



BÂTIMENT ÉCOLOGIQUE
E N A M É R I Q U E D U N O R D

**Document de référence n° 1 :
Scénarios énergétiques liés au bâtiment écologique d'ici 2030**

Odón de Buen, *Energía, Tecnología y Educación* (ENTE)
Stephen Selkowitz, Lawrence Berkeley National Laboratory
Martin Adelaar, Marbek Resource Consultants, Ltd.

Table des matières

1.	À PROPOS DU PRÉSENT RAPPORT : OBJECTIFS ET PORTÉE	3
1.1	CONTEXTE	3
1.2	STRUCTURE DU RAPPORT	4
1.3	LES OBJECTIFS AIA/IRAC	4
2.	APPROCHE ET HYPOTHÈSES	7
2.1	VUE D'ENSEMBLE	7
2.2	LIMITES DE L'ANALYSE	8
2.3	ÉTABLISSEMENT DES PROFILS : SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE ET SCÉNARIO DE MAINTIEN DU STATU QUO	11
2.4	ÉLABORATION DU SCÉNARIO D'ÉCOLOGISATION ACCÉLÉRÉE	16
2.5	LIMITES ET EXCLUSIONS	21
3.	RÉSULTATS GLOBAUX ET INCIDENCES	23
3.1	PROFIL DES MARCHÉS CIBLES TOUCHÉS	23
3.2	ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ET RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES	46
3.3	INCIDENCES DES RÉSULTATS	69
	ANNEXE A : SECTEUR RÉSIDENTIEL NORD-AMÉRICAIN	70
	ANNEXE B : SECTEUR COMMERCIAL NORD-AMÉRICAIN	75

1. À propos du présent rapport : objectifs et portée

1.1 Contexte

L'équipe de Marbek Resource Consultants Ltd. (Marbek), d'Odón de Buen et du *Lawrence Berkeley National Laboratory* (LBL, Laboratoire national Lawrence Berkeley) a le plaisir de soumettre le présent rapport, qui documente les constatations préliminaires et les incidences d'une étude intitulée « Scénarios liés au bâtiment écologique » entreprise dans le cadre du projet « Le bâtiment écologique en Amérique du Nord : Débouchés et défis » de la Commission de coopération environnementale (CCE).

L'étude avait pour objectif premier de présenter une vision des améliorations du rendement énergétique qu'il serait possible d'obtenir sur le marché du bâtiment en Amérique du Nord, selon le type de bâtiment et la région, pour des périodes repères futures désignées. La vision qui en a résulté, appelée « scénario d'écologisation accélérée » ou « scénario 1 », repose sur une application vigoureuse, mais techniquement réalisable, de pratiques d'efficacité énergétique dans la construction des nouveaux bâtiments et la rénovation des bâtiments existants, complétée par de nouvelles formes d'approvisionnement en énergie engendrant peu d'émissions de carbone. Dans la pratique, le résultat de l'étude est une plateforme de modélisation robuste et défendable, destinée à éclairer l'ensemble du projet de la CCE et les autres documents de référence, qui pourra être utilisée pour effectuer des analyses futures. Même si le présent rapport fournit des orientations utiles pour ce qui est de commencer à envisager en des termes quantitatifs les visions possibles de la consommation d'énergie et des émissions de carbone futures dans le secteur du bâtiment, il est à noter que le temps et les ressources dont nous disposons ne nous ont pas permis de procéder à un examen concluant ou exhaustif des options, enjeux, probabilités de succès, etc., liés à la vision décrite. Le présent rapport donne néanmoins un aperçu utile de la portée et de l'ampleur du problème et aide à déterminer les enjeux stratégiques et techniques qui devront être examinés plus à fond à l'avenir.

La vision que représente le scénario d'écologisation accélérée donne aussi un aperçu des avantages environnementaux, sociaux et économiques potentiels de l'amélioration du rendement énergétique des bâtiments, qui sera un facteur essentiel de la réduction éventuelle de l'empreinte écologique associée à la conception des bâtiments, au choix de leur emplacement et à leur exploitation.

En 2005, le parc immobilier résidentiel et commercial nord-américain totalisait plus de 29 milliards de mètres carrés de surface de plancher; selon les prévisions, cette surface devrait augmenter de 13,5 milliards de mètres carrés, soit 46 %, pour atteindre 42,5 milliards de mètres carrés d'ici 2030¹. La construction, l'exploitation et la démolition des bâtiments en Amérique du Nord laissent une énorme empreinte écologique². Les choix faits relativement à la conception des bâtiments, aux matériaux et à l'équipement utilisés et à aux emplacements sélectionnés ont des répercussions sur l'intensité de l'utilisation des ressources et, par conséquent, ont des effets environnementaux sur l'air, l'eau, le sol et le biote.

Si l'on examine l'un des multiples aspects de cette empreinte écologique, l'utilisation d'énergie, on constate qu'en 2005, l'exploitation du parc immobilier nord-américain a entraîné une consommation d'énergie primaire totalisant 19 638 petajoules (PJ), dont la production a engendré des émissions de 2 248 millions de tonnes de gaz à effet de serre (GES). Les projections relatives à la croissance de ce parc dans un scénario de maintien du statu quo (MSQ) et les tendances actuelles de la consommation d'énergie par le parc nord-américain indiquent qu'au total, cette consommation d'énergie et les émissions de carbone qu'elle occasionne continueront de croître de façon soutenue. La première étape d'une transition efficace vers la durabilité dans le secteur du bâtiment consiste à ralentir cette croissance de la consommation énergétique totale et des émissions de carbone, et à démontrer que la consommation et les émissions peuvent non seulement être stabilisées, mais aussi être réduites.

De plus en plus d'institutions et d'organisations nord-américaines se penchent sur des moyens de relever ce défi. Collectivement, cette recherche d'une vision et d'une façon concrète de la faire advenir donne de la crédibilité à l'idée

¹ Données établies par les auteurs à partir des sources indiquées plus loin (voir la section 2.3.1).

² L'« empreinte écologique » est un outil de comptabilité environnementale qui aide à mesurer les répercussions des activités humaines sur l'environnement. Elle correspond à la superficie de terres et d'eau biologiquement productives qui est requise pour produire les ressources nécessaires et assimiler les déchets engendrés par une population humaine donnée, en appliquant la technologie prédominante. Autrement dit, l'empreinte écologique adopte une perspective holistique de l'ensemble des activités humaines dans lesquelles l'approvisionnement énergétique et la consommation d'énergie jouent un rôle clé.

d'apporter des améliorations radicales au rendement énergétique. L'*American Institute of Architects* (AIA, Institut des architectes des États-Unis) et l'Institut royal d'architecture du Canada (IRAC) ont conjointement adopté un ambitieux programme d'objectifs de réduction du carbone qui repose largement sur une amélioration considérable de l'efficacité énergétique. Comme nous l'exposons en détail plus loin, c'est le Défi 2030 (également appelé « objectifs AIA/IRAC » ou « scénario AIA/IRAC » dans le présent rapport) que l'équipe de recherche a utilisé comme principal point de repère pour ses analyses, en y ajoutant dans certains cas les émissions de GES de 1990 à titre de valeur de référence pour les objectifs de Kyoto.

1.2 Structure du rapport

Le présent document est structuré comme suit :

- Dans le reste de l'introduction, nous donnons notre interprétation de ce que pourrait être en 2030 l'état final du point de vue du bâtiment écologique, en nous fondant sur la caractérisation de cet état final et sur les objectifs fixés par l'AIA et l'IRAC en vue de l'atteindre. Nous avons choisi les objectifs AIA/IRAC comme définissant l'état final souhaité par rapport auquel comparer nos scénarios modélisés, afin de vérifier nos hypothèses clés sur les améliorations de rendement et sur la pénétration du marché.
- Le chapitre 2 présente l'approche de modélisation et les hypothèses clés à l'appui de notre scénario proposé de bâtiment écologique, appelé « scénario 1 » ou « scénario d'écologisation accélérée ». Ce scénario décrit un état final en 2030 basé sur une pénétration accélérée du marché par des techniques avancées d'efficacité énergétique dans les bâtiments existants et dans les constructions nouvelles du secteur résidentiel et du secteur commercial en Amérique du Nord, ainsi que sur l'utilisation à titre de complément d'une énergie produite par des sources renouvelables.
- Le chapitre 3 présente les résultats globaux prédits par la modélisation pour l'Amérique du Nord et leurs incidences sur le plan du façonnement des politiques publiques.
- L'annexe A contient des analyses et résultats de modélisation plus détaillés relatifs au secteur du bâtiment résidentiel nord-américain.
- L'annexe B contient des analyses et des résultats de modélisation plus détaillés relatifs au secteur du bâtiment commercial nord-américain.

1.3 Les objectifs AIA/IRAC

Afin de délimiter la portée et l'approche de notre analyse, nous avons choisi les objectifs du Défi 2030 AIA/IRAC comme but devant être atteint par le projet. Ces objectifs nous donnaient l'occasion de vérifier nos hypothèses de modélisation concernant l'amélioration du rendement énergétique des bâtiments et les taux de pénétration du marché.

En 2005, l'AIA a adopté le « Défi 2030 », qui vise à contribuer à la résolution du problème mondial des changements climatiques en fixant des objectifs et un calendrier d'amélioration du rendement énergétique des bâtiments. Par la suite, l'IRAC a également adopté le Défi 2030, qui s'est maintenant gagné la faveur, à titre d'énoncé de vision, de la profession des architectes et de certaines importantes institutions, dont l'*US Council of Mayors* (Conseil des maires des États-Unis) et les sections nord-américaines du Conseil international pour les initiatives écologiques communales (ICLEI). Pour atteindre les objectifs du Défi 2030, il est essentiel non seulement de créer de nouveaux bâtiments et aménagements qui auront un rendement énergétique élevé et qui seront neutres en carbone, mais aussi de prôner l'adoption de politiques et la prise de mesures qui feront en sorte que tous les bâtiments et aménagements existants atteignent également des objectifs ambitieux de réduction de la consommation d'énergie.

1.3.1 Comment nous interprétons le Défi 2030 AIA/IRAC

L'approche et les hypothèses qui sous-tendent notre analyse sont en partie influencées par notre interprétation des objectifs AIA/IRAC. Même si l'état final est partiellement défini, c'est le moyen de l'atteindre, particulièrement en ce qui concerne le parc immobilier existant, qui pose un défi de taille. Notre interprétation du Défi 2030 est présentée ci-dessous.

Le Défi 2030 a été institué en vue d'intervenir face au problème mondial des émissions de carbone et des changements climatiques, compte tenu du fait que les bâtiments sont à l'origine de 40 à 50 % de la consommation directe et indirecte d'énergie, ainsi que des émissions de carbone qui en résultent. L'AIA et l'IRAC ont adopté un plan qui, s'il est mis en œuvre, conduirait à un état final neutre en carbone pour les constructions nouvelles en 2030, de même qu'à une réduction considérable des émissions de carbone du parc immobilier existant³. Nous supposons que les objectifs du scénario de consommation d'énergie seraient atteints sous l'effet conjugué d'améliorations radicales du rendement énergétique des bâtiments et de la production sur place d'une énergie renouvelable sans émissions de carbone pour répondre aux besoins énergétiques restants.

Le calendrier de réalisation des objectifs AIA/IRAC est présenté ci-dessous; une distinction est faite entre les constructions nouvelles et les bâtiments existants.

À compter de la prochaine année admissible (2008), l'efficacité de toutes les constructions nouvelles sera de 50 % supérieure à celle du parc actuel ou de l'année de référence (2005). Des augmentations ultérieures par tranches de 10 % conduiront à un rendement de 100 % supérieur à celui du parc de l'année de référence d'ici 2030. Cela suppose une réduction très importante de la consommation d'énergie, les besoins énergétiques restants devant être comblés par des sources renouvelables. Le calendrier d'amélioration du rendement énergétique est le suivant :

- 50 % en 2008;
- 60 % en 2010;
- 70 % en 2015;
- 80 % en 2020;
- 90 % en 2025;
- la neutralité entière en carbone en 2030 (exploitation sans consommation nette d'énergie produite par des combustibles fossiles et émettant des GES).

Toutes les rénovations importantes devront être conçues de manière à atteindre une norme de rendement en consommation d'énergie — pour l'utilisation de combustibles fossiles et les émissions de GES — de 50 % par rapport à la moyenne régionale (ou nationale) du parc immobilier actuel (2005) pour le même type de bâtiment.

Au minimum, une superficie de bâtiments existants égale à la superficie des constructions nouvelles devra être rénovée annuellement de manière à atteindre la norme de rendement en consommation d'énergie provenant des combustibles fossiles, et émettant des GES, de 50 % par rapport à la moyenne régionale (ou nationale) du parc immobilier actuel (2005) pour le même type de bâtiment.

Le recours à des technologies d'énergie renouvelable et/ou l'achat d'énergie renouvelable ne devra pas dépasser un maximum de 20 % des économies ciblées.

Pour notre exercice de modélisation, nous avons interprété comme suit le calendrier de déploiement établi pour l'atteinte des objectifs AIA/IRAC :

Constructions nouvelles

À compter de 2008 (ou 2010 pour la modélisation américaine), tous les bâtiments nouvellement construits consommeront 50 % moins d'énergie (par bâtiment) (60 % pour la modélisation américaine) que le parc immobilier de l'année de référence 2005.

³ Pour le libellé exact du Défi 2030 et plus de détails à ce sujet, voir le site Web d'Architecture 2030 : http://www.architecture2030.org/open_letter/index.html.

Les années suivantes, les bâtiments nouvellement construits devront consommer moins d'énergie (par bâtiment) que le parc immobilier de l'année de référence selon le calendrier suivant : 60 % en 2010, 70 % en 2015, 80 % en 2020, 90 % en 2025 et 100 % en 2030. Ces niveaux de rendement devront être atteints par la réduction de la consommation d'énergie intrinsèque et la réponse aux besoins restants par la production sur place d'énergie renouvelable.

Bâtiments existants

Au cours de la période 2008–2030 (2010–2030 pour la modélisation américaine), une partie du parc immobilier existant égale au taux de constructions nouvelles fera l'objet d'une quelconque forme de rénovation importante. L'amélioration du rendement énergétique de ces bâtiments conduira à une réduction de 50 % de la consommation d'énergie (par bâtiment) par rapport au rendement des bâtiments de l'année de référence 2005.

Au cours de la période 2008–2030 (2010–2030 pour la modélisation américaine), la partie du parc immobilier existant qui ne fera pas l'objet d'une quelconque forme de rénovation importante sera admissible à des programmes de modernisation énergétique. On estime que la taille de ce marché sera l'équivalent de la quantité annuelle de bâtiments rénovés, plus la quantité annuelle de constructions nouvelles. La modernisation énergétique conduira à une réduction de 50 % de la consommation d'énergie (par type de bâtiment) par rapport au rendement des bâtiments pour l'année de référence 2005.

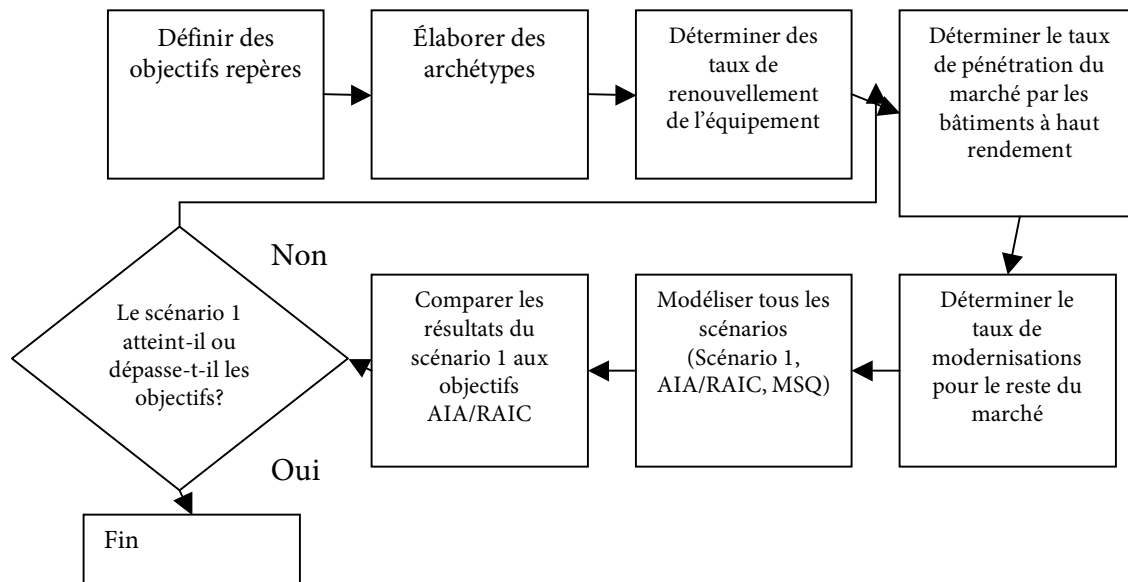
2. Approche et hypothèses

2.1 Vue d'ensemble

La figure 2.1 est un diagramme de processus qui illustre les principales étapes de notre étude. Les principaux éléments de l'approche adoptée pour l'étude peuvent être résumés ainsi :

- Définir des objectifs « repères », basés sur le Défi 2030 AIA/IRAC et les seuils de référence de Kyoto (niveaux de 1990).
- Élaborer un profil défendable pour l'année de référence et un scénario de maintien du statu quo (MSQ).
- Examiner un scénario d'efficacité énergétique « vigoureux », mais défendable (scénario d'écologisation accélérée ou scénario 1) pour la période 2010 à 2030.
- Mettre l'accent sur l'efficacité énergétique avancée des bâtiments.
- Considérer tous les marchés du bâtiment et de l'équipement comme faisant partie du marché cible.
- Élaborer des scénarios de taux de pénétration du marché.
- Comparer les résultats du scénario 1 aux objectifs repères.

Figure 2.1 : Diagramme de processus : scénarios liés au bâtiment écologique



Cette approche est basée sur trois variables importantes :

- Des projections défendables pour le scénario de MSQ. Les annexes indiquent en détail comment ces projections ont été établies pour les secteurs résidentiel et commercial.
- L'amélioration du rendement unitaire des bâtiments. Des améliorations du rendement unitaire considérables, mais défendables ont été élaborées.
- L'accélération de la pénétration du marché par les bâtiments à haut rendement. Nous avons établi des calendriers de déploiement plausibles, tout en n'oubliant pas que ce sont les politiques publiques et les forces du marché qui, en fin de compte, dicteront les taux de pénétration.

L'approche est décrite plus en détail dans le reste du présent chapitre.

2.2 Limites de l'analyse

2.2.1 Pays

L'analyse porte sur le secteur du bâtiment de trois pays : le Canada, le Mexique et les États-Unis. Les limites de l'analyse sont précisées ci-dessous. Il y a de légères différences d'un pays à l'autre sur le plan des analyses effectuées, puisque nous devions nous limiter aux sources de données disponibles pour chaque pays et que les données n'étaient pas toujours cohérentes sur le plan de la date, de la forme, etc. Nous ne croyons pas que ces différences ont eu des effets sur nos conclusions.

2.2.2 Définitions : « période étudiée », « année de référence » et « maintien du statu quo »

La période étudiée va de 2005 à 2030 et les résultats sont présentés pour les années repères suivantes : 2008, 2010, 2015, 2020 et 2025.

Le profil de l'année de référence fournit une description détaillée des modes d'utilisation de l'énergie consommée par le parc immobilier existant. Bien que 2005 soit l'année de référence, nous avons choisi comme point de départ de la pénétration des mesures d'efficacité énergétique sur le marché l'année 2008 pour le Canada et le Mexique et l'année 2010 pour les États-Unis.

Les projections relatives au maintien du statu quo (MSQ) sont une estimation du niveau prévu de consommation d'énergie au cours de la période étudiée si aucune nouvelle initiative d'efficacité énergétique n'est menée après 2007. Les projections du MSQ sont basées sur l'extrapolation du taux de croissance du parc actuel et de l'intensité d'utilisation de l'énergie typique des constructions nouvelles actuelles; nous avons supposé qu'aucune importante initiative de politique ne viendrait transformer fondamentalement les tendances actuelles en ce qui a trait aux codes du bâtiment et aux programmes de modernisation ou de rénovation.

2.2.3 Segments du secteur du bâtiment

Dans les trois pays, l'analyse a porté sur le secteur résidentiel et sur le secteur commercial/institutionnel (ci-après, le secteur commercial). Chacun des deux secteurs a fait l'objet d'une segmentation additionnelle, indiquée à la figure 2.2.

Figure 2.2 : Segmentation du secteur du bâtiment dans les trois pays

Secteur	Canada	Mexique	États-Unis
Résidentiel			
<i>Maisons unifamiliales</i>	✓	✓	✓
<i>Maisons en rangée</i>	✓	⁴	✓
<i>Immeubles à appartements à faible hauteur</i>	✓		✓
<i>Immeubles à appartements à grande hauteur</i>	✓	✓	✓
<i>Maisons mobiles</i>	✓		✓
Commercial			
<i>Entrepôts</i>	✓	✓	✓
<i>Hôtels et restaurants⁵</i>	✓	✓	✓
<i>Bureaux⁶</i>	✓	✓	✓
<i>Magasins de gros et de détail⁷</i>	✓	✓	✓
<i>Bâtiments à vocation récréative</i>	✓	✓	
<i>Lieux de culte</i>	✓		
<i>Hôpitaux et établissements de santé</i>	✓	✓	✓
<i>Établissements d'enseignement</i>	✓	✓	✓
<i>Supermarchés</i>			✓
<i>Autres</i>	✓	✓	✓

2.2.4 Profil des utilisations finales de l'énergie

L'analyse adopte une démarche ascendante, à partir de la caractérisation des modes individuels d'utilisation finale de l'énergie dans les bâtiments. Une utilisation finale de l'énergie est un avantage ou un service fourni par la conjugaison de l'énergie et d'une autre composante ou pièce d'équipement telle qu'un bâtiment, un moteur ou un système d'éclairage. L'énergie est dénuée de valeur pour l'utilisateur si elle n'est pas d'abord transformée, par de l'équipement, en un service ayant une valeur économique. À titre d'exemples de tels services, on compte le chauffage, la réfrigération et le transport en commun. Un même service énergétique peut fréquemment être dispensé par des combinaisons différentes d'équipement et de sources d'énergie.

Les utilisations finales de l'énergie peuvent aussi être associées à une technologie particulière et à ses caractéristiques d'efficacité énergétique; ces caractéristiques peuvent varier selon l'année de mise en place et les conditions de fonctionnement. Aux fins de la conception des scénarios à grande efficacité énergétique, nous avons supposé des niveaux croissants d'efficacité pour l'équipement et les appareils ménagers nouveaux et de remplacement utilisés dans les bâtiments.

⁴ Pour les besoins de l'étude, les segments des maisons en rangée et des immeubles à appartements à faible hauteur ont été considérés comme inexistant au Mexique.

⁵ Aux États-Unis, ce segment est subdivisé de la façon suivante : grands hôtels, petits hôtels, restaurants à service rapide et restaurants avec service à table.

⁶ Aux États-Unis, ce segment est subdivisé ainsi : grands immeubles de bureaux et petits immeubles de bureaux.

⁷ Aux États-Unis, ce segment est subdivisé ainsi : grands magasins de détail et petits magasins de détail.

Les modes d'utilisation finale de l'énergie caractérisés dans le cadre de l'étude sont énumérés ci-dessous. À l'origine, ils ont été tirés d'études canadiennes, et ils ont été adaptés ou rajustés selon les besoins pour le parc immobilier mexicain et américain.

Secteur résidentiel

En employant comme unité de mesure le logement individuel, nous avons établi des intensités d'utilisation de l'énergie des bâtiments entiers et des intensités d'utilisation finale pour les modes d'utilisation suivants :

- Chauffage des locaux.
- Climatisation des locaux.
- Chauffage de l'eau.
- Appareils ménagers.
- Éclairage.
- Autres appareils électroniques.

Secteur commercial

Le secteur commercial est analysé en fonction de l'utilisation d'énergie par mètre carré (m²) de surface de locaux à température régulée, également selon une démarche ascendante. La ventilation des utilisations finales pour le secteur commercial est la suivante :

- Chauffage des locaux.
- Climatisation des locaux.
- Chauffage de l'eau.
- Éclairage.
- Moteurs auxiliaires.
- Équipement auxiliaire.

2.2.5 Plateforme de modélisation

Des plateformes de modélisation relativement semblables basées sur des feuilles de calcul électronique ont été utilisées pour élaborer les scénarios de référence, de maintien du statu quo et d'écologisation accélérée pour les trois pays.

Canada et Mexique

Pour le secteur résidentiel au Canada et au Mexique, les plateformes utilisées ont été les suivantes : i) le *Residential Sector Energy End-use Model* (RSEEM, Modèle d'utilisation finale de l'énergie pour le secteur résidentiel — le modèle de calcul des utilisations finales de Marbek); ii) HOT-2000.

HOT-2000 est un logiciel commercial de simulation de la consommation d'énergie dans les bâtiments résidentiels. Il utilise des algorithmes de pointe pour la modélisation des pertes et gains de chaleur et des systèmes afin de calculer la consommation d'électricité des ménages. Il prend en compte :

- les systèmes de chauffage des locaux à l'électricité, au gaz naturel, au mazout, au gaz propane et au bois;
- les systèmes de chauffage de l'eau domestique, depuis les systèmes traditionnels jusqu'aux systèmes perfectionnés à condensation;
- l'effet d'interaction entre les appareils de chauffage des locaux et les autres appareils tels que les dispositifs d'éclairage et les réfrigérateurs.

Pour le secteur du bâtiment commercial au Canada et au Mexique, la plateforme utilisée a été le *Commercial Sector Energy End-use Model* (CSEEM, Modèle d'utilisation finale de l'énergie pour le secteur commercial) de Marbek, étalonné en fonction des données canadiennes sur la consommation d'énergie des bâtiments commerciaux.

États-Unis

Deux outils semblables basés sur des feuilles de calcul électronique ont été mis au point pour l'analyse des secteurs résidentiel et commercial aux États-Unis.

Pour le secteur résidentiel, nous avons eu recours aux données de la *Residential Energy Consumption Survey* (RECS, Enquête sur la consommation d'énergie du secteur résidentiel) sur les utilisations finales de l'énergie. Ces données proviennent d'enquêtes périodiques sur la consommation d'énergie qui documentent les caractéristiques des bâtiments, les utilisations finales de l'énergie, les sources d'énergie et la consommation totale, pour un groupe représentatif d'habitations choisies dans l'ensemble du pays. Puisque les données peuvent être ventilées en fonction des sources d'énergie, elles peuvent être utilisées pour calculer les émissions de carbone. Ces données servaient de point de départ, et les données de l'*Annual Energy Outlook* (AEO, Aperçu annuel des perspectives énergétiques) de l'*US Energy Information Administration* (Administration de l'information énergétique des États-Unis) étaient ensuite utilisées pour projeter des valeurs relatives aux mises en chantier et aux autres changements survenant dans le parc immobilier jusqu'en 2030. Pour déterminer l'utilisation d'énergie du parc immobilier, nous avons appliqué des scénarios d'évolution de l'efficacité énergétique décrits ailleurs dans le présent rapport. Le parc immobilier résidentiel a été divisé en fonction des cinq types d'habitation susmentionnés, de 19 régions climatiques et de 19 « âges des installations », ce dernier paramètre comprenant les effets de l'année de construction, de l'âge et, le cas échéant, des modernisations ou rénovations effectuées. Le modèle prenait en compte la source d'énergie (électricité, mazout, etc.), de telle sorte que les émissions de carbone puissent être calculées, et il permettait d'intégrer des sources d'énergie renouvelable produite sur place pour combler une partie des besoins énergétiques des bâtiments.

Pour le secteur commercial, nous avons eu recours aux données de la *Commercial Building Energy Consumption Survey* (CBECS, Enquête sur la consommation d'énergie des bâtiments commerciaux). Les catégories de bâtiments de la CBECS ont été ramenées à 13 des plus importants sous-types et les données ont été subdivisées en fonction de cinq régions climatiques. Comme dans le cas du secteur résidentiel, les données sur le parc immobilier servaient de point de départ, et les données prospectives de l'AEO étaient ensuite utilisées pour projeter des valeurs relatives aux mises en chantier et aux autres changements survenant dans le parc jusqu'en 2030. Nous avons appliqué des scénarios d'évolution de l'efficacité énergétique décrits ailleurs dans le présent rapport à chacun des 19 « âges des installations » pour chaque scénario. Le modèle permettait également de faire le suivi de la source d'énergie (électricité, mazout, etc.) aux fins du calcul des émissions de carbone, et d'intégrer des sources d'énergie renouvelable produite sur place pour combler une partie des besoins énergétiques des bâtiments. Les données finales obtenues sont une ventilation en fonction des modes d'utilisation finale de l'énergie consommée, y compris l'énergie renouvelable, pour répondre aux besoins énergétiques des bâtiments.

Ces modèles peuvent évaluer un beaucoup plus grand nombre de paramètres et de détails que ceux que nous pouvions prendre en compte dans le cadre de notre étude. En général, les stratégies d'économie d'énergie ont été appliquées à l'ensemble du parc immobilier au lieu d'être adaptées selon les types de bâtiment et de climat. Des études ultérieures seront effectuées à ce niveau de détail. Les deux modèles permettaient de gérer les effets des mesures d'efficacité énergétique de deux façons : selon la partie du parc touchée chaque année par une stratégie donnée et selon la réduction de la consommation d'énergie pour une période donnée et un âge des installations donné. Des précisions sont données à ce sujet dans une section ultérieure du rapport.

2.3 Établissement des profils : scénario de référence et scénario de maintien du statu quo

2.3.1 Parc immobilier au cours de la période étudiée

Comme nous l'expliquons plus en détail ci-dessous, les profils de consommation d'énergie et d'émissions de GES produits dans le cadre de l'étude ont été considérablement influencés par les caractérisations et les projections de la croissance du parc immobilier résidentiel et commercial d'ici 2030. La présente section donne une vue d'ensemble de l'approche adoptée pour l'établissement du profil du parc immobilier; des précisions additionnelles à ce sujet sont fournies dans les annexes A et B.

