (EPA, 2013)	Au Canada, les émissions de méthane et de CO ₂ provenant de l'incinération représentent une fraction relativement faible des émissions totales, ce qui s'explique par le faible nombre d'incinérateurs en service au pays (CE, 2012). Le détournement des plastiques (des dérivés du pétrole) vers le recyclage permet de réduire les émissions de CO ₂ d'origine fossile et de N ₂ O ainsi que la pollution de l'air, et de créer des emplois dans le recyclage.
Gestion des déchets	Compostage	Méthane dégagé par les bactéries anaérobies	Faible	Les matières organiques peuvent être détournées vers la digestion anaérobie pour la production de biométhane et de compost	Le détournement vers la digestion anaérobie permet de réduire les émissions de N ₂ O et d'accroître le chiffre d'affaires grâce aux biocombustibles, au compost et éventuellement à l'échange de droits d'émission.

17 L'incinération ou l'enfouissement d'une tonne de déchets mixtes (ce qui comprend du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde nitreux) peut donner lieu à des émissions de gaz à effet de serre semblables (GIEC 2006a).

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Mise en valeur des ressources forestières	Brûlage à ciel ouvert des résidus de bois	Méthane dégagé par une combustion inefficace	Faible	<p>Les résidus de bois peuvent être détournés vers des utilisations à valeur plus élevée comme les matériaux composites ou les systèmes énergétiques de quartier.</p> <p>Les municipalités peuvent instaurer des règlements pour limiter le brûlage à ciel ouvert de déchets ligneux.</p>	Diminution de la pollution de l'air, diminution des émissions de carbone suie et de N ₂ O, avantages économiques provenant d'utilisations à valeur plus élevée des résidus de bois.
Bioénergie	Digestion anaérobie	Émissions fugitives de méthane	Faible	Les émissions fugitives de méthane peuvent être volontairement réduites au minimum	Récupération d'une plus grande quantité de biométhane et diminution des odeurs.
Bioénergie	Combustion de la biomasse	Méthane dégagé par la combustion	Faible	Il est possible d'optimiser le contenu en humidité du combustible et la taille des copeaux pour améliorer l'efficacité de la combustion	Diminution de la pollution de l'air, des émissions de carbone suie, des émissions de N ₂ O, de la consommation de combustible et des coûts d'exploitation.
Chauffage	Combustion des combustibles fossiles	Méthane dégagé par la combustion	Faible	<p>Une planification urbaine intelligente facilite et encourage l'efficacité énergétique des immeubles, l'utilisation des systèmes énergétiques de quartier et de combustible.</p> <p>Les municipalités peuvent inclure dans leurs codes de construction et leurs règlements des exigences plus strictes en matière de conservation d'énergie.</p> <p>Les propriétaires d'immeubles peuvent investir dans des mesures d'efficacité et la substitution de combustible.</p>	Diminution de la pollution de l'air, diminution des émissions de N ₂ O, de CO ₂ d'origine fossile et de carbone suie, diminution éventuelle des coûts de cycle de vie associés à la possession de l'immeuble.

Secteur	Activité	Source	Effet relatif	Mesures de réduction possibles	Remarques / Avantages connexes
Transport	Combustion de combustibles fossiles	Méthane dégagé par la combustion	Faible	<p>Une planification urbaine intelligente met l'accent sur l'utilisation des transports en commun.</p> <p>Les propriétaires de véhicules peuvent investir dans les mesures d'efficacité et la substitution de combustible.</p>	Diminution de la pollution de l'air, des émissions de carbone suie et de N ₂ O, des émissions de CO ₂ d'origine fossile et des coûts de cycle de vie du transport.

Remerciements

Les auteurs du présent rapport sont très reconnaissants à CPA Canada de son soutien financier.

Le contenu qui porte sur les pratiques comptables est adapté des travaux originaux de Deborah Rasnick, CPA, CGA.

