

# MEILLEURS AMIS

*Cet arbre est  
le meilleur ami de  
votre véhicule*

**Le rôle des arbres dans  
la réduction du CO<sub>2</sub>  
dans l'atmosphère**



Ce document a été préparé pour  
Arbres Canada par :

Nigel T. Roulet

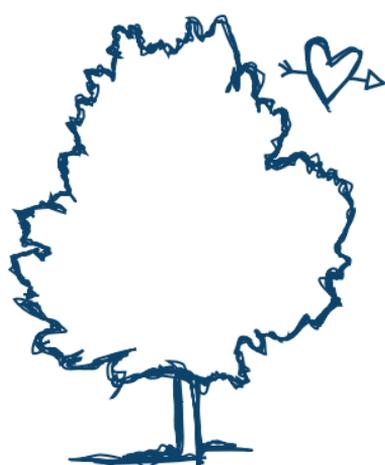
Professeur de géographie et directeur du Centre de  
recherche sur le climat et le changement planétaire de  
l'Université McGill, 805, rue Sherbrooke Ouest, Montréal  
(Québec) H3A 2K6

Bill Freedman

Professeur d'écologie et d'environnement,  
Département de biologie, Université Dalhousie, Halifax  
(Nouvelle-Écosse) B3H 4J1

Nigel T. Roulet et Bill Freedman étaient membres du  
conseil d'administration d' Arbres Canada

septembre 2008



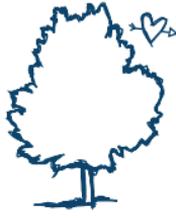
*Les amis ne sont-ils pas là  
pour nous aider?*

---

Nous aimons notre véhicule. Tout comme un ami, il est toujours là quand nous en avons besoin pour nous rendre quelque part – de la maison au travail, de l'école au terrain de soccer, d'un océan à l'autre.

Notre camion ou véhicule utilitaire sport représente parfois notre meilleur ami puisqu'il est toujours là pour nous. Tout comme un autre ami – un peu moins utilisé mais tout aussi important pour nous ... et notre véhicule : l'arbre!

Les arbres peuvent être les meilleurs amis des véhicules puisqu'ils enlèvent le CO<sub>2</sub> atmosphérique dans l'air.



## Notre rôle

---

Arbres Canada est un organisme de bienfaisance à but non lucratif créé dans le but d'encourager les Canadiens et les Canadiennes à planter des arbres dans les milieux urbains et ruraux et à les entretenir. Un des objectifs de la Fondation est de contribuer à réduire les effets néfastes des émissions de dioxyde de carbone qui créent le changement climatique.

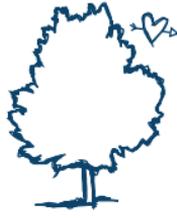
Arbres Canada offre un appui éducatif, technique et financier dans le cadre de partenariats avec les secteurs privé et public afin de :

- faciliter la plantation et l'entretien des arbres dans les milieux urbains et ruraux du Canada;
- informer les Canadiens et les Canadiennes sur les bienfaits environnementaux de la plantation et de l'entretien des arbres;
- aider les parties intéressées à entreprendre une vaste gamme d'activités éducatives et durables sur la plantation d'arbres;
- encourager les entreprises, les communautés et les particuliers à participer au programme.

Nous voyons un avenir où les Canadiens et les Canadiennes apprécient et comprennent la valeur économique et environnementale des arbres et, par conséquent, s'impliquent personnellement dans la plantation et l'entretien d'arbres dans les municipalités canadiennes.