Le profil du parc immobilier a été établi à partir d'un profil de base initial qui a été modifié en fonction du temps selon les paramètres suivants :

- *Profil de l'année de référence* : Il s'agit du calcul du parc résidentiel et commercial existant en 2005 (ou l'année la plus proche pour laquelle des données étaient disponibles), constituant le point de départ de l'analyse.
- *Nouveaux bâtiments construits entre 2005 et 2030* : Il s'agit de la meilleure estimation du nombre et du type de nouveaux bâtiments construits au cours de la période. Cette estimation repose sur diverses sources fiables indiquées plus bas. Il est à noter que, dans les cas où les projections reposaient sur des sources de données ne s'étendant pas jusqu'en 2030, nous avons procédé à une simple extrapolation linéaire à partir de la dernière projection disponible.
- *Bâtiments rénovés* : Les rénovations, particulièrement celles qui sont de grande ampleur, offrent d'énormes possibilités sur le plan de l'intégration d'améliorations du rendement énergétique. Le rythme et la nature des activités dans le secteur de la rénovation sont essentiellement dictés par les forces du marché. Par conséquent, on estime que les taux de rénovation historiques constituent un indicateur défendable des taux futurs et c'est l'approche que nous avons adoptée.

Pour l'essentiel, les caractéristiques et les tendances du parc immobilier sont semblables aux États-Unis et au Canada. Toutefois, le profil du parc immobilier mexicain présente certaines particularités importantes. D'abord, selon les prévisions, le parc résidentiel mexicain croîtra à un rythme beaucoup plus rapide, d'environ 4 % par année, en partie sous l'effet de l'engagement pris par le gouvernement fédéral de fournir de nouveaux logements abordables. Ensuite, le secteur de la rénovation est presque inexistant au Mexique et le maintien de cette tendance a été posé comme hypothèse pour les besoins de l'étude.

États-Unis

L'EIA du *Department of Energy* (DOE, ministère de l'Énergie) finance la création et la mise à jour de bases de données sur le parc immobilier commercial et résidentiel, à partir des résultats d'enquêtes périodiques; deux de ces bases de données ont été utilisées comme sources principales pour la caractérisation du parc immobilier américain de l'année de référence.

- La *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* (CBECS, Enquête sur la consommation d'énergie des bâtiments commerciaux) de 2003 et la base de données connexe constituent la source principale pour le secteur commercial.
- La *Residential Energy Consumption Survey* (RECS, Enquête sur la consommation d'énergie du secteur résidentiel) de 2003 et la base de données connexe constituent la source principale pour le secteur résidentiel.

Les projections relatives à la croissance du parc immobilier pour le scénario de MSQ ont été établies à partir des données prospectives de l'AEO de 2007 du DOE, contenant des projections jusqu'en 2030 (AEO, 2007).

Canada

Le profil du secteur résidentiel pour l'année de référence a été établi à partir de la base de données du recensement canadien de 2001 et de sources de données de Statistique Canada et de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Les données du recensement de 2001 ont été utilisées pour déterminer la répartition du parc immobilier selon le type de logement. La base de données de 2006 de Perspectives énergétiques du Canada de RNCAN a servi à calculer le nombre d'habitations pour l'année de référence et les projections pour le parc résidentiel jusqu'en 2030⁸.

La base de données Perspectives énergétiques du Canada a aussi été utilisée pour calculer le nombre de bâtiments commerciaux pour l'année de référence et effectuer les projections relatives au parc commercial jusqu'en 2030.

⁸ Ressources naturelles Canada. 2006. *Perspectives énergétiques du Canada : Le scénario de référence de 2006*. Voir <<http://www.nrcan.gc.ca/com/resoress/publications/peo/peo-fra.php>>.

Mexique

Les principales sources utilisées pour établir le profil du parc immobilier résidentiel ont été les données de la *Comisión Nacional de Vivienda* (Conavi, Commission nationale de l'habitation) et de l'*Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática* (INEGI, Institut national de statistique, de géographie et d'informatique).

Puisqu'il n'existe pas de statistiques officielles sur les bâtiments commerciaux au Mexique, des estimations du parc immobilier commercial en fonction des types de bâtiment ont été faites à partir de plusieurs sources :

- *Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica* (Fide, Fonds fiduciaire pour les économies d'électricité) : Utilisation totale d'énergie, surface de plancher et intensité d'utilisation de l'énergie par mètre carré, selon le type de bâtiment, à partir de descriptions individuelles.
- *Comisión Nacional para el Ahorro de Energía* (Conae, Commission nationale des économies d'énergie) : Parc d'immeubles à bureaux et intensité d'utilisation de l'énergie.
- Rapports annuels des entreprises du secteur commercial et des associations commerciales : Parc immobilier et surface de plancher.

2.3.2 Calcul des profils de référence pour l'utilisation de l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES)

Le profil de référence pour l'utilisation de l'énergie dans les segments ciblés du secteur du bâtiment, énumérés plus haut à la section 2.1.1.2, a été établi à partir de la relation suivante :

Utilisation de l'énergie secondaire totale (sur place) dans le segment =
 utilisation d'énergie/unité de bâtiment (ou unité de surface de plancher) du segment
 x
 nombre de bâtiments (ou surface de plancher totale) dans le segment

Il s'agit d'une analyse ascendante qui se fonde sur une utilisation efficace de sources de données et d'hypothèses clés relatives au parc immobilier (décrites ci-dessus) et au calcul de l'intensité d'utilisation de l'énergie (IUE) pour toutes les utilisations finales propres à un bâtiment. Le cumul des IUE à chaque étape de l'analyse ascendante permet en fin de compte d'obtenir un profil de la consommation totale d'énergie et des émissions de GES à l'échelle de chaque pays.

Le total des utilisations finales de l'énergie par bâtiment entier pour un segment donné du secteur et une année donnée a été calculé comme étant la somme des IUE de chaque sous-ensemble de ce segment (bâtiments nouveaux, rénovés, existants), respectivement pondérées selon la surface de plancher, avec rajustement en fonction de la croissance, des démolitions et des reconversions.

Des détails sur le calcul des IUE de référence sont fournis aux annexes A et B. L'approche générale et les principales sources de données sont décrites ci-dessous pays par pays.

Canada

Au fil des ans, Marbek a constitué une vaste base de données interne sur les caractéristiques des utilisations finales de l'énergie dans le secteur du bâtiment, à partir de plusieurs études financées par les services d'utilité publique et les gouvernements, notamment des travaux en cours en Colombie-Britannique, à Terre-Neuve et au Labrador. Certains des ensembles de données qu'elle contient sont extrêmement exhaustifs et détaillés; toutefois, leur application se limite à la province, au territoire ou au secteur desservi à l'égard desquels les études ont été commandées. En conséquence, l'approche que nous avons adoptée pour notre étude a consisté à nous servir des données nationales d'inventaire sur les utilisations finales et la ventilation de l'énergie en fonction de la source, obtenues de RNCAN, et à rajuster les intensités d'utilisation et la répartition des sources en fonction des renseignements contenus dans la base de données de Marbek.

Les sources principales de données, pour les deux secteurs, étaient les suivantes :

- RNCAN : *Guide de données sur la consommation d'énergie* (GDCE), compilé à partir de diverses enquêtes sur le secteur résidentiel.
- RNCAN : *Enquête sur l'utilisation de l'énergie par les ménages* (EUEM) de 2003.
- *Canadian Building Energy End-use Data and Analysis Centre* (CBEEDAC, Centre de données et d'analyses sur les utilisations finales de l'énergie dans le secteur du bâtiment au Canada).
- RNCAN : Base de données ÉnerGuide pour les maisons.
- RNCAN : *Consommation d'énergie des gros appareils ménagers expédiés au Canada*.
- Études sur le degré de saturation de l'équipement des services d'électricité et sondages auprès de la clientèle.
- Statistique Canada : *Enquête sur l'équipement ménager*.
- Base de données interne de Marbek, contenant notamment des archétypes de bâtiment résidentiel pour l'Ontario, le Québec, le Manitoba et la Colombie-Britannique.

Dans le modèle de calcul RSEEM, les données sur la consommation d'énergie pour le Canada ont été étalonnées d'après l'information contenue dans *Perspectives énergétiques du Canada : Le scénario de référence de 2006*.

États-Unis

Des données sur l'utilisation de l'énergie par le parc immobilier américain sont disponibles auprès de diverses sources. Le niveau de détail et l'exactitude des données sur les utilisations de l'énergie par segment du secteur du bâtiment (p. ex., petits magasins de détail) et les ventilations des utilisations finales à l'intérieur des segments (p. ex., chauffage, climatisation, éclairage, réfrigération, etc.) varient considérablement d'une source à l'autre. Les sources comprennent tant des données mesurées que des données simulées que divers organismes à vocation différente recueillent par État, par région, par territoire desservi, etc. Comme aucune procédure uniforme n'est encore appliquée à la collecte et à l'analyse des données, et compte tenu des incertitudes entourant l'extrapolation tant des données sur le parc immobilier que des IUE sur un grand nombre d'années, nous avons choisi d'employer les IUE calculées à partir des bases de données des enquêtes CBECS et RECS, décrites plus haut. Les données compilées par ces deux enquêtes comprennent des données mesurées sur la consommation d'énergie, calculées à partir des factures des services d'électricité, pour des groupes de bâtiments choisis situés dans les diverses zones climatiques du pays, et ventilées en fonction du sous-type de bâtiment et de l'âge. Ces bases de données fournissent également une ventilation de la consommation d'énergie sur place en fonction du type de source. Diverses autres sources de données ont été utilisées dans d'autres études pour estimer des ventilations des utilisations finales à partir des totaux pour les bâtiments entiers, mais cette façon de procéder n'a pas été examinée dans notre étude.

Mexique

Les données sur la consommation d'énergie au Mexique ont été étalonnées d'après les données fournies par la *Comisión Federal de Electricidad* (CFE, Commission fédérale de l'électricité) et des données nationales sur la consommation d'énergie dérivée des combustibles fossiles.

Des données générales sur le secteur commercial mexicain ont été obtenues auprès des sources suivantes :

- *Secretaría de Energía* (Sener, ministère de l'Énergie du Mexique) : Bilan énergétique national (utilisation de gaz naturel et de gaz de pétrole liquéfié).
- Fide : Intensité d'utilisation de l'énergie par mètre carré selon le type de bâtiment, déterminée à partir de descriptions individuelles.
- Conae : Intensité d'utilisation de l'énergie dans les immeubles à bureaux.

2.3.3 Calcul du scénario de maintien du statu quo

Le scénario de maintien du statu quo (MSQ) est une projection de la demande énergétique du secteur du bâtiment jusqu'en 2030, dans l'hypothèse où aucune intervention importante, nouvelle ou additionnelle ne serait effectuée sur le marché après 2005. Il s'agit du niveau de référence à partir duquel le scénario d'écologisation accélérée a été calculé. Les projections du MSQ comprennent des « changements naturels dans l'efficacité énergétique », c'est-à-dire des augmentations de l'efficacité moyenne des utilisations finales à mesure que de nouveaux bâtiments conformes à des codes énergétiques modernes remplacent des bâtiments anciens moins efficaces; elles comprennent aussi d'autres facteurs dont on prévoit l'apparition au cours de la période étudiée en l'absence d'interventions nouvelles et additionnelles sur le marché.

À partir des sources de données indiquées dans la section précédente, nous avons calculé le MSQ en tenant compte des changements récents apportés aux codes du bâtiment, des engagements pris par certains gouvernements provinciaux du Canada qui auront des incidences sur les futurs codes du bâtiment, ainsi que des renseignements obtenus lors de consultations de professionnels du secteur du bâtiment quant aux améliorations prévues dans chacun des modes d'utilisation finale.

La méthode employée pour calculer le scénario de MSQ prenait en compte quatre dynamiques importantes qui auront des répercussions sur les intensités d'utilisation finale de l'énergie et sur la consommation totale d'énergie dans les bâtiments au cours de la période étudiée :

- De nouveaux bâtiments et de nouveaux logements sont construits et viennent s'ajouter au parc immobilier. Les intensités d'utilisation de l'énergie (IUE) des bâtiments entiers dans le parc nouvellement construit devraient être inférieures à la moyenne du parc existant, bien que ce ne soit pas toujours le cas, du fait de l'évolution des niveaux de services et d'avantages intégrés aux bâtiments.
- Des bâtiments existants sont démolis et retirés du parc; en général, on s'attend à ce qu'il s'agisse de bâtiments anciens dont les IUE sont probablement plus élevées que la moyenne.
- Une partie du parc immobilier existant pour l'année de référence fera l'objet d'une quelconque forme de modernisation énergétique, soit dans le cadre de travaux de rénovation, soit expressément aux fins de l'amélioration du rendement énergétique. Dans les deux cas, les IUE de ces bâtiments existants diminueront.
- Remplacement naturel de l'équipement : Des améliorations du rendement énergétique des unités surviendront naturellement à mesure que des appareils consommateurs d'énergie défectueux seront remplacés par des systèmes équivalents modernes.
- Même si chacune de ces tendances entraînera une réduction de la consommation d'énergie, il existe également des forces qui vont à l'encontre de ces réductions des IUE dans le scénario de MSQ. La taille moyenne des maisons continue d'augmenter dans la majeure partie de l'Amérique du Nord (p. ex., aux États-Unis, les données prospectives de l'AEO prévoient une augmentation de 13 % de la taille moyenne des maisons pour l'ensemble du parc immobilier entre 2005 et 2030); ainsi, même si l'IUE par unité de surface peut globalement diminuer, il se pourrait que les IUE par logement ne changent guère sur certains marchés. En dépit de gains sur le plan de l'amélioration de l'intégrité thermique de l'enveloppe et de l'efficacité des systèmes de chauffage, ventilation et climatisation, certaines autres utilisations finales augmentent, par exemple l'emploi accru d'appareils électroniques dans les habitations et la hausse de la charge de branchement dans le secteur commercial. Le résultat net qui se dégage des données mesurées est que les IUE des nouveaux bâtiments, en moyenne, n'ont pas diminué aussi rapidement que ce que l'on aurait pu prévoir à partir des données sur l'efficacité intrinsèque seulement.

2.3.4 Conversion des données énergétiques en données sur les gaz à effet de serre

L'un des résultats importants de notre analyse est l'estimation de la réduction des émissions de GES selon le scénario d'écologisation accélérée. Pour obtenir cette estimation, nous avons converti l'ensemble des utilisations finales de l'énergie en émissions d'équivalents de dioxyde de carbone (éq-CO₂). Le coefficient de conversion en GES de la production d'électricité est l'une des principales données d'entrée servant au calcul des émissions de GES. Les coefficients utilisés dans chacun des trois pays pour l'électricité et pour les sources d'énergie dérivée des combustibles fossiles sont indiqués ci-dessous. En ce qui a trait aux combustibles fossiles, nous avons utilisé le gaz naturel comme base pour la conversion, car à l'échelle nord-américaine, il s'agit de la principale source énergétique de cette catégorie utilisée dans les bâtiments.

Canada

Pour calculer les émissions de GES, nous avons employé la moyenne nationale d'Environnement Canada⁹ de 0,222 kg éq-CO₂ par kilowattheure (kWh) d'électricité produit et de 1,90263 kg éq-CO₂ par mètre cube (m³) de gaz naturel consommé.

⁹ Voir <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2004_report/ta9_1_f.cfm>.

Mexique

Les émissions de GES ont été calculées à partir des moyennes nationales de 0,6539 kg éq-CO₂ par kWh d'électricité produit et de 1,90263 kg éq-CO₂ par m³ de combustible fossile consommé.

États-Unis

Les émissions de GES attribuables à la production d'électricité dans ce pays varient énormément, presque dans un rapport de 10 à 1 entre les États où l'électricité est essentiellement produite par des centrales alimentées au charbon (p. ex., Dakota du Nord) et les États où l'électricité est essentiellement produite par des centrales hydroélectriques ou nucléaires (p. ex., Washington et Californie). La moyenne nationale utilisée dans notre étude est de 0,646 kg éq-CO₂ par kWh produit. Dans le cas du gaz naturel, nous avons utilisé la moyenne nationale de 1,903 kg éq-CO₂ par m³ de gaz.

2.4 Élaboration du scénario d'écologisation accélérée

La présente section donne un aperçu de la façon dont nous avons élaboré le scénario d'écologisation accélérée; des explications additionnelles sont données dans les annexes A et B. Le concept du scénario reposait sur deux principales dimensions :

- les améliorations supposées de l'efficacité énergétique;
- le rythme auquel on a supposé que ces améliorations seraient appliquées aux marchés cibles du secteur du bâtiment. Chacune des deux dimensions est traitée plus loin dans la présente section.

2.4.1 Définition des marchés cibles pour l'efficacité énergétique

Le marché a été divisé en deux segments : constructions nouvelles et bâtiments existants. Le groupe des bâtiments existants a été subdivisé comme suit :

- Une **rénovation** est définie comme une activité qui apporte à un bâtiment des changements suffisamment importants pour permettre l'intégration au projet de mesures vigoureuses d'efficacité énergétique. Cela pourrait comprendre des améliorations à l'enveloppe du bâtiment ou une hausse du rendement des systèmes mécaniques et électriques. Ainsi, le marché admissible pour les rénovations importantes représente uniquement un petit sous-ensemble du marché global des bâtiments existants.
- Une **modernisation** est définie comme une intervention ou un changement exclusivement axé sur l'amélioration du rendement énergétique d'un bâtiment.
- **Remplacement de l'équipement** : Nous avons supposé qu'une partie du parc immobilier ne ferait pas l'objet de travaux de rénovation ou de modernisation destinés à apporter des améliorations précises au rendement énergétique; cette partie du parc remplissait les conditions requises pour une amélioration de l'efficacité énergétique sous la forme du remplacement de l'équipement à la fin de sa vie utile par de nouveaux systèmes plus modernes.

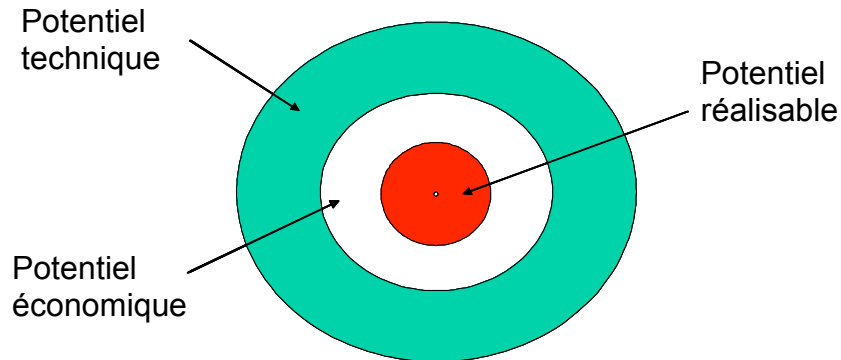
2.4.2 Définition des archétypes de bâtiment

Le concept servant à mesurer l'effet des améliorations du rendement énergétique est un « archétype » de bâtiment, c'est-à-dire la description physique d'un bâtiment considéré comme représentatif. Des caractéristiques d'archétype ont été dérivées pour les bâtiments de référence et les bâtiments à rendement amélioré. L'analyse des économies d'énergie et des réductions connexes d'émissions de GES a débuté par la caractérisation d'archétypes de référence pour les nouveaux bâtiments résidentiels et commerciaux construits en 2005.

Nous avons intégré dans les archétypes de bâtiment à rendement amélioré des mesures d'efficacité vigoureuses, mais techniquement éprouvées reposant sur des technologies et des pratiques de construction actuellement disponibles dans le commerce, mais peu utilisées. Les améliorations intégrées n'ont pas été limitées par une analyse économique; à partir de nos propres données internes et de notre expérience, nous avons pris en considération les améliorations qui offraient les meilleures perspectives d'atteinte des économies d'énergie maximales. La figure 2.3 illustre cette frontière conceptuelle,

représentée par une cible où l'objectif final consiste à réaliser le plus grand potentiel économique possible sur le marché du bâtiment, appelé « potentiel réalisable ».

Figure 2.3 : Façons de décrire le potentiel d'efficacité énergétique



Nous avons supposé dans notre analyse qu'il n'y aurait aucun important obstacle technique, financier ou lié au marché à l'introduction de ces archétypes « améliorés » sur le marché du bâtiment, ce qui représente en quelque sorte un « monde idéal ».

Archétypes de base — secteur résidentiel

- **Canada** : Marbek a eu recours à sa vaste base de données interne contenant des archétypes de bâtiment résidentiel; les renseignements extraits ont mis en lumière les modifications qu'il fallait apporter aux données provinciales et nationales de RNCAN sur la consommation d'énergie des habitations. Il est intéressant de constater que, dans la plupart des provinces, les données révèlent une différence très minime entre la consommation d'énergie des nouvelles maisons et des maisons existantes, principalement en raison de tendances telles que l'augmentation de la taille des maisons et la saturation accrue des charges de branchement causée par la prolifération des appareils ménagers et électroniques.
- **Mexique** : Nous ne disposons pas de données précises sur les intensités d'utilisation finale de l'énergie dans le secteur résidentiel au Mexique; nous avons donc estimé ces intensités en ayant recours aux données canadiennes et en les rajustant en fonction du contexte mexicain. En particulier, les estimations des utilisations finales dans le secteur résidentiel ont été basées sur des données propres à chaque technologie (éclairage, réfrigération, climatisation); aucune utilisation finale pour le chauffage n'a été incluse dans le secteur résidentiel et le secteur commercial. Les données sur la consommation d'énergie des maisons nouvelles et existantes ont été basées sur des hypothèses relatives aux utilisations finales élaborées selon une approche ascendante, puis mises à l'échelle des données de la CFE sur la consommation d'électricité. Des estimations du niveau de saturation lié à la climatisation ont également été obtenues de la CFE.
- **États-Unis** : Les données globales sur le rendement énergétique dans le secteur résidentiel devant être employées dans le modèle ont été tirées de la base de données RECS. Il existe un vaste éventail de types d'habitation dans ce pays et les utilisations finales varient énormément selon le climat, l'âge de la construction, la taille de la famille, le niveau de revenu, etc. Un examen détaillé de tendances particulières relatives aux utilisations finales au fil des ans se situait au-delà de la portée de notre étude. Le DOE publie un *Buildings Energy Data Book* (Recueil de données énergétiques relatives au bâtiment), dont la version la plus récente remonte à 2006, qui contient des ventilations de la consommation en fonction de l'utilisation finale et d'autres renseignements sur les tendances à cet égard. Les données de l'AEO fournissent aussi des renseignements statistiques sur les changements annuels prévus dans les utilisations finales entre 2004 et 2030. Les tendances sont basées sur l'évaluation faite par l'EIA d'un environnement où le statu quo serait maintenu. Nous avons examiné les données de ces sources, étudié des rapports plus récents sur les économies rendues possibles par les technologies nouvelles et la mise en place de politiques destinées à en accélérer l'adoption et, après des discussions additionnelles en groupe, nous avons enfin produit nos propres

structures pour les économies d'énergie du scénario d'écologisation accélérée dans les catégories des constructions nouvelles, des rénovations et des modernisations.

Archétypes de référence — secteur commercial

- **Canada** : Marbek a eu recours à sa vaste base de données interne contenant des archétypes de bâtiment commercial; les renseignements extraits ont mis en lumière les modifications qu'il fallait apporter aux données provinciales et nationales de RNCAN sur la consommation d'énergie des bâtiments. Afin de prédire les changements dans les intensités par utilisation finale dans l'ensemble du secteur commercial, nous avons employé des données de RNCAN basées sur l'évolution prévue au fil du temps de l'efficacité énergétique de l'équipement servant aux utilisations finales.
- **Mexique** : Nous ne disposons pas de données précises sur les intensités d'utilisation finale de l'énergie dans le secteur commercial au Mexique; nous avons donc estimé ces intensités en ayant recours aux données canadiennes et en les rajustant en fonction du contexte mexicain. Nous avons considéré que l'utilisation finale de la climatisation serait supérieure aux valeurs de référence du Canada pour les bâtiments commerciaux et nous avons mis les données à l'échelle en conséquence.
- **États-Unis** : Les données américaines ont été tirées de la base de données de la CBECS de 2003 et ont été complétées par des renseignements provenant du *Buildings Energy Databook* du DOE pour 2006. La CBECS contient des données mesurées sur la consommation d'énergie des bâtiments entiers, avec ventilation selon la source (p. ex., gaz naturel, électricité), provenant d'échantillonnages statistiques selon la région et le sous-type de bâtiment, de telle sorte que ces données soient globalement représentatives du parc immobilier commercial du pays au moment de la collecte. Les ventilations selon l'utilisation finale varient énormément d'un type de bâtiment à l'autre (p. ex., restaurants et immeubles à bureaux), la région climatique et la latitude (p. ex., Minnesota et Floride), et l'âge des bâtiments. En conséquence, nous avons utilisé des estimations techniques des meilleures pratiques pour déterminer les niveaux globaux d'amélioration possible dans les IUE des bâtiments entiers, sans examiner en détail les répercussions de chaque utilisation finale, car celles-ci varieraient énormément en fonction du climat et du sous-type de bâtiment. Après avoir examiné les sources de l'EIA et du DOE, et étudié les tendances relatives à l'efficacité énergétique chez les plus importants praticiens, propriétaires et fabricants, nous avons élaboré des scénarios ambitieux, mais réalisables d'économie d'énergie. Comme nous l'avons indiqué plus haut, pour des raisons de temps et de logistique, nous avons utilisé les mêmes facteurs pour tous les climats et tous les types de bâtiment, même si en réalité ces facteurs varieraient probablement.

2.4.3 Archétypes à efficacité énergétique améliorée et hypothèses d'analyse

Nous avons défini deux archétypes améliorés, les bâtiments à haut rendement 1 et 2 (BHR1 et BHR2) tant pour le secteur résidentiel que pour le secteur commercial. Ces quatre archétypes incluent des techniques de construction, de l'équipement et des technologies de pointe qui sont actuellement disponibles, mais qui ne sont pas nécessairement économiques ou très répandues à l'heure actuelle.

- Le **BHR1** produit environ 50 à 85 % d'économies d'énergie pour le bâtiment entier par rapport à l'archétype de l'année de référence. Le BHR1 représente le meilleur rendement techniquement disponible grâce à l'utilisation de matériaux et de méthodes de construction de pointe pour l'enveloppe du bâtiment, ainsi que d'équipement de pointe pour le chauffage, la ventilation et la climatisation.
- Le **BHR2** produit environ 40 à 60 % d'économies d'énergie pour le bâtiment entier par rapport à l'archétype de l'année de référence. Comparativement au BHR1, le BHR2 représente un changement moins radical et est plus réalisable à court terme; il fait appel à un équipement plus économique et traditionnel pour atteindre un rendement qui dépasse largement celui obtenu selon les pratiques traditionnelles actuelles de construction.

Voir les tableaux A1 et A2, à l'annexe A, et les tableaux B1 et B2, à l'annexe B, pour des exemples des caractéristiques techniques possibles du BHR1 et du BHR2 dans les secteurs résidentiel et commercial, respectivement, sur des marchés nord-américains choisis.

Afin de comprendre comment les estimations du rendement énergétique associées à ces archétypes améliorés sont appliqués à l'ensemble du marché, on doit se reporter au concept de base de l'estimation de l'utilisation de l'énergie par segment, décrit plus tôt, soit :

Utilisation de l'énergie secondaire totale (sur place) dans le segment = utilisation d'énergie/unité de bâtiment (ou unité de surface de plancher) du segment x nombre de bâtiments (ou surface de plancher totale) dans le segment

En ce qui a trait aux options d'amélioration de l'efficacité énergétique, l'utilisation d'énergie par unité de bâtiment ou unité de surface pour le segment est la différence entre le scénario de référence et la consommation unitaire améliorée. Aux fins de l'analyse, les modes de pénétration des marchés par les améliorations varient selon les caractéristiques propres aux marchés des constructions nouvelles et des bâtiments existants. Voici les hypothèses concernant ces deux segments.

Construction nouvelle : Le rendement énergétique de l'archétype amélioré est estimé comme représentant une amélioration comparativement au rendement de l'archétype de référence pour les nouveaux bâtiments. Les constructions nouvelles offrent d'énormes possibilités pour ce qui est de faire les bons choix du premier coup, en adoptant une approche intégrée pour la conception et la sélection de l'emplacement et en appliquant toutes les options technologiques appropriées. Par conséquent, nous avons appliqué au nouveau parc immobilier le rendement unitaire optimal pouvant être atteint par le recours à toutes les stratégies et les mesures techniques décrites dans les annexes.

Rénovations et modernisations : On ne peut pas escompter que les améliorations apportées par des travaux de rénovation ou de modernisation engendreront le même niveau de rendement que la construction de nouveaux bâtiments. Nous nous sommes fondés sur la modélisation et sur notre jugement pour réduire l'ampleur des mesures techniques possibles, ce qui a fait diminuer l'amélioration du rendement unitaire par rapport à l'archétype des constructions nouvelles. Les résultats que l'on peut obtenir en améliorant l'enveloppe du bâtiment sont moins considérables dans le cadre des rénovations et des modernisations que dans les constructions nouvelles. Par exemple, la pénétration du marché des bâtiments existants par les pompes géothermiques, tant dans le secteur résidentiel que dans le secteur commercial, est considérée comme étant de beaucoup inférieure, proportionnellement, aux possibilités qu'offre le parc de nouveaux bâtiments.

Nous avons estimé le rendement énergétique prévu des archétypes de bâtiments rénovés et modernisés en le comparant au rendement de l'archétype de référence pour les constructions nouvelles.

Les figures 2.4 et 2.5, ci-dessous, présentent sous forme sommaire les résultats de l'analyse sur le plan du rendement par rapport au rendement unitaire estimé pour les archétypes de référence. Ces calculs ont été basés sur : i) la modélisation; ii) notre jugement éclairé relativement aux bâtiments canadiens. Nous avons ensuite modifié les valeurs pour les appliquer aux États-Unis, de manière à tenir compte des différences dans le climat et d'autres facteurs du marché, comme nous l'expliquons dans les annexes.

