

Développement sobre en carbone : Mexique

PROGRAMME D'ÉTUDES-PAYS SUR LA CROISSANCE SOBRE EN CARBONE

ATTÉNUER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE TOUT EN SE DÉVELOPPANT



PROGRAMME D'ÉTUDES-PAYS SUR LA CROISSANCE SOBRE EN CARBONE

TABLE DES MATIÈRES

Un développement sobre en carbone est possible au Mexique **1**

Mexique : Les options d'atténuation des effets du changement climatique **2**

Un scénario sobre en carbone pour le Mexique **13**

Sigles et abréviations **20**

Atténuation des effets du changement climatique au Mexique

UN DÉVELOPPEMENT SOBRE EN CARBONE EST POSSIBLE AU MEXIQUE

Le Mexique a la capacité de s'orienter rapidement vers un avenir sobre en carbone. À l'heure actuelle, le Mexique met en œuvre un grand nombre de mesures rationnelles de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), notamment des initiatives sur la maîtrise de l'énergie et les modes de transport écologiquement viables. En parallèle, des obstacles entravent l'élargissement de nombreuses initiatives sobres en carbone, notamment le manque d'information et les obstacles réglementaires et en matière de politiques publiques. En retenant des initiatives sélectives, le Mexique renforce son économie nationale et apporte au monde la preuve de l'importance d'un développement sobre en carbone dans la prévention des effets négatifs du changement climatique.

Le Mexique est le plus grand pays consommateur de combustibles fossiles d'Amérique latine. La majorité de ses émissions de GES proviennent de la production et de la consommation d'énergie. *Un développement sobre en carbone pour le Mexique* analyse les modalités selon lesquelles le pays pourrait réduire de façon significative ses émissions de GES sans entraver sa croissance économique (encadré 1). Au-delà du Mexique, ce rapport fournit des enseignements utiles sur les initiatives à faible coût auxquelles de nombreux pays industrialisés et en développement ont communément recours. Le changement climatique étant au premier plan de la politique mondiale, le développement sobre en carbone n'est plus une question de choix pour les pays en développement et les pays à revenu intermédiaire comme le Mexique.

Le changement climatique est une composante essentielle de la politique nationale de développement du Mexique définie dans la stratégie nationale sur le changement climatique (*Estrategia nacional de cambio climático*, 2007), qui fixe les objectifs d'adaptation et d'atténuation à moyen et à long termes. Le Mexique s'est engagé à réduire ses émissions de GES, conformément aux objectifs qu'il a définis à la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques de Poznan (Pologne) en 2008 et dans son *Programa especial de cambio climático*, qui met en place un vaste programme destiné à faire face au changement climatique.

Cet aperçu général souligne les principales conclusions d'un *développement sobre en carbone : Mexique*, en particulier la logique de la croissance sobre en carbone dans le cadre des objectifs et des priorités du pays en matière de développement, les possibilités de réduction des émissions de GES et les coûts supplémentaires et les avantages d'une croissance sobre en carbone.

L'étude intitulée **Un développement sobre en carbone : Mexique** ou *Mexico : Estudio Sobre la Disminucion de Emisiones de Carbono* (MEDEC)¹, a été réalisée en deux ans sur la base d'une étude effectuée par la Banque mondiale, avec le concours du Programme d'assistance à la gestion du secteur énergétique (ESMAP), pour le compte du Gouvernement mexicain. Elle évalue le potentiel de réduction des GES au Mexique au cours des prochaines décennies. Des initiatives sobres en carbone recouvrant les principaux secteurs d'émission ont été évaluées selon une méthodologie commune et constituent la base d'un scénario sobre en carbone d'ici 2030. L'analyse est accompagnée de diagrammes, graphiques et annotations claires, et est divisé en chapitres qui traitent des secteurs clés d'émission et donnent un aperçu rapide des questions prioritaires.

Cet ouvrage est le fruit du travail d'une équipe internationale d'économistes et de chercheurs. Il a été préparé par Todd Johnson, spécialiste de l'énergie au Département du développement durable, dans la Région Amérique latine et Caraïbes, Claudio Alatorre, consultant spécialisé dans les programmes de transition énergétique, Zayra Romo, spécialiste en énergie de l'Unité Afrique-énergie et Liu Feng, spécialiste en énergie du Programme d'aide à la gestion du secteur énergétique.

Ouvrage broché en anglais 7 x 10

Janvier 2010 | Banque mondiale

ISBN : 0-8213-8122-9 | ISBN-13 : 978-0-8213-8122-9

¹ Johnson, TM, C. Alatorre, Z. Romo, et F. Liu.2010. *Mexico : Estudio Sobre la Disminucion de Emisiones de Carbono* (MEDEC). Banque mondiale, Washington.

MEXIQUE : LES POSSIBILITÉS D'ATTÉNUATION DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les émissions et tendances actuelles des GES donnent une indication du potentiel du Mexique en matière de réduction future des émissions. À l'heure actuelle, la consommation d'énergie est le principal facteur d'émission de GES au Mexique (61 % du total de ces émissions en 2002) ; elle est suivie par l'utilisation des terres, la foresterie et l'agriculture (21 %) et les déchets solides et liquides (10 %, figure 1).

L'étude **Un développement sobre en carbone : Mexique** évalue les initiatives sobres en carbone dans cinq grands secteurs :

- **Électricité** — production et distribution de l'électricité
- **Pétrole et gaz** — extraction, transformation et distribution du pétrole et du gaz
- **Utilisation finale de l'énergie** — possibilité de mieux maîtriser l'énergie dans la construction et les industries manufacturières ainsi que dans les secteurs résidentiel, commercial et public
- **Transport** — essentiellement le transport routier
- **Agriculture et foresterie** — culture et production de bois, gestion des zones forestières et énergie de la biomasse

À partir d'une analyse des coûts, l'étude examine les initiatives prévues à l'horizon 2030 et les changements immédiats qui peuvent être apportés et porter leurs fruits dans 5 à 10 ans (encadré 2).