doux

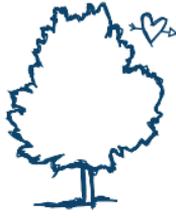


## Le système climatique et les gaz à effet de serre

---

Il y a eu des augmentations très documentées des niveaux de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et d'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) au cours des 200 dernières années. Ces gaz sont regroupés sous l'appellation "gaz à effet de serre" car ils absorbent le rayonnement infrarouge de grande longueur d'onde émis par la Terre, ce qui a pour effet de réchauffer l'atmosphère. Les gaz emprisonnés en bulles dans le cœur des glaces nous apprennent que les concentrations de ces gaz varient naturellement à très long terme (sur des milliers d'années). Les concentrations et le taux d'augmentation actuels sont sans précédent au cours des 200 dernières années. En 1995, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), un groupe de plus de 2 000 scientifiques qui s'intéressent à tous les aspects du changement climatique et de la variabilité, formé sous les auspices de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), ont conclu que "la température moyenne de la planète au XXe siècle est au moins aussi chaude qu'à tous les autres siècles depuis au moins 1400 après Jésus-Christ" (GIEC 1995 : 43) et que "la tendance au réchauffement observée n'est sans doute pas d'origine entièrement naturelle" (GIEC 1995 : 43). De plus, de récentes études sur les configurations climatiques révèlent que les observations sont conséquentes à "ce que l'on peut s'attendre dans le cas d'une augmentation de la force du signal anthropique" et que "les probabilités que ces correspondances soient dues au hasard et le résultat d'une variabilité interne seulement sont très faibles" (GIEC 1995 : 44). Il existe des preuves raisonnables à l'effet que nous assistons à un changement climatique provoqué par l'être humain.

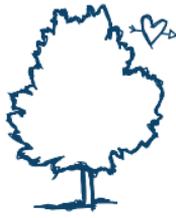
Cent soixante pays réunis à Kyoto, au Japon, en décembre 1997 ont convenu que les pays industrialisés réduiraient collectivement, entre 2008 et 2012, leurs émissions de gaz à effet de serre de 5,2 p. 100 par rapport à leurs taux d'émission de 1990. Les méthodes qui permettraient d'atteindre ces résultats et les méthodes permettant de calculer les réductions d'émissions des gaz à effet de serre ont été parmi les principales questions débattues à la Conférence des Parties qui a eu lieu à Buenos Aires en no-



vembre 1998. Le Canada a accepté de réduire de 6 p. 100 d'ici 2012 ses émissions de gaz à effet de serre par rapport à ses taux d'émission de 1990. L'accord de Kyoto a conféré aux pays la souplesse nécessaire pour établir leurs propres stratégies de réduction. La réduction à long terme des émissions de gaz à effet de serre sera réalisée en augmentant l'efficacité énergétique, en adoptant de nouvelles technologies appliquées aux carburants de remplacement et en réduisant la demande énergétique. La réduction à court terme sera réalisée en adoptant des mesures de conservation et en créant des puits de carbone, comme par exemple la séquestration du dioxyde de carbone par les arbres en croissance. Les méthodes forestières qui procurent un puits de carbone légitime suscitent de nombreux débats. Les discussions entourant l'accord de Kyoto semblent vouloir favoriser le reboisement, le boisement et le déboisement. Bien que certains affirment que le reboisement est l'un des volets d'une bonne technique de gestion des forêts et que, par conséquent, on ne doit pas vraiment en tenir compte, il ne fait aucun doute que le boisement de terres non forestières ou à la suite d'un changement de vocation (p. ex., arbres en milieu urbain, terres agricoles abandonnées, etc.) crée un véritable puits de carbone.

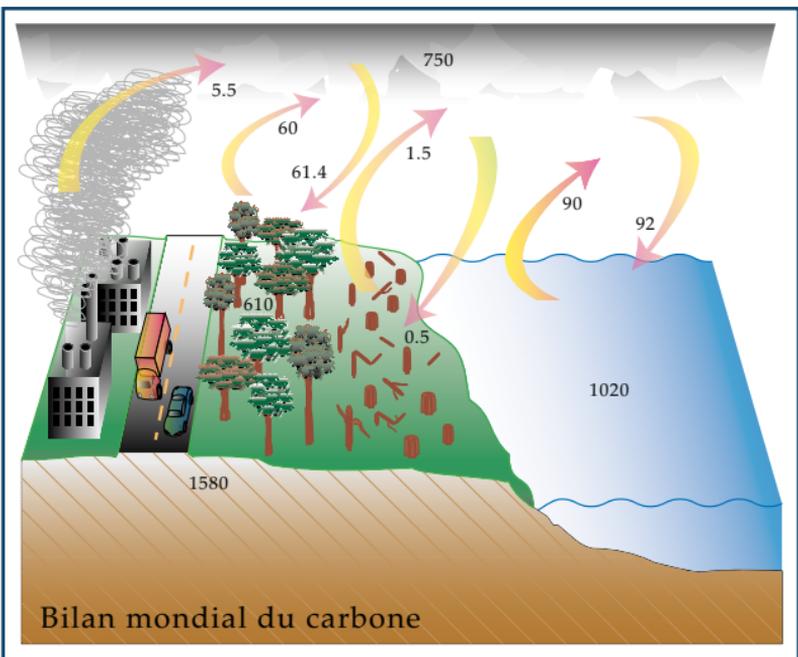
*1 Pour obtenir les détails sur la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique, visitez le site officiel du Secrétariat sur les changements climatiques ([www.unfccc.de](http://www.unfccc.de)). Ce site comprend les détails de la Conférence des Parties (COP3, Kyoto 1997, et de COP4, Buenos Aires, novembre 1998).*