Les réductions estimées confirment que le BHR1 entraîne une amélioration très importante du rendement dans toutes les circonstances. On constate également que l'option des modernisations énergétiques a un effet moins marqué sur le rendement que les rénovations, si l'on suppose que ces dernières seront d'une ampleur suffisante pour permettre des transformations considérables de l'enveloppe du bâtiment.

Figure 2.4 : Facteurs d'échelle de l'intensité d'utilisation de l'énergie (IUE) pour les archétypes — secteur résidentiel

Facteurs d'échelle de l'IUE : BHR1 (% de réduction par rapport au rendement unitaire de l'archétype de référence)							
	Chauffage	Climatisation	Eau chaude	Appareils ménagers	Éclairage	Autres	Total
Constructions nouvelles	95	55	60	50	75	50	80 à 85
Rénovations	80	50	60	50	75	50	70 à 75
Modernisations	60	50	60	50	75	50	60 à 65
Facteurs d'échelle de l'IUE : BHR2 (% de réduction par rapport au rendement unitaire de l'archétype de référence)							

Constructions nouvelles	65	35	50	50	75	50	50 à 60
Rénovations	50	30	50	50	75	50	45 à 50
Modernisations	40	30	50	50	75	50	40 à 45

Figure 2.5 : Facteurs d'échelle de l'intensité d'utilisation de l'énergie (IUE) pour les archétypes — secteur commercial

Facteurs d'échelle de l'IUE : BHR1 (% de réduction par rapport au rendement unitaire de l'archétype de référence)							
	Chauffage	Climatisation	Eau chaude	Appareils ménagers	Éclairage	Autres	Total
Constructions nouvelles	90	60	50	50	60	20	60 à 65
Rénovations	80	50	50	50	60	10	55 à 60
Modernisations	60	50	50	50	60	10	50 à 55
Facteurs d'échelle de l'IUE : BHR2 (% de réduction par rapport au rendement unitaire de l'archétype de référence)							
Constructions nouvelles	50	45	40	40	40	10	50 à 60
Rénovations	40	35	40	40	40	0	45 à 50
Modernisations	35	25	40	40	40	0	40 à 45

2.4.4 Établissement du calendrier de pénétration du marché par les archétypes

Le calendrier de déploiement établit le rythme auquel les deux archétypes améliorés pénètrent le marché selon le scénario d'écologisation accélérée. Les annexes A et B décrivent les calendriers de déploiement précis qui ont été utilisés pour le BHR1 et le BHR2 dans les secteurs résidentiel et commercial, respectivement.

Les hypothèses relatives à la pénétration du marché pour les archétypes améliorés modélisés sont énoncées ci-dessous :

- Nous avons supposé que les améliorations énergétiques accompagnant les rénovations importantes suivraient les tendances du marché de la rénovation. Le marché de la rénovation correspond au parc de l'année de référence.
- Le reste du marché des bâtiments existants non touchés par des rénovations importantes est un marché admissible à la modernisation énergétique. Nous avons calculé le taux annuel moyen de modernisations en nous basant sur l'objectif de l'inclusion de la quasi-totalité du parc existant non touché par les rénovations d'ici 2030. Le marché de la rénovation correspond au parc de l'année de référence.
- Pour toute année, une fois les modernisations effectuées, le reste du marché des bâtiments existants non touchés constitue le marché des améliorations imputables à l'équipement consommant de l'énergie, au taux naturel de renouvellement du parc d'appareils.

2.4.5 Mode de présentation des résultats

Les résultats de la modélisation sont présentés en fonction des unités suivantes :

- l'utilisation d'énergie secondaire achetée, ventilée en fonction du type de source (p. ex., électricité et combustibles fossiles);
- les émissions de GES (les coefficients d'émission pour la consommation d'électricité sont basés sur les moyennes nationales, pondérées en fonction de la production marginale supposée).

De plus, afin d'éclairer les discussions sur les politiques publiques, dans les cas où il y avait un écart entre le scénario modélisé et les objectifs AIA/IRAC, nous avons inclus dans les résultats une estimation de la quantité d'énergie renouvelable produite sur place ou d'énergie propre en provenance du réseau qui serait requise pour rendre les bâtiments des secteurs résidentiel et commercial neutres en carbone.

2.5 Limites et exclusions

Pour un exercice d'estimation globale et axé sur les politiques de cette nature, il nous a nécessairement fallu travailler à l'intérieur de certaines limites applicables aux données et aux analyses, en partie à cause de contraintes de budget et de temps. Même si nous avons un degré raisonnablement élevé de confiance à l'égard des résultats empiriques produits, il convient de souligner certaines des limites et exclusions importantes.

Nous n'avons pas tenté de prédire les effets précis de l'évolution des politiques et des attitudes sur les investissements dans l'efficacité énergétique du secteur du bâtiment. Par exemple, le climat politique changeant aux États-Unis lié aux élections à venir, les discussions accrues dans l'industrie sur les changements climatiques et les politiques relatives aux émissions de carbone, ainsi que les nouvelles initiatives étatiques et régionales visant à réduire la consommation d'énergie sont tous des facteurs susceptibles d'avoir des répercussions mesurables, mais encore inconnues sur les investissements et les tendances en matière d'efficacité énergétique du secteur.

Compte tenu de ces incertitudes politiques et économiques, ainsi que d'autres, les études du genre de la nôtre sont utiles pour illustrer les potentialités de changement et ce qui *pourrait* être, plutôt que de prédire ce qui se produira effectivement. Bien qu'il y ait toujours une incertitude technique au sujet du rendement et du coût de solutions techniques particulières visant à réaliser des économies d'énergie, dans notre contexte, ces incertitudes techniques sont probablement de portée limitée comparativement au plus vaste contexte socioéconomique dans lequel nous présentons nos travaux.

Données sur le parc immobilier

Mexique — Un degré très élevé d'incertitude est associé au parc immobilier commercial de référence et projeté dans ce pays.

Canada — Les projections relatives au parc résidentiel ne semblent pas prendre en compte les effets possibles à long terme d'une éventuelle intégration par les municipalités d'approches de planification de type « croissance intelligente », qui entraînent une hausse de la densité.

États-Unis — Les taux de croissance du parc immobilier sont des extrapolations des tendances actuelles, lesquelles peuvent changer rapidement. Dans tous les scénarios, les incertitudes à l'égard du climat économique et de ses effets sur les mises en chantier demeurent des impondérables. Lorsque nous avons entrepris notre projet, les nouvelles constructions résidentielles aux États-Unis fracassaient de nouveaux records tous les trimestres. En moins d'un an, les effets des problèmes causés par les prêts hypothécaires à risque s'étaient répercutés sur l'ensemble du marché de la construction, entraînant une réduction des prix et une diminution considérable des mises en chantier. Cela nous rappelle la rapidité avec laquelle des tendances en apparence solidement établies peuvent changer.

Utilisation de l'énergie

Canada — Les intensités d'utilisation finale de l'énergie sont raisonnablement défendables à l'échelle des bâtiments entiers, mais sont moins précises à l'échelle des utilisations finales individuelles (seule la consommation moyenne du parc immobilier existant, par secteur, était disponible). En outre, le parc immobilier commercial n'est pas clairement délimité en segments (p. ex., certains segments sont regroupés, tels que ceux des hôtels et des restaurants, dont les profils de consommation d'énergie et de ressources pourraient fort bien être très différents).

Mexique — Pour le secteur commercial, il existe très peu de données défendables sur le rendement énergétique. Pour le secteur résidentiel mexicain, très peu de données étaient disponibles pour ce qui est de la ventilation de la consommation d'énergie d'une maison typique en fonction des utilisations finales.

États-Unis — Les bases de données sur le rendement énergétique sont vastes et prennent sans cesse de l'ampleur, mais le parc immobilier est varié et complexe. On ne s'entend pas encore complètement sur la façon de subdiviser le secteur en sous-secteurs commerciaux, de caractériser adéquatement les questions opérationnelles qui influent sur la consommation réelle d'énergie, de catégoriser les bâtiments commerciaux qui ont une « charge de traitement » croissante tels que les centres de données, de mesurer ou d'affecter l'énergie des systèmes répartis de chauffage et de climatisation dont l'utilisation s'accroît dans les villes et sur les campus, etc. Les nouveaux bâtiments n'ont pas systématiquement un

rendement atteignant le niveau prévu et les causes de ces écarts — p. ex., vices de construction, absence de rodage lors de la mise en service, défaillances opérationnelles — sont toujours à l'étude. Toutefois, bien qu'il faille poursuivre l'examen et le peaufinage des détails, les prédictions relatives à la consommation d'énergie à l'échelle du secteur continueront d'être suivies avec un certain degré d'exactitude, même si l'on ne connaît pas précisément les causes de tous les changements observés.

3. Résultats globaux et incidences

Le présent chapitre expose les résultats globaux et les incidences de l'analyse du scénario d'écologisation accélérée. Nous y examinons quatre principaux aspects : i) les effets des scénarios sur les marchés prévus des constructions nouvelles et des bâtiments existants; ii) les répercussions sur les économies d'énergie; iii) les répercussions sous forme de réduction des émissions de GES; iv) l'étendue de l'écart sur le plan de la réduction des émissions de GES qui devrait être comblé par des sources d'énergie à émissions de carbone nulles ou faibles.

3.1 Profil des marchés cibles touchés

Comme nous l'avons expliqué au chapitre 2, le marché cible pour l'efficacité énergétique des bâtiments comprend le parc immobilier nouveau et existant, ces deux sous-groupes étant touchés par divers scénarios de pénétration du marché. Dans la présente section, nous donnons un bref aperçu de l'étendue et du type des marchés du bâtiment touchés par les hypothèses de déploiement et de pénétration du marché, en commençant par un profil du parc immobilier de référence et du parc projeté selon le scénario de MSQ. Nous présentons des indicateurs clés, puis des mesures précises relatives aux secteurs résidentiel et commercial.

3.1.1 Aperçu des marchés cibles

La figure 3.1 présente certains indicateurs clés des marchés du bâtiment touchés, selon le secteur (résidentiel ou commercial) et selon le pays. Les figures 3.2 à 3.7 illustrent de façon plus détaillée les marchés touchés par les améliorations de l'efficacité énergétique des bâtiments. Voici tout d'abord quelques observations concernant les trois pays :

Canada

- Entre l'année de référence et 2030, le parc résidentiel croîtra de 33 % et le parc commercial, de 62 %.
- Environ 90 % des bâtiments résidentiels et commerciaux existants feront l'objet d'une modernisation énergétique ou de rénovations.
- D'ici 2030, le marché résidentiel touché se répartira de la façon suivante : constructions nouvelles, 25 %; bâtiments touchés par une quelconque forme de rénovation importante ou de modernisation, 67 %; bâtiments non touchés, 8 %.
- D'ici 2030, le marché commercial touché se répartira de la façon suivante : constructions nouvelles, 39 %; bâtiments touchés par une quelconque forme de rénovation importante ou de modernisation, 55 %; bâtiments non touchés, 6 %.

Mexique

- Entre l'année de référence et 2030, le parc résidentiel croîtra de 60 % et le parc commercial, de 131 %.
- Environ 87 % des bâtiments commerciaux existants et 54 % des bâtiments résidentiels existants feront l'objet d'une modernisation énergétique ou de rénovations.
- D'ici 2030, le marché résidentiel touché se répartira de la façon suivante : constructions nouvelles, 34 %; bâtiments touchés par une quelconque forme de rénovation importante ou de modernisation, 38 %; bâtiments non touchés, 28 %.
- D'ici 2030, le marché commercial touché se répartira de la façon suivante : constructions nouvelles, 57 %; bâtiments touchés par une quelconque forme de rénovation importante ou de modernisation, 38 %; bâtiments non touchés, 5 %.

États-Unis

- Entre 2005 et 2030, le parc immobilier résidentiel croîtra de 31 % en nombre d'unités et de 48 % en surface de plancher, et le parc commercial croîtra de 41 %.
- Environ 90 % des bâtiments résidentiels et commerciaux existants feront l'objet d'une modernisation énergétique ou de rénovations.

- D'ici 2030, le marché résidentiel touché se répartira de la façon suivante : constructions nouvelles, 26 %; bâtiments touchés par une quelconque forme de rénovation importante ou de modernisation, 41 %; bâtiments non touchés, 32 %.
- D'ici 2030, le marché commercial touché se répartira de la façon suivante : constructions nouvelles, 36 %; bâtiments touchés par une quelconque forme de rénovation importante ou de modernisation, 47 %; bâtiments non touchés, 17 %.

Figure 3.1 : Profil du parc immobilier nord-américain, 2005–2030

	Secteur résidentiel (unités de logement)			Secteur commercial (m ²)		
	États-Unis	Mexique	Canada	États-Unis	Mexique	Canada
Unités totales pour l'année de référence (résidentiel = logements; commercial = surface de plancher)	112 000 000	25 150 076	12 003 898	6,66 milliards	154 600 000	574 958 400
Maisons unifamiliales, en % du total de l'année de référence		85	55		N/D	N/D
MSQ : parc total en 2030	144 000 000	40 428 450	15 948 520	9,30 milliards	357 357 689	933 255 349
Parc total nouvellement construit, 2005–2030	38 100 000	15 278 373	3 944 622	3,35 milliards	202 757 689	364 902 443
Nouveaux bâtiments : taux annuel moyen de croissance (%)	1,6	1,92	1,15	2,3	3,4	1,96
Nouveau parc en % du parc total en 2030	26 %	38	25	36 %	57	39
Taux de rénovations : % du parc existant total/taux de croissance annuel	N/D	0	2,9	N/D	2,8	2,7
Parc total touché par les rénovations	N/D	0	5 770 515	N/D	76 414 932	290 245 650
Taux de modernisations : % du parc existant total/taux annuel de croissance	N/D	3,25	3,25	N/D	3,25	3,25
Parc total touché par les modernisations	N/D	17 982 304	5 153 032	N/D	64 271 068	232 966 494
Parc total touché par les rénovations et modernisations (% du total du marché existant)	N/D	71,5	91	N/D	91	91

Figure 3.2 : Marché cible résidentiel — Canada

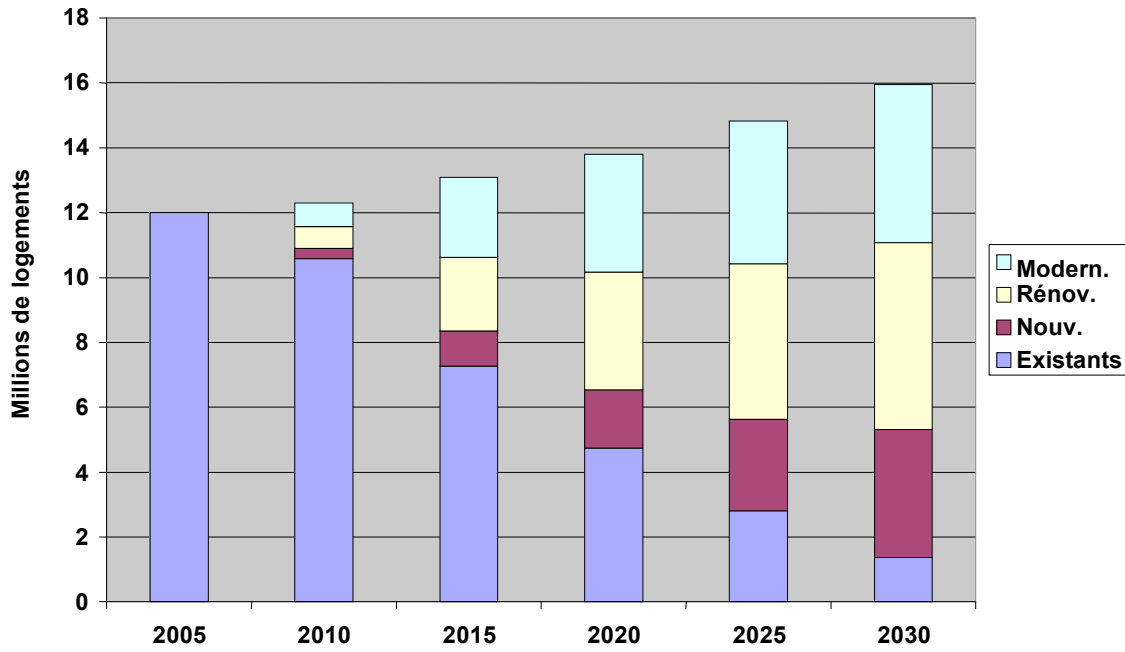


Figure 3.3 : Marché cible résidentiel — Mexique

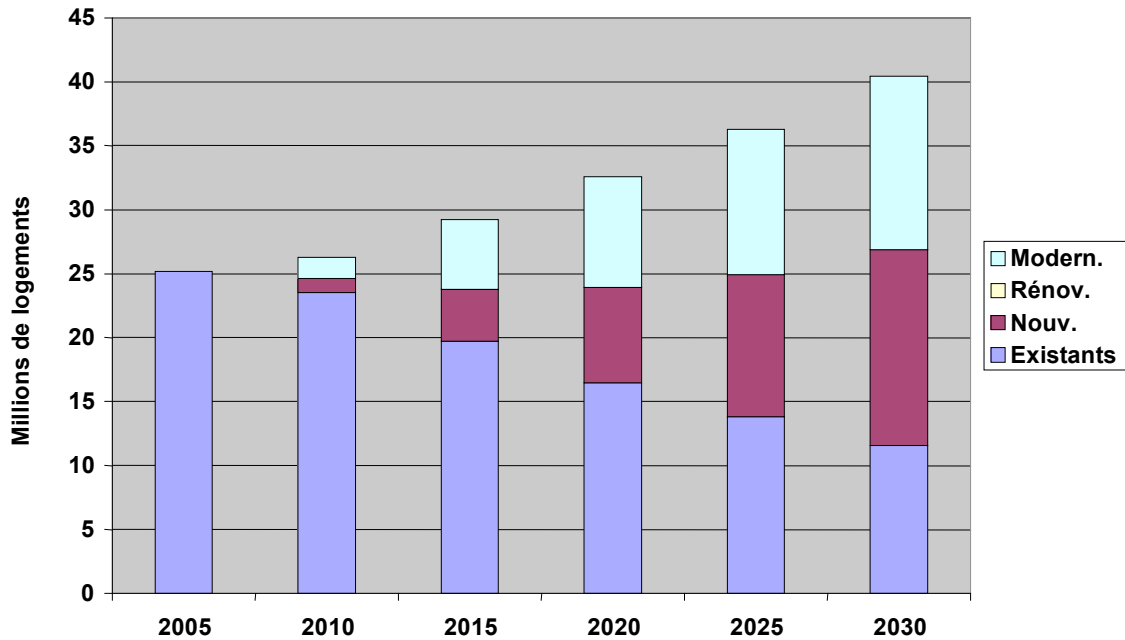


Figure 3.4 : Marché cible résidentiel — États-Unis

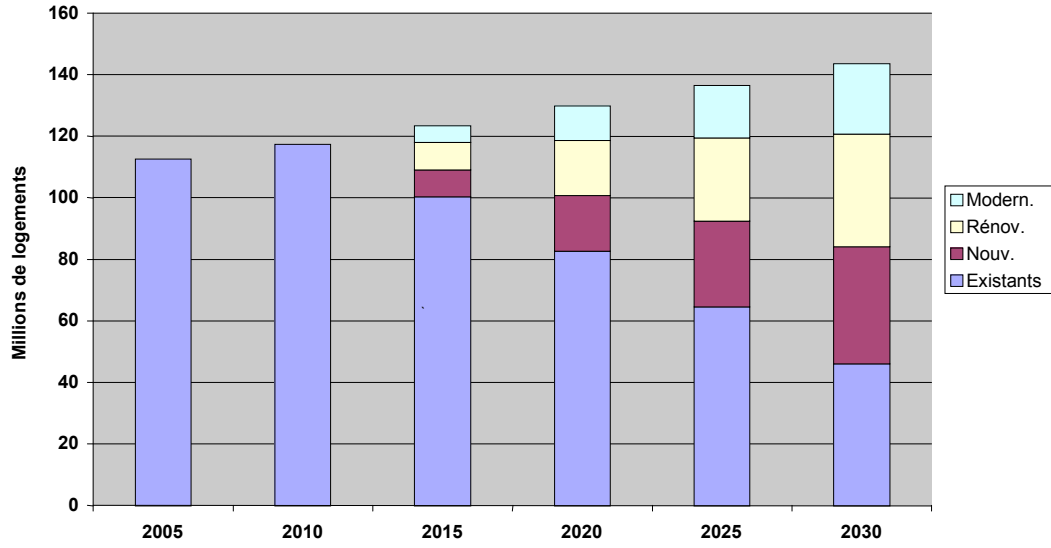


Figure 3.5 : Marché cible commercial — Canada

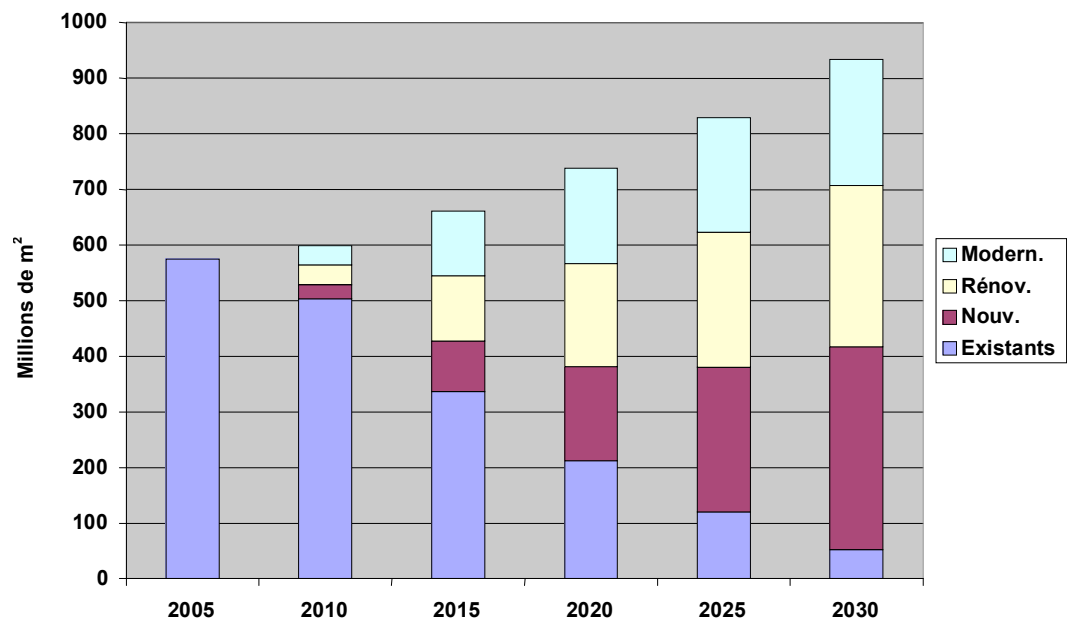


Figure 3.6 : Marché cible commercial — États-Unis

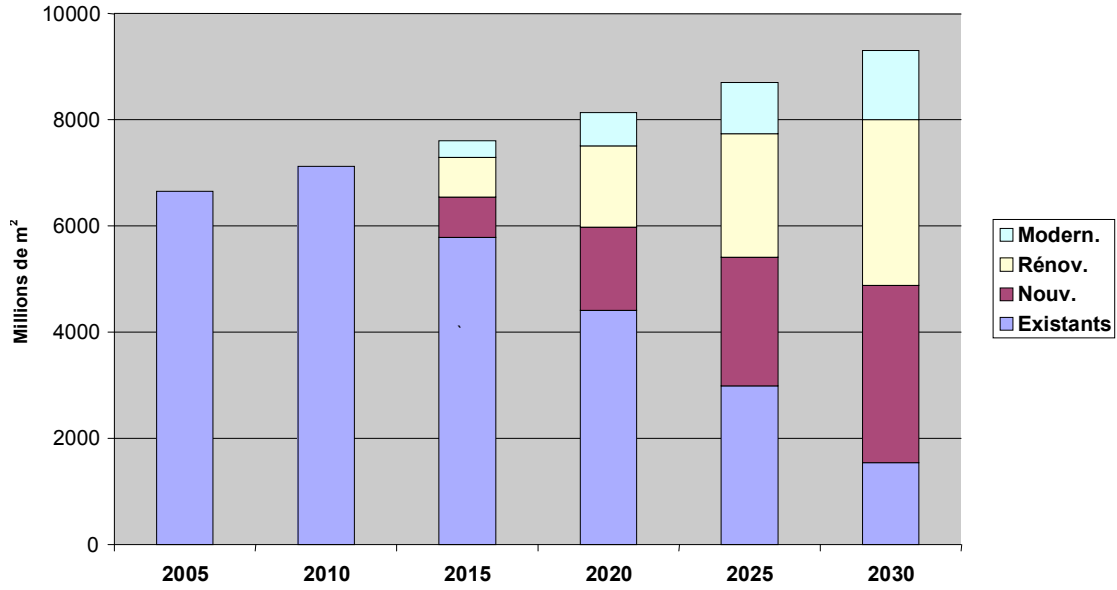
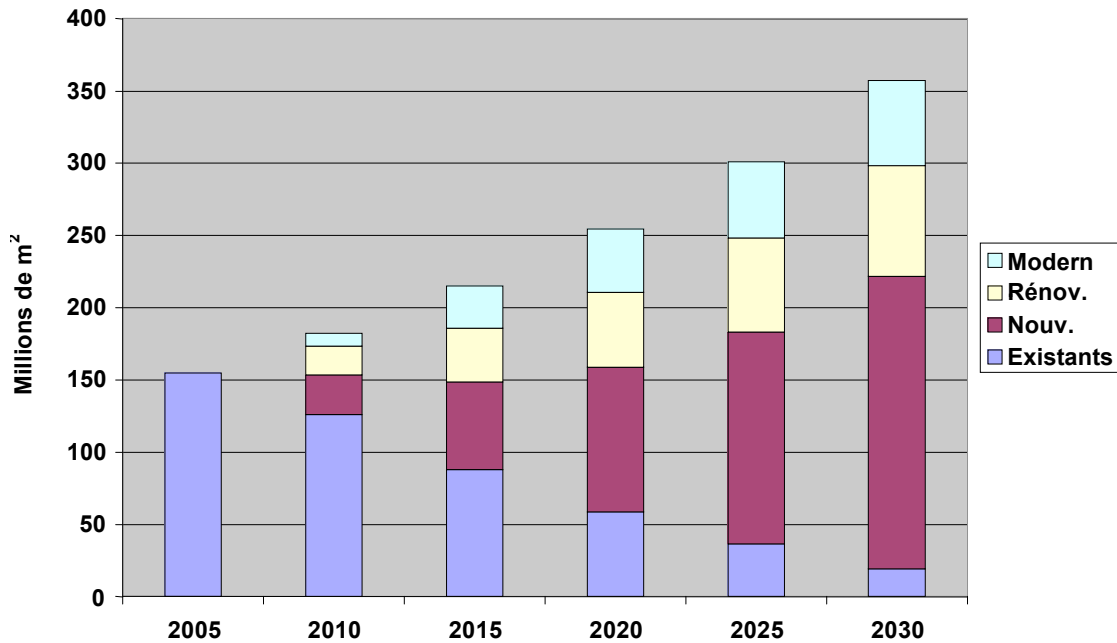


Figure 3.7 : Marché cible commercial — Mexique



3.1.2 Marchés cibles : année de référence et constructions nouvelles, secteurs résidentiel et commercial

Les figures 3.8 à 3.13 donnent un aperçu des marchés cibles pour l'année de référence et les constructions nouvelles dans le secteur résidentiel. Des observations clés sont présentées ci-dessous pour chacun des trois pays.

Canada — secteur résidentiel

- La figure 3.8 présente le marché canadien de référence. En 2005, le parc immobilier résidentiel canadien était composé d'environ 12 millions de logements, dont environ 55 % étaient des maisons unifamiliales à faible hauteur et 9,5 % des immeubles à appartements de moyenne à grande hauteur.
- La figure 3.9 illustre les constructions nouvelles prévues dans le secteur résidentiel canadien entre 2005 et 2030. Selon les prévisions, en 2030, il y aura près de 16 millions de logements, dont environ 25 % seront des constructions nouvelles. Environ 53 % des constructions nouvelles seront des maisons unifamiliales.