Les auteurs remercient de leur assistance et de leurs suggestions les membres du Conseil consultatif sur la durabilité de CPA Canada, et plus précisément Gordon Beal, CPA, CA, Todd Scaletta, FCPA, FCMA, Monica Sood, CPA, CA, Sarah Keyes, CPA, CA, Susan Todd, CPA, CA, Elaine Wong, CPA, CA, Alexandra Wilson et Mark Walsh, FCPA, FCA, pour leurs commentaires judicieux et utiles.

Ils souhaitent également remercier de leurs précieuses observations et suggestions les réviseurs externes, soit Nathan Gillett, Ph. D., Scott Harrison, Ph. D., Chris Kellman, CPA, CGA, et Nick Kootnikoff, CPA, CMA.

Auteurs et réviseurs du présent rapport

Auteurs

Stephen Salter, ing., PA LEED^{MD}, dont les champs de spécialité sont l'écologie industrielle, la récupération intégrée des ressources, les énergies durables ainsi que la modélisation et les stratégies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Farallon compte parmi ses clients des entreprises et des collectivités territoriales du Canada, des États-Unis et d'Amérique du Sud. Stephen Salter a étudié les installations visant à assurer la durabilité de l'eau et de l'énergie en Suède, au Brésil, en Inde et dans l'ensemble du Canada et des États-Unis. Il est l'auteur principal du présent rapport et le responsable des sections sur la climatologie et sur le modèle de la valeur temps du carbone.

Yuill Herbert, M.A. (cand.), PA LEED^{MD}, est l'un des administrateurs fondateurs de Sustainability Solutions Group (SSG) [www.sustainabilitysolutions.ca], une coopérative d'experts en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle locale. SSG a réalisé les plans de développement durable d'un grand nombre de collectivités canadiennes, dont Powell River, North Cowichan, North Saanich, le District régional de la capitale et le District régional de Central Okanagan. Yuill Herbert est responsable des sections du présent rapport où on explique en quoi le concept de valeur temps du carbone se rattache à la communication d'information sur les gaz à effet de serre et à la planification des réductions d'émissions en milieu urbain.

Réviseurs

Nathan Gillett, Ph. D., est chercheur et directeur du Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique à Victoria, en Colombie-Britannique. Ses recherches portent sur la compréhension, l'attribution et la prévision des

changements climatiques par l'analyse de simulations de modèles climatiques et la comparaison avec les observations. Il s'attache à déterminer les causes des changements observés dans les variables comme la température, la pression atmosphérique, les précipitations, l'humidité et l'ozone stratosphérique. Il s'intéresse aussi au couplage stratosphère-troposphère et à l'effet de l'appauvrissement de l'ozone de la stratosphère sur la troposphère. Il a fait des études en physique à l'Université d'Oxford, jusqu'à l'obtention d'un doctorat en physique de l'atmosphère sous la direction du professeur Myles Allen. Il a par la suite travaillé à la détermination des causes des changements climatiques dans le cadre d'études postdoctorales avec Andrew Weaver à l'Université de Victoria, avant d'accepter un poste de chargé d'enseignement en dynamique du système climatique à l'Université d'East Anglia en 2005. Il est rentré au Canada en 2008 pour occuper son poste actuel au Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique. Il est l'auteur principal du quatrième rapport d'évaluation du GIEC et du chapitre 10 du cinquième rapport d'évaluation du GIEC. Il est également l'auteur de *2011 WMO Ozone Assessment*, et l'un des rédacteurs du *Journal of Climate*.

Scott Harrison possède un doctorat en écologie de l'Université de Colombie-Britannique et a mené des études postdoctorales au département de zoologie à Oxford. Il est professeur auxiliaire à l'Institute of Resources, Environment and Sustainability de l'Université de Colombie-Britannique, et il enseigne l'écologie à la School of Resources and Environmental Management de l'Université Simon Fraser. Scott Harrison aide les entreprises à améliorer leur performance et leur durabilité par la quantification et la gestion du risque d'entreprise et l'élaboration d'indicateurs de performance. Il agit comme conseiller en matière de durabilité auprès des Comptables professionnels agréés du Canada. Il a aussi été délégué de liaison auprès du World Business Council for Sustainable Development, une coalition mondiale dirigée par les PDG de près de 200 importantes sociétés qui préconisent la voie de la durabilité. Il est l'auteur principal du chapitre 2 de l'ouvrage parrainé par les Nations Unies *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Business and Enterprise*, de même que corédacteur et auteur de l'ouvrage *Conservation Biology Principles for Forested Landscapes*.