ENCADRÉ 2 | Un développement sobre en carbone pour le Mexique : Critères de hiérarchisation des possibilités

Au Mexique, 40 mesures prioritaires de réduction des émissions à court terme ont été identifiées en fonction de trois principaux critères de classement des possibilités à l'horizon 2030 :

1. *Potentiel de réduction des émissions de CO₂*. Une mesure doit générer une réduction des émissions de 5 millions de tonnes d'équivalent CO₂ (eq CO₂e) entre 2009 et 2030.
2. *Modicité du coût de la tonne de CO₂e réduite*. Seules les initiatives offrant des taux positifs de rentabilité sociale et économique (pour un taux d'actualisation ou un coût du capital donné) et un coût de dépollution égal ou inférieur à 25 dollars par tonne de CO₂e réduite ont été considérées. Les initiatives offrant des avantages positifs nets sont des mesures qu'on a rien à perdre à appliquer, car les avantages financiers et économiques qu'elles procurent sont supérieurs à leurs coûts.
3. *Faisabilité de la mise en œuvre*. Elle est déterminée par des experts qui ont examiné le potentiel technique, le développement du marché et les besoins institutionnels, ainsi que par des représentants du gouvernement qui ont examiné la faisabilité politique et institutionnelle de l'extrapolation des initiatives à l'ensemble du secteur économique. Avant qu'une initiative soit adoptée, un débat public doit être engagé entre des experts de l'industrie, des représentants du gouvernement, le secteur privé et la société civile. Toutes les initiatives retenues ont déjà été mises en œuvre, au moins à titre de projet pilote, au Mexique ou dans d'autres pays présentant des conditions similaires. Certaines initiatives rencontrent des obstacles à court terme (cinq prochaines années), mais on estime que ces obstacles peuvent être levés à moyen terme.

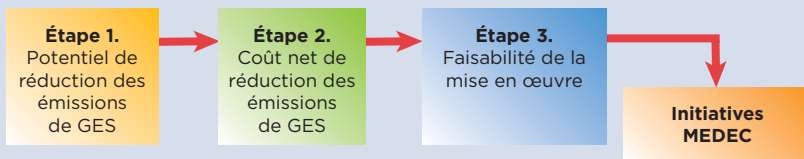
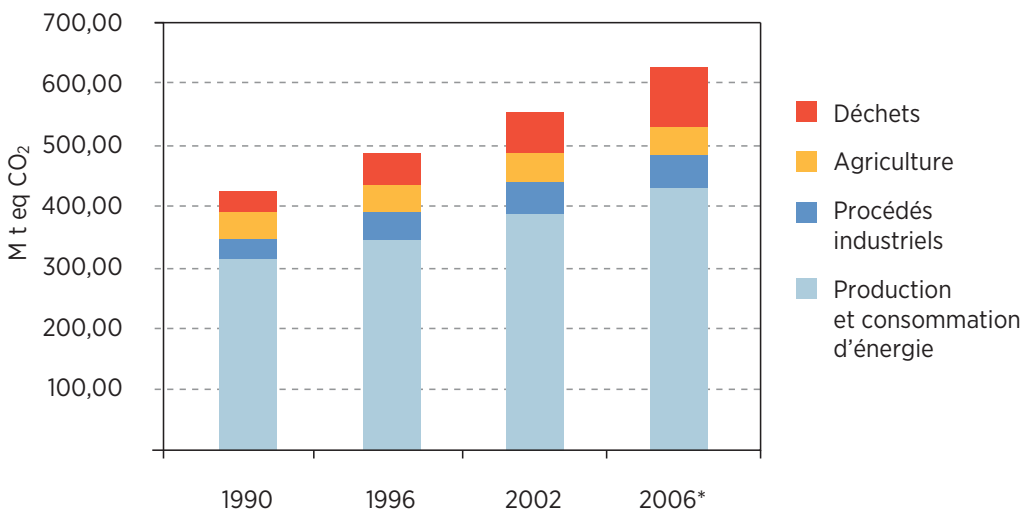


Figure 1 : Inventaire des émissions de GES du Mexique, 1990, 1996, 2002 et 2006*, à l'exclusion de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF)



Source : Inventaire national des émissions de gaz à effet de serre, 1990-2002

*Données préliminaires de l'Institut national d'écologie

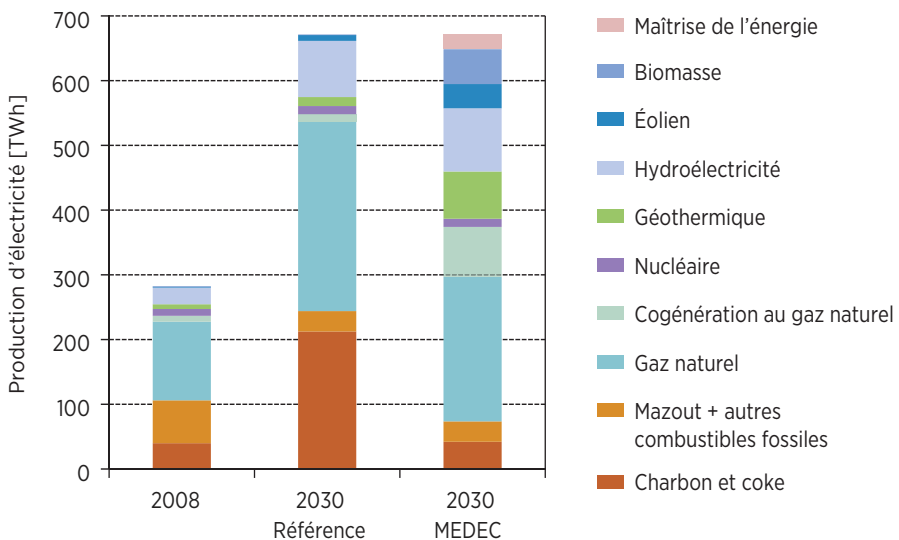
Électricité | Amélioration du rendement énergétique de l'alimentation en électricité et énergies renouvelables

Au cours des dernières décennies, la demande d'électricité a augmenté plus vite que le produit intérieur brut (PIB) ; elle devrait continuer d'augmenter dans un avenir prévisible et être associée à une croissance de la consommation d'électricité dans l'ensemble du secteur économique. Dans un scénario de maintien du statu quo (MSQ) et pour répondre à la demande croissante d'électricité, les émissions totales d'équivalent de dioxyde de carbone provenant de la production d'électricité augmenteraient de 230 % entre 2008 et 2030 — passant de 138 à 312 t eq CO₂. Dans ce scénario, l'utilisation des combustibles fossiles augmenterait — car, sans tenir compte des externalités écologiques mondiales, cette formule est la moins coûteuse — le charbon représentant 37 % des nouvelles capacités installées et le gaz naturel 25 %.

Si le coût net de CO₂e est fixé à 10 dollars la tonne, d'autres technologies sobres en carbone — petite hydraulique, éolien, biomasse, géothermie, cogénération — pourraient remplacer une grande partie des combustibles fossiles servant à la production d'électricité, essentiellement le charbon mais également le gaz naturel, dans le scénario MSQ. Dans ce cas, la production d'électricité aurait un tout autre visage en 2030 (figure 2). Dans le cadre du scénario sobre en carbone, la cogénération (c'est-à-dire la production combinée de chaleur et d'électricité dans la même installation) pourrait fournir 13 % de la nouvelle capacité énergétique à un coût net inférieur aux coûts marginaux actuels de production d'électricité au Mexique.