## Le CO<sub>2</sub> atmosphérique, le bilan du carbone et l'influence de la biosphère terrestre

Le bilan mondial du carbone comprend une série de réservoirs de stockage du carbone et plusieurs véhicules qui facilitent les échanges entre les réservoirs, surtout sous forme de CO<sub>2</sub> (figure 1). Les scientifiques ont assez bien réussi à délimiter les réservoirs mais sont plus incertains sur les débits d'échange (Schimel, 1995). Les océans de surface et la biosphère terrestre (végétaux et sols) sont les deux réservoirs qui ont eu le plus d'influence sur la masse de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère au cours des décennies et des siècles. Les échanges entre l'atmosphère et ces deux réservoirs sont considérables mais, comme les quantités intrantes sont équivalentes aux quantités sortantes, l'échange net dans l'atmosphère est presque nul (figure 1). Par contre, l'entrée nette de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère attribuable à la consommation de carburants fossiles par l'être humain et les changements de vocation des terres est considérable. Il n'existe pas d'activités humaines qui puissent créer un apport équivalent aux émissions an-



**Figure 1.** Le bilan mondial de carbone affecte la masse et du même fait la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Les réserves de carbone dans les biosphères terrestres et océaniques et dans l'atmosphère sont exprimées en Gt - gigatonnes, où 1 Gt = 1 Pg = 10<sup>15</sup> g) et les échanges entre les biosphères terrestres et océaniques et l'atmosphère sont exprimés en gigatonnes de carbone par année. Les valeurs mises de l'avant dans ce schéma sont tirées de Schimel et al (1995). Pour convertir les réserves et les échanges de gigatonnes de carbone en gigatonnes de CO<sub>2</sub>, multipliez les valeurs du schéma par 3,67.

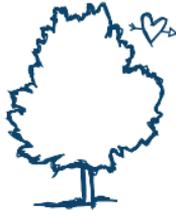
thropiques, ce qui n'est pas le cas pour les influences biosphériques.

La biosphère terrestre contient beaucoup de carbone. Environ un tiers du carbone se trouve dans les végétaux (arbres, arbustes, etc.) tandis que les deux tiers restants se trouvent dans le sol sous forme de produit résiduel de la décomposition des végétaux et des minéraux. De petits changements dans le réservoir de la biosphère peuvent avoir des conséquences importantes sur les concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Les sources et puits de CO<sub>2</sub> dans la biosphère sont très difficiles à quantifier. On estime cependant que les émissions de CO<sub>2</sub> provenant des prairies et des systèmes agricoles représentent près de la moitié de l'ensemble des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> au cours du dernier siècle (Houghten et al., 1987). À l'heure actuelle, près de 20 p. 100 des émissions de CO<sub>2</sub> anthropiques dans l'atmosphère proviennent du déboisement et d'autres changements de vocation des terres (tableau 1).

La transformation des terres inutilisées en terres forestières (ce procédé porte le nom de boisement) peut créer un important puits de carbone dans le bilan du carbone actuel. De nombreuses terres agricoles de l'Amérique du Nord et de l'Europe ont été transformées en forêts, ce qui a créé un très grand puits net de CO<sub>2</sub> (tableau 1). Le calcul des quantités de CO<sub>2</sub> échangées dans des nouvelles forêts de l'Amérique du Nord et de l'Europe révèle que celles-ci peuvent absorber et stocker de 1 à 3 tonnes de carbone par hectare par année (Wofsy et al., 1993; Greco et Baldocchi, 1996).