Chris Kellman, B. Sc., B.A., M.B.A., CPA, CGA, a obtenu un baccalauréat ès sciences et une maîtrise en administration des affaires de l'Université de la Colombie-Britannique avant d'avoir son titre de CGA. Il a travaillé pour l'auditeur général de la Colombie-Britannique et comme analyste financier pour Pêches et Océans Canada. Passionné d'enseignement, il évolue désormais depuis quelques années dans le secteur collégial et universitaire. Il a été

chargé de cours à l'Université Simon Fraser et à l'Institut de technologie de la Colombie-Britannique avant de déménager à Victoria pour se joindre au corps professoral du Collège Camosun.

Nick Kootnikoff, M.B.A., CPA, CMA, B. Com., a obtenu récemment un M.B.A. en gestion des organisations internationales de l'Université de Genève. Pendant qu'il se trouvait en Suisse, il a travaillé pour la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), prenant part aux initiatives SSE (Sustainable Stock Exchanges, ou Initiative des bourses pour un investissement durable) et CSR Roundtable. Il avait précédemment exercé des fonctions de nature financière dans l'Administration fédérale et dans le secteur privé, puis des fonctions de gestion dans le cadre d'un projet minier novateur en Colombie-Britannique, ce qui l'a amené à s'intéresser tout particulièrement à la durabilité. Il travaille maintenant à Ottawa comme analyste pour les projets de développement international de CARE Canada.

Références

- Aaheim, A., J.S. Fuglestedt et O. Godal. « Costs savings of a flexible multi-gas climate policy », *Energy Journal*, Special Issue No. 3, 2006, p. 485 à 501.
- Aamaas, B., G. Peters et J.S. Fuglestedt. « Simple Emission Metrics for Climate Impacts », *Earth System Dynamics*, vol. 4, 2013, p. 145 à 170.
- Aamaas, B., G. Peters, J.S. Fuglestedt et T. Berntsen. *How to compare different short-lived climate forcers - a review of emission metrics*, Oslo, Norwegian Climate and Pollution Agency, 2012, 32 p.
- Agence internationale de l'énergie. *Building the Cost Curves for the Industrial Sources of Non-CO₂ Greenhouse Gases*, Paris, International Energy Agency, 2003, 247 p.
- Arup. *Climate action in megacities: C40 cities baseline and opportunities*, Londres, Arup Group, 2011, 114 p.
- Aston, A. and Helm, B. « The Race Against Climate Change », *Business Week*, 11 décembre 2005, 5 p.
- Banque Mondiale. *World Development Indicators: Trends in greenhouse gas emissions*, 2010, consulté le 30 décembre 2014, wdi.worldbank.org/table/3.9.
- Blue Source Canada. *Blowdown Protocol for Pipeline Systems*, Calgary, Blue Source Canada, 2011, 72 p.
- Bronin, S.C. « Curbing Energy Sprawl with Microgrids », *Connecticut Law Review*, vol. 43, no 2, décembre 2010, 38 p.
- Business Week*. « The Race Against Climate Change », 11 décembre 2005, 5 p.

Commission européenne, Centre commun de recherche et PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release version 4.2., consultée le 30 décembre 2014, edgar.jrc.ec.europa.eu/datasets_list.php?v=42 et edgar.jrc.ec.europa.eu/part_CH4.php.

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. *Information on Global Warming Potentials*, Bonn, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2004, 12 p. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. « Questions méthodologiques liées au Protocole de Kyoto », dans le *Rapport de la Conférence des Parties sur les travaux de sa troisième session, tenue à Kyoto du 1^{er} au 11 décembre 1997, Additif : deuxième partie ; décisions prises par la Conférence des Parties à sa troisième session*, 58 p.