Le développement des énergies renouvelables et une meilleure maîtrise de l'énergie dans le secteur de l'électricité nécessiteraient des changements d'ordre politique et réglementaire (tableau 1). Par exemple, le coût de production de l'énergie éolienne est parmi les plus bas dans le monde en raison de la puissance des vents dans l'isthme de Tehuantepec. Malheureusement, des prix de planification excessivement bas qui ne rendent pas compte de la production d'électricité au moyen de combustibles fossiles, un manque de reconnaissance de l'effet portefeuille dans la planification des besoins énergétiques et des procédures inadéquates de passation des marchés entravent le développement des projets éoliens et d'autres énergies renouvelables.

Figure 2 : Production d'électricité en 2030 : Scénario MSQ et scénario sobre en carbone



¹ Les coûts ont été calculés en comparant les coûts nets (capital, énergie, exploitation et entretien) de chaque technologie sobre en carbone avec les coûts de la capacité déplacée (charbon et gaz naturel).



SEGUROS

CENTRO

SE BENTAN
RESPACHOS

B

Tableau 1 : Obstacles à un développement sobre en carbone dans le secteur de l'électricité du Mexique

| OBSTACLES | MESURES CORRECTIVES |
|--|---|
| PROJETS À GRANDE ÉCHELLE | |
| La planification du secteur de l'électricité repose sur des scénarios à faible prix du carburant | Planification du secteur de l'électricité : utiliser des scénarios appropriés des prix de carburant (qui ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux utilisés dans le cadre de la planification du secteur pétrolier) |
| La planification du secteur de l'électricité s'attache aux technologies à moindre coût et ne tient pas compte de l'approche-portefeuille | Modifier les procédures de planification pour : évaluer et tenir compte, indépendamment des coûts, des risques de volatilité associés aux diverses technologies, et minimiser les risques et les coûts globaux du portefeuille à long terme |
| La planification du secteur de l'électricité ne tient pas compte des coûts des infrastructures hors-installations ni des avantages annexes | Inclure les autres avantages, notamment les externalités écologiques locales, tous les coûts d'infrastructure (par exemple, ports, pipelines, lignes de transport) et les revenus éventuellement générés par la réduction des émissions |
| Seuls les projets à grande échelle sont inclus dans le processus d'appel d'offres | Donner aux projets à petite échelle d'énergies renouvelables et de cogénération la possibilité d'utiliser en partie le processus d'appel d'offres |
| Conflits sociaux soulevés par les grands projets hydroélectriques | Mettre en place de meilleurs mécanismes de négociation pour la planification, la construction et l'exploitation de centrales hydroélectriques, comme ceux proposés par la Commission mondiale des barrages ² |
| PROJETS À PETITE ÉCHELLE | |
| Aucune procédure de marché spécifique ne permet aux projets d'énergies renouvelables et de cogénération de vendre de l'électricité au réseau national | Mettre au point de petits accords d'achat d'électricité |
| Les producteurs d'énergie renouvelable ne reçoivent que les coûts marginaux à court terme et sont rémunérés uniquement en fonction de la capacité produite | Mettre en place des systèmes de rémunération de tous les avantages, notamment la capacité, la réduction des risques et les externalités (y compris les paiements de carbone) |
| Aucun paiement au titre de la capacité dans le cas des projets de cogénération | |
| Difficultés d'obtention des licences locales et fédérales | Mettre en œuvre des procédures simplifiées d'octroi de licence |
| Goulets d'étranglement des lignes de transport | Développer la capacité de transport dans les zones dotées d'un potentiel important en énergies renouvelables |

Pétrole et gaz | Meilleure maîtrise de l'énergie et accroissement de la production de gaz

Les émissions de GES du secteur pétrolier et gazier peuvent être réduites (tableau 2) au moyen d'initiatives qu'on ne perd rien à appliquer et qui ont un faible coût, comme la réduction des fuites des réseaux de distribution de gaz, l'amélioration du rendement énergétique des installations de raffinage de pétrole et de traitement du gaz de PEMEX et l'introduction de la cogénération dans six raffineries et quatre usines pétrochimiques PEMEX (représentant plus de 6 % de la capacité installée actuelle du Mexique). Le développement de ce potentiel nécessitera la mise en place d'un cadre réglementaire encourageant et autorisant la vente d'énergie et de capacité excédentaire au réseau d'électricité.

Dans la perspective de PEMEX, les investissements dans la cogénération et la réduction des fuites de gaz, par exemple, offrent d'excellents taux de rentabilité mais sont moins intéressants que l'exploration et l'exploitation pétrolière. En outre, ces investissements sont difficiles à financer en raison de la dette élevée de PEMEX et du fait que les recettes pétrolières représentent plus du tiers du budget fédéral du Mexique — alors que l'industrie pétrolière ne représente que 3 % environ du PIB —, ce qui interdit au gouvernement de prendre des mesures de réduction des impôts de PEMEX à court terme.

² « Barrages et développement : Un nouveau cadre pour la prise de décisions » Rapport de la Commission mondiale des barrages (www.dams.org).



Tableau 2 : Initiatives sobres en carbone dans le secteur pétrolier et gazier

| INITIATIVES | MESURES CORRECTIVES MAXIMALES DES EMISSIONS (T EQ CO ₂ /AN) | COÛT OU AVANTAGE NET DE L'ATTENUATION (USD/T EQ CO ₂) |
|---|--|---|
| Cogénération PEMEX | 26,7 | 28,6 (avantage) |
| Réduction des fuites de gaz | 0,8 | 4,4 (avantage) |
| Amélioration du rendement énergétique des raffineries | 2,5 | 16,6 (coût) |

Permettre au secteur privé d'exploiter le potentiel de cogénération et réduire le torchage et les fuites de gaz pourrait réduire les besoins en investissements « publics ». Le scénario sobre en carbone intègre déjà une augmentation importante du volume de la consommation de gaz naturel. La réussite du plan gouvernemental de développement de la production de gaz naturel est extrêmement importante. Les mesures récentes visant à accroître la production de gaz naturel (29 % entre 2000 et 2007) ont pris du retard par rapport à la demande croissante (38 % durant la même période) ; les importations de gaz, principalement en provenance des États-Unis, ont donc augmenté considérablement.

Consommation finale d'énergie | Initiatives à faible coût existantes

La demande d'électricité augmente rapidement à raison de plus de 4 % par an depuis 1995. Des mesures d'amélioration de la maîtrise de l'énergie doivent être mises en place pour gérer la croissance de la demande d'électricité et de carburant ainsi que la réduction des émissions de GES.