Sources de CO <sub>2</sub>	Gt C/an
Émissions provenant de carburants fossiles et de la production de ciment	5,5 ± 0,5
Total des émissions provenant du changement de vocation des terres	1,6 ± 1,0
Total des émissions anthropiques	7,1 ± 1,1
Répartition du CO <sub>2</sub> entre les réservoirs	Gt C/an
Stockage dans l'atmosphère	3,3 ± 0,2
Absorption dans l'océan	2,0 ± 0,8
Absorption par les nouvelles forêts de l'hémisphère nord	0,5 ± 0,5
Puits présumé dans les forêts du nord	1,3 ± 1,5

**Table 1.** Bilan du carbone annuel de 1980 à 1989, préparé à partir de Schimel et al. (1995).

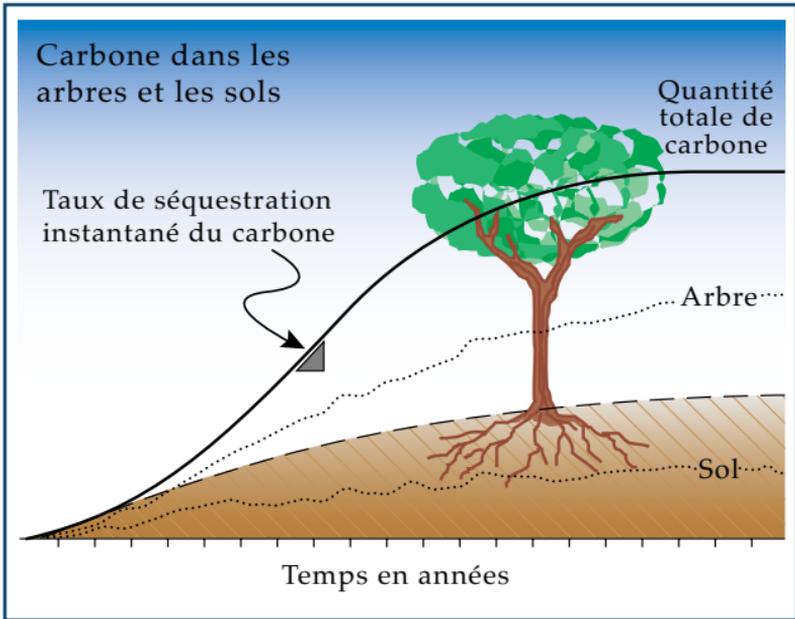


## Les arbres et l'absorption de CO<sub>2</sub> atmosphérique

---

Les écosystèmes forestiers séquestrent le carbone dans la nouvelle partie de leur biomasse de bois qui s'ajoute chaque année. La quantité ainsi absorbée s'ajoute au carbone contenu dans les feuilles et les branches mortes qui s'intègre au carbone déjà contenu dans le sol. Lorsque les arbres sont nouvellement plantés, une part importante de l'échange annuel de CO<sub>2</sub> est absorbée dans la biomasse du végétal en croissance. De plus, le sol contient très peu de carbone lorsque les arbres sont nouvellement plantés dans les terrains agricoles ou urbains, de sorte que le sol respire peu. Cette situation entraîne un niveau élevé de séquestration du carbone au cours des premières décennies de croissance de l'arbre (figure 2). Plus l'écosystème forestier arrive à maturité, plus le contenu organique du sol et la respiration de l'écosystème augmentent. Lorsque l'ensemble de l'écosystème arrive à maturité, la respiration de l'écosystème est sensiblement égal à la production brute, et l'écosystème n'est plus considéré comme un puits net de CO<sub>2</sub>. La quantité totale de CO<sub>2</sub> éliminée de l'atmosphère est alors égale à la quantité de carbone emmagasinée dans la biomasse active des arbres et du sol. L'âge auquel les arbres atteignent leur maturité varie beaucoup d'une espèce et d'une région climatique à l'autre. Toutefois, la séquestration du carbone se produit surtout pendant les 60 à 100 premières années.