CPA Canada. *Manuel de CPA Canada : collection Normes et recommandations*, site Web de CPA Canada, consulté le 15 janvier 2015, www.cpacanada.ca/fr/ressources-en-comptabilite-et-en-affaires/manuel-de-cpa-canada-collection-normes-et-recommandations.

CPA Canada. *Rapport annuel 2013-2014*, site Web de CPA Canada, consulté le 20 janvier 2015, unification.cpacanada.ca/redirected/info/media/CPA_AR-Financials_2013-14_FR_FINAL.pdf.

Croci, E., S. Melandri et T. Molteni. « Determinants of cities' greenhouse gas emissions: a comparison of seven global cities », *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, vol. 3, n° 3, 2011, p. 275 à 300, doi : 10.1108/17568691111153429.

DeShazo, J.R. et J. Matute. « Toward accurate and valid measurement of greenhouse gas emissions for local governments », *Transportation Research Board 93rd Annual Meeting*, Issue 14-1721, 2010, 40 p.

Dlugokencky, E.J., E.G. Nisbet, R. Fisher et D. Lowry. « Global atmospheric methane: budget, changes and dangers », *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical et Engineering Sciences* vol. 369, n° 1943, 2011, p. 2 058 à 2 072, doi : 10.1098/rsta.2010.0341.

Environnement Canada. *Code de pratiques environnementales pour l'élimination des rejets dans l'atmosphère de fluorocarbures provenant des systèmes de réfrigération et de conditionnement d'air*, Ottawa, Environnement Canada, 1996, 62 p.

- Fédération canadienne des municipalités. *Rapport national sur les mesures 2012-5^e édition*, Ottawa, Fédération canadienne des municipalités, 2012.
- Fong, W.K., M. Sotos, M. Doust, S. Schultz, A. Marque et C. Deng-Beck. *Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories*, Washington, World Resources Institute, 2014, 176 p.
- Forster, P., J.B. Burkholder, C. Clerbaux, P.F. Coheur, M. Dutta, L.K. Gohar, M.D. Hurley, G. Myhre, R.W. Portmann, K.P. Shine, T.J. Wallington et D. Wuebbles. « Resolution of the uncertainties in the Radiative Forcing of HFC-134a », *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, vol. 93, n^o 4, 2004, p. 447 à 460.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz et R. Van Dorland. « Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing », dans *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, éd. par Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor et H.L. Miller, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.
- Fuglestad, J.S., K.P. Shine, T. Berntsen, J. Cook, D.S. Lee, A. Stenked, R.B. Skeie, G.J.M. Velders et I.A. Waitz. « Transport impacts on atmosphere and climate: Metrics », *Atmospheric Environment*, vol. 44, n^o 37, 2010, p. 4648 à 4677.
- Fuglestad, J.S., T.K. Berntsen, O. Godal et T. Skodvin. « Climate implications of CWP-based reductions in greenhouse gas emissions », *Geophysical Research Letters*, vol. 27, n^o 3, 2000, p. 409 à 412.
- GIEC. Annexe I, « Glossaire », 2007.
- GIEC. Annexe III, « Glossaire » [Planton, S., coordonnateur], dans *Changements climatiques 2013 : Les éléments scientifiques : Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, éd. par Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley, Cambridge, Cambridge University Press, 2013a.
- GIEC. « Biological Treatment of Solid Waste », Volume 5: Waste, in *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2006a, 8 p.