Plus de la moitié de la consommation d'énergie par l'industrie est absorbée par le ciment, le fer et l'acier et les industries chimiques et pétrochimiques. Certaines grandes industries des matériaux de base du Mexique, comme le fer, l'acier et le ciment, comptent parmi les plus efficaces sur le plan international. En même temps, une grande partie du secteur industriel mexicain est constitué de petites et moyennes entreprises à intensité énergétique relativement élevée, qui emploient généralement du vieux matériel et qui n'a pas accès au savoir-faire technique ou au financement qui leur permettraient de se moderniser. Dans le secteur industriel, les principales sources d'économies d'énergie viennent des améliorations du rendement énergétique des moteurs, des circuits de vapeur, des fours ainsi que de la cogénération. Plus de 80 % du potentiel industriel de cogénération du Mexique ne sont pas utilisés.

La climatisation, la réfrigération et l'électronique devraient être les principaux secteurs de croissance de la demande d'électricité à usage domestique et figurent en bonne place dans les initiatives sobres en carbone du secteur (tableau 3). Le taux d'équipement en climatiseurs est d'environ 20 % (2005), par rapport à environ 95 % dans certaines régions des États-Unis, avec un nombre similaire de degrés-jours de réfrigération. Le taux d'équipement en réfrigérateurs est relativement élevé, 82 % (2006), mais devrait encore augmenter considérablement. Malgré les efforts récents visant à promouvoir les lampes fluorescentes compactes (LFC), les lampes à incandescence représentent encore environ 80 % des ampoules électriques à usage domestique dans le pays, laissant entrevoir un énorme potentiel de développement. Il convient également de mentionner l'important potentiel de réduction des émissions dans les applications thermiques : chauffage solaire de l'eau domestique dans les zones urbaines et amélioration des foyers à bois dans les zones rurales (encadré 3). Bien que faible à l'heure actuelle (4 % de la consommation d'énergie totale et 11 % de la consommation d'électricité), la consommation du secteur public et du secteur commercial est appelée à augmenter sensiblement à l'avenir.

Les politiques visant à une meilleure maîtrise de l'énergie dans les secteurs résidentiel, commercial et public, y compris le renforcement et l'application des normes de rendement énergétique applicables à l'éclairage, à la climatisation, à la réfrigération et aux bâtiments, seront essentielles pour limiter les émissions futures de GES. Les investissements nécessaires à l'ensemble des initiatives de maîtrise de l'énergie sont nettement inférieurs à ceux auxquels il faudrait autrement procéder pour construire de nouvelles centrales électriques. En d'autres termes, les « négawatts » gagnés par une meilleure maîtrise de l'énergie sont pratiquement toujours moins cher que la production de mégawatts.

Transports | Améliorer les transports publics et le rendement énergétique du parc automobile

Au Mexique, le transport est le domaine qui enregistre la croissance la plus forte et la plus rapide en termes de consommation d'énergie et d'émissions de GES ; 90 % environ des émissions de GES sont produites par les transports routiers. Au cours des 10 dernières années, le parc automobile du pays a presque triplé (passant de 8 à 21 millions de véhicules entre 1996 et 2006) et la consommation d'énergie des transports routiers a pratiquement quadruplé depuis 1973. L'importation de véhicules américains d'occasion a joué un rôle important dans cette augmentation et dans le vieillissement du parc automobile et suscité des inquiétudes sur l'accroissement des émissions de GES et de la consommation d'essence au kilomètre.

Tableau 3 : Initiatives sobres en carbone du secteur de l'utilisation finale d'énergie

| INITIATIVES | | MESURES CORRECTIVES MAXIMALES DES ÉMISSIONS (T EQ CO ₂ /AN) | COÛT OU AVANTAGE NET DE L'ATTÉNUATION (USD/(T EQ CO ₂)) |
|--|------------------------------------|--|---|
| Amélioration de l'usage final d'électricité | Climatisation domestique | 2,6 | 3,7 (avantage) |
| | Éclairage domestique | 5,7 | 22,6 (avantage) |
| | Réfrigération domestique | 3,3 | 6,7 (avantage) |
| | Éclairage non-domestique | 4,7 | 19,8 (avantage) |
| | Climatisation non-domestique | 1,7 | 9,6 (avantage) |
| | Éclairage des voies publiques | 0,9 | 24,2 (avantage) |
| | Moteurs industriels | 6,0 | 19,5 (avantage) |
| Cogénération | Cogénération dans l'industrie | 6,5 | 15,0 (avantage) |
| | Cogénération exploitant la bagasse | 6,0 | 4,9 (coût) |
| Chaleur renouvelable | Chauffe-eau solaire | 18,9 | 13,8 (avantage) |
| | Foyers améliorés | 19,4 | 2,3 (avantage) |



ENCADRÉ 3 | Foyers améliorés — Gains de temps et bénéfices pour la santé

Les foyers améliorés offrent des avantages importants aux ménages et à la société en général. Outre qu'ils sont un outil efficace de réduction des émissions de GES, les foyers améliorés offrent des avantages importants aux ménages et à la société en général : gain de temps — la collecte de bois de chauffe par les membres de la famille est simplifiée ; et bénéfices pour la santé — réduction de l'exposition aux particules fines ($PM_{2,5}$) et au monoxyde de carbone (CO). Le bénéfice net de l'initiative est de 2,34 dollars lorsque l'on inclut les gains de temps et de 18,90 dollars lorsque l'on inclut les gains de temps et les bénéfices pour la santé. Quelque 80 % de la population rurale du Mexique dépend du bois pour la cuisson des aliments et le chauffage (voir Armendáriz et al., 2008) et le potentiel de réduction des émissions de GES par l'introduction généralisée des foyers améliorés est considérable.

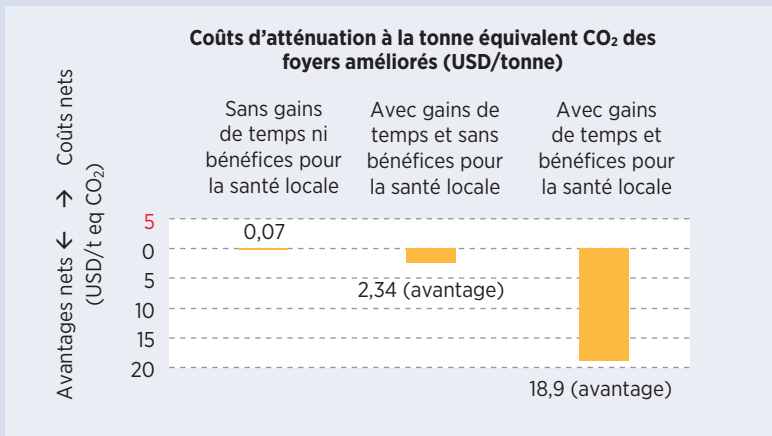
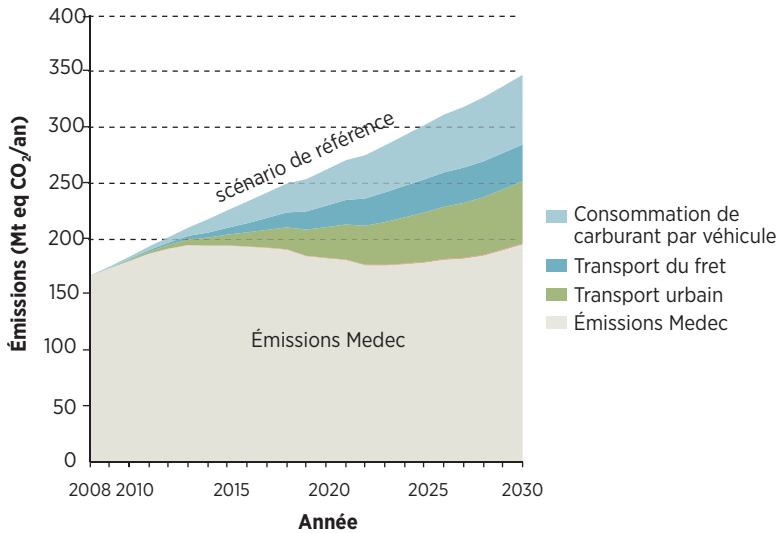