Figure 3.8 : Répartition du parc résidentiel de l'année de référence, selon le type — Canada

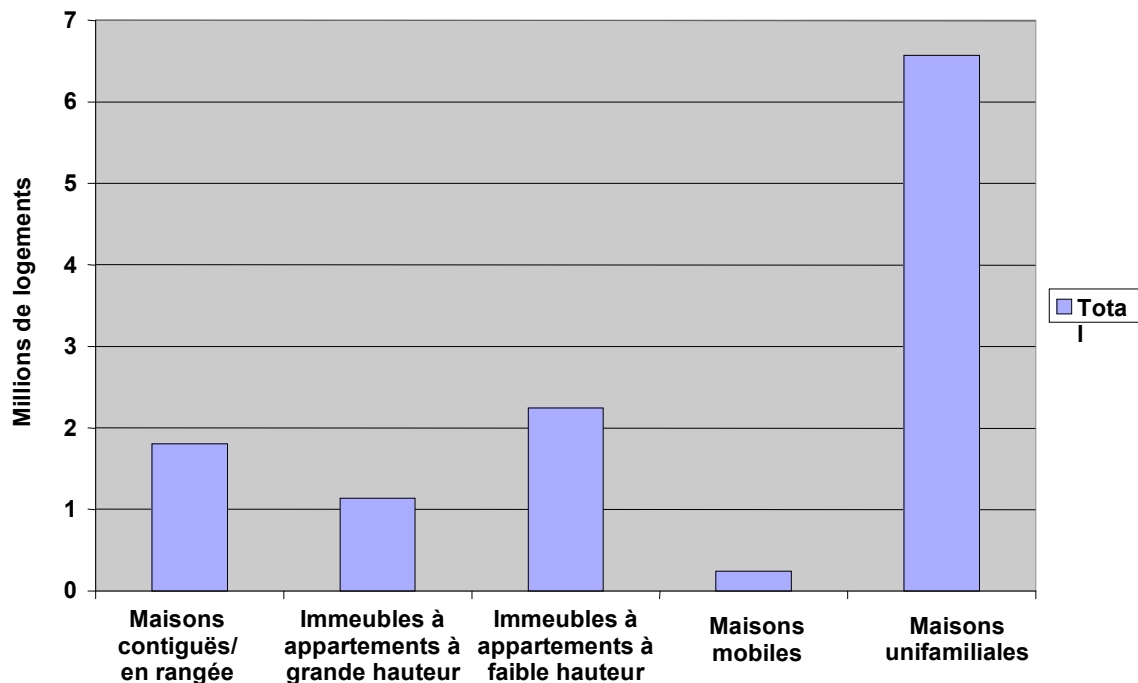
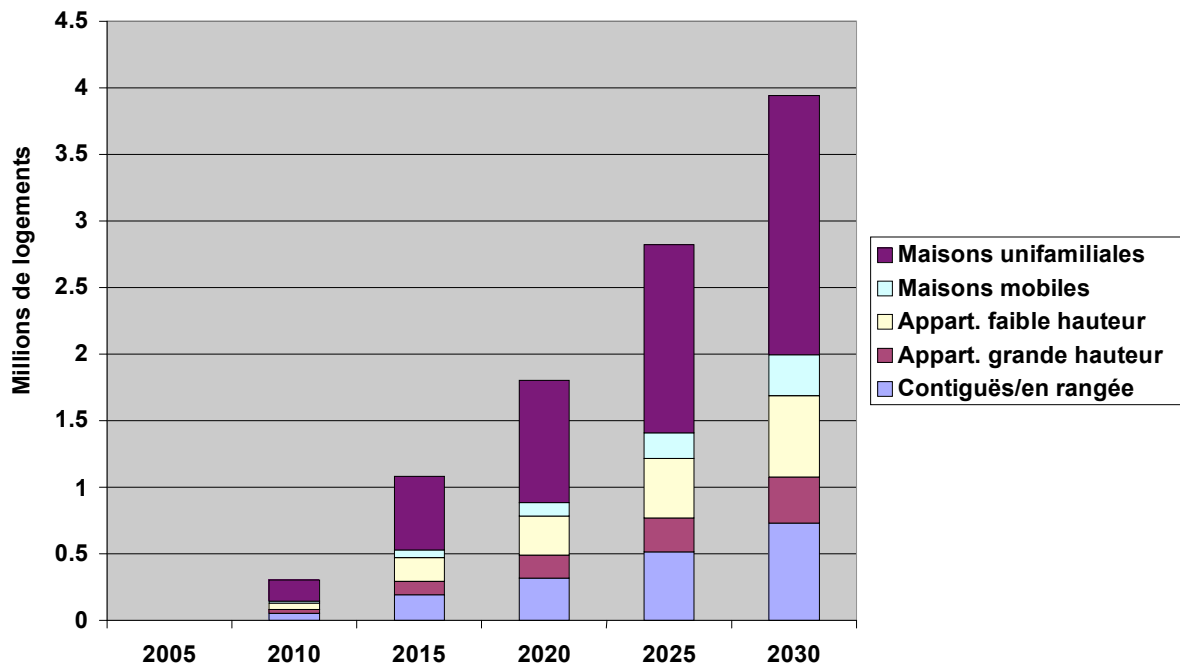


Figure 3.9 : Nouvelles constructions résidentielles, selon le type — Canada



Mexique — secteur résidentiel

- La figure 3.10 illustre le marché mexicain pour l'année de référence. En 2005, le marché résidentiel était composé d'environ 25 millions de logements, dont environ 85 % étaient des maisons unifamiliales à faible hauteur et 15 %, des immeubles à appartements de moyenne à grande hauteur.
- La figure 3.11 illustre les nouvelles constructions prévues dans le secteur résidentiel mexicain jusqu'en 2030. Selon les prévisions, d'ici 2030, il y aura environ 40 millions de logements, dont environ 38 % seront des constructions nouvelles. Environ 41 % du nouveau parc sera composé de maisons unifamiliales, ce qui représente un important changement dans les types de logement vers une forme d'aménagement plus dense.

Figure 3.10 : Répartition du parc résidentiel pour l'année de référence, selon le type—Mexique

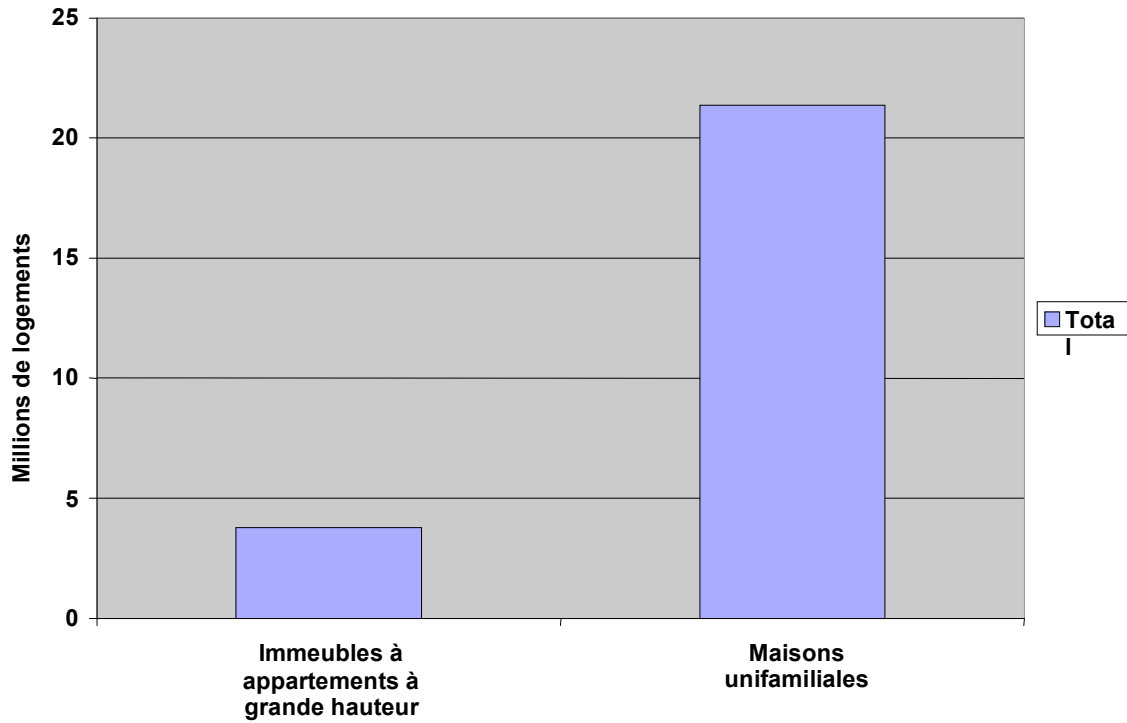
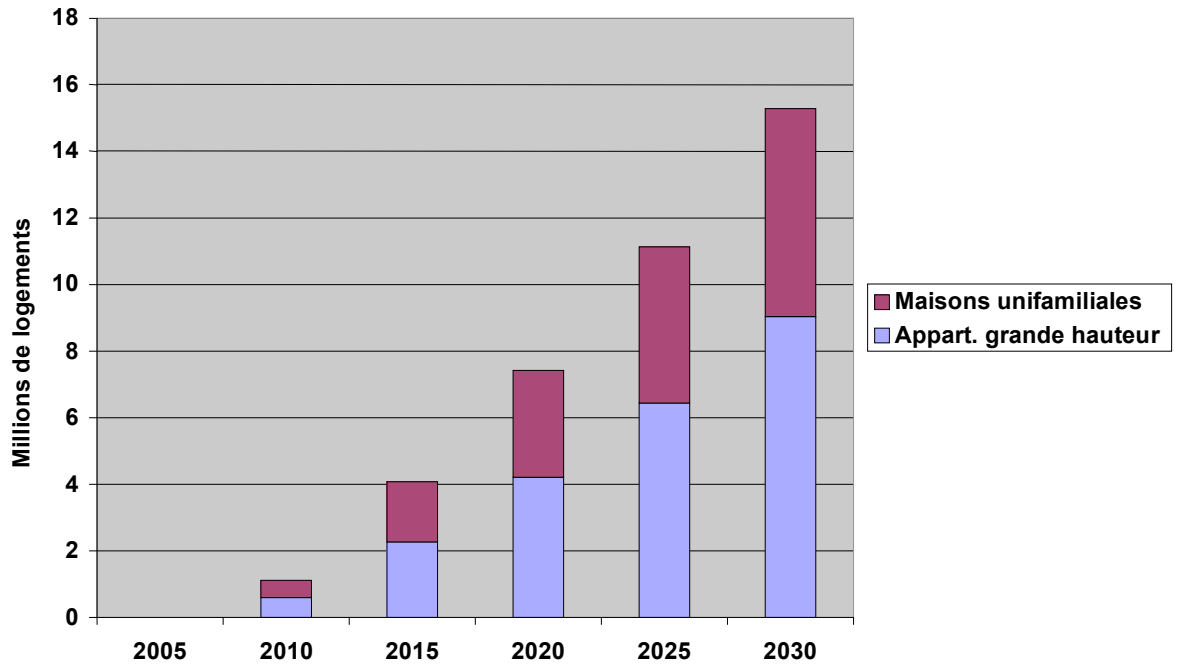


Figure 3.11 : Nouvelles constructions résidentielles, selon le type — Mexique



États-Unis — secteur résidentiel

- La figure 3.12 illustre le marché américain de référence. En 2005, le parc immobilier résidentiel américain était composé d'environ 112 millions de logements, dont environ 59 % étaient des maisons unifamiliales à faible hauteur et 16 %, des immeubles à appartements de moyenne à grande hauteur.
- La figure 3.13 illustre les nouvelles constructions projetées dans le secteur résidentiel américain entre 2005 et 2030. Selon les prévisions, d'ici 2030, il y aura près de 144 millions de logements, dont 26 % seront des constructions nouvelles. Environ 59 % du parc nouvellement construit sera composé de maisons unifamiliales.

Figure 3.12 : Répartition du parc résidentiel pour l'année de référence, selon le type — États-Unis

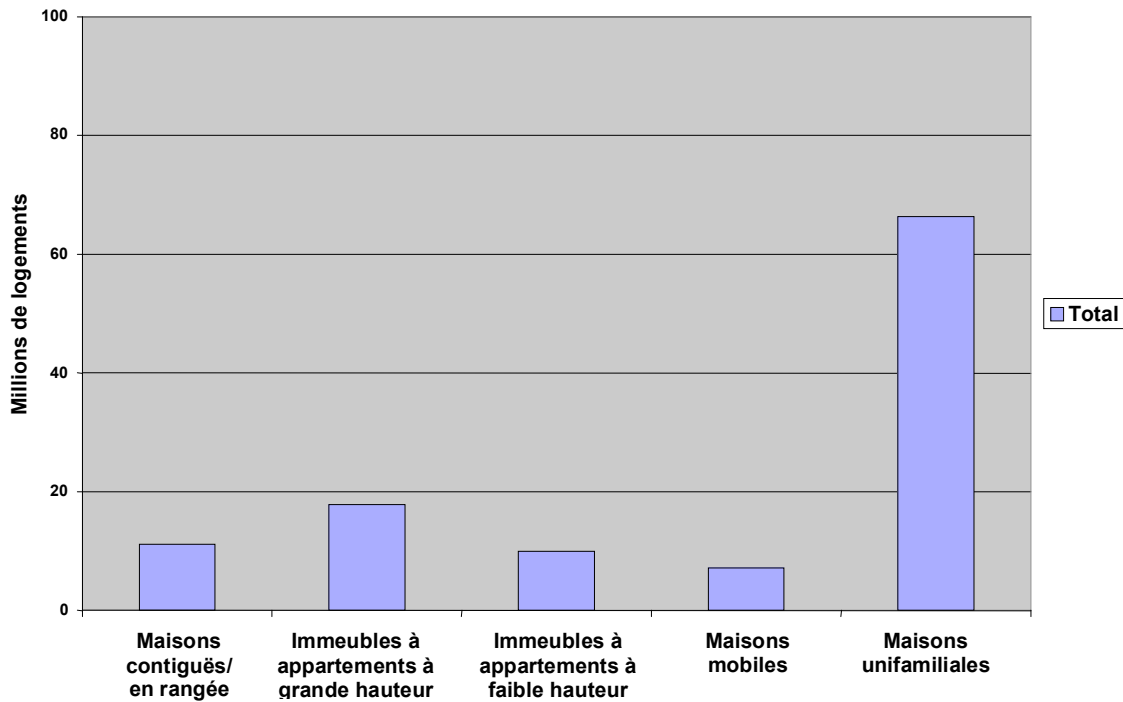
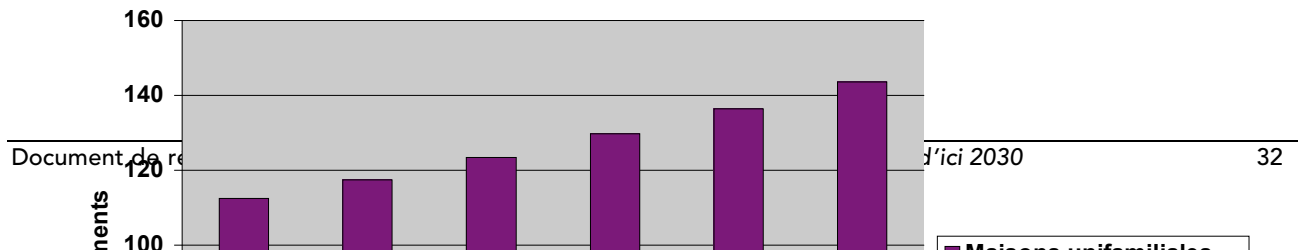


Figure 3.13 : Nouvelles constructions résidentielles, selon le type — États-Unis



Les figures 3.14 à 3.19 donnent un aperçu des marchés cibles du secteur commercial pour l'année de référence et les constructions nouvelles. Des observations clés sont présentées ci-dessous pour chacun des trois pays.

Canada — secteur commercial

- La figure 3.14 illustre le marché canadien de référence selon le type de bâtiment. En 2005, le parc immobilier commercial canadien comprenait environ 575 millions de mètres carrés de surface de plancher. Comme l'indique la figure, le marché commercial est très diffus; cependant, deux segments (immeubles à bureaux et commerces de gros et de détail) représentent 318 millions de mètres carrés de surface de plancher, soit 55 % du parc total de l'année de référence.
- La figure 3.15 illustre le parc de nouveaux bâtiments commerciaux prévus au Canada. Selon les prévisions, d'ici 2030, il y aura environ 933 millions de mètres carrés de surface de plancher, dont environ 39 % seront des constructions nouvelles. Environ 75 % des nouveaux bâtiments appartiendront aux segments des immeubles à bureaux et des commerces de gros et de détail.

Figure 3.14 : Répartition du parc commercial pour l'année de référence, selon le type — Canada

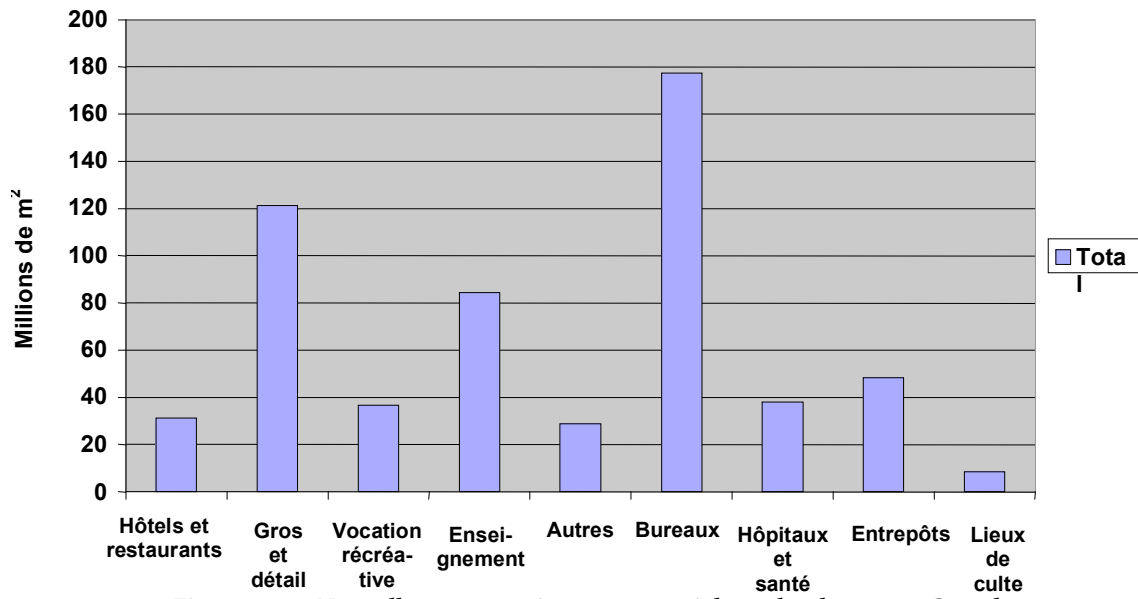
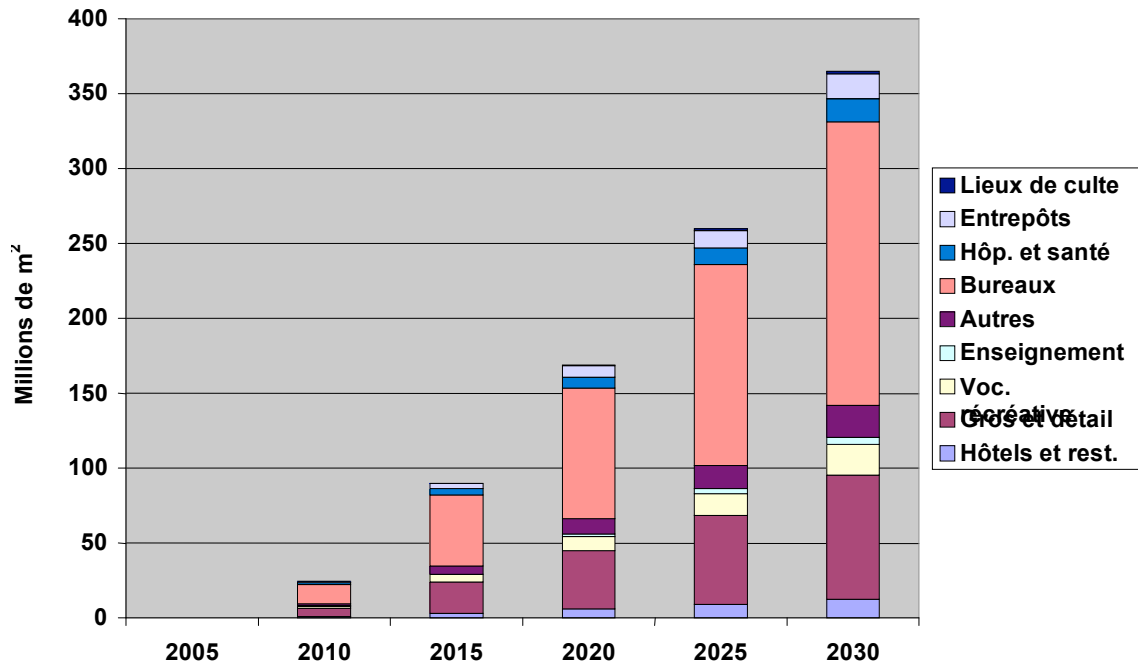


Figure 3.15 : Nouvelles constructions commerciales, selon le type — Canada



Mexique — secteur commercial

- La figure 3.16 donne un aperçu du marché mexicain de référence selon le type de bâtiment. En 2005, le parc immobilier commercial mexicain comprenait environ 154 millions de mètres carrés de surface de plancher. Comme l'indique la figure, le marché commercial est très diffus, mais trois segments (établissements d'enseignement, hôtels/restaurants et magasins de gros et de détail) représentaient environ 80 % du parc total de l'année de référence.
- La figure 3.17 illustre le parc de nouveaux bâtiments commerciaux prévu au Mexique. Selon les prévisions, en 2030, il y aura environ 357 millions de mètres carrés de surface de plancher, dont environ 57 % seront des constructions nouvelles. Environ 78 % des nouveaux bâtiments appartiendront aux segments des établissements d'enseignement, des hôtels/restaurants et des magasins de gros et de détail.

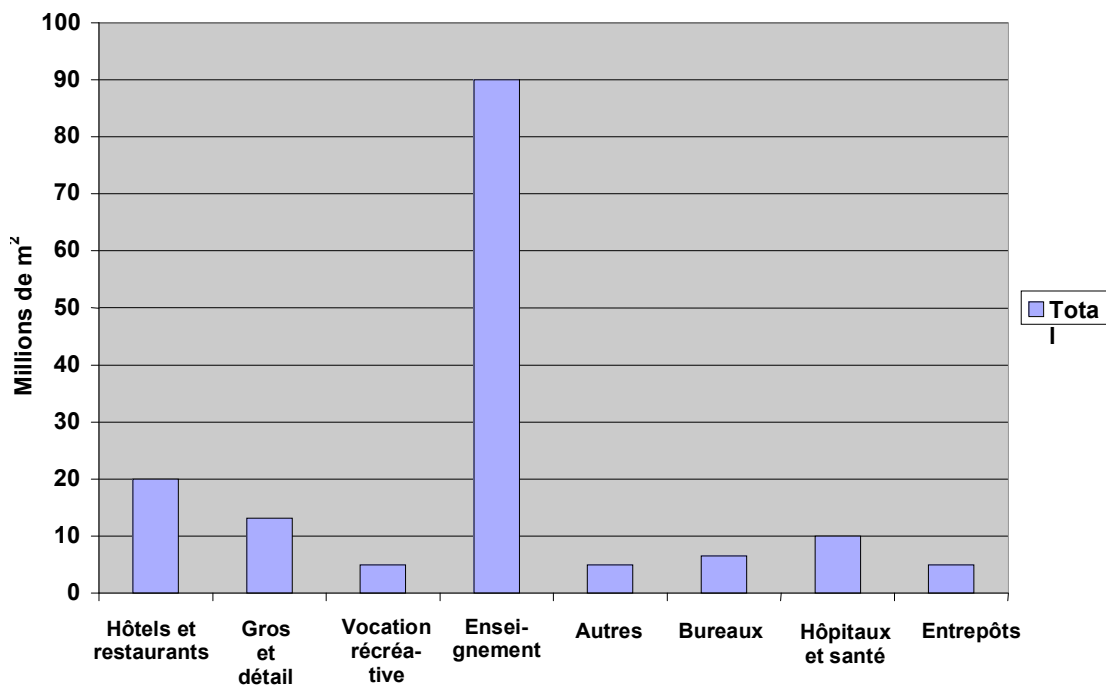
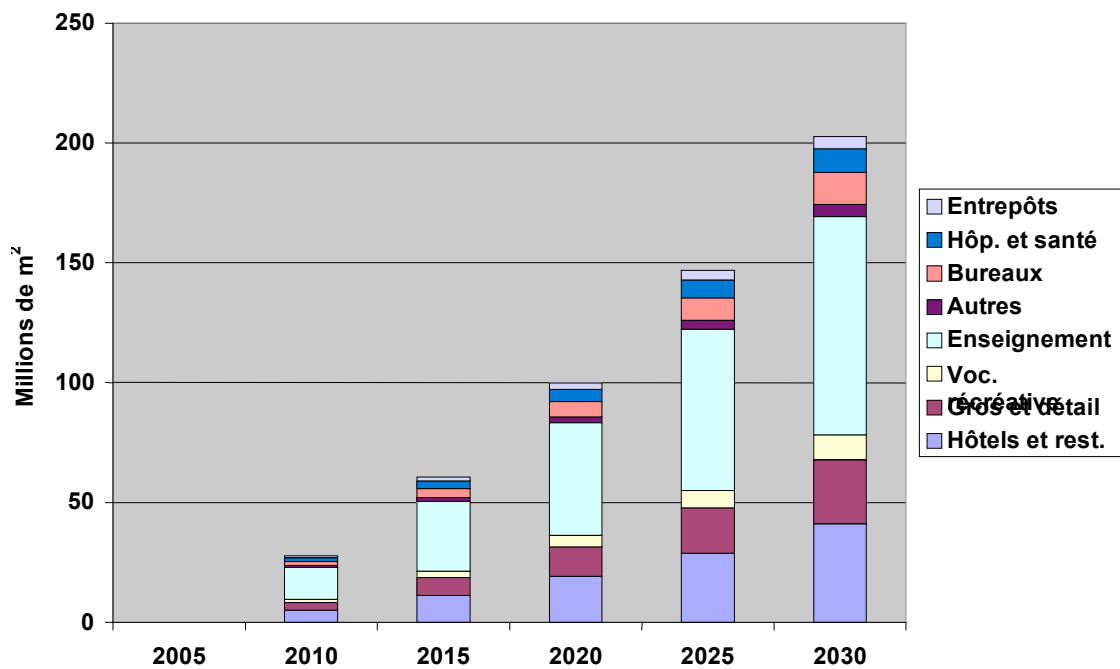
Figure 3.16 : Répartition du parc commercial pour l'année de référence, selon le type — Mexique

Figure 3.17 : Nouvelles constructions commerciales, selon le type — Mexique



États-Unis — secteur commercial

- La figure 3.18 illustre le marché américain de référence selon le type de bâtiment. En 2005, le parc immobilier commercial américain comprenait environ 6,66 milliards de mètres carrés de surface de plancher. Comme l'indique la figure, le marché commercial est très diffus, mais deux segments (immeubles à bureaux et magasins de gros et de détail) représentaient 2 milliards de mètres carrés de surface de plancher, soit 33 % du parc total de l'année de référence.
- La figure 3.19 illustre le parc de nouveaux bâtiments prévu aux États-Unis. Selon les prévisions, en 2030, il y aura environ 9,3 milliards de mètres carrés de surface de plancher, dont environ 36 % seront des constructions nouvelles. Environ 33 % des nouveaux bâtiments appartiendront aux segments des immeubles à bureaux et des magasins de gros et de détail.

Figure 3.18 : Répartition du parc commercial pour l'année de référence, selon le type — États-Unis

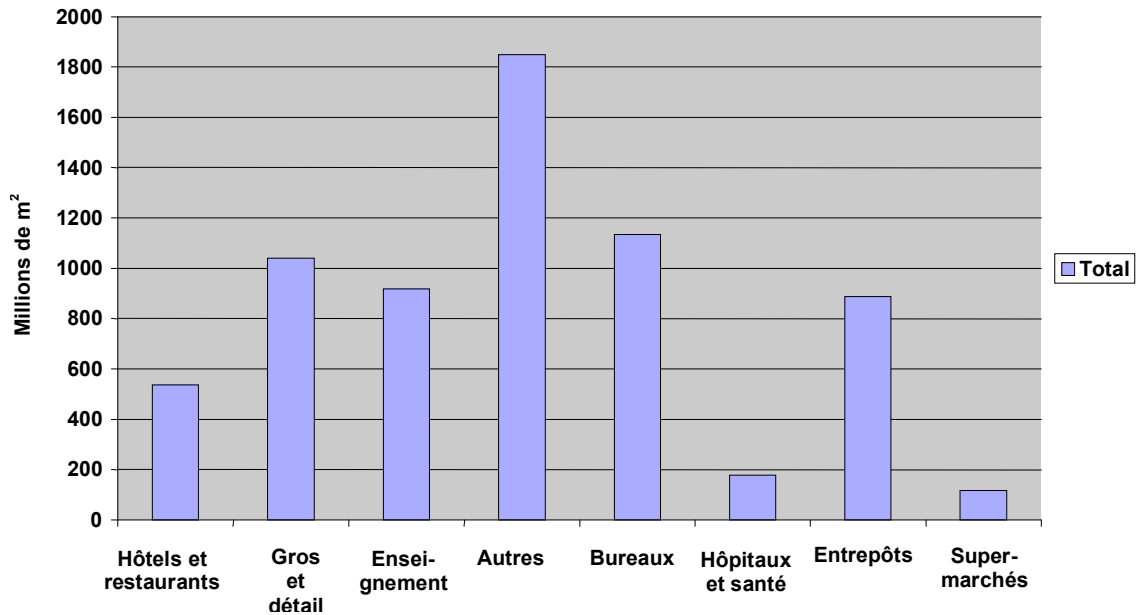
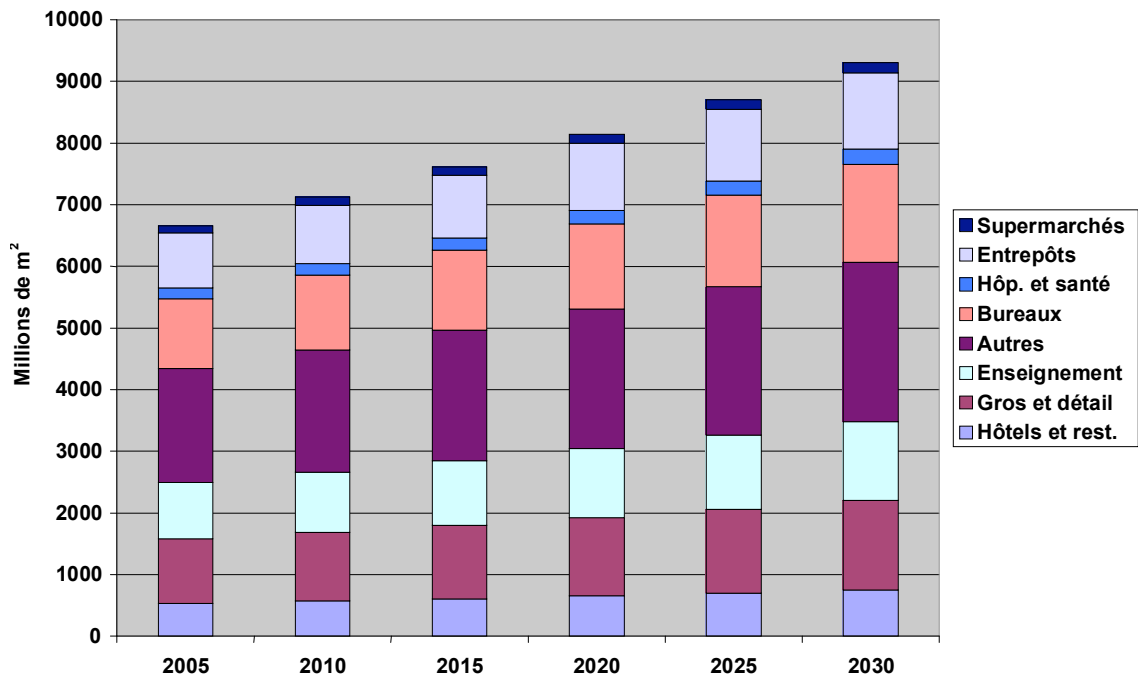


Figure 3.19 : Nouvelles constructions commerciales, selon le type — États-Unis



3.1.3 Marché touché par les rénovations importantes

La présente section décrit la partie du parc immobilier existant qui est touchée par les rénovations comportant des améliorations considérables de l'efficacité énergétique selon le scénario d'écologisation accélérée. Comme nous l'avons indiqué plus haut, nous avons supposé que le taux d'activité projeté dans le segment des rénovations serait conforme aux tendances historiques.