- GIEC. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis : Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2013, 1 535 p., doi : 10.1017/CBO9781107415324.
- GIEC. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2006.
- GIEC. *Troisième Rapport d'évaluation*, Annexe B, « Glossaire », 2001, 25 p.
- Gillett, N.P. et H.D. Mathews. « Accounting for carbon cycle feedbacks in a comparison of the global warming effects of greenhouse gases », *Environmental Research Letter*, vol. 5, n° 3, 2010.
- Gohar, L., G. Myhre et K. P. Shine. « Updated Radiative Forcing estimates of four halocarbons », *Journal of Geophysical Research*, vol. 109, n° D1, 2004, doi : 10.1029/2003JD004320.
- Gouvernement du Canada. *Accord Canada – États-Unis sur la qualité de l'air – rapport d'étape 2014*, Ottawa, Gouvernement du Canada, 2012, 74 p.
- Gouvernement du Canada. *Déclaration des émissions de gaz à effet de serre par les installations : guide technique pour la déclaration des émissions de gaz à effet de serre*, 2014b, 34 p.
- Gouvernement du Canada. *Rapport d'inventaire national 1990-2013 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, partie 1, 2015b, 233 p.
- Gouvernement du Canada. *Rapport d'inventaire national 1990-2013 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, partie 2, 240 p.
- Gouvernement du Canada. *Rapport d'inventaire national 1990-2013 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, partie 3, 85 p.
- Gouvernement du Canada. *Règlement multisectoriel sur les polluants atmosphériques et résumé de l'étude d'impact de la réglementation*, 2014a, 211 p.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996, 438 p.
- Groupe de travail sur le cadre conceptuel du Conseil sur la comptabilité dans le secteur public. *Document de consultation 1, Caractéristiques des entités du secteur public*, Toronto, Conseil sur la comptabilité dans le secteur public, 2011, 16 p.

- Hansen, J., P. Kharecha, M. Sato, V. Masson-Delmotte, F. Ackerman et coll. « Assessing 'Dangerous Climate Change': Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, Future Generations and Nature », *PLOS ONE*, 2013, doi : 10.1371/journal.pone.0081648.
- Hargraves, M.J. *District energy: An overview of the legal issues*, Vancouver, Continuing Legal Education Society of British Columbia, 2012, 14 p.
- Hu, A., Y. Xu, C. Tebaldi, W. Washington, V. Ramanathan. « Mitigation of Near-term Climate Forcers slows sea-level rise », *Nature Climate Change Letters*, 2013, doi : 10.1038/NCLIMATE1869.
- Institute for Governance and Sustainable Development. *Alternatives to High PRG Hydrofluorocarbons*, Washington, Institute for Governance and Sustainable Development, 2014, 69 p.
- Institute of Urban Planning and Research of Curitiba. *Sustainability Indicators of Curitiba*, Curitiba, Brésil, Institute of Urban Planning and Research of Curitiba, 2010, 77 p.
- International Accounting Standards Board, *Conceptual Framework for Financial Reporting* (Exposure Draft), Londres, International Accounting Standards Board, 2015, 92 p.
- International Federation of Accountants. *Sustainability Framework 2.0*, New York, International Federation of Accountants, 2012.
- Isaksen, I.S.A., C. Granier, G. Myhre, T.K. Berntsen, S.B. Dalsøren, M. Gauss, Z. Klimont, R. Benestad, P. Bousquet, W. Collins, T. Cox, V. Eyring, D. Fowler, S. Fuzzi, P. Jöckel, P. Laj, U. Lohmann, M. Maione, P. Monks, A.S.H. Prevot, F. Raes, A. Richter, B. Rognerud, M. Schulz, D. Shindell, D.S. Stevenson, T. Storelvmo, W.C. Wang, M. van Weele, M. Wild et D. Wuebbles. « Atmospheric composition change: Climate-Chemistry interactions », *Atmospheric Environment*, 2009, 43 p.
- Joos, F., R. Roth, J.S. Fuglestedt, G.P. Peters, I.G. Enting, W. von Bloh, V. Brovkin, E.J. Burke, M. Eby, N.R. Edwards, T. Friedrich, T.L. Frolicher, P.R. Halloran, P.B. Holden, C. Jones, T. Kleinen, F.T. Mackenzie, K. Matsumoto, M. Meinshausen, G.-K. Plattner, A. Reisinger, J. Segschneider, G. Shaffer, M. Steinacher, K. Strassmann, K. Tanaka, A. Timmermann et A.J. Weaver. « Carbon dioxide and climate impulse response functions for the computation of greenhouse gas metrics: a multi-model analysis », *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 13, 2013, p. 2793 à 2825.