Figure 5 : Scénario de transports sobres en carbone



Compte tenu des schémas passés et futurs de l'urbanisation au Mexique, l'intégration des transports urbains et la planification de l'aménagement du territoire joueront un rôle déterminant dans la consommation globale d'énergie et les émissions de GES (figure 5). Les moyens les plus économiques de réduction des émissions passent par une plus grande utilisation des transports publics et par l'amélioration du rendement énergétique des véhicules. Une plus grande utilisation des transports publics, y compris au moyen d'accords de concession avec le secteur privé, nécessitera la mise en place par le gouvernement fédéral et par les autorités municipales de mécanismes d'intégration des transports publics et de développement urbain. Les avantages annexes de la réduction de la pollution en résultant seraient les suivants : réduction des embouteillages, gains de temps et bénéfiques pour la santé publique.







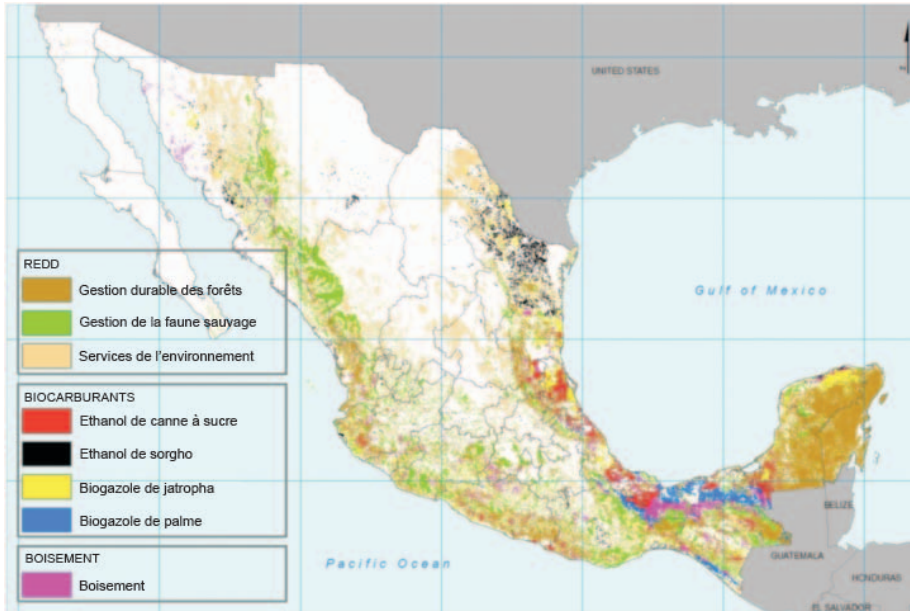
Agriculture et foresterie | Un potentiel significatif et des avantages annexes importants

Les mesures de réduction des émissions agricoles et forestières de GES figurent parmi les possibilités d'atténuation les plus importantes au Mexique. Les forêts fournissent 85 % de ce potentiel — reboisement, plantations commerciales et mesures visant à réduire les émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts (mesures REDD). Les initiatives les plus bénéfiques sont celles qui parviennent simultanément à i) remplacer les combustibles fossiles par la production durable d'énergie à partir de la biomasse et ii) réduire la déforestation et la dégradation des forêts. Un grand nombre de ces mesures offrent des co-avantages écologiques, comme la conservation des sols, la qualité de l'eau et la préservation des écosystèmes ainsi que la génération de revenus et d'emplois pour les collectivités rurales. Pour réussir à exploiter ce potentiel, des changements institutionnels doivent être apportés à la gestion forestière, les mécanismes de financement public doivent être améliorés et le marché des produits forestiers durables doit être développé.

Les possibilités d'une réduction efficace et économique des émissions agricoles sont plus limitées, en partie en raison du manque d'efforts de recherche-développement sur les mesures sobres en carbone. La production de maïs avec préparation minimale du sol semble favoriser le piégeage du carbone dans le sol et être une technologie prometteuse pour le Mexique en raison de ses faibles besoins en énergie.

La production de biocarburants liquides est une autre possibilité. L'éthanol de canne à sucre offre un potentiel important de réduction des GES, bien que la productivité de la culture de la canne à sucre au Mexique soit actuellement faible et que ses coûts de production soient nettement supérieurs aux prix du sucre sur le marché mondial. D'autres initiatives de production de biocarburants liquides — production d'éthanol à partir du sorgho et de biogazole de palme et de jatropha — offrent des potentiels limités de réduction des émissions de GES mais n'empiètent pas sur les terres consacrées aux cultures vivrières, les forêts ou les terres protégées. Toutes les possibilités de production de biocarburants liquides présentent des coûts économiques nets positifs par rapport au coût d'opportunité de la vente des matières premières pour l'alimentation ou d'autres usages non énergétiques.

Figure 4 : Répartition territoriale des initiatives agricoles et forestières*



*La gestion durable des forêts intègre toutes les initiatives relatives à une utilisation productive de la biomasse (production d'électricité à partir de la biomasse, co-combustion au bois, production de charbon de bois et gestion forestière). Les zones adaptées au reboisement et à la restauration des forêts ou à la culture du maïs sans labour ne figurent pas sur la carte. La zone consacrée au reboisement doit être plantée d'eucalyptus. La production de biogazole de jatropha, initiative ne figurant pas dans le scénario MEDEC en raison du niveau élevé de son coût net d'atténuation, figure sur la carte. Auteurs : Ghilardi, A. & Guerrero G. (*Red Mexicana de Bioenergia et Centro de Investigaciones en Ecosistemas*, Université nationale du Mexique). Établi à partir de : REMBIO 2008 : INEGI 1995, 2000, 2002. ArcGIS 9.2 avec ArcMap.