Les résultats ont été subdivisés selon le type de bâtiment pour chaque pays¹⁰. Les résultats sont décrits plus en détail ci-dessous.

Canada

- D'ici 2030, environ 49 % du parc résidentiel existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des rénovations importantes. Cela correspond à environ 5,7 millions de logements, en majorité (64 %) des maisons unifamiliales. La figure 3.20 donne un aperçu de ce marché.
- D'ici 2030, environ 51 % du parc commercial existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des rénovations importantes. Cela correspond à environ 290 millions de mètres carrés de surface de plancher, en majorité (70 %) dans les segments des immeubles à bureaux, des magasins de gros et de détail et des établissements d'enseignement. La figure 3.21 donne un aperçu de ce marché.

¹⁰ Pour le marché résidentiel mexicain, nous avons supposé l'absence de rénovations énergétiques, comme nous l'avons expliqué au chapitre 2.

Figure 3.20 : Rénovations de bâtiments résidentiels, selon le type — Canada

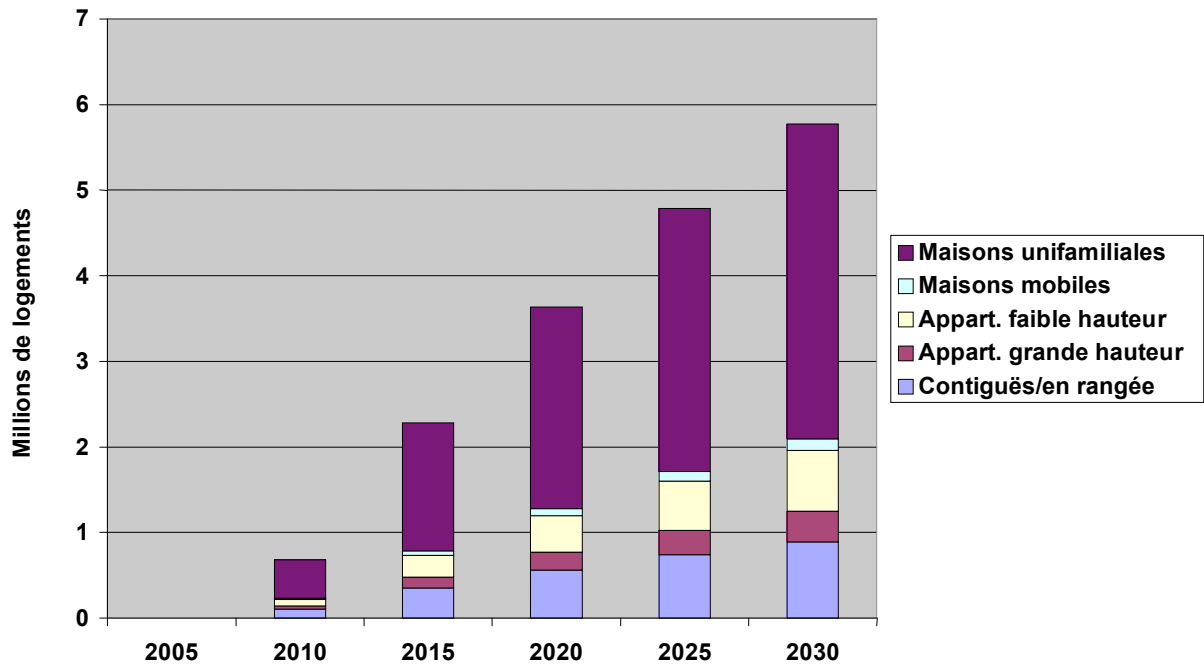
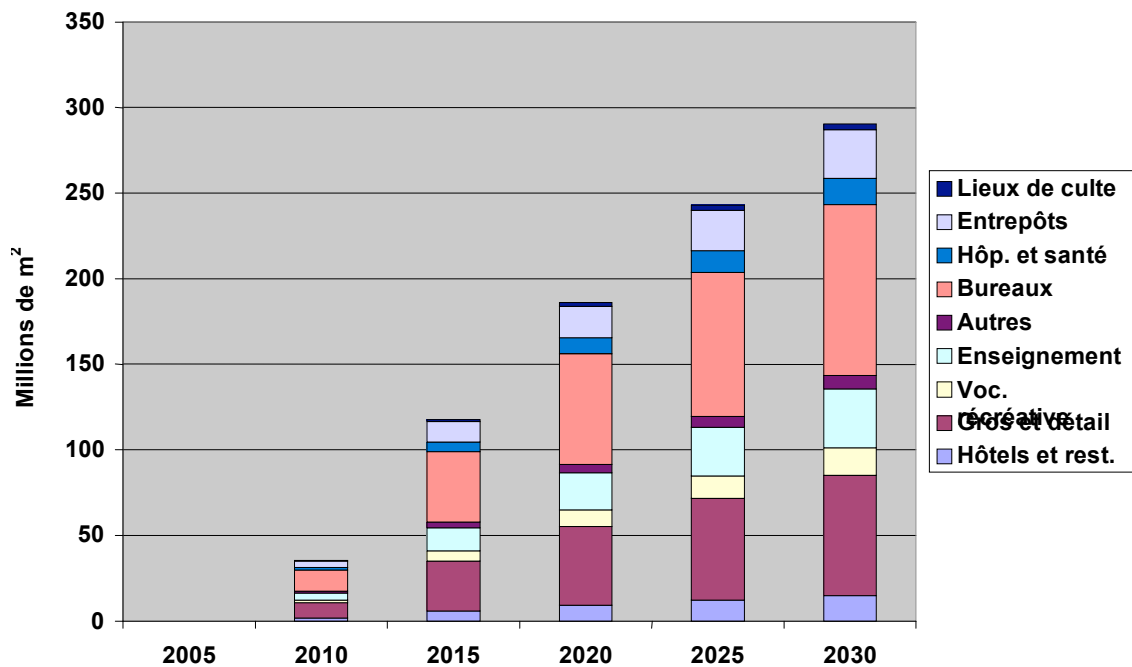


Figure 3.21 : Rénovations de bâtiments commerciaux, selon le type — Canada

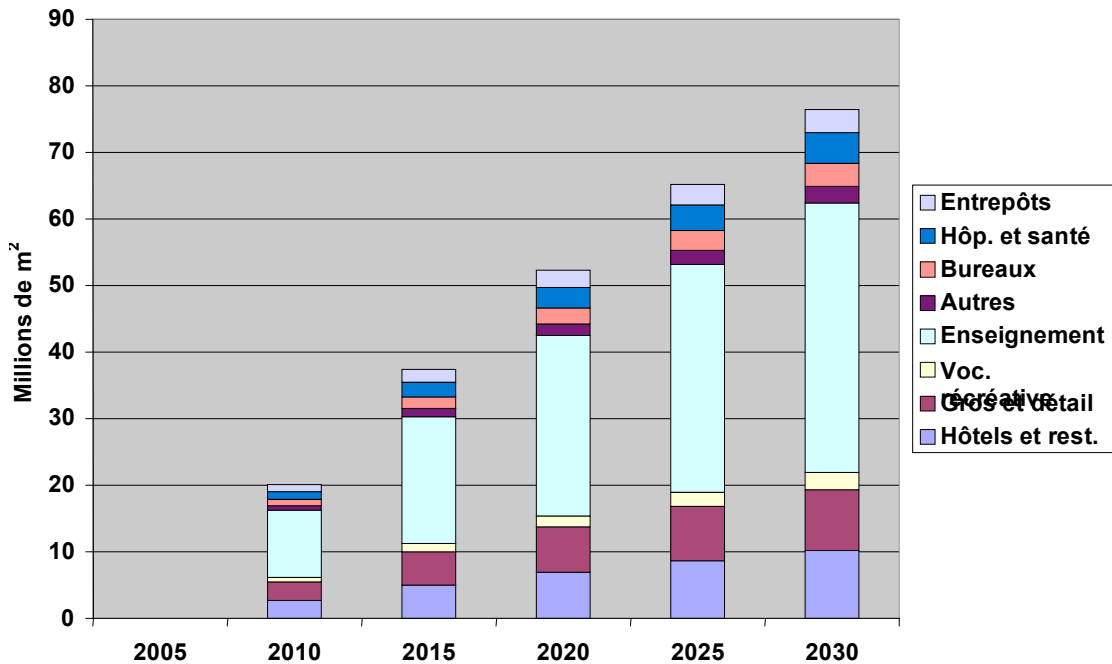


Mexique

- D'ici 2030, environ 49 % du parc commercial existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des rénovations importantes. Cela correspond à environ 76 millions de mètres carrés de surface de

plancher, en majorité (78 %) dans les segments des établissements d'enseignement, des hôtels et restaurants et des magasins de gros et de détail. La figure 3.22 donne un aperçu de ce marché.

Figure 3.22 : Rénovations de bâtiments commerciaux, selon le type — Mexique



États-Unis

- D'ici 2030, environ 26 % du parc résidentiel existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des rénovations importantes. Cela correspond à environ 37 millions de logements, en majorité (59 %) des maisons unifamiliales. La figure 3.23 donne un aperçu de ce marché.
- D'ici 2030, environ 47 % du parc commercial existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des rénovations importantes. Cela correspond à environ 3,3 milliards de mètres carrés de surface de plancher, dont 46 % se trouveront dans les segments des commerces de gros et de détail, des immeubles à bureaux et des établissements d'enseignement. La figure 3.24 donne un aperçu de ce marché.

Figure 3.23 : Rénovations de bâtiments résidentiels, selon le type — États-Unis

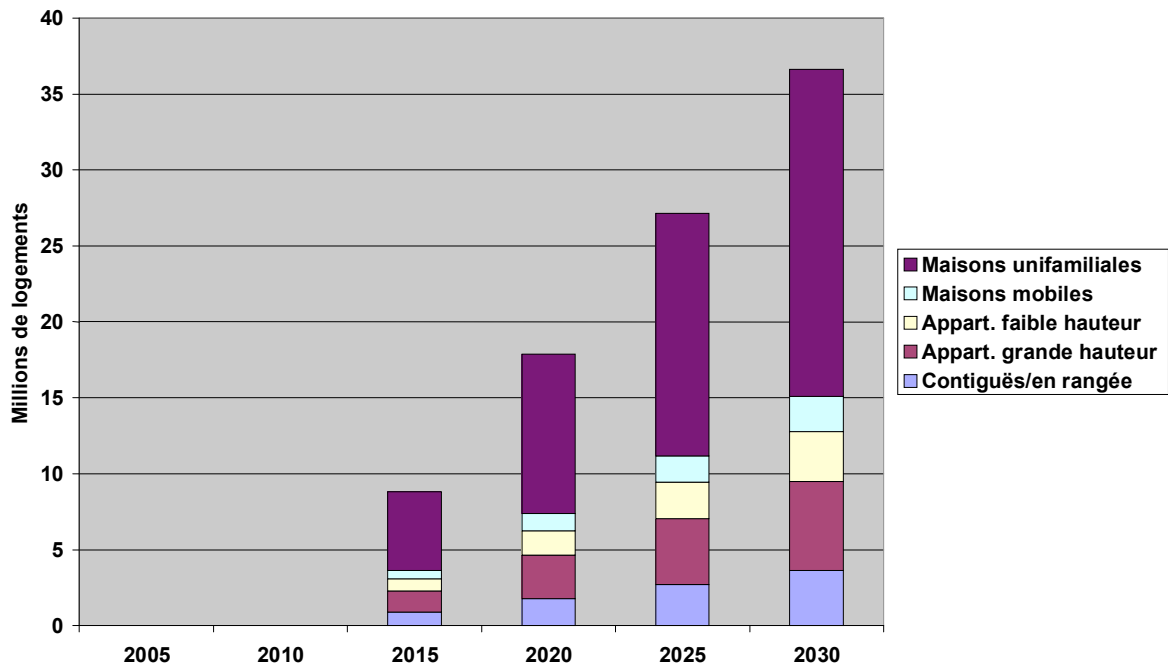
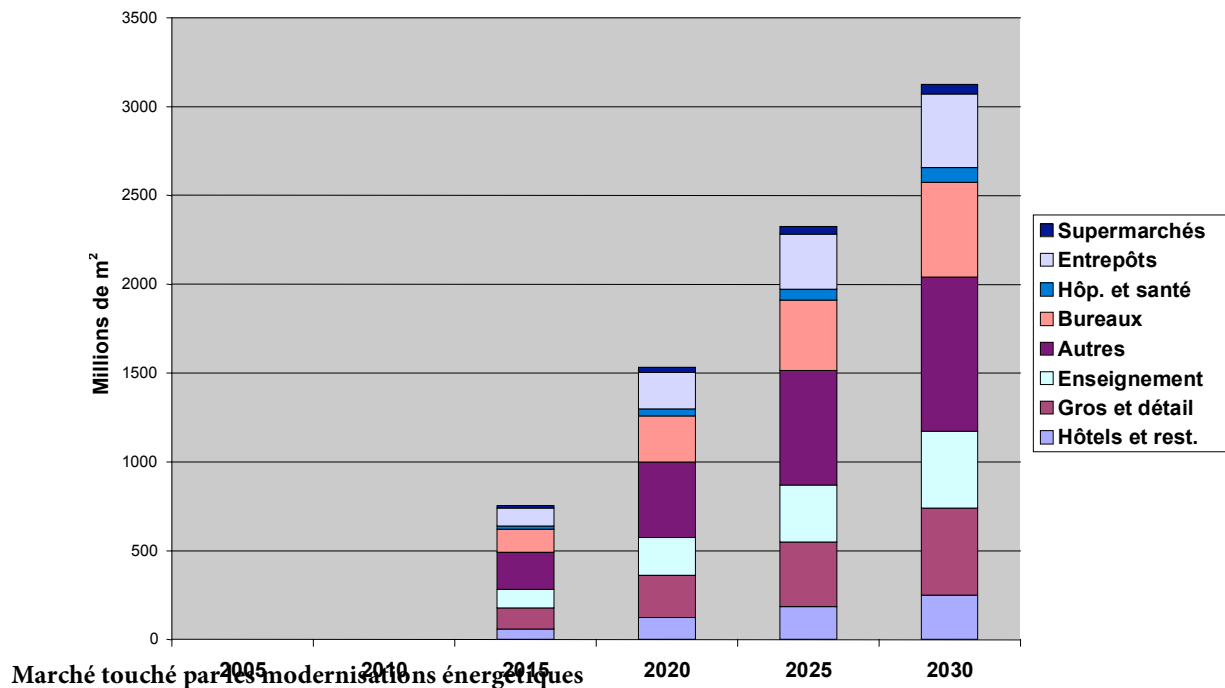


Figure 3.24 : Rénovations de bâtiments commerciaux, selon le type — États-Unis



La présente section décrit la part du parc immobilier existant touchée par les modernisations énergétiques selon le scénario d'écologisation accélérée. Comme nous l'avons déjà indiqué, nous avons calculé le parc touché en fonction de l'objectif de l'inclusion de la quasi-totalité du parc immobilier existant (non touché par des rénovations) d'ici 2030.

Les résultats ont été subdivisés en fonction du type de bâtiment dans chaque pays. Ces résultats sont décrits plus en détail ci-dessous.

Canada

- D’ici 2030, environ 41 % du parc résidentiel existant aura été touché par des mesures d’efficacité énergétique associées à des activités de modernisation. Cela correspond à environ 4,9 millions de logements, la moitié (50 %) d’entre eux étant des maisons unifamiliales. La figure 3.25 donne un aperçu de ce marché.
- D’ici 2030, environ 40 % du parc commercial existant aura été touché par des mesures d’efficacité énergétique associées à des activités de modernisation. Cela correspond à environ 225 millions de mètres carrés de surface de plancher, en majorité (65 %) dans les segments des immeubles à bureaux, des magasins de gros et de détail et des établissements d’enseignement. La figure 3.26 donne un aperçu de ce marché.

Figure 3.25 : Modernisations de bâtiments résidentiels, selon le type — Canada

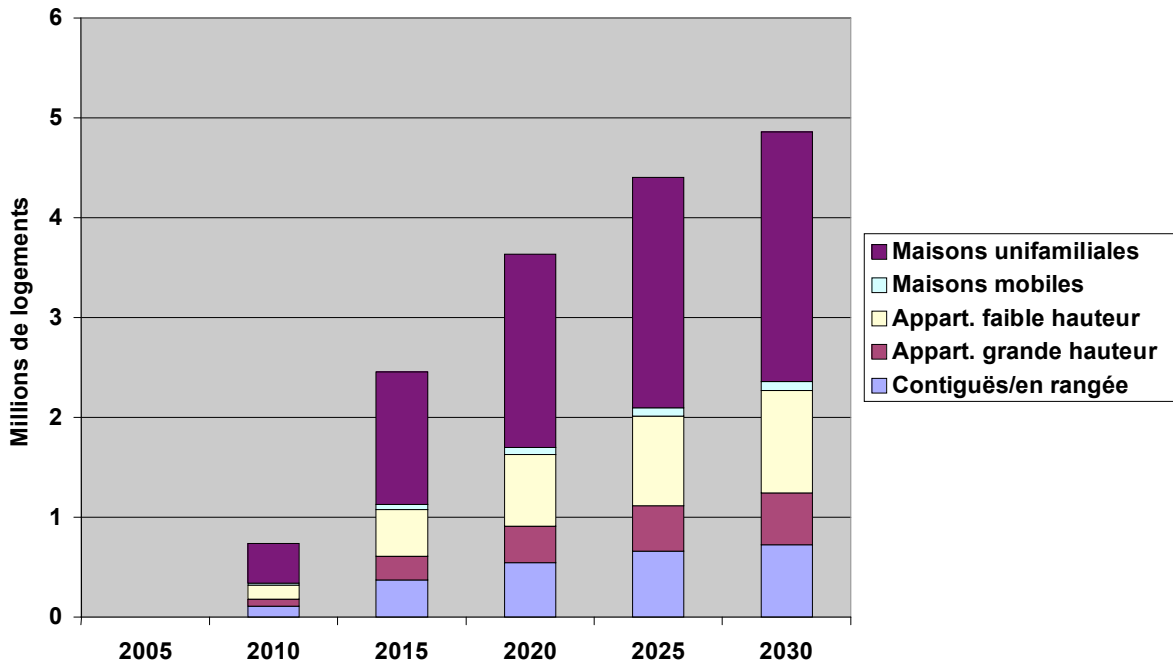
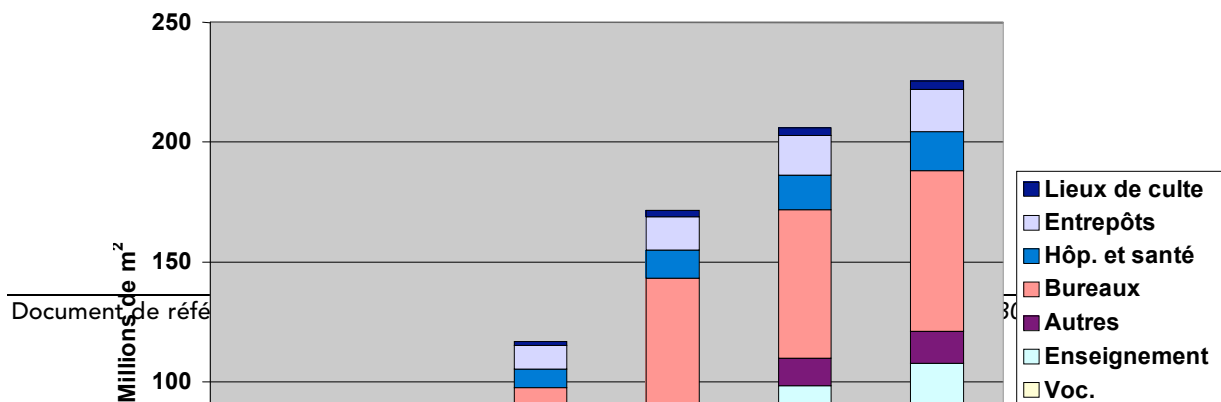


Figure 3.26 : Modernisations de bâtiments commerciaux, selon le type — Canada



Mexique

- D'ici 2030, environ 54 % du parc résidentiel existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des activités de modernisation. Cela correspond à environ 13,6 millions de logements, en majorité (85 %) des maisons unifamiliales. La figure 3.27 donne un aperçu de ce marché.
- D'ici 2030, environ 38 % du parc commercial existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des activités de modernisation. Cela correspond à environ 59 millions de mètres carrés de surface de plancher, en majorité (75 %) dans les segments des établissements d'enseignement, des hôtels et restaurants et des magasins de gros et de détail. La figure 3.28 donne un aperçu de ce marché.

Figure 3.27 : Modernisations de bâtiments résidentiels, selon le type — Mexique

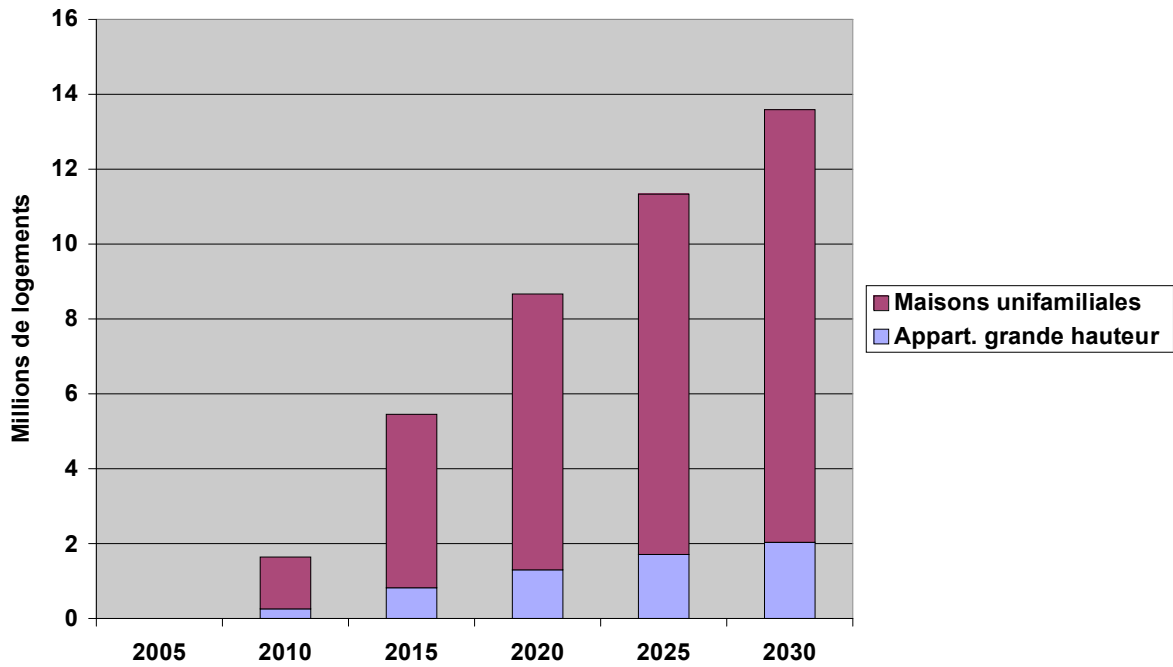
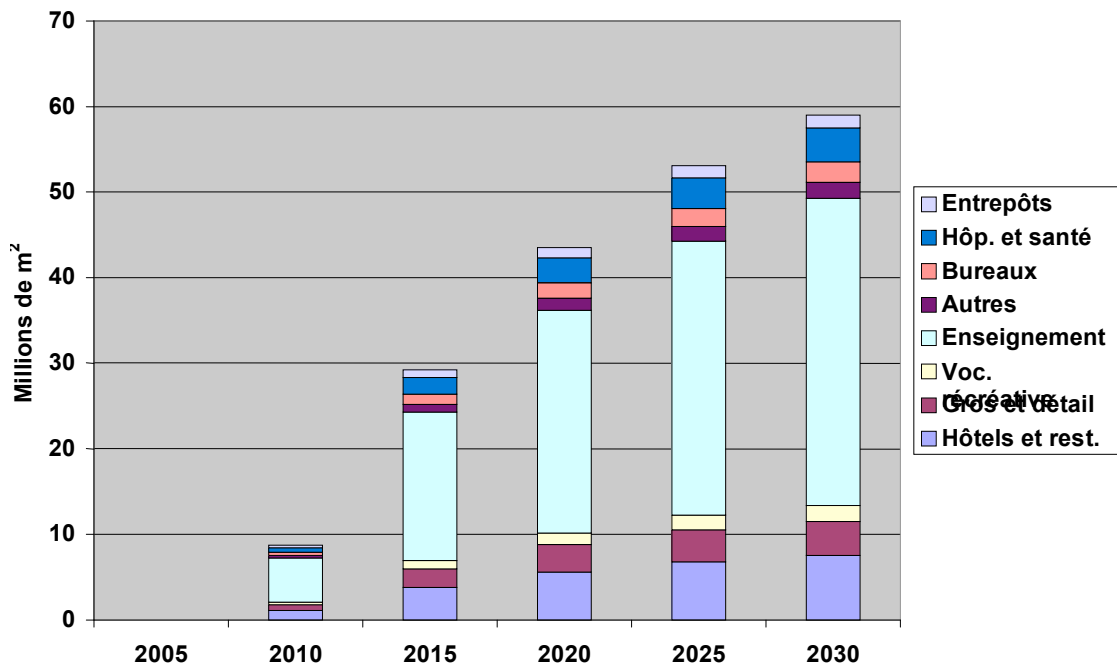


Figure 3.28 : Modernisations de bâtiments commerciaux, selon le type — Mexique



États-Unis

- D'ici 2030, environ 16 % du parc résidentiel existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des activités de modernisation. Cela correspond à environ 22,9 millions de logements, en majorité (59 %) des maisons unifamiliales. La figure 3.29 donne un aperçu de ce marché.

- D'ici 2030, environ 14 % du parc commercial existant aura été touché par des mesures d'efficacité énergétique associées à des activités de modernisation. Cela correspond à environ 1,29 milliard de mètres carrés de surface de plancher, dont 47 % se trouveront dans les segments des immeubles à bureaux, des magasins de gros et de détail et des établissements d'enseignement. La figure 3.30 donne un aperçu de ce marché.