- Kahneman, D. and A. Tversky. « Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk », *Econometrica*, vol. 47, n° 2, mars 1979, p. 263 à 292.
- Keirstead, J., M. Jennings et A. Sivakumar. « A review of urban energy system models: Approaches, challenges and opportunities », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, n° 6, 2012, p. 3847 à 3866, doi : 10.1016/j.rser.2012.02.047.
- Kemp-Benedict, E. *Shifting to a green economy: Lock-in, path dependence, and policy options*, Stockholm, Stockholm Environment Institute, 2014, p. 42.
- Kirtman, B., S.B. Power, J.A. Adedoyin, G.J. Boer, R. Bojariu, I. Camilloni, F.J. Doblas-Reyes, A.M. Fiore, M. Kimoto, G.A. Meehl, M. Prather, A. Sarr, C. Schär, R. Sutton, G.J. van Oldenborgh, G. Vecchi et H.J. Wang. « Near-term Climate Change: Projections and Predictability », dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis : Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, réd. par T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley, Cambridge, Cambridge University Press.
- KPMG International. *Expect the unexpected: Building business value in a changing world*, New York, KPMG International, 2012, 180 p.
- Liebowitz, S. et S. Margolis. « Path Dependence, Lock-in and History », *Journal of Law, Economics and Organisation*, vol. 11, n° 1, 1995, p. 205 à 226.
- Matthews, H.D. et A.J. Weaver. « Committed climate warming », *Nature Geoscience*, vol. 3, 2010, p. 142 et 143, doi : 10.1038/ngeo813.
- Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. S. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura et H. Zhang. « Anthropogenic and Natural Radiative Forcing », dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis : Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2013.
- Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, Division de la population. « Highlights », dans *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, ST/ESA/SER.A/352.
- NOAA. The NOAA Annual Greenhouse Gas Index (2014), consulté le 30 décembre 2014, www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html.

- Pearce, F. « Ecopolis now », *New Scientist*, n° 2556, juin 2006.
- Peters, G., B. Aamaas, T. Berntsen et J.S. Fuglestedt. « The integrated global temperature change potential (iGTP) and relationships between emission metrics », *Environmental Research Letters*, vol. 6. n° 4, 9 p.
- Phillips, N.G., R. Ackley, E.R. Crosson, A. Down, L.R. Huttyra, M. Brondfield, J. Karr, K. Zhao et R.B. Jackson. « Mapping urban pipeline leaks: methane leaks across Boston », *Environmental Pollution*, vol. 173, février 2013, p. 1 à 4.
- PNUE. *Climate and Clean Air Coalition to Reduce Short Lived Climate Pollutants* (2014), consulté le 30 décembre 2014, www.UNEP.org/ccac/Short-LivedClimatePollutants/BenefitsofMitigation/tabid/130286/Default.aspx et www.ccacoalition.org.
- PNUE. *Near-term Climate Protection and Clean Air Benefits: Actions for Controlling Short-Lived Climate Forcers*. Londres, Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2011, 76 p.
- Prather, M. et J. Hsu. « Coupling of nitrous oxide and methane by global atmospheric chemistry », *Science*, vol. 330 n° 6006, 2010, p. 952 à 954.
- Province de la Colombie-Britannique. *Local Government (Green Communities) Statutes Amendment Act*, 2008.
- Province de la Colombie-Britannique. *Resources from Waste: A Guide to Integrated Resource Recovery*. Vancouver, Province of British Columbia, 2009, 76 p.
- Province de la Colombie-Britannique. *The Climate action revenue incentive program: Summary report on local government actions*, 2013, 17 p.
- Ricke, K. et K. Caldeira. « Maximum warming occurs about one decade after a carbon dioxide emission », *Environmental Research Letters*, vol. 9, n° 12, 2014, 8 p., doi : 10.1088/1748-9326/9/12/124002.
- Rodier, C. « A review of the international modeling literature: Transit, land use and auto pricing strategies to reduce vehicle miles traveled and greenhouse gas emissions », dans *Transportation Research Board Annual Meeting*, 2008, 23 p.