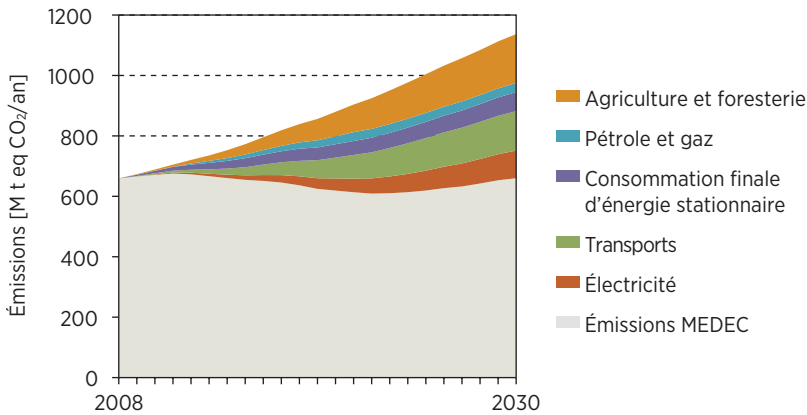
UN SCÉNARIO SOBRE EN CARBONE POUR LE MEXIQUE

Un objectif clé de l'étude *Développement sobre en carbone : Mexique* est d'élaborer un scénario sobre en carbone pour le pays à l'horizon 2030. Les initiatives ci-dessus précisent les possibilités de réduction des émissions de GES. Le scénario de maintien du statu quo a été élaboré à partir du système de planification à long terme des énergies de substitution (LEAP) et d'hypothèses macroéconomiques sur le PIB, la croissance démographique et les prix des carburants, conformes aux estimations du Gouvernement mexicain. Le scénario de maintien du statu quo suppose que les émissions d'équivalent CO₂ passent de 660t en 2008 à 1 137 t en 2030.

La mise en œuvre de 40 initiatives intersectorielles répondant aux critères définis dans l'encadré 2 réduirait les émissions d'environ 477 millions de tonnes eq CO₂ à l'horizon 2030 (figure 7). En 2030, le niveau des émissions de GES du Mexique serait pratiquement le même qu'aujourd'hui, mais avec une croissance significative du PIB et du revenu par habitant. Les réductions d'émissions (Mt eq CO₂) en 2030 viendraient de l'agriculture et de la foresterie (150 Mt), des transports (131 Mt), de la production d'énergie (129 Mt), de la consommation finale d'énergie (38 Mt) et du secteur pétrolier et gazier (30 Mt).

Ce scénario sobre en carbone est en deçà de la réalité dans la mesure où il n'intègre que 40 initiatives et aucune évolution technologique importante.

Figure 5 : Scénario sobre en carbone



Quel serait le coût d'un développement sobre en carbone Ces coûts sont-ils comparables entre secteurs ?

La courbe combinée des coûts marginaux nets de dépollution (figure 8) montre que près de la moitié du potentiel total de réduction des émissions — soit 26 initiatives — offre des avantages positifs nets (ou « coûts négatifs », ce qui signifie que leur coût global est inférieur à celui de leur solutions de recharge respectives à fortes émissions de carbone). Le meilleur potentiel et les coûts les plus faibles sont offerts par les transports publics et l'amélioration du rendement énergétique des véhicules, la majorité des mesures d'amélioration du rendement énergétique (y compris les améliorations de l'alimentation en électricité, l'éclairage, la réfrigération, la climatisation et les foyers améliorés) et plusieurs options d'alimentation en électricité bon marché (y compris la cogénération par PEMEX et par l'industrie et le chauffage solaire de l'eau domestique).

Si la valeur d'une tonne de carbone évité est fixée à 10 dollars/t eq CO₂, le nombre d'initiatives offrant des avantages nets augmente, notamment le reboisement et la restauration des forêts et le boisement. Dans ce scénario sobre en carbone, 80 % du potentiel de réduction des émissions de GES réside en dessous du seuil de 10 dollars/t eq CO₂. Si l'on relève ce seuil à 25 dollars/t eq CO₂, on évite 5 milliards de tonnes équivalent CO₂ à l'horizon 2030.

Mise en œuvre d'un programme sobre en carbone au Mexique

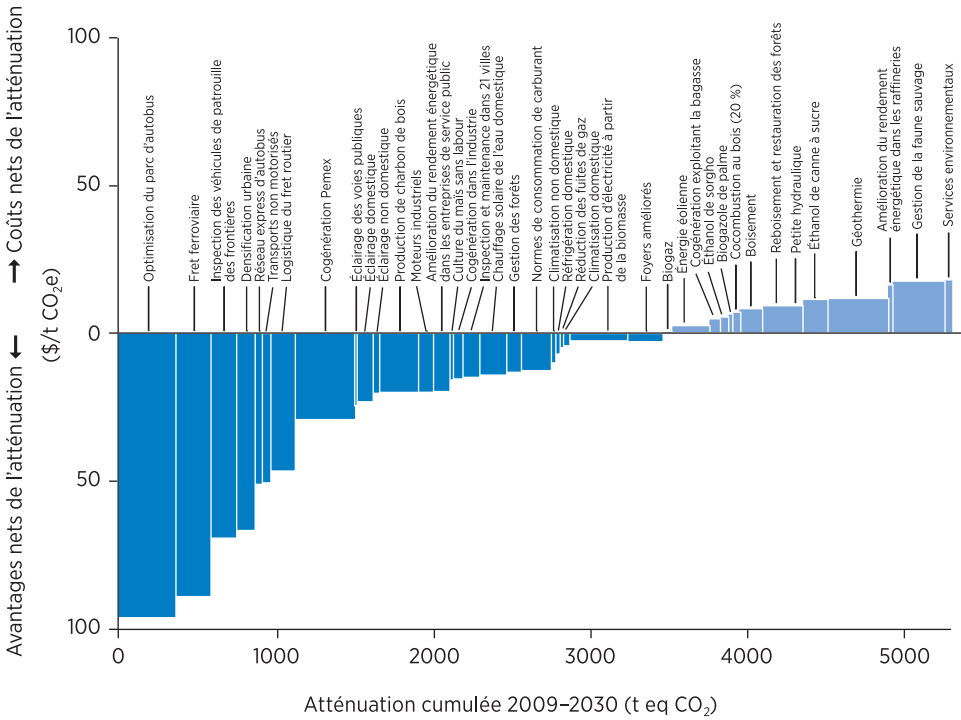
Des initiatives hautement prioritaires à faible coûts nets ou à coûts nets négatifs existent dans les transports, l'électricité, la maîtrise de l'énergie et la foresterie, mais des obstacles s'opposent à leur mise en œuvre rapide ou sur une grande échelle.