Figure 3.29 : Modernisations de bâtiments résidentiels, selon le type — États-Unis

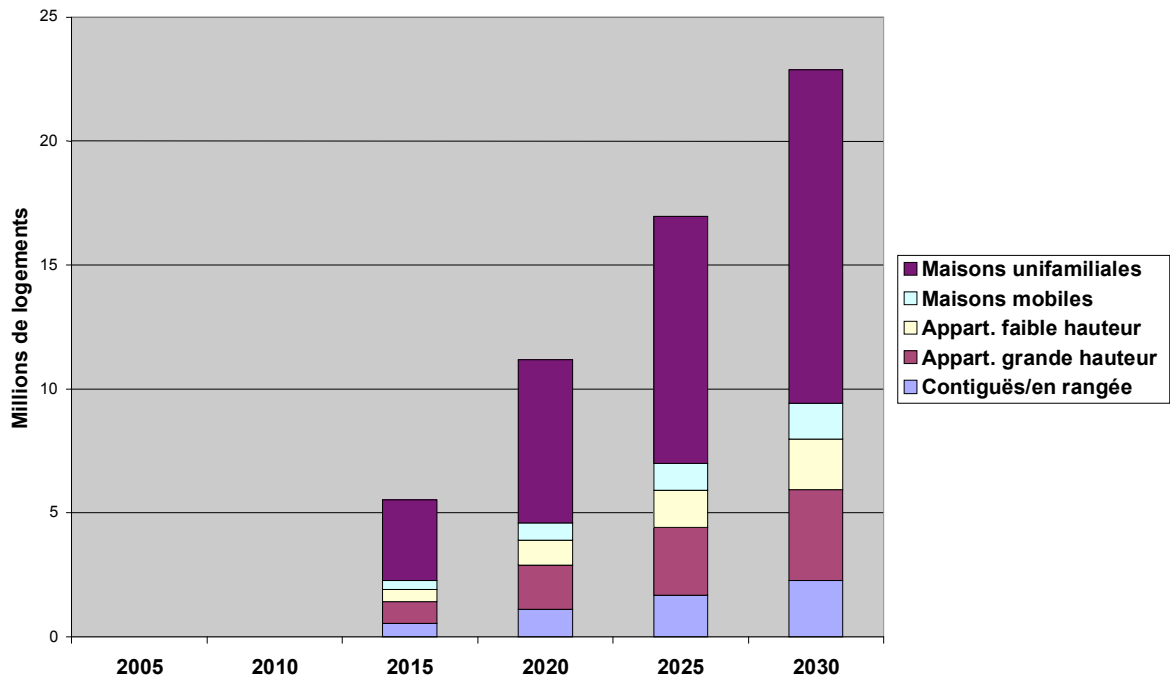
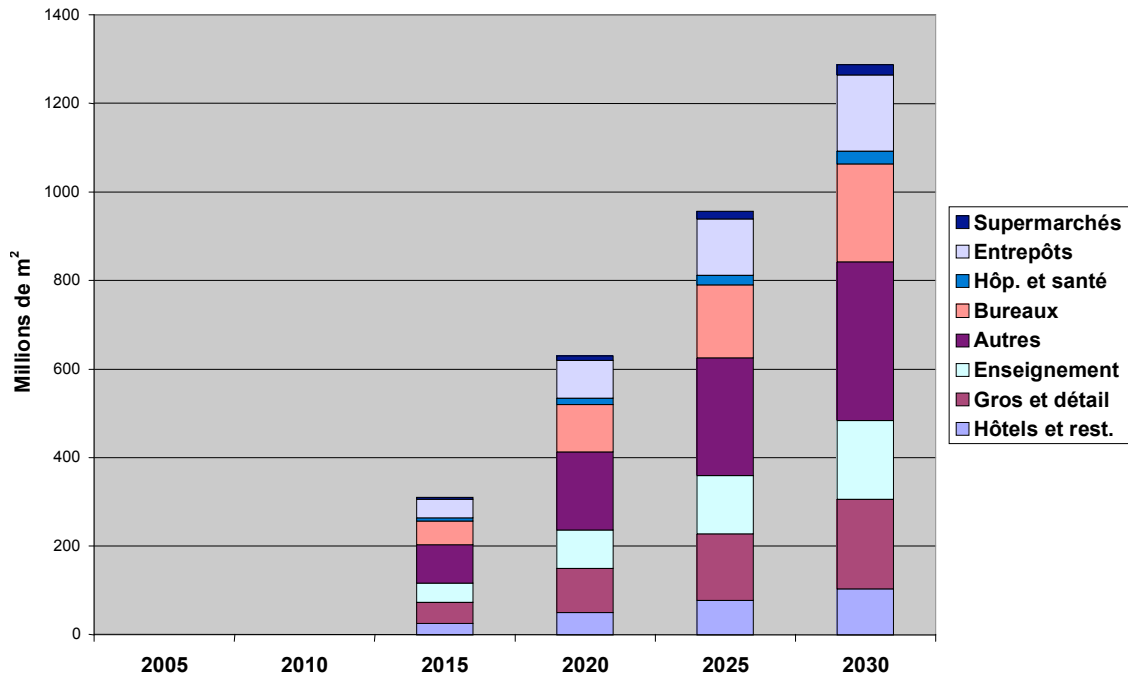


Figure 3.30 : Modernisations de bâtiments commerciaux, selon le type — États-Unis



3.2 Économies d'énergie et réduction des émissions de GES

La présente section décrit les économies d'énergie globales et leurs répercussions sous la forme de la réduction des émissions de GES selon le scénario d'écologisation accélérée.

3.2.1 MSQ : consommation d'énergie et émissions de GES

À titre de point de repère, les projections énergétiques selon le scénario de maintien du statu quo (MSQ) sont décrites ci-dessous. Les résultats sont présentés comme suit :

Canada

- La figure 3.31 illustre la consommation d'énergie du secteur résidentiel canadien, par type de logement, selon le scénario de MSQ. Pour l'année de référence, les logements canadiens présentaient une consommation annuelle d'environ 1 276 petajoules (PJ) d'énergie. En 2030, la consommation annuelle d'énergie s'élèvera à 1 638 PJ (hausse de 28 %).
- La figure 3.32 illustre la consommation d'énergie du secteur commercial canadien, par type de bâtiment, selon le scénario de MSQ. Pour l'année de référence, les bâtiments canadiens présentent une consommation annuelle d'environ 1 166 PJ d'énergie. D'ici 2030, la consommation annuelle d'énergie s'élèvera à 1 615 PJ (hausse de 39 %).

Figure 3.31 : Consommation d'énergie du secteur résidentiel : MSQ — Canada

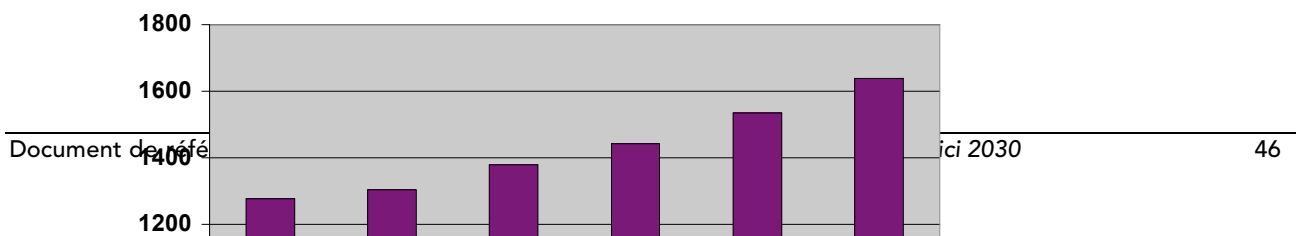
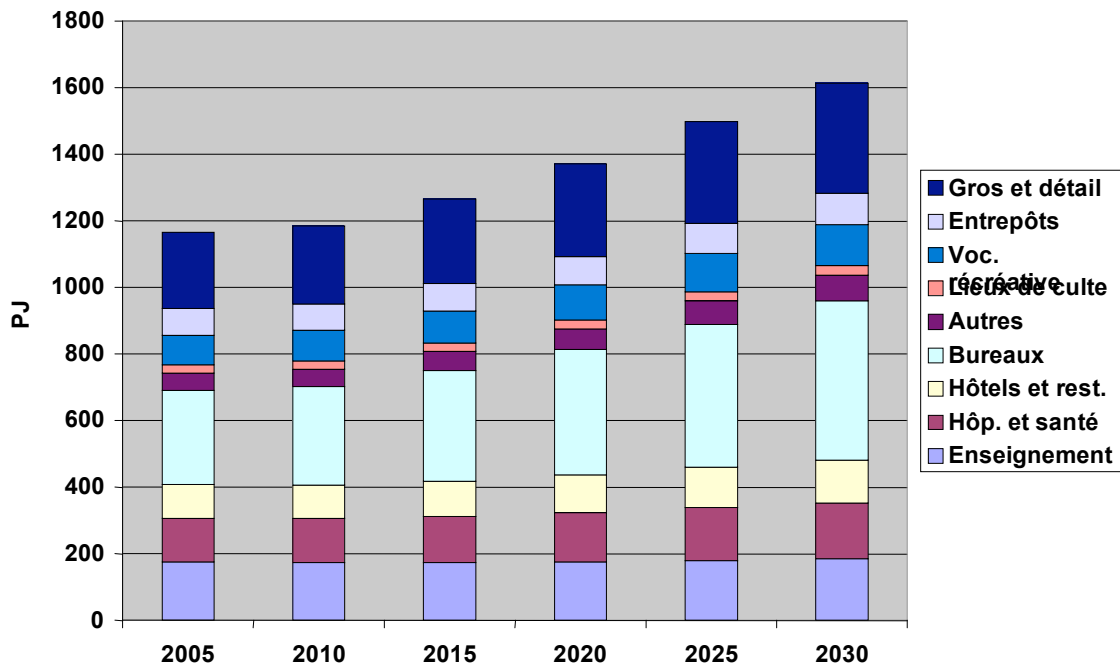


Figure 3.32 : Consommation d'énergie du secteur commercial : MSQ — Canada



Mexique

- La figure 3.33 illustre la consommation d'énergie du secteur résidentiel mexicain, par type de logement, selon le scénario de MSQ. Pour l'année de référence, les logements mexicains présentent une consommation énergétique annuelle d'environ 460 PJ. D'ici 2030, la consommation annuelle d'énergie s'élèvera à 1 158 PJ (hausse de 152 %).
- La figure 3.34 illustre la consommation d'énergie du secteur commercial mexicain, par type de bâtiment, selon le scénario de MSQ. Pour l'année de référence, les bâtiments mexicains présentent une consommation énergétique annuelle d'environ 106 PJ. D'ici 2030, la consommation annuelle d'énergie s'élèvera à 259 PJ (hausse de 144 %).

Figure 3.33 : Consommation d'énergie du secteur résidentiel : MSQ — Mexique

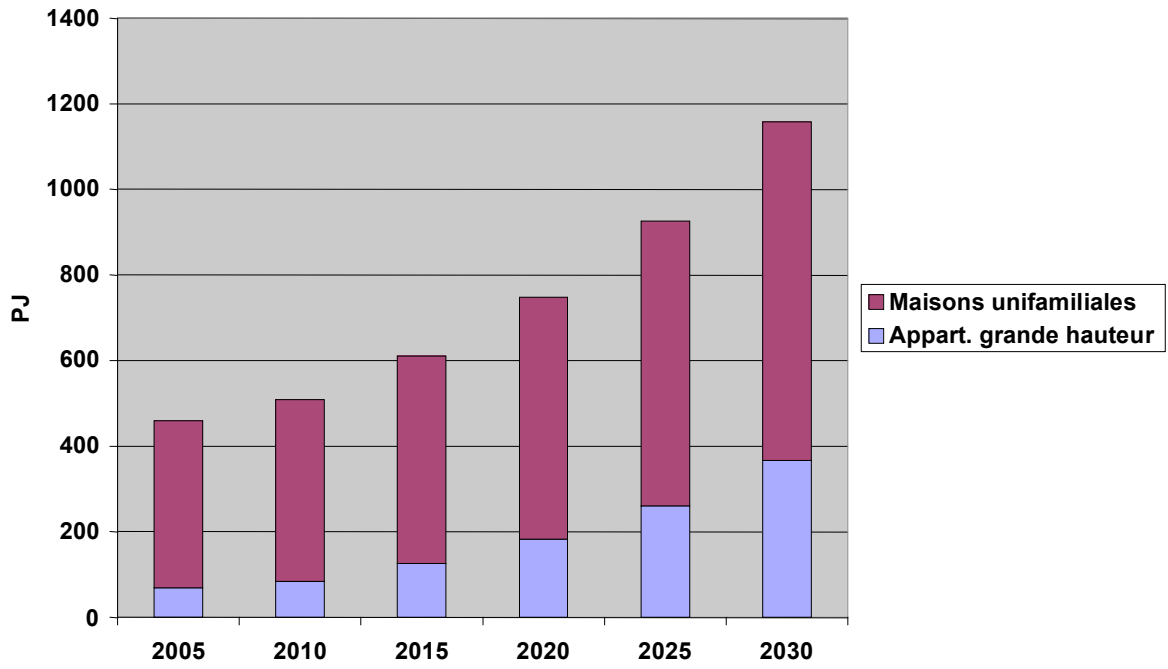
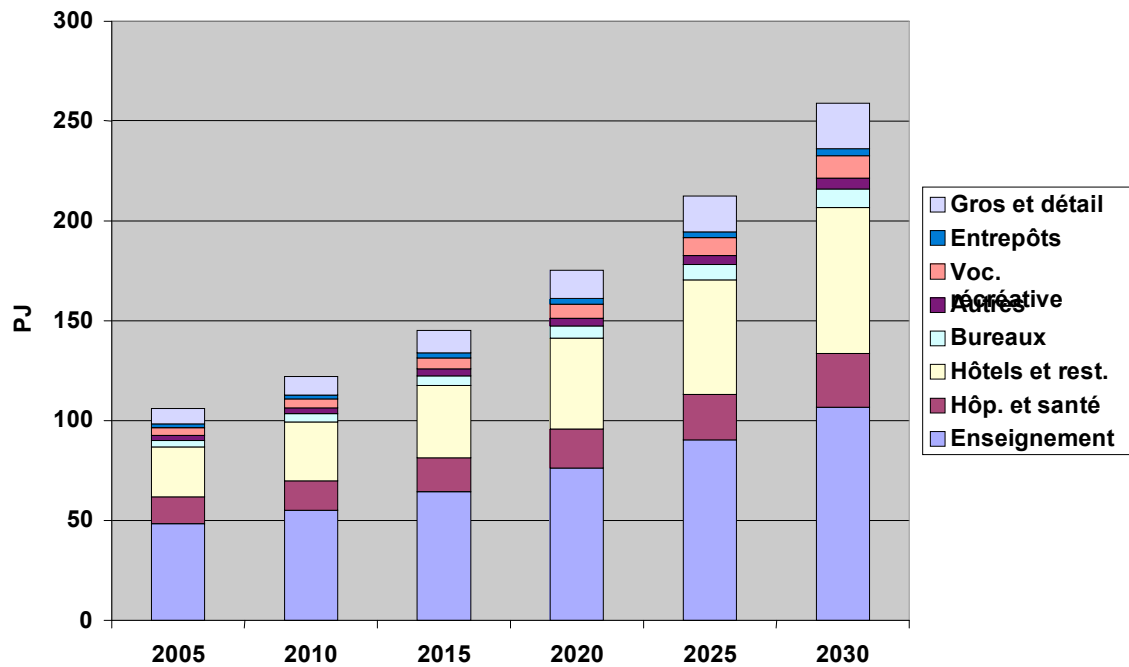


Figure 3.34 : Consommation d'énergie du secteur commercial : MSQ — Mexique



États-Unis

- La figure 3.35 illustre la consommation d'énergie dans le secteur résidentiel américain, par type de logement, selon le scénario de MSQ. Pour l'année de référence, les logements américains présentent une consommation énergétique annuelle d'environ 10 800 PJ. D'ici 2030, la consommation annuelle d'énergie s'élèvera à 13 300 PJ (hausse de 23 %).
- La figure 3.36 illustre la consommation d'énergie du secteur commercial américain, par type de bâtiment, selon le scénario de MSQ. Pour l'année de référence, les bâtiments commerciaux présentent une consommation énergétique annuelle d'environ 6 880 PJ. D'ici 2030, la consommation annuelle d'énergie s'élèvera à 9 390 PJ (hausse de 36 %).

Figure 3.35 : Consommation d'énergie du secteur résidentiel : MSQ — États-Unis

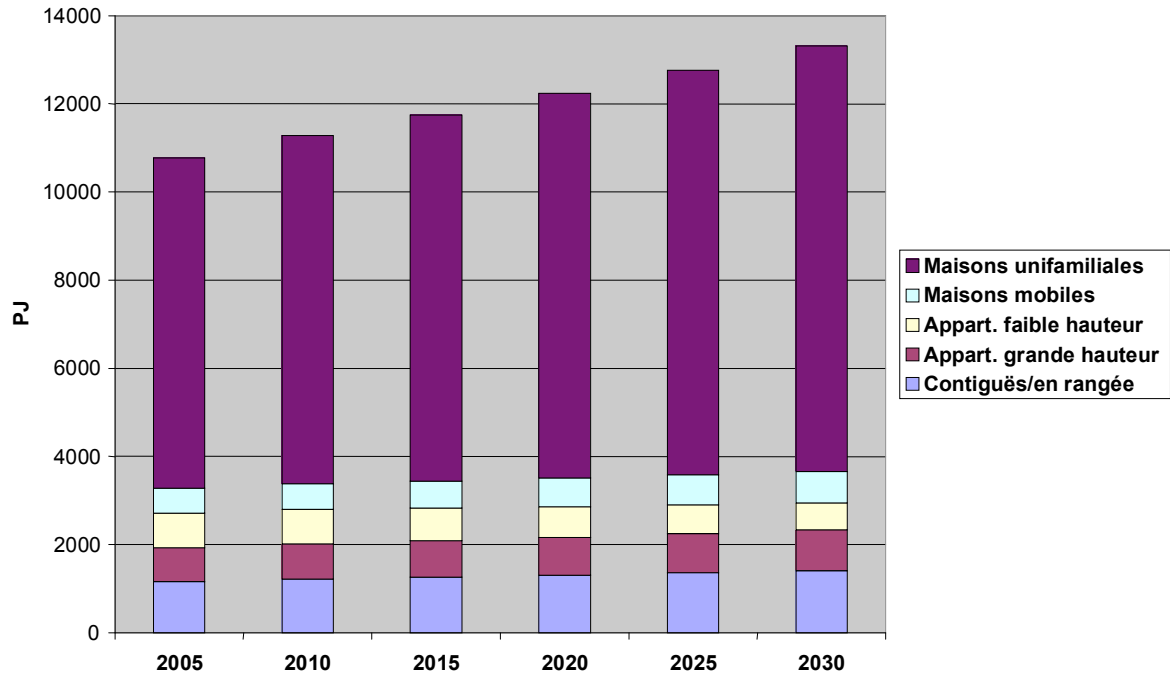
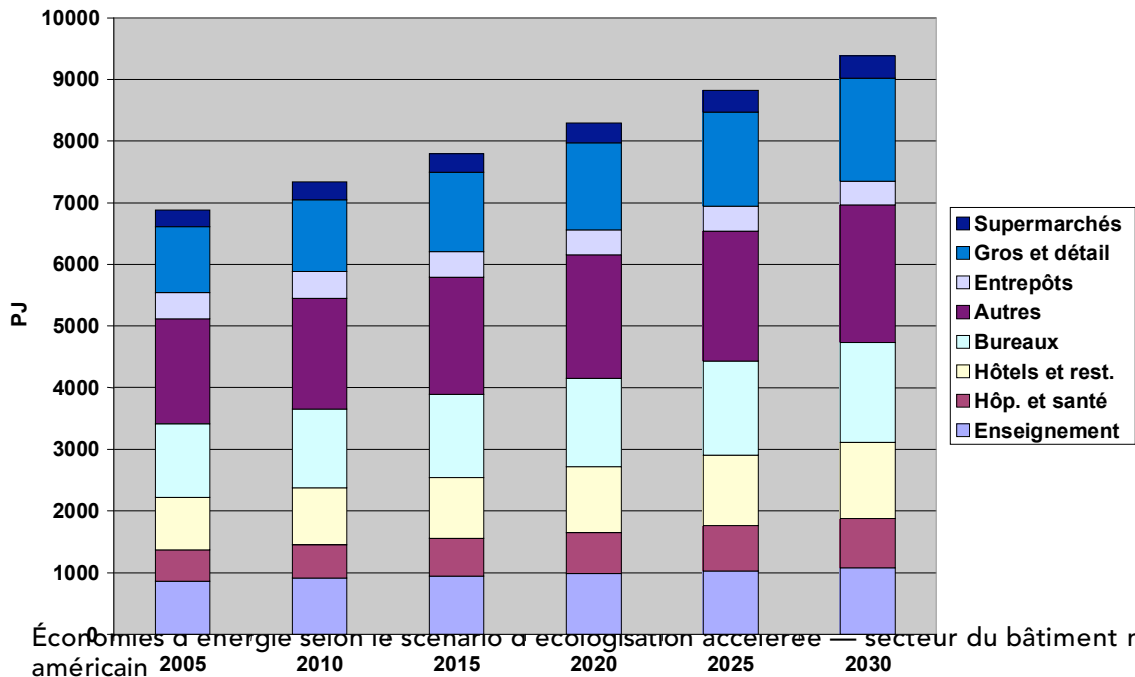


Figure 3.36 : Consommation d'énergie du secteur commercial : MSQ — États-Unis



3.2.2 Économies d'énergie selon le scénario d'écologisation accélérée — secteur du bâtiment nord-américain 2005 2010 2015 2020 2025 2030

Les figures 3.37 à 3.43 présentent, sous forme de tableau puis de graphiques, les fortes incidences globales du scénario d'écologisation accélérée en matière d'économies d'énergie. Ces économies, exprimées en unités d'énergie primaire, sont indiquées par rapport aux économies projetées selon le scénario AIA/IRAC pour chacune des années repères jusqu'en 2030

et représentent les économies d'énergie annuelles du parc immobilier attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique. Les observations suivantes se dégagent de l'analyse :

- En ce qui a trait à l'ensemble du secteur du bâtiment nord-américain, l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments permettra d'atteindre les objectifs AIA/IRAC continentaux globaux, mais les résultats détaillés varient d'un pays et d'un secteur à l'autre. Puisque le parc immobilier des États-Unis est le plus vaste et représente la plus importante utilisation finale de l'énergie, les tendances américaines tendent à dominer l'ensemble du tableau continental.
- L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments pourrait entraîner des économies de plus de 14 000 PJ par année en 2030 comparativement aux projections du scénario de maintien du statu quo. Les résultats corroborent l'observation selon laquelle l'efficacité énergétique peut offrir un énorme approvisionnement en énergie à long terme au secteur du bâtiment.
- Une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments du secteur résidentiel conforme au scénario d'écologisation accélérée permettrait d'atteindre les objectifs AIA/IRAC pour l'ensemble de l'Amérique du Nord.
- Une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments du secteur commercial selon le scénario d'écologisation accélérée permettrait d'atteindre les objectifs AIA/IRAC et entraînerait une diminution nette de la consommation d'énergie au Canada et aux États-Unis.
- En dépit de l'amélioration de l'efficacité énergétique, le secteur commercial du Mexique enregistrerait une lente hausse de la consommation d'énergie jusqu'en 2030 en raison, selon toutes probabilités, de l'explosion prévue de la croissance. Il existe donc un écart qui pourrait être comblé par la production d'énergie renouvelable sur place ou l'achat d'énergie propre. Une analyse des écarts est présentée à la section 3.2.6.

Figure 3.37 : Économies d'énergie : scénario d'écologisation accélérée et scénario AIA/IRAC

Secteur	Pays	MSQ	Économies d'énergie : scénario d'écologisation accélérée (PJ)					Année de référence
			2010	2015	2020	2025	2030	
Résidentiel								
	Canada	1 638	244	477	674	867	1 011	1 276
	Mexique	1 158	192	302	433	599	812	460
	États-Unis	13 300	0	2 134	3 900	5 375	6 641	10 800
	Total		436	2 913	5 007	6 841	8 464	
Commercial								
	Canada	1 615	125	307	453	647	830	1 166
	Mexique	259	25	45	71	103	142	106
	États-Unis	9 390	0	1 630	2 910	3 920	4 720	6 880
	Total		150	1 982	3 434	4 670	5 692	
Secteur	Pays	MSQ	Économies d'énergie : scénario d'écologisation accélérée (PJ)					Année de référence
			2010	2015	2020	2025	2030	
Résidentiel								
	Canada	1 638	13	163	778	1 091	1 261	1 276
	Mexique	1 158	24	112	255	429	650	460
	États-Unis	13 300	0	745	1 603	2 540	3 562	10 800
	Total		37	1 020	2 636	4 060	5 473	
Commercial								
	Canada	1 615	101	304	439	595	750	1 166
	Mexique	259	21	43	72	111	160	106
	États-Unis	9 390	0	841	1 766	2 781	3 892	6 880
	Total		122	1 188	2 277	3 487	4 802	

3.2.3 Économies d'énergie selon le scénario d'écologisation accélérée, par pays

Canada

- La figure 3.38 montre que les économies d'énergie dans le secteur résidentiel canadien correspondent à une diminution de 51 % de la consommation d'énergie par rapport à celle de l'année de référence, et de 62 % par rapport au scénario de MSQ. Voir la section 3.2.6 pour une analyse de l'écart dans le secteur résidentiel canadien par rapport aux objectifs AIA/IRAC.
- La figure 3.39 montre que les économies d'énergie dans le secteur commercial canadien correspondent à une diminution de 33 % de la consommation par rapport à celle de l'année de référence, et de 51 % par rapport au scénario de MSQ.

Figure 3.38 : Économies d'énergie, secteur résidentiel — Canada

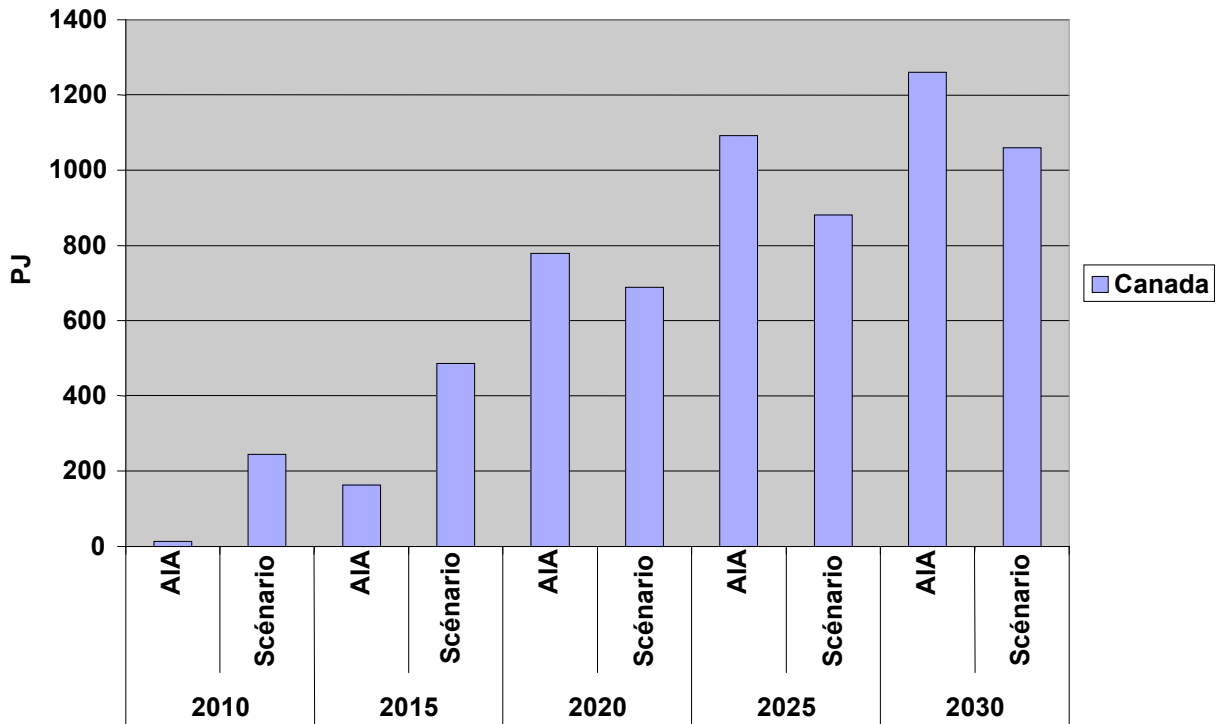
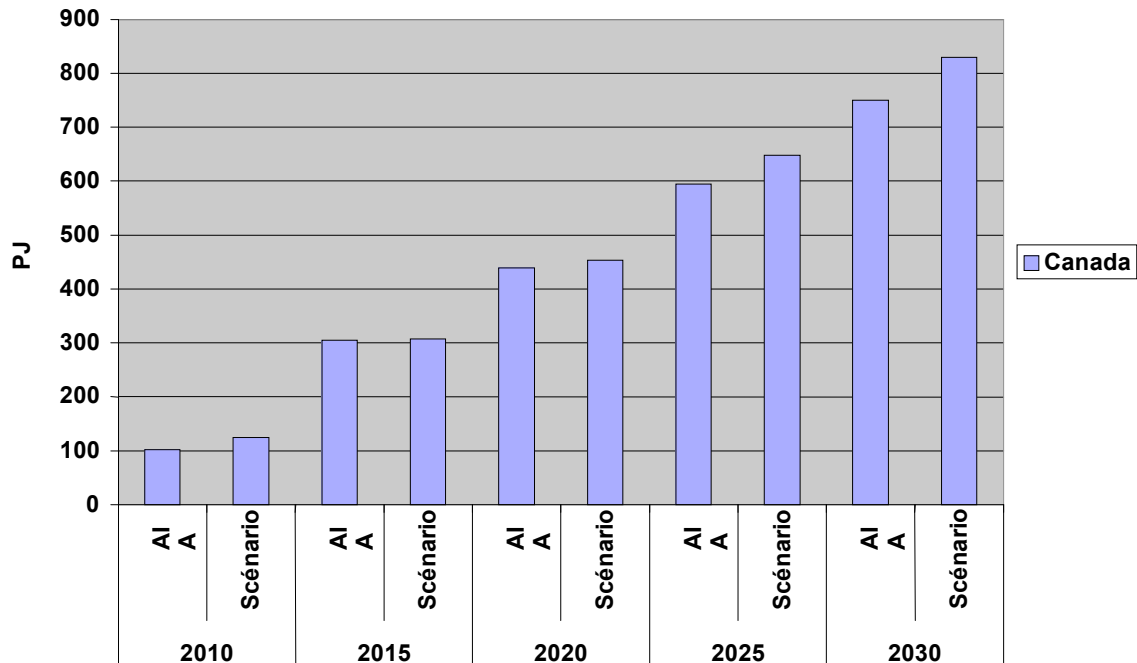


Figure 3.39 : Économies d'énergie, secteur commercial — Canada



Mexique

- La figure 3.40 montre que les économies d'énergie dans le secteur résidentiel mexicain correspondent à une diminution de 25 % de la consommation par rapport à celle de l'année de référence, et de 70 % par rapport au scénario de MSQ. Voir la section 3.2.6 pour une analyse de l'écart dans le secteur résidentiel mexicain.
- La figure 3.41 montre que les économies d'énergie dans le secteur commercial mexicain correspondent à une *augmentation* de 10 % de la consommation par rapport à celle de l'année de référence et à une diminution de 5r % par rapport au scénario de MSQ. Voir la section 3.2.6 pour une analyse de l'écart dans le secteur commercial mexicain.