Le carbone séquestré est perdu lorsque les arbres sont coupés et utilisés à des fins qui remettent le carbone dans l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub> (p. ex., arbres utilisés comme bois de foyer ou laissés à décomposer). Par contre, le bois auquel on destine un usage à long terme (p. ex., pour la construction ou la fabrication de meubles) conserve une part importante de son carbone séquestré et les nouveaux arbres qui régénèrent la forêt absorberont des quantités additionnelles de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Lorsque les arbres sont brûlés ou décomposés, les nouveaux arbres ne servent qu'à réabsorber une partie du carbone déjà séquestré.



**Figure 2.** Le carbone est séquestré dans la biomasse vivante d'un arbre et dans les sols. La quantité totale de carbone séquestrée est égale à la quantité de carbone stockée dans l'écosystème parvenu à maturité plus le carbone stocké dans le sol. Le taux de séquestration annuel du carbone est la quantité de carbone stockée pendant un an.

On estime qu'il y a 11,8 Gt de C (ou  $11,8 \times 10^{15}$  tonnes de carbone) séquestrées dans les plantations d'arbres des forêts tropicales, tempérées et boréales (Winjum et Schroeder, 1997) et que le taux annuel de séquestration est de 0,2 Gt de carbone par année. Les quantités totales de carbone stockées dans les plantations représentent l'équivalent d'une réduction de 2 p. 100 de la quantité totale de  $\text{CO}_2$  stockée dans l'atmosphère, c'est-à-dire une compensation de 8 p. 100 des émissions anthropiques dans l'atmosphère au cours des 100 dernières années et une compensation de 4 p. 100 des émissions actuelles de  $\text{CO}_2$  associées à la combustion de carburants fossiles.



## La séquestration du CO<sub>2</sub> par un arbre canadien "moyen"

---

Il existe peu de données sur la quantité de carbone que peut séquestrer un arbre. Freedman et Keith (1995) ont utilisé les données sur la productivité des forêts fournies par les organismes provinciaux afin d'établir des courbes de croissance de la séquestration du carbone pour les principales espèces du Canada dans différentes conditions (mauvaises, moyennes et bonnes). La séquestration du carbone a été calculée à partir des estimations de la biomasse au-dessus du sol et souterraine, où le carbone représente 50 p. 100 de la biomasse sèche d'un arbre. Le taux d'absorption et de stockage du carbone varie beaucoup au Canada selon les espèces, les régions et les conditions des lieux. Nous avons calculé la quantité de carbone séquestrée dans un arbre canadien "moyen" afin de faciliter ces calculs. Cet arbre moyen n'existe pas comme tel. Il ne représente que le taux de séquestration du carbone typique rapporté par Freedman et Keith (1995) pour plusieurs espèces dans toutes les régions géographiques du Canada dans des conditions de sol moyennes, à partir du principe qu'un arbre met 80 ans à arriver à maturité. On suppose que les feuilles et les branches mortes sont ramassées en milieu urbain, ce qui n'ajoute pas de carbone dans le sol. Dans les milieux ruraux et de boisement, les résidus ne sont pas enlevés, ce qui ajoute une quantité typique de carbone dans le sol. Nos calculs suggèrent que l'arbre canadien "moyen" séquestrera environ 200 kg de carbone sur une période de 80 ans dans un environnement urbain et 225 kg de carbone dans un environnement rural. Cela représente un stockage de 2,5 kg de carbone par année en milieu urbain et de 2,8 kg de carbone par année en milieu rural. (Voir la Fiche de compensation du carbone de la FCA à la page suivante.)



## Remerciements

We would like to thank Jenny-Marie Ferone, Angie Mansi, and Philip Smith of the Centre for Climate and Global Change Research at McGill University for their assistance in the preparation of this document.

## Références

FREEDMAN, B. et T. Keith, 1995 : Planting Trees for Carbon Credits (Fondation canadienne de l'arbre, Ottawa), page 42.

GRECO, S.A. et D.D. Baldocchi, 1996 : "Seasonal variation of CO<sub>2</sub> and water vapour exchange rates over a temperate deciduous forest", *Global Change Biology* 2 : 183-197.

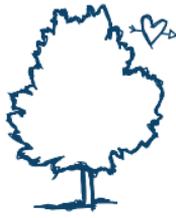
HOUGHTON, R.A., R.D. Bonne, R.J. Fruci, F.E. Hobbie, J.M. Melillo, C.A. Palm, B.J. Peterson, G.R. Shaver, G.M. Woodwell, B. Moore, D.L. Skole et N. Meyers, 1987 : "The flux of carbon from terrestrial ecosystems to the atmosphere in 1980 due to changes in land-use: geographic distribution of global flux", *Tellus*, 39B : 122-139.