Politiques et investissements nécessaires à un développement sobre en carbone

Des obstacles réglementaires, institutionnels et de marché s'opposent à la mise en œuvre à grande échelle des initiatives de développement sobre en carbone. Les deux plus grands défis que le Mexique doit relever pour passer à une économie sobre en carbone sont les suivants :

- (1) *Financement des coûts initiaux, généralement élevés, des investissements sobres en carbone.*
De nombreux projets à valeur nette positive nécessitent des investissements initiaux élevés en matériel et équipement. D'une manière générale, les investissements dans les énergies renouvelables ont des coûts initiaux plus élevés, qui sont souvent compensés par des coûts d'exploitation moindres. Les investissements initiaux dans la maîtrise de l'énergie, par exemple, sont compensés par des économies de carburant ou des économies sur les nouvelles capacités de production. Même si les coûts actualisés sur le cycle de vie sont inférieurs, le coût plus

Figure 6. Courbe des coûts marginaux de dépollution



élevé des investissements initiaux s'oppose généralement à l'opération. Le total des investissements nouveaux nécessaires au nouveau scénario sobre en carbone s'établit aux environs de 64 milliards de dollars entre 2009 et 2030, soit environ 3 milliards de dollars par an ou 0,4 % du PIB du Mexique en 2008 (tableaux 4 et 5).

(2) *Politiques et programmes permettant de surmonter les obstacles.* Des possibilités considérables s'offrent pour une participation du secteur privé au financement des investissements dans la maîtrise de l'énergie, les énergies renouvelables et les transports durables. Depuis le milieu des années 1990, le nombre de producteurs d'électricité indépendants à partir de gaz naturel a considérablement augmenté ; cette tendance pourrait être intensifiée pour faciliter les investissements dans la maîtrise de l'énergie, la cogénération et la production d'énergie renouvelable. Les récentes réformes de l'industrie pétrolière et gazière encouragent la maîtrise de l'énergie et l'accroissement des investissements du secteur privé.

Quelques exemples de politiques de promotion d'un développement sobre en carbone :

- **Électricité** — réformer les prix de l'énergie, notamment les tarifs domestiques de l'électricité, et augmenter les prix des produits pétroliers (essence, gazole, mazout, GPL) et du gaz naturel
- **Pétrole et gaz** — modifier les règles qui empêchent PEMEX de tirer parti de son potentiel de cogénération et d'alimenter le réseau électrique
- **Consommation finale d'énergie** — modifier les règles de passation des marchés publics pour faciliter les investissements dans l'amélioration du rendement énergétique des écoles, des hôpitaux, des bâtiments administratifs et des services municipaux



- **Transports** — renforcer les normes de rendement énergétique pour les véhicules neufs et d'occasion ; améliorer la coordination entre les gouvernements fédéral, provinciaux et municipaux et entre les organismes de transport à tous les niveaux administratifs en matière d'aménagement du territoire et de transports publics ; améliorer la qualité des carburants et veiller à l'application des normes de qualité de l'air
- **Agriculture et foresterie** — élargir les programmes de gestion des forêts

La quasi-totalité des initiatives sobres en carbone préconisées dans MEDEC ont été mises en œuvre au Mexique sous forme de projets d'investissements à l'échelle commerciale ou de programmes pilotes et ont donné la preuve de leur faisabilité à court terme. Des politiques nouvelles, des investissements progressifs et d'autres changements institutionnels et comportementaux sont nécessaires pour que de nombreuses initiatives passent du stade de projet individuel à celui de programme plus large. Les mécanismes du marché du carbone pourraient faciliter certaines initiatives sobres en carbone, mais la plupart des initiatives nécessiteraient la mise en place de nouvelles règles — une réforme du mécanisme de développement propre ou de nouveaux mécanismes — pour bénéficier d'un soutien.

Actions à court terme

Au fur et à mesure que le Gouvernement mexicain avance dans son programme d'atténuation des effets du changement climatique, il est important qu'il privilégie les initiatives à court terme. La présente étude recommande de donner la priorité aux initiatives dotées des caractéristiques suivantes :

- Potentiel significatif de réduction des émissions
- Taux positifs de rentabilité économique et avantages annexes importants
- Démonstration réussie à l'échelle commerciale au Mexique ou à l'étranger
- Coûts d'investissement réduits et capacité à mobiliser des financements

Tableau 4 : Besoins en investissements dans le cadre de MEDEC à l'horizon 2030 (en millions de dollars)

| SECTEUR | INVESTISSEMENTS NOUVEAUX | INVESTISSEMENTS ÉVITÉS | INVESTISSEMENTS NETS |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| Électricité | 21 406 | 10 933 | 10 473 |
| Pétrole et gaz | 4 637 | 1 482 | 3 155 |
| Usage final de l'énergie | 15 771 | 9 898 | 5 873 |
| Transports | 11 729 | 36 249 | -24 520* |
| Agriculture et foresterie | 10 928 | 3 699 | 7 230 |
| Total | 64 471 | 62 261 | 2 210 |

*Un investissement net est négatif lorsque les investissements nouveaux dans le cadre du scénario sobre en carbone sont inférieurs aux investissements évités dans le cadre du scénario de référence.

Tableau 5 : Sources de financement des initiatives sobres en carbone

| SECTEUR PRIVÉ | MÉNAGES | SECTEUR PUBLIC* |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Maîtrise de l'énergie dans le secteur commercial • Maîtrise de l'énergie dans le secteur industriel • Cogénération industrielle • Production d'électricité indépendante à partir d'énergies renouvelables (éolien, biomasse) • Autobus • Cogénération exploitant la bagasse • Biocarburants liquides | <ul style="list-style-type: none"> • Maîtrise de l'énergie des ménages • Chauffage solaire de l'eau • Culture du maïs sans labour • Véhicules neufs • Inspection et entretien des véhicules | <ul style="list-style-type: none"> • Éclairage des voies publiques • Maîtrise de l'énergie dans les services publics • Reboisement et restauration des forêts • Infrastructures des transports • Géothermie • Investissements pétroliers et gaziers |

*Dans le monde, de nombreux investissements dans le secteur public sont financés selon des régimes de concession avec des opérateurs ou des entrepreneurs privés, notamment pour la production d'électricité, le pétrole et le gaz, les transports publics et autres services publics (eau et assainissement).

Sur la base de ces critères, les mesures hautement prioritaires présentant un potentiel élevé de transposition sur une plus grande échelle dans les cinq prochaines années, sont les suivantes :

- **Électricité** — construction de parcs éoliens à Oaxaca et ailleurs, sur la base des projets pilotes de la CFE
- **Pétrole et gaz** — cogénération dans les installations de PEMEX, sur la base du projet de Nuevo PEMEX
- **Consommation finale d'énergie** — élargissement des programmes d'amélioration du rendement énergétique des appareils d'éclairage, élaborés par le FIDE et le SENER
- **Transport** — réseau express d'autobus, sur la base des projets pilotes menés au Mexique et dans d'autres parties de l'Amérique latine
- **Foresterie** — déforestation évitée, sur la base du projet de Los Tuxtlas (État de Veracruz)

En tout état de cause, le Mexique devra procéder par essais et approfondir son expérience, notamment en ce qui concerne les nouveaux mécanismes d'investissement et les politiques de réglementation. En établissant l'ordre de priorité des interventions, le Mexique devra retenir les mesures économiquement rentables et bénéfiques du point de vue social et écologique (tableau 6).