Rosso, D. et M.K. Stenstrom. « The carbon-sequestration potential of municipal wastewater treatment », *Chemosphere*, vol. 70, n° 8, février 2008, p. 1468 à 1475.

Science Based Targets. *Science Based Targets Initiative*, Paris, Science Based Targets, 2015, 2 p.

Senbel, M., D. Fergusson et M. Stevens. « Local responses to regional mandates: assessing municipal greenhouse gas emissions reduction targets in British Columbia », *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, vol. 9, n° 1, 2012, p. 28 à 41.

Seto, K. C., S. Dhakal, A. Bigio, H. Blanco, G. C. Delgado, D. Dewar, L. Huang, A. Inaba, A. Kansal, S. Lwasa, J. E. McMahon, D. B. Müller, J. Murakami, H. Nagendra et A. Ramaswami. « Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning », dans *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, éd. par O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel et J.C. Minx, Cambridge, Cambridge University Press, 2014.

Shecco. *Natural Refrigerants Market Growth for North America*, Brussels, Shecco, 2013, 102 p.

Shindell, D., B.P. Walter et G. Faluvegi. « Impacts of climate change on methane emissions from wetlands », *Geophysical Research Letters*, vol. 31, 2004, L21202, doi : 10.1029/2004GL021009.

Shindell, D., G. Faluvegi, N. Bell et G. Schmidt. « An emissions-based view of climate forcing by methane and tropospheric ozone », *Geophysical Research Letters*, vol. 32, n° 4, 2005, L04803.

Shindell, D., J. Kuylenstierna, E. Vignati, R. van Dingenen, M. Amann, Z. Klimont, S. Anenberg, N. Muller, G. Janssens-Maenhout, F. Raes, J. Schwartz, G. Faluvegi, L. Pozzoli, K. Kupiainen, L. Höglund-Isaksson, L. Emberson, D. Streets, V. Ramanathan, K. Hicks, N.T.K. Oanh, G. Milly, M. Williams, V. Demkine et D. Fowler. « Simultaneously Mitigating Near Term Climate Change and Improving Human Health and Food Security », *Science*, vol. 335, n° 6065, 2012, p. 183 à 189.

- Shine, K., J.S. Fuglested, K. Hailemariam et N. Stuber. « Alternatives to the Global Warming Potential for Comparing Climate Impacts of Emissions of Greenhouse Gases », *Climatic Change*, vol. 68, n° 3, 2005, p. 281 à 302.
- Solomon, S., R. Pierrehumbert, D. Matthews, J.S. Daniel et P. Friedlingstein. « Atmospheric composition, irreversible climate change, and mitigation policy », dans *WCRP OSC*, Denver, WCRP Open Science Conference, 2011.
- Sovacool, B.K. et M.A. Brown. « Twelve metropolitan carbon footprints: A preliminary comparative global assessment », *Energy Policy*, vol. 38, n° 9, 2010, p. 4856 à 4869.
- Spokas, K., J. Bogner, J.P. Chanton, M. Morcet, C. Aran, C. Graff et I. Hebe. « Methane mass balance at three landfill sites: what is the efficiency of capture by gas collection systems? », *Waste Management*, vol. 26, n° 5, 2006, p. 516 à 525, doi : 10.1016/j.wasman.2005.07.021.
- Stevens, C., R. Winterbottom, K. Reynter et J. Springer. *Securing Rights, Combating Climate Change: How Strengthening Community Forest Rights Mitigates Climate Change*, Washington, World Resources Institute, 2014, 16 p.
- Sustainability Solutions Group. *BC Community energy and emissions modelling data assumptions*, Victoria, Sustainability Solutions Group, 2013.
- Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. *État de la situation : La lutte contre le changement climatique au Canada*, Ottawa, Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2012, 184 p.
- The Global Commission on the Economy and Climate. *Better Growth, Better Climate: The New Climate Economy Report*, Paris, The Global Commission on the Economy and Climate, 2013, 72 p.
- United States Energy Information Administration. *Natural Gas Annual 2013*. Washington, United States Energy Information Administration, 2013, 213 p.
- United States Environmental Protection Agency. *Global Methane Initiative* (2014), consulté le 30 décembre 2014, www.globalmethane.org.
- United States Environmental Protection Agency. *Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases 2010-2030*, Washington, United States Environmental Protection Agency, 2013, 410 p.