GIEC, 1995 : Climate change in 1995: The Science of Climate Change - Contribution of Working Group 1 to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg et K. Maskell (éditeurs) (Cambridge, 1996).

SCHIMMEL, D.S., I.G. Enting, M. Heimann, T.M. Wigley, D. Raynaud, D. Alves et U. Siegenthaler, 1995 : "CO<sub>2</sub> and the Carbon Cycle", tiré de *Climate Change 1994*. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, J. Bruce, Hoesung Lee, B.A. Callander, E. Haites, N. Harris et K. Maskell (éditeurs) (Cambridge) : 39-71.

WINJUM, J.K., et P.E. Schroeder, 1997 : "Forest plantations of the world: their extent, ecological attributes, and carbon storage", *Agr. and For. Met.* 84 : 153-167.

WOFSY, S.C., M.L. Goulden, J.W. Munger, S.-M. Fan, P.S. Bakwin, B.C. Daube, S.C. Bassow et F.A. Bazzaz, 1993 : "Net exchange of CO<sub>2</sub> in a mid-latitude forest", *Science* 260 : 1314-1317.



## Fiche de compensation du carbone no 1

ABSORPTION DE CARBONE À VIE				
Milieu	Nombre d'arbres plantés	Coefficient de division	Facteur de survie	Tonnes de carbon absorbé en 80 ans
Urbain	_____	÷ 5,0	× 1,0 =	_____
Rural	_____	÷ 4,4	× 1,0 =	_____
Boisement	_____	÷ 4,4	× 0,7 =	_____

Cette fiche de travail a été préparée à partir de la biomasse moyenne des arbres au Canada (calculée à partir des estimations de croissance de la biomasse publiées par les provinces) et d'un coefficient de multiplication pour le carbone stocké dans les sols. Elle a pour but de vous aider à calculer la quantité de carbone absorbée grâce à vos efforts de plantation.

Il existe deux façons de calculer la quantité de carbone absorbée. La première façon consiste à calculer la quantité de CO<sub>2</sub> séquestrée pendant la durée de vie de l'arbre. Ces calculs sont faits en fonction d'une espérance de vie de 80 ans car, après avoir atteint cet âge, l'arbre canadien moyen séquestre très peu de carbone supplémentaire (sauf certains arbres des côtes de la Colombie-Britannique et de certaines forêts intérieures qui continuent à croître et à absorber du carbone jusqu'à l'âge de 100 ans). La deuxième méthode est fondée sur la quantité de carbone absorbée chaque année par les arbres qui ont été plantés, pour une période de 80 ans.



## Fiche de compensation du carbone no 2

ABSORPTION DE CARBONE PAR ANNÉE				
Milieu	Nombre d'arbres plantés	Coefficient de division	Facteur de survie	Tonnes de carbon absorbé en 80 ans
Urbain	_____	÷ 400	× 1,0 =	_____
Rural	_____	÷ 360	× 1,0 =	_____
Boisement	_____	÷ 360	× 0,7 =	_____

Le carbone absorbé est exprimé en tonnes de carbone (x 106 g C). Pour calculer la masse de CO<sub>2</sub> absorbée, multipliez le carbone absorbé par un coefficient de 44/12 ou 3,67, qui représente le rapport entre la masse d'une molécule de CO<sub>2</sub> et la masse d'un atome de carbone dans chacune des molécules de CO<sub>2</sub>.



**POUR PLUS D'INFORMATION :**  
**Arbres Canada**  
**402 - 222, rue Somerset ouest**  
**Ottawa ON Canada K2P 2G3**

**1-877-666-1444**

**[www.arbrescanada.ca](http://www.arbrescanada.ca)**

Design: Limelight Advertising & Design · Imprimé par Cielo Print Inc.

**Papier : Rolland Enviro100 – Contient 100 % de fibres postconsommation, certifié Éco-Logo, procédé sans chlore et FSC recyclé, fabriqué au Canada à partir d'énergie biogaz**



douze