Tableau 6 : Besoins en investissements dans le cadre de MEDEC à l'horizon 2030 (en millions de dollars)

| INITIATIVES | TOTAL DES INVESTISSEMENTS NOUVEAUX (EN MILLIONS DE DOLLARS) | RÉDUCTION TOTALE DES ÉMISSIONS (T EQ CO ₂) | RÉDUCTION MAXIMALE ANNUELLE DES ÉMISSIONS (T EQ CO ₂) | COÛT OU AVANTAGE DE L'ATTÉNUATION (DOLLARS/T EQ CO ₂) | MISE EN ŒUVRE |
|--|---|--|---|---|---------------|
| Inspection des véhicules de patrouille des frontières | 0 | 166 | 11 | 69 (avantage) | ST |
| Réseau express d'autobus | 2 333 | 47 | 4 | 51 (avantage) | ST |
| Éclairage domestique | 237 | 100 | 6 | 23 (avantage) | ST |
| Éclairage non domestique | 420 | 47 | 5 | 20 (avantage) | ST |
| Maîtrise de l'énergie dans les entreprises de service public | 286 | 103 | 6 | 19 (avantage) | ST |
| Inspection et maintenance dans 21 villes | 0 | 109 | 11 | 14 (avantage) | ST |
| Gestion des forêts | 148 | 92 | 8 | 13 (avantage) | ST |
| Foyers améliorés | 434 | 222 | 19 | 2 (avantage) | ST |
| Optimisation des transports par autobus | 0 | 360 | 32 | 97 (avantage) | ST/MT |
| Transports non motorisés | 2 252 | 51 | 6 | 50 (avantage) | ST/MT |
| Logistique du fret routier | 0 | 157 | 14 | 46 (avantage) | ST/MT |
| Cogénération PEMEX | 3 068 | 387 | 27 | 29 (avantage) | ST/MT |
| Normes de consommation de carburant | 7 145 | 195 | 20 | 12 (avantage) | ST/MT |
| Éolien | 5 549 | 240 | 23 | 3 (coût) | ST/MT |
| Boisement | 1 084 | 153 | 14 | 8 (coût) | ST/MT |
| Reboisement et restauration des forêts | 2 229 | 169 | 22 | 9 (coût) | ST/MT |
| Chauffage solaire de l'eau domestique | 4 464 | 169 | 19 | 14 (avantage) | ST/MT |
| TOTAL | 29 648 | 2 767 | 247 | | |



SIGLES ET ABRÉVIATIONS

| | |
|--------------------|--|
| CFE | Commission fédérale de l'électricité (<i>Comisión Federal de Electricidad</i>) |
| CO | Monoxyde de carbone |
| Eq CO ₂ | Équivalent dioxyde de carbone |
| ESMAP | Programme d'aide à la gestion du secteur énergétique |
| FIDE | Fond pour les économies d'électricité (<i>Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica</i>) |
| GES | Gaz à effet de serre |
| LEAP | Système de planification à long terme des énergies de substitution |
| MEDEC | México : Estudio sobre la Disminución de Emisiones de Carbono |
| MSQ | Maintien du statu quo |
| PEMEX | Compagnie nationale pétrolière du Mexique (<i>Petróleos Mexicanos</i>) |
| PIB | Produit intérieur brut |
| REDD | Réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts |
| SENER | Secrétariat à l'énergie du Mexique (<i>Secretaría de Energía</i>) |

Photos

Couverture : Andres Balcazar, istockphoto.com/abalcazar

Page 5 : stock.xchnng

Page 7 : stock.xchnng

Page 9 : stock.xchnng

Page 10 : stock.xchnng

Page 11 : stock.xchnng

Page 12 : stock.xchnng

Page 16 : stock.xchnng

Page 19 : stock.xchnng

Réalisation

Maquette : Design Naylor, Inc.

Production : Automated Graphic Systems, Inc.

Copyright © mai 2010

Banque internationale pour la reconstruction

et le développement / GROUPE DE LA BANQUE MONDIALE

1818 H Street, NW, Washington, DC 20433, États-Unis d'Amérique

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie et sous une forme quelconque à des fins pédagogiques ou non commerciales, sans autorisation spéciale, sous réserve de la citation de la source. Les demandes d'autorisation de reproduction de parties de ce texte à des fins commerciales, y compris la revente, doivent être envoyées au responsable du Programme ESMAP à l'adresse ci-dessus. Le Programme ESMAP encourage la diffusion de ses études et, normalement, accorde sans délai l'autorisation d'en reproduire des passages. Le responsable du Programme ESMAP souhaiterait recevoir un exemplaire de toute publication ayant puisé à la source du présent document, à l'adresse indiquée ci-dessus.

Les images demeurent la propriété exclusive de leurs auteurs et ne peuvent en aucun cas être utilisées sans leur consentement écrit.

Le Programme d'assistance à la gestion du secteur énergétique (ESMAP) est un programme d'assistance technique et de promotion d'un savoir mondial. Administré par la Banque mondiale, il aide les pays à faible revenu et les pays à revenu intermédiaire à améliorer leur savoir-faire et leurs capacités institutionnelles afin d'adopter des solutions énergétiques écologiquement viables qui favorisent la réduction de la pauvreté et la promotion de la croissance.

Pour en savoir plus sur le Programme d'études-pays sur la croissance sobre en carbone ou sur les travaux du Programme ESMAP sur le changement climatique, prière de consulter notre site (www.esmap.org) ou de nous écrire à l'adresse suivante :



Programme d'assistance à la gestion
du secteur énergétique
Banque mondiale
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433 États-Unis d'Amérique
Courriel : esmap@worldbank.org
Site web : www.esmap.org

Le principal objectif de Carbon Finance-Assist (CF-Assist) est de faire en sorte que les pays en développement ou en transition soient en mesure de participer pleinement aux mécanismes souples définis dans le Protocole de Kyoto, et qu'ils tirent parti des gains au plan du développement durable que procurent les projets réalisés dans ce cadre.

CF-Assist co-parraine le Programme d'études-pays sur la croissance sobre en carbone.



Carbone Finance Assist
Institut de la Banque mondiale
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433 États-Unis d'Amérique
Courriel : cfassist@worldbank.org
Site web : www.cfassist.org