Figure 3.40 : Économies d'énergie, secteur résidentiel — Mexique

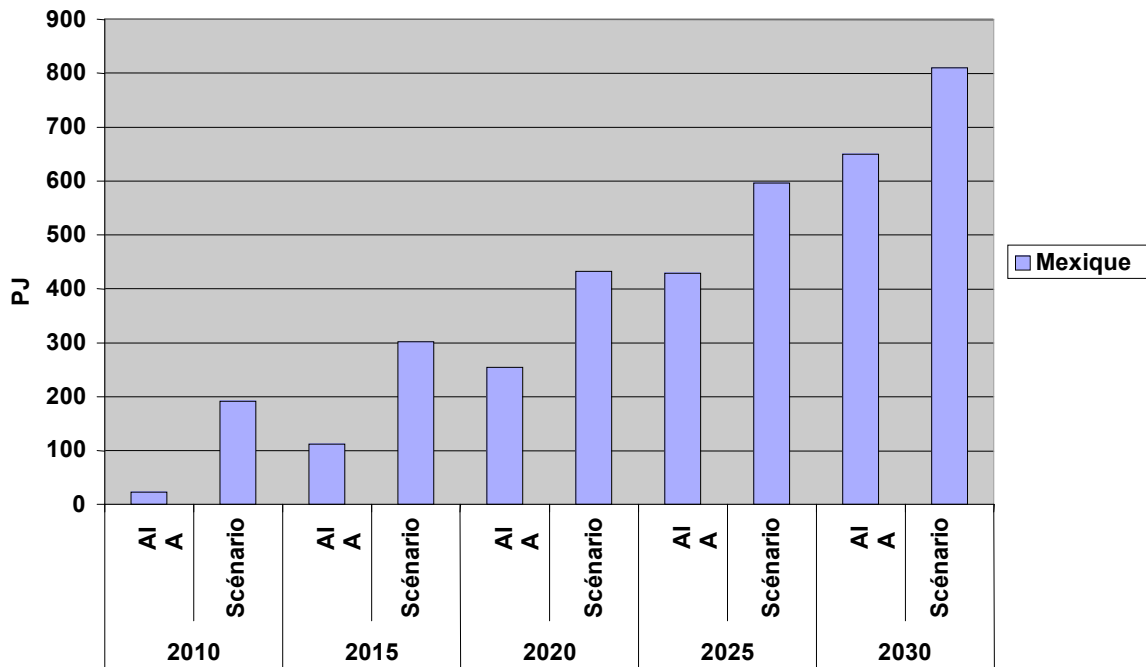
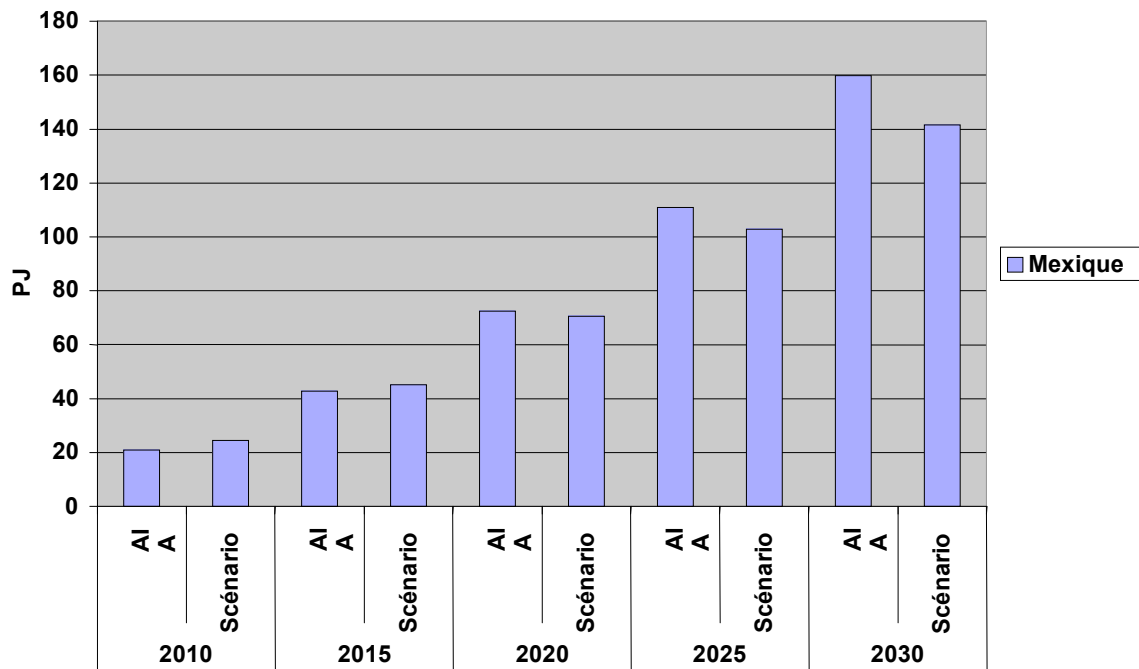


Figure 3.41 : Économies d'énergie, secteur commercial — Mexique



États-Unis

- Les figures 3.42 et 3.43 montrent les économies d'énergie par rapport aux scénarios de maintien du statu quo.
- La figure 3.42 montre que les économies d'énergie dans le secteur résidentiel américain attribuables au scénario d'écologisation accélérée correspondent à une diminution de 38 % de la consommation par rapport à l'année de référence 2005, et de 50 % par rapport au scénario de MSQ en 2030.
- La figure 3.43 montre que les économies d'énergie dans le secteur commercial américain selon le scénario d'écologisation accélérée correspondent à une diminution de 32 % de la consommation par rapport à l'année de référence 2005, et de 50 % par rapport au scénario de MSQ.

Figure 3.42 : Économies d'énergie, secteur résidentiel — États-Unis

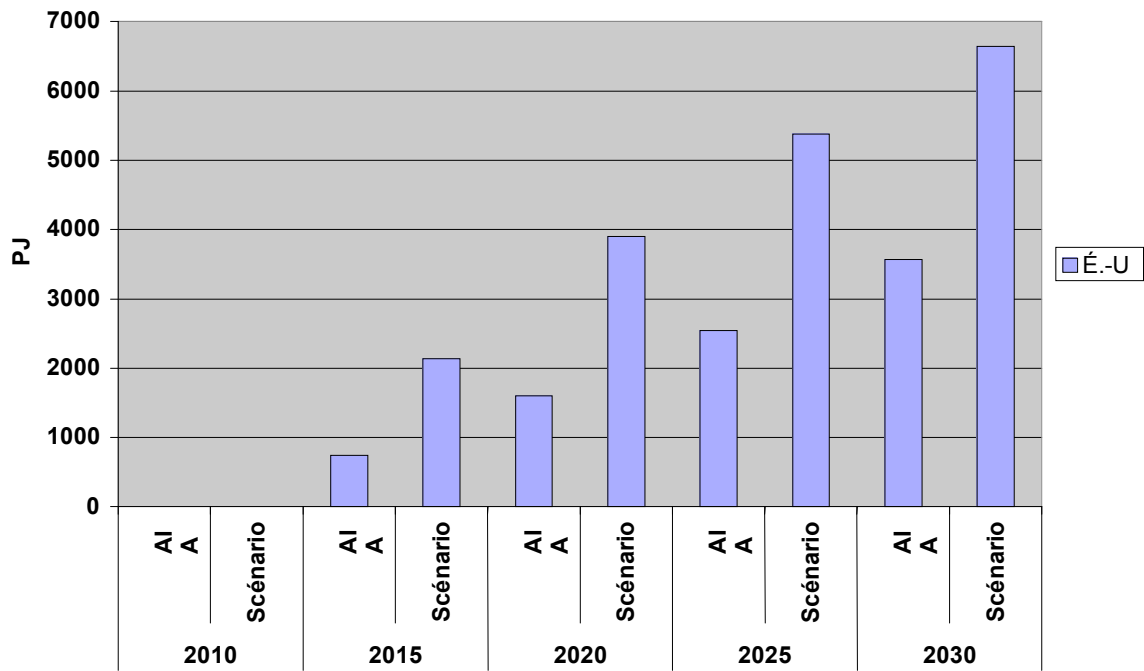
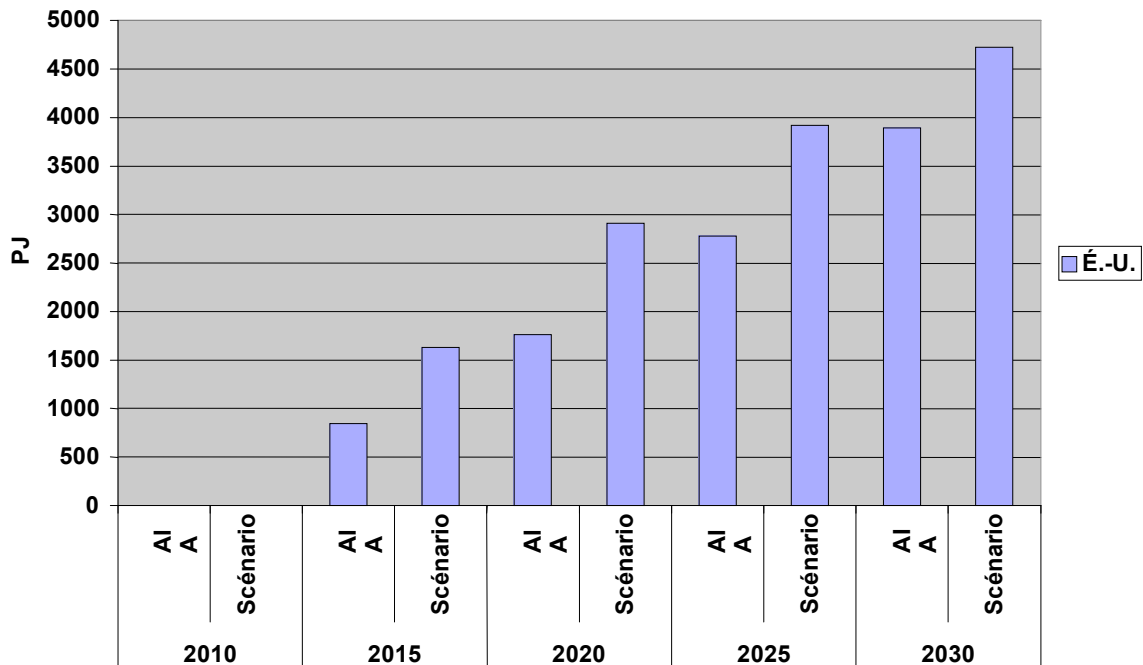


Figure 3.43 : Économies d'énergie, secteur commercial — États-Unis



3.2.4 Réductions des émissions de GES — secteur du bâtiment nord-américain

La figure 3.44 présente sous forme sommaire les réductions globales des émissions de GES dans le secteur du bâtiment nord-américain.

Figure 3.44 : Réductions des émissions de GES

Secteur	Pays	Réduction des émissions de GES, écologisation accélérée (MT éq-CO ₂)				
		2010	2015	2020	2025	2030
Résidentiel						
	Canada	14	27	38	48	58
	Mexique	16	29	46	69	100
	États-Unis	0	229	421	583	725
	Total	30	285	505	700	883
Commercial						
	Canada	7	17	25	35	45
	Mexique	3	6	10	15	20
	États-Unis	0	210	391	566	763
	Total	10	233	426	616	828
Secteur	Pays	Réduction des émissions de GES, écologisation accélérée (MT éq-CO ₂)				
		2010	2015	2020	2025	2030
Résidentiel						
	Canada	0,5	9	43	61	70
	Mexique	2	10	28	50	79
	États-Unis	0	86	185	293	409
	Total	2,5	105	256	404	558
Commercial						
	Canada	6	17	25	33	42
	Mexique	3	6	11	17	24
	États-Unis	0	112	243	397	571
	Total	9	135	279	447	637

3.2.5 Réductions des émissions de GES, selon le pays

Les figures 3.44 à 3.50 présentent, sous forme de tableau puis de graphiques, les réductions générales des émissions de GES selon le scénario d'écologisation accélérée. Ces réductions, exprimées en unités éq-CO₂ (équivalents de dioxyde de carbone), sont indiquées par rapport aux objectifs AIA/IRAC pour chacune des années repères jusqu'en 2030 et représentent la réduction annuelle des émissions de GES du parc immobilier. Les observations générales suivantes se dégagent de l'analyse.

Canada

La figure 3.45 illustre les réductions des émissions de GES attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel canadien selon le scénario d'écologisation accélérée. Les résultats indiquent qu'il est possible d'éviter annuellement d'ici 2030, par rapport au scénario de MSQ, des émissions de 58 mégatonnes (MT) d'éq-CO₂.

La figure 3.46 illustre les réductions des émissions de GES attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur commercial canadien selon le scénario d'écologisation accélérée. Les résultats indiquent qu'il est possible d'éviter annuellement d'ici 2030, par rapport au scénario de MSQ, des émissions de 45 MT éq-CO₂.

Figure 3.45 : Réductions des émissions de GES, secteur résidentiel — Canada

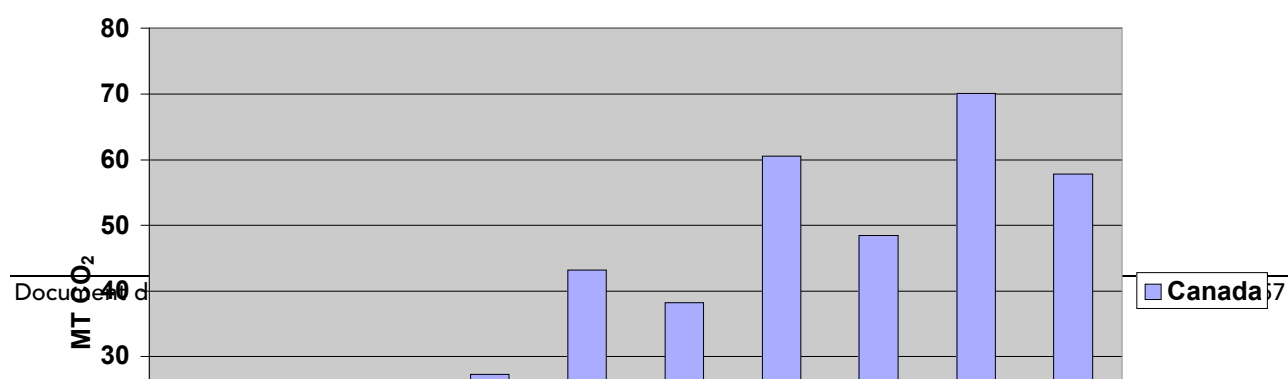
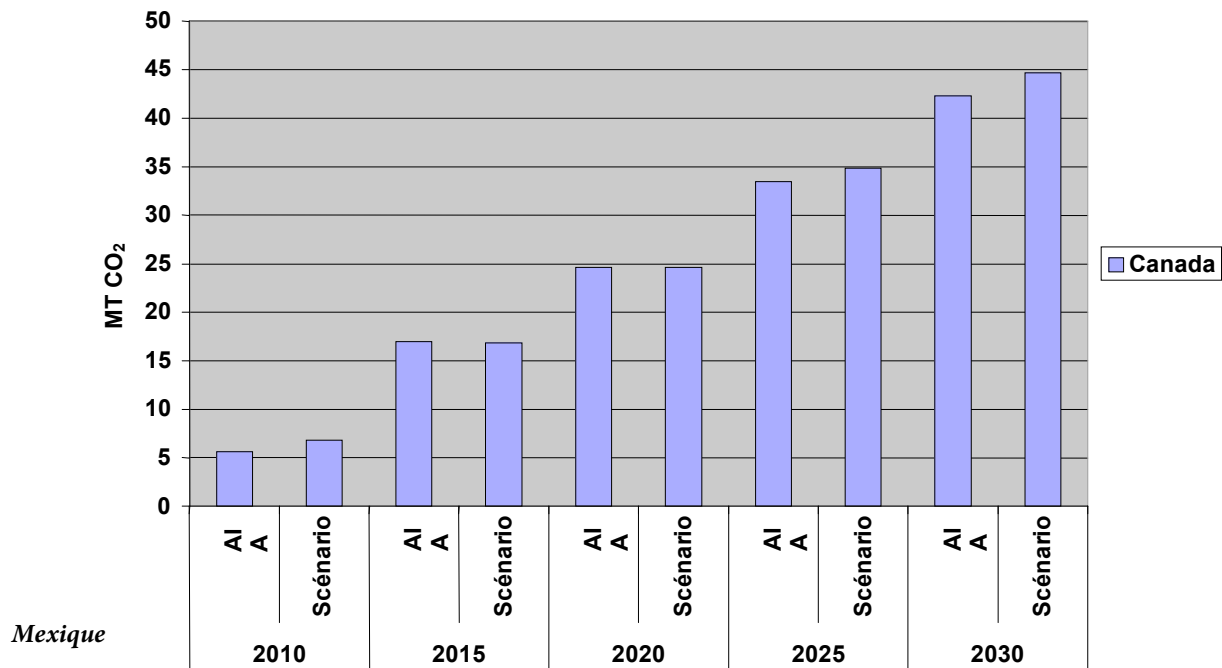


Figure 3.46 : Réductions des émissions de GES, secteur commercial — Canada



- La figure 3.47 illustre les réductions des émissions de GES attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel mexicain selon le scénario d'écologisation accélérée. Les résultats indiquent qu'il est possible d'éviter annuellement d'ici 2030, par rapport au scénario de MSQ, des émissions de 100 MT éq-CO_2 .
- La figure 3.48 illustre les réductions des émissions de GES attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur commercial mexicain selon le scénario d'écologisation accélérée. Les résultats indiquent qu'il est possible d'éviter annuellement d'ici 2030, par rapport au scénario de MSQ, des émissions de 20 MT éq-CO_2 .

Figure 3.47 : Réductions des émissions de GES, secteur résidentiel — Mexique

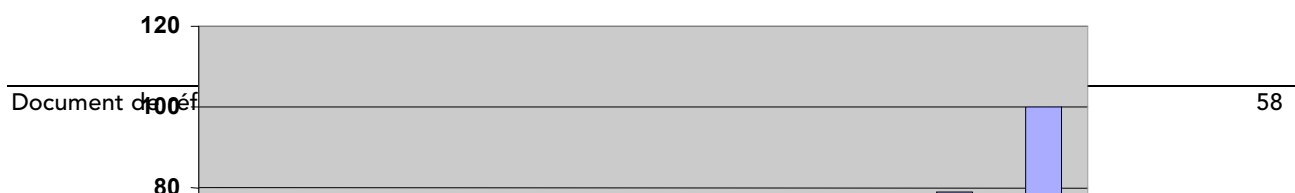
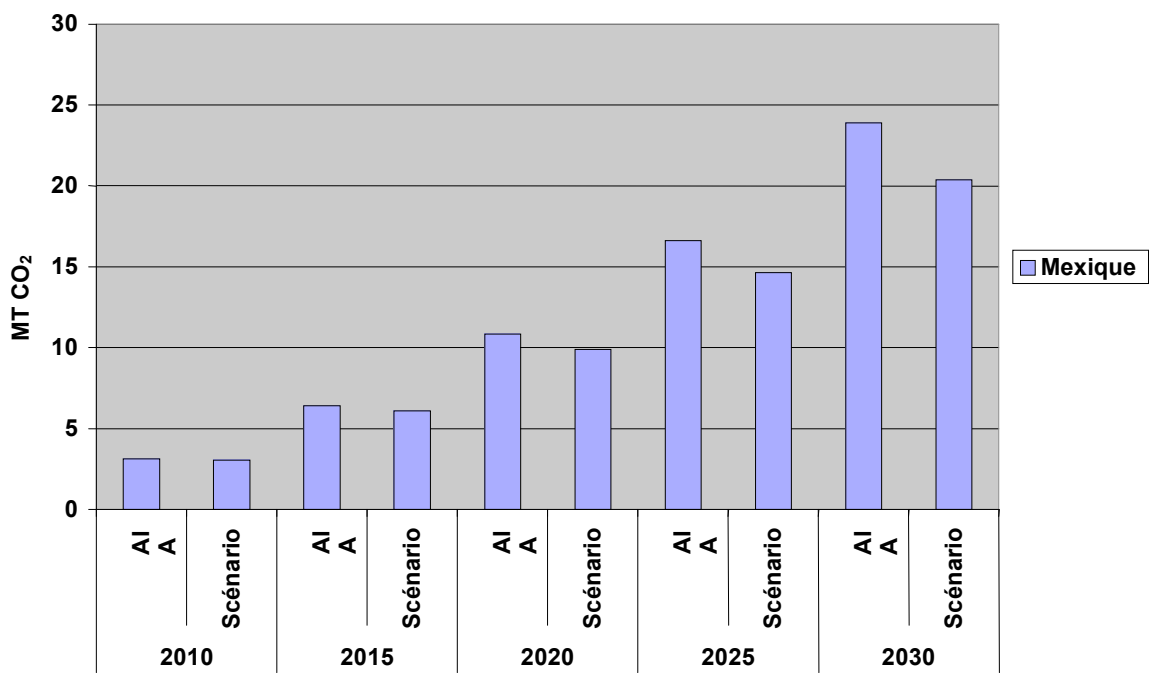


Figure 3.48 : Réductions des émissions de GES, secteur commercial — Mexique



États-Unis

- La figure 3.49 illustre les réductions des émissions de GES attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel américain selon le scénario d'écologisation accélérée. Les résultats indiquent qu'il est possible d'éviter annuellement d'ici 2030, par rapport au scénario de MSQ, des émissions de 725 MT éq-CO_2 .
- La figure 3.50 illustre les réductions des émissions de GES attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur commercial américain selon le scénario d'écologisation accélérée. Les résultats indiquent qu'il est possible d'éviter annuellement d'ici 2030, par rapport au scénario de MSQ, des émissions de 763 MT éq-CO_2 .

Figure 3.49 : Réductions des émissions de GES, secteur résidentiel — États-Unis

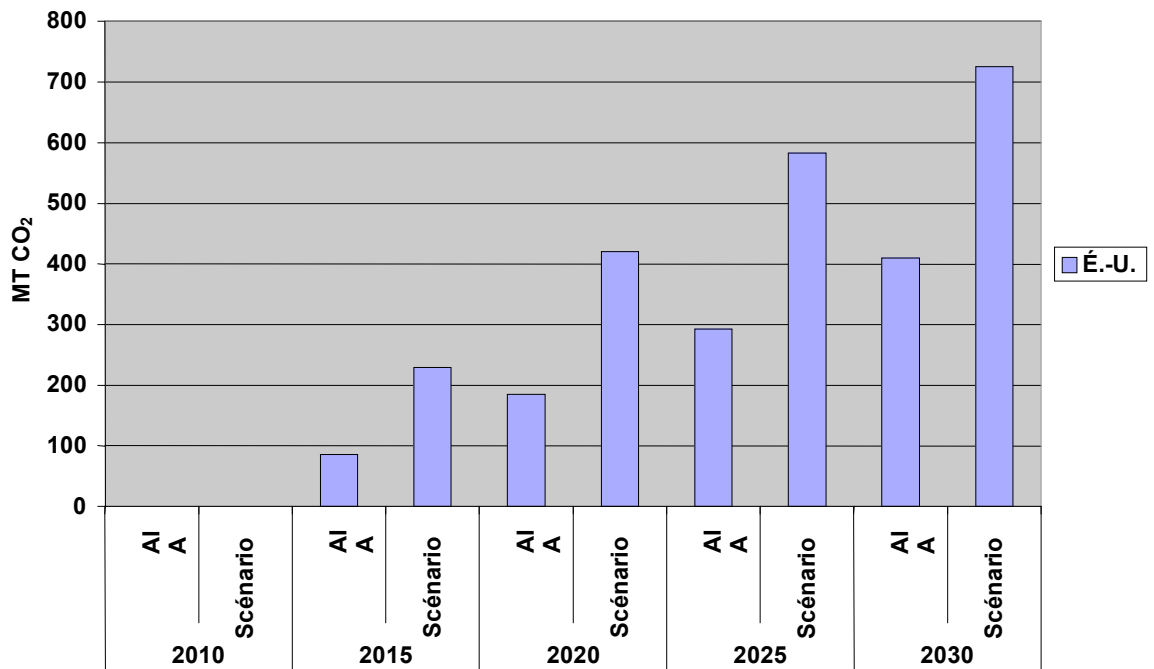
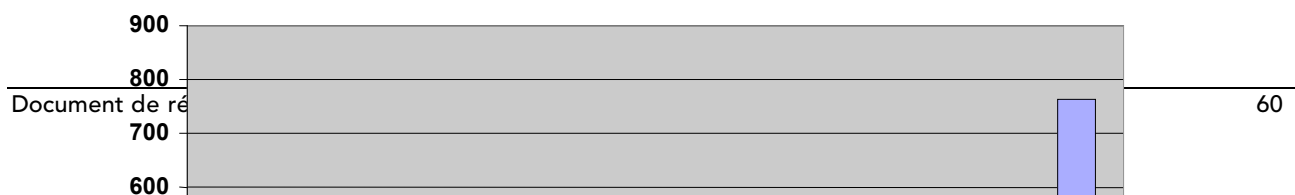


Figure 3.50 : Réductions des émissions de GES, secteur commercial — États-Unis



3.2.6 Analyse des écarts : émissions de gaz à effet de serre, secteur du bâtiment nord-américain

La présente section traite des écarts sur le plan des émissions de GES qui existent au cours de certaines années repères dans les secteurs résidentiel et commercial nord-américains par rapport aux objectifs AIA/IRAC et au niveau de 1990¹¹. Les figures 3.51 à 3.57 fournissent une représentation graphique des émissions de GES résultant de chacun des scénarios modélisés dans le cadre de notre étude, c'est-à-dire : MSQ, écologisation accélérée ou scénario 1, AIA/IRAC, ainsi qu'une comparaison avec les niveaux de 1990 dans les cas où c'était possible.

Pour l'ensemble de l'Amérique du Nord, l'amélioration de l'efficacité énergétique engendre un écart net de 12 MT éq-CO₂ d'ici 2030 dans le secteur résidentiel par rapport au scénario AIA/IRAC. Dans le secteur commercial, l'écart par rapport au scénario AIA/IRAC est de 4 MT éq-CO₂ en 2030.

La figure 3.51 présente sous forme sommaire les résultats de l'analyse des écarts à l'échelle nord-américaine.

Figure 3.51 : Analyse des écarts : émissions de GES, Amérique du Nord

Secteur	Pays	Écart (MT éq-CO ₂) : écologisation accélérée par rapport à AIA/IRAC				
		2010	2015	2020	2025	2030
Résidentiel						
	Canada	0	0	5	13	12
	Mexique	0	0	0	0	0
	États-Unis	0	0	0	0	0
	Total	0	0	5	13	12
Commercial						
	Canada	0	0	0	0	0
	Mexique	0	0	1	2	4
	États-Unis	0	0	0	0	0
	Total	0	0	1	2	4
Secteur	Pays	Écart (MT éq-CO ₂) : écologisation accélérée par rapport à 1990				
		2010	2015	2020	2025	2030
Résidentiel						
	Canada	0	0	0	0	0
	Mexique	7	7	8	10	12

¹¹ Des données sur la consommation d'énergie du secteur du bâtiment commercial au Mexique n'étaient pas disponibles au moment de l'établissement du présent rapport.

	États-Unis	177	0	0	0	0
	Total	184	7	8	10	12
Commercial						
	Canada	11	6	4	1	0
	Mexique	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	États-Unis	222	85	0	0	0
	Total	133	91	4	1	0

Canada

- Dans le secteur résidentiel canadien, environ 12 MT eq-CO_2 devront être compensées par l'utilisation d'énergie renouvelable sur place ou l'achat d'énergie propre afin que les émissions demeurent en deçà des niveaux cibles AIA/IRAC.
- Dans le secteur commercial canadien, environ 11 MT eq-CO_2 devront être compensées par l'utilisation d'énergie renouvelable produite sur place ou l'achat d'énergie propre afin que les émissions d' eq-CO_2 demeurent en deçà des niveaux de 1990 en 2010, mais en 2030, le scénario d'écologisation accélérée se retrouve sur un pied d'égalité avec le scénario AIA/IRAC et les niveaux de 1990.