Velders, G., A. Ravishankara, M. Miller, M. Molina, J. Alcamo, J. Daniel, D. Fahey, S. Montzka et S. Reimann. « Preserving Montreal Protocol Climate Benefits by Limiting HFCs », *Science*, vol. 335, n° 6071, 2012, p. 922 à 923, doi : 10.1126/science.1216414.

West, J., A. Fiore et L. Horowitz. « Scenarios of methane emission reductions to 2030: abatement costs and co-benefits to ozone air quality and human mortality », *Climatic Change*, vol. 114, février 2012, p. 441 à 461.

West, J., A. Fiore, L. Horowitz et D. Mauzerall. « Proceedings of the National Academy of Sciences, Global health benefits of mitigating ozone pollution with methane emission controls », *PNAS*, vol. 103, n° 11, 14 mars 2006, p. 3988 à 3993.

World Resources Institute. *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*, Washington, World Resources Institute, 2004, 116 p.

Autres sources d'information

Les sources d'information mentionnées ci-dessous n'ont pas été utilisées aux fins du présent rapport, mais elles pourraient intéresser les lecteurs qui souhaitent en savoir davantage.

Accounting for Sustainability (A4S). Site Web :

www.accountingforsustainability.org.

Association of Chartered Certified Accountants (ACCA) et Carbon Tracker.
Carbon avoidance: Accounting for the emissions hidden in reserves, 2014.

Autorités canadiennes en valeurs mobilières. *Avis 51-333 du personnel des ACVM-Indications en matière d'information environnementale*, Toronto, Autorités canadiennes en valeurs mobilières, 2010.

Bourse de Toronto et CPA Canada. *Informations à fournir sur les questions environnementales et sociales : guide d'introduction*, 27 p.

CPA Canada. *Améliorer son rapport de gestion : Informations à fournir sur le changement climatique*, 2008

CPA Canada. *Cahier d'information sur le changement climatique - questions que les administrateurs devraient poser*, 2009.

CPA Canada. *Cahier d'information sur le développement durable : enjeux environnementaux et sociaux - questions que les administrateurs devraient poser*, 2011.

CPA Canada. « Durabilité : outils externes sur la durabilité spécialisés en finance et en gestion », 2015.

CPA Canada. *Note aux cadres supérieurs : changement climatique et informations connexes*. Toronto, CPA Canada, 2008.

Organisation internationale de normalisation. ISO 14064-1:2006, *Gaz à effet de serre – Partie 1 : Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre*.

Organisation internationale de normalisation. ISO 14064-2:2006, *Gaz à effet de serre – Partie 2 : Spécifications et lignes directrices, au niveau des projets, pour la quantification, la surveillance et la déclaration des réductions d'émissions ou d'accroissements de suppressions des gaz à effet de serre*.

Site Web de la Global Reporting Initiative (GRI). Site Web : www.globalreporting.org.

Sustainability Accounting Standards Board (SASB). Site Web : www.sasb.org.



CPA

COMPTABLES
PROFESSIONNELS
AGRÉÉS
CANADA

277, RUE WELLINGTON OUEST
TORONTO (ONTARIO) CANADA M5V 3H2
TÉL. 416 977.3222 TÉLÉC. 416 977.8585
WWW.CPACANADA.CA