Figure 3.52 : Émissions de GES du secteur résidentiel, selon le scénario — Canada

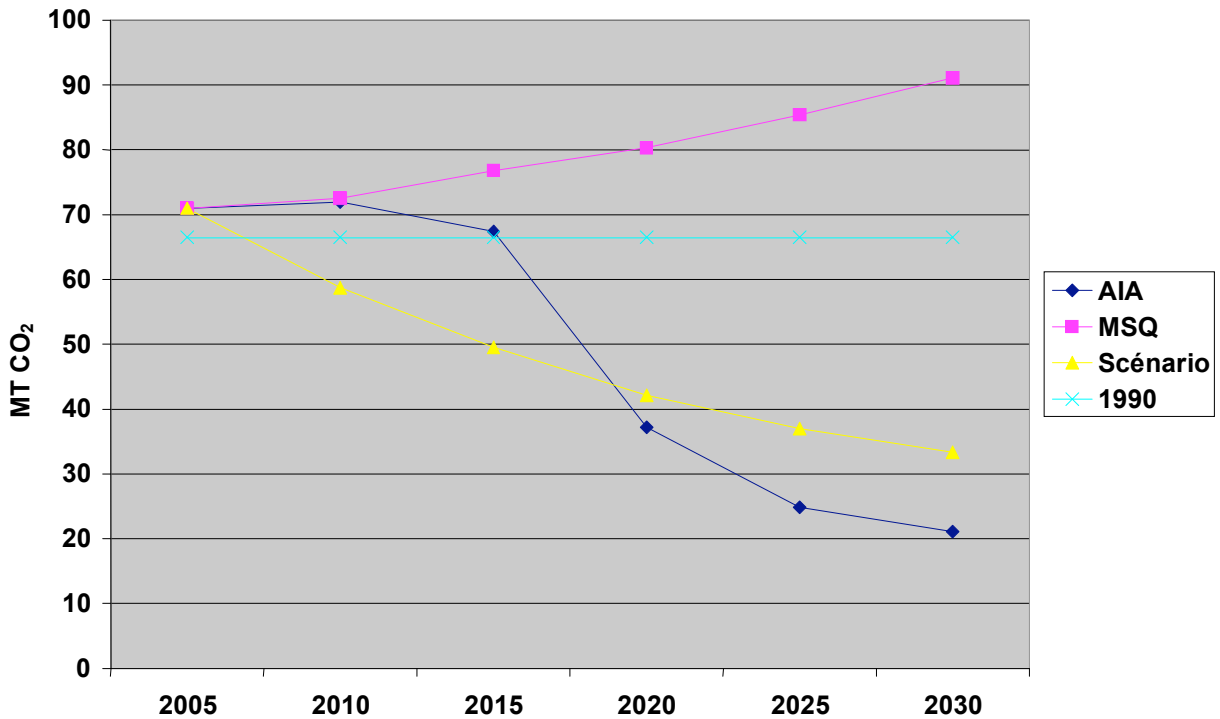
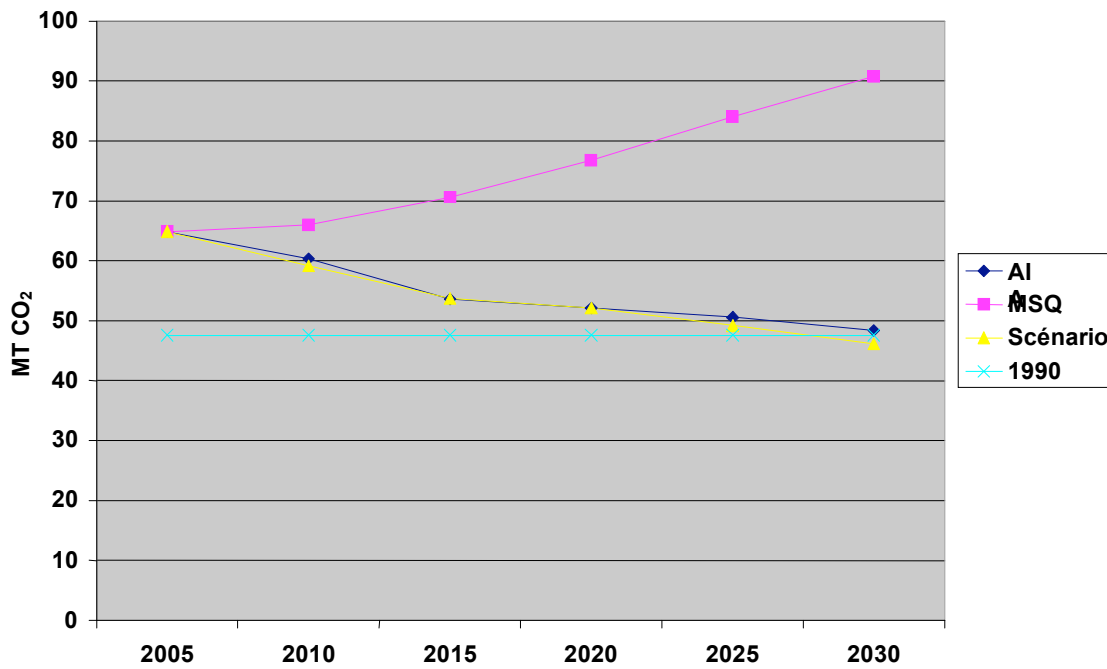


Figure 3.53 : Émissions de GES du secteur commercial, selon le scénario — Canada



Mexique

- Dans le secteur résidentiel mexicain, environ 12 MT éq-CO_2 devront être compensées par l'utilisation d'énergie renouvelable sur place ou l'achat d'énergie propre afin que les émissions d' éq-CO_2 demeurent en deçà des niveaux de 1990.
- Les résultats indiquent que d'ici 2030, environ 4 MT éq-CO_2 devront être compensées par l'utilisation d'énergie renouvelable produite sur place ou l'achat d'énergie propre afin que le secteur mexicain du bâtiment commercial puisse atteindre les objectifs AIA/IRAC.

Figure 3.54 : Émissions de GES du secteur résidentiel, selon le scénario — Mexique

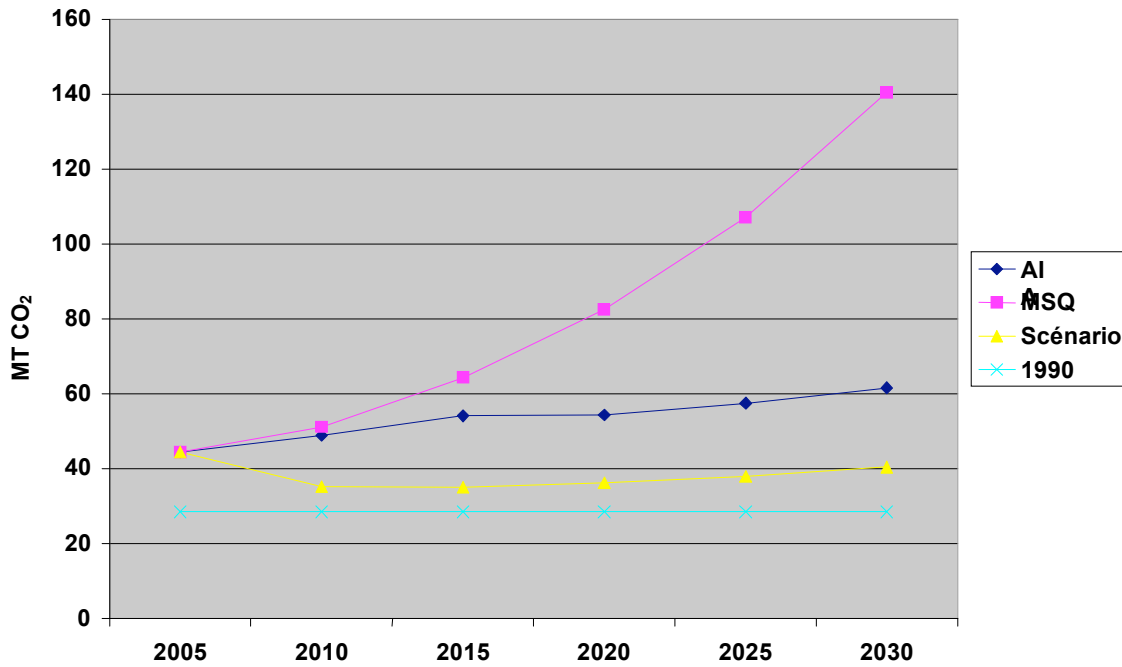
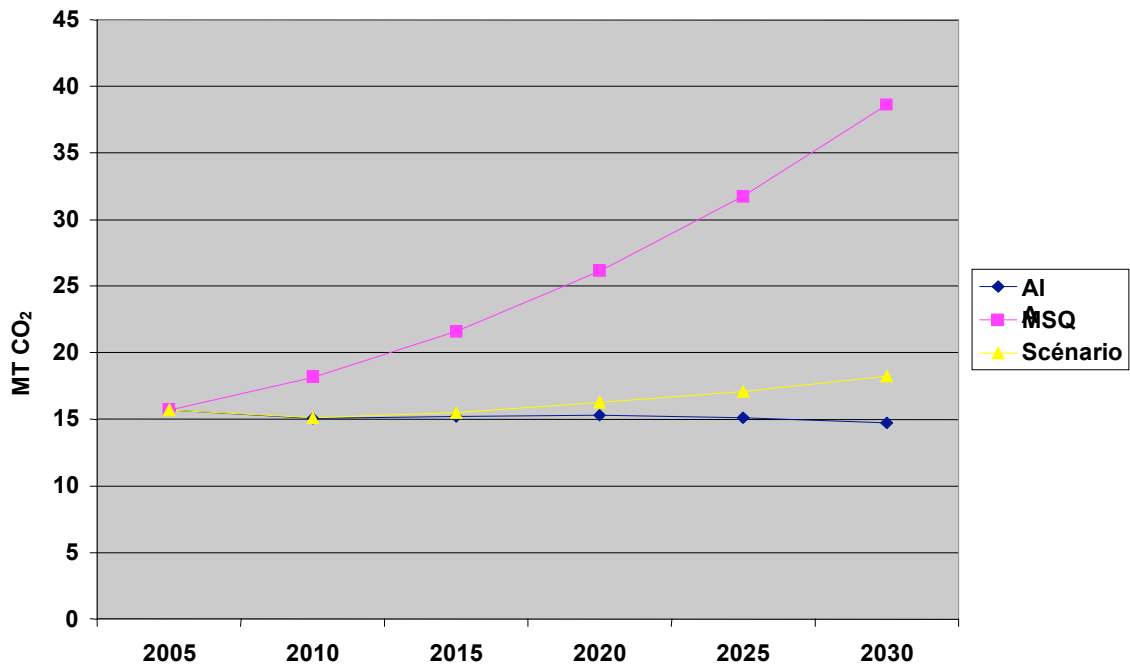


Figure 3.55 : Émissions de GES du secteur commercial, selon le scénario — Mexique



États-Unis

Dans le secteur résidentiel américain, les émissions selon le scénario d'écologisation accélérée descendent en deçà des niveaux de 1990 en 2015 et les économies augmentent encore plus par la suite.

Dans le secteur commercial américain, on prévoit que les émissions descendront au-dessous des niveaux de 1990 en 2020 et diminueront encore davantage les années suivantes.

Chacune de ces analyses suppose qu'une énergie renouvelable produite sur place commence à être utilisée pour une petite proportion de la charge restante en 2010, cette proportion atteignant 100 % après la prise de mesures vigoureuses d'efficacité énergétique d'ici 2030.

Figure 3.56 : Émissions de GES du secteur résidentiel, selon le scénario — États-Unis

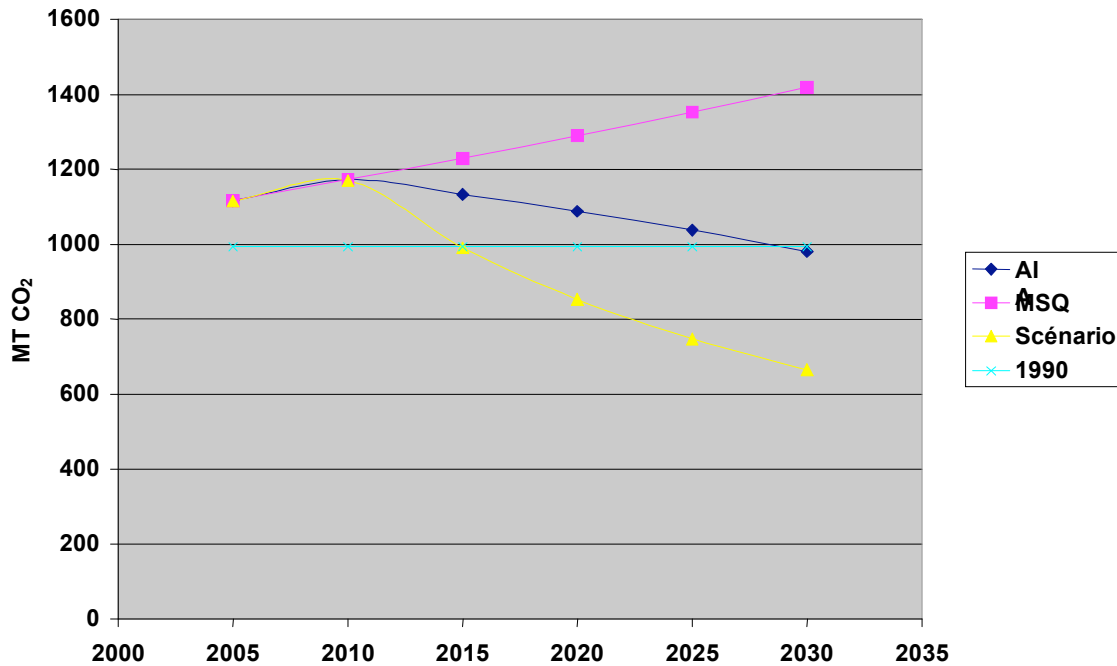


Figure 3.57 : Émissions de GES du secteur commercial, selon le scénario — États-Unis

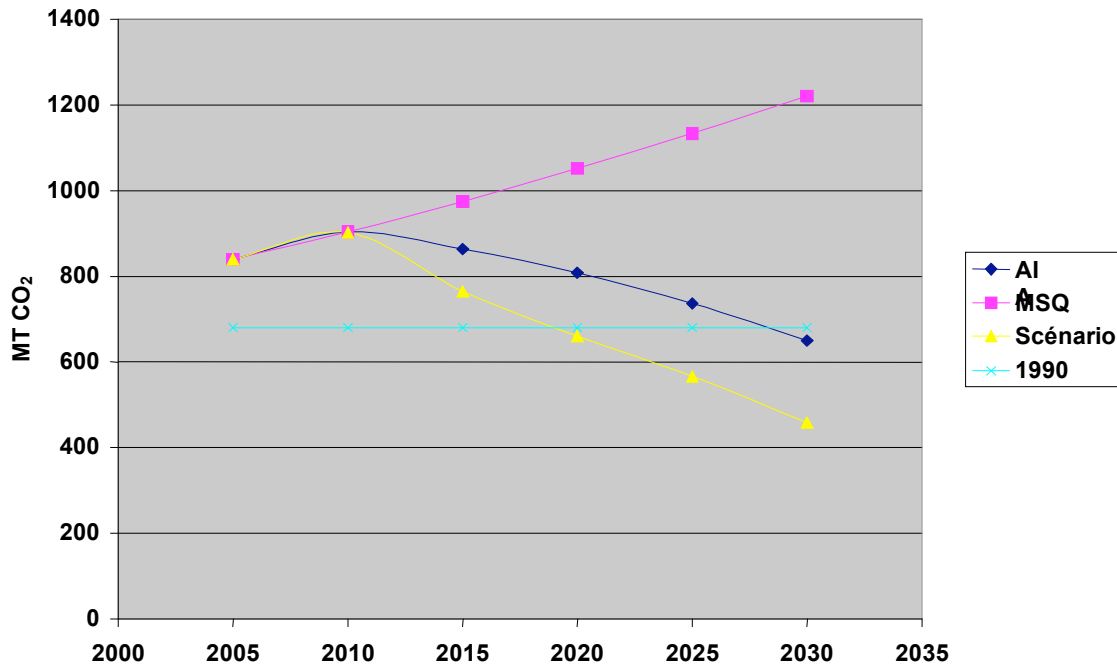


Figure 3.58 : Utilisation d'énergie renouvelable : États-Unis

Secteur		2010	2015	2020	2025	2030
Résidentiel						
Constructions nouvelles	% économies	-	60	67,5	75	82,5
	% solaire	-	5	20	50	100
	% taux de croissance	1,6				
Rénovations	% économies	-	50	55	60	65
	% solaire	-	3	15	40	80
	% taux de croissance	1,6				
Modernisations	% économies	-	20	28,3	36,7	45
	% solaire	-	2	10	20	50
	% taux de croissance	1				
Désaffectations	% économies	-				
	% solaire	-				
	% taux	0,5				
Commercial						
Nouvelles constructions	% économies	-	60	67,5	75	82,5
	% solaire	-	5	20	50	100
	% taux de croissance	2,3				
Rénovations	% économies	-	50	55	60	65
	% solaire	-	3	15	40	80
	% taux de croissance	2,3				
Modernisations	% économies	-	20	28,3	36,7	45
	% solaire	-	2	10	20	50
	% taux de croissance	0,95				
Désaffectations	% économies	-				
	% solaire	-				
	% taux	0,8				

Note : « % solaire » indique la fraction de l'utilisation d'énergie restante après la prise de mesures vigoureuses d'efficacité (p. ex., dans les résidences rénovées en 2025, la consommation d'énergie est réduite de 60 % et 40 % des 40 % restants, soit 16 % des besoins énergétiques totaux, sont comblés par de l'énergie solaire).

3.3 Incidences des résultats

Le présent document décrit un scénario d'écologisation accélérée en vue de la réalisation des objectifs AIA/IRAC décrits dans des chapitres antérieurs. Nous avons analysé le parc immobilier résidentiel et commercial en Amérique du Nord en fonction du type de bâtiment, pour diverses zones climatiques, et mis au point des archétypes de bâtiment qui représentent des mesures vigoureuses, mais techniquement réalisables, susceptibles de conduire à une importante amélioration générale du rendement énergétique du parc immobilier prévu en 2030. Même si notre analyse a été axée sur l'amélioration du rendement énergétique comme moyen de réduire les émissions de GES, nous croyons que les résultats indiquent également les importantes réductions qu'il serait possible d'obtenir par rapport à la consommation d'autres ressources et aux rejets de polluants, notamment en ce qui concerne l'eau.

Le scénario d'écologisation accélérée confirme que les objectifs AIA/IRAC sont techniquement réalisables. D'une façon plus générale, les résultats indiquent qu'une importante pénétration du marché par des bâtiments écologiques en Amérique du Nord peut contribuer à l'amélioration du bien-être environnemental et économique de la région en entraînant une réduction des frais d'exploitation liés à l'énergie, une amélioration de la sécurité énergétique et de la fiabilité des sources et une hausse de la productivité.

Comme nous l'avons mentionné auparavant, il y a deux grands moyens d'améliorer le rendement énergétique global du parc immobilier : i) Améliorer le rendement unitaire des bâtiments. Nous avons analysé des améliorations ambitieuses, mais défendables de ce rendement unitaire. ii) Accélérer la pénétration du marché par des bâtiments à haut rendement. Nous avons envisagé à cet égard des calendriers de déploiement ambitieux, mais plausibles. Aucun de ces deux moyens n'est réalisable en l'absence de politiques gouvernementales énergétiques. L'énorme défi que doivent relever les artisans des politiques consiste à trouver le moyen de mettre en place les conditions du marché dans le cadre desquelles ces changements de grande ampleur pourront survenir dans un délai relativement court. Ces conditions comprennent les suivantes :

- des méthodes appropriées d'établissement du coût et d'évaluation de l'efficacité énergétique;
- les capacités et les compétences requises pour la réalisation d'investissements basés sur les forces du marché en matière d'efficacité énergétique;
- des prix de l'énergie qui reflètent la totalité des coûts de l'approvisionnement énergétique pour la société;
- des capacités de recherche, développement et démonstration pour faire en sorte que les améliorations techniques du rendement se poursuivent à long terme.

Si l'on songe à l'avenir, il incombe aux responsables de l'élaboration des politiques d'étudier également avec soin où et quand ces améliorations du rendement pourront être réalisées. D'abord et avant tout, il importe de tirer parti sans délai des énormes gains de rendement que peuvent permettre les constructions nouvelles au cours de la période étudiée. D'autre part, toutefois, il ne faudra pas non plus négliger le fait qu'au total, c'est le parc immobilier existant qui recèle la majeure partie des possibilités de gains d'efficacité énergétique.

ANNEXE A : Secteur résidentiel nord-américain

Scénario d'écologisation accélérée : archétypes et calendrier de déploiement — secteur résidentiel

Il importe d'établir clairement que ce qui suit n'est aucunement le seul moyen d'obtenir de tels résultats; cela ne représente que l'une de multiples possibilités, lesquelles dépendront de nombreux facteurs tels que le budget, le temps, l'effort, la région climatique, les caractéristiques de l'emplacement, etc. Les niveaux de rendement amélioré sont présentés selon le système de cotation de l'efficacité énergétique de l'ÉnerGuide pour les maisons (EPM) utilisé au Canada¹². Le système de cotation ÉnerGuide est financé par Ressources naturelles Canada et les inspecteurs du bâtiment travaillant au Canada sont affiliés à l'Association canadienne des inspecteurs en bâtiment. Une maison typique construite au Canada obtiendra une cote de 72 selon le système EPM. Cependant, une maison R-2000 obtiendra une cote d'au moins 80 et une maison respectant les critères Energy Star, une cote d'au moins 78.

Tableau A1 : Archétype BHR1 — secteur résidentiel

(Le BHR1 permet entre 80 et 85 % d'économies par rapport à la nouvelle construction résidentielle de référence, ou obtient une cote ÉnerGuide d'environ 95)

Chauffage, ventilation, climatisation	Effacité de l'appareil de chauffage	Climatisation : taux de rendement énergétique saisonnier	Ventilation	
	Électricité : <ul style="list-style-type: none"> • Thermopompe • Coefficient de performance (COP), chauffage : 6 • COP, refroidissement : 10 	S.O.	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilateurs à commande automatique avec moteur à commutation électronique • Ventilateur-récupérateur de chaleur (efficacité 90 %, moteur 75W) • Ventilation forcée pour obtenir 0,3 renouvellement d'air par heure (raph) 	
Étanchéité à l'air	1,0 raph			
Eau chaude	Primaire : <ul style="list-style-type: none"> • Chauffage solaire, 2 panneaux, cote CSIA selon le calculateur solaire Enerworks Secondaire : <ul style="list-style-type: none"> • Gaz naturel : chauffage instantané, coefficient énergétique de 0,83 • 150 l/j à 55°C 			
Portes	Acier et polyuréthane, 2 portes de dimensions normales			
Fenêtres	<ul style="list-style-type: none"> • Triple vitrage, 2 vides, faible émissivité, injection d'argon, séparateur isolé, cadre de vinyle, volets isolés (RSI 1), 50 % mobile (châssis coulissant), 50 % fixe • C.-B., orientation nord : ratio fenêtres-mur réduit de 25 % à 10 % • Alb., orientation nord : ratio fenêtres-mur réduit de 20 % à 10 % 			
Charges internes	<ul style="list-style-type: none"> • 50 % des valeurs par défaut R-2000 (appareils : 5 kWh/j; éclairage : 1,5 kWh/j; autres dispositifs électriques : 1,5 kWh/j; extérieur : 2 kWh/j) • 2 adultes et 2 enfants à la maison 50 % du temps 			
Thermostat	Point de réglage, chauffage : 21°C (sous-sol : 19°C); point de réglage, climatisation : 25°C			
Valeurs RSI, enveloppe du	Murs	Plafond	Fondations	Espaces entre solives

¹² Voir <http://oee.nrcan.gc.ca/residentiel/personnel/maisons-neuves/forfaits-amelioration/cote.cfm?attr=4>.

bâtiment (m²C/W)	7,5	12	3,52 +1,76 (murs); 1,4 (plancher)	3,52
----------------------------------------------	-----	----	--------------------------------------	------

Hypothèses relatives à l'archétype BHR1 pour le secteur résidentiel :

- Ventilation des 50 % d'économies dans la consommation d'électricité des appareils : réfrigérateur/congélateur : 1 kWh/j; cuisinière : 1,4 kWh/j; laveuse : 0,5 kWh/j; lave-vaisselle : 0,82 kWh/j; sècheuse (incluant évacuation vers l'extérieur) : 2 kWh/j.
- Précisions sur le moyen d'obtenir les valeurs d'isolation :
 - Fondations : isolant rigide 2 po à l'extérieur, isolant semi-rigide R-20 à l'intérieur, isolant rigide 2 po sous la dalle.
 - Murs : isolant rigide 2 po à l'extérieur, mousse de polyuréthane projetée 5,5 po à l'intérieur.
 - Plafonds : isolant cellulosique soufflé R-70 (environ 20 po).
- Consommation d'eau chaude de 150 l/j à 55 °C : en supposant des pommes de douche à débit réduit (1 GPM) ainsi qu'une laveuse et un lave-vaisselle plus efficaces.
- Chauffage solaire de l'eau : la cote CSIA demeure la même que pour une consommation de 200l/j, ce qui signifie que l'efficacité du collecteur doit être améliorée de 15 %.
- Une étanchéité à l'air de 1,0 raph à 50 Pa ne devrait pas être difficile à atteindre si l'on suppose une isolation à la mousse projetée, puisque celle-ci réduit radicalement les infiltrations d'air indésirables à travers l'enveloppe du bâtiment.

Tableau A2 : Archétype BHR2 — secteur résidentiel

(Maison à haut rendement : permet entre 50 et 60 % d'économies par rapport à la nouvelle construction résidentielle de référence ou obtient une cote ÉnerGuide d'environ 88.)

Chauffage, ventilation, climatisation	Efficacité de l'appareil de chauffage	Climatisation : taux de rendement énergétique saisonnier		Ventilation
	Gaz naturel : <ul style="list-style-type: none"> • Condensation à haute efficacité • Efficacité 95 % Mazout : <ul style="list-style-type: none"> • Condensation à haute efficacité • Efficacité 95 % Électricité : <ul style="list-style-type: none"> • Thermopompe • COP, chauffage : 6 • COP, refroidissement : 10 	S.O.		<ul style="list-style-type: none"> • Ventilateurs à commande automatique avec moteur à commutation électronique • Ventilateur-récupérateur de chaleur (efficacité 85 %, moteur 100W) • Ventilation forcée pour obtenir 0,3 renouvellement d'air par heure (raph)
Étanchéité à l'air	1,0 raph			
Eau chaude	Primaire : <ul style="list-style-type: none"> • Chauffage solaire, 2 panneaux, cote CSIA selon le calculateur solaire Enerworks Secondaire : <ul style="list-style-type: none"> • Réservoir : 40 gals US • Gaz naturel : condensation, coefficient énergétique de 0,86 • Mazout : coefficient énergétique de 0,7 • Électricité : coefficient énergétique de 0,822 • 200 l/j à 55°C 			
Portes	Acier et polyuréthane, 2 portes de dimensions normales			
Fenêtres	<ul style="list-style-type: none"> • Triple vitrage, 2 vides, faible émissivité, injection d'argon, séparateur isolé, cadre de vinyle, 50 % mobile (châssis coulissant), 50 % fixe • Surface des fenêtres identique à celle de la maison de référence sauf au Yukon (voir le tableau 1 : Caractéristiques techniques des fenêtres) • Yukon, fenêtres à orientation nord : ratio fenêtres-mur réduit de 15 % à 10 %; les fenêtres à orientation nord et sud sont pourvues de volets isolés (RSI-1) qui sont fermés la nuit 			
Charges internes	<ul style="list-style-type: none"> • 80 % des valeurs par défaut R-2000 (appareils : 11,2 kWh/j; éclairage : 2,4 kWh/j; autres dispositifs électriques : 2,4 kWh/j; extérieur : 3,2 kWh/j) • 2 adultes et 2 enfants à la maison 50 % du temps 			
Thermostat	Point de réglage, chauffage : 21°C (sous-sol : 19°C); point de réglage, climatisation : 25°C			
Valeurs RSI, enveloppe du bâtiment (m²C/W)	Murs	Plafond	Fondations	Espaces entre solives
	5,3	10,6	2,11 + 1,76 (murs); 1,4 (plancher)	3,52

Hypothèses relatives à l'archétype BHR2. secteur résidentiel :

- Explication de la réduction de la charge d'électricité : il devrait être possible de réaliser des économies de 20 % simplement par l'amélioration graduelle des moteurs des appareils, de la technologie d'isolation, de la technologie d'éclairage (p. ex., utilisation accrue des diodes électroluminescentes — DEL), ainsi que de la consommation d'énergie en mode fonctionnement et en mode veille des appareils électroniques.

- Précisions sur le moyen d'obtenir les valeurs d'isolation :
 - Fondations : isolant rigide 2 po à l'extérieur, isolant semi-rigide R-12 à l'intérieur, isolant rigide 2 po sous la dalle.
 - Murs : isolant rigide 2 po à l'extérieur, isolant semi-rigide R-20 à l'intérieur.
 - Plafonds : isolant cellulosique soufflé R-60 (environ 17 po).

Calendrier de déploiement

Le scénario d'écologisation accélérée suppose une pénétration entière du marché admissible par le BHR2 à compter de la prochaine année de construction (2008) et une réduction progressive de cette pénétration entre 2015 et 2020 pour atteindre une proportion de 50 % du marché admissible. La pénétration du marché admissible par le BHR1 débute en 2015 et le BHR1 détient les 50 % restants du marché admissible en 2020, et la totalité du marché admissible à la fin de la période étudiée (2030). Le tableau ci-dessous présente le calendrier de déploiement des archétypes BHR1 et BHR2 selon le scénario d'écologisation accélérée.

Tableau A3 : Calendrier de déploiement des archétypes de bâtiment : secteur résidentiel, scénario d'écologisation accélérée

Archétype	2010	2015	2020	2025	2030
BHR1, nouv.	5 %	20 %	40 %	75 %	100 %
BHR2, nouv.	95 %	80 %	60 %	25 %	0 %
BHR1, rén.	0 %	10 %	20 %	25 %	35 %
BHR2, rén.	100 %	90 %	80 %	75 %	65 %
BHR1, mod.	0 %	0 %	5 %	10 %	15 %
BHR2, mod.	100 %	100 %	95 %	90 %	85 %

Le calendrier de déploiement indique aussi le degré de pénétration des pompes géothermiques (ou de systèmes analogues) sur le marché des bâtiments résidentiels rénovés et modernisés. Compte tenu du fait que les maisons ne pourront pas toutes accueillir l'infrastructure indispensable à une pompe géothermique, nous avons supposé qu'il n'y aurait pas de pénétration notable du marché résidentiel existant par l'archétype le plus efficace, BHR1, exception faite de la possibilité que 10 % des rénovations et modernisations au Québec comprennent l'installation d'une pompe de ce type entre 2015 et 2030.

Remplacement naturel de l'équipement

Nous avons supposé les valeurs suivantes pour les taux de remplacement et l'amélioration de la consommation d'énergie de l'équipement dans le scénario d'écologisation accélérée :

Tableau A4 : Remplacement naturel de l'équipement : scénario d'écologisation accélérée

	Fréquence de remplacement* (années)	Proportion annuelle du parc (%)	Réduction de la consommation d'énergie (%)				
			2010	2015	2020	2025	2030
Appareils ménagers	15	6,7	30	20	15	10	10
Système de chauffage	15	6,7	20	20	30	35	40
Système de climatisation	15	6,7	15	15	15	15	15
Eau chaude	10	10	30	10	10	10	10
Éclairage	5	20	75	10	10	10	10

*La fréquence de remplacement est tirée de : *ASHRAE Applications 2003*, chapitre 36, tableau 3.

Il est à noter que les réductions de la consommation d'énergie sont évaluées par rapport au parc immobilier de l'année repère précédente et qu'en réalité, les réductions sont cumulatives si la comparaison est effectuée avec le parc immobilier existant de 2005.

Dans le groupe des appareils ménagers, les réductions de la consommation d'énergie concernent surtout les réfrigérateurs, les lave-vaisselle et les laveuses. Les améliorations au système de chauffage comprennent le passage des appareils à conduit d'échappement aux appareils à condensation à haut rendement, puis le passage d'une partie de la population à des pompes géothermiques. Les améliorations apportées au système de climatisation sont simplement attribuables au remplacement des climatiseurs par des unités ayant un taux de rendement énergétique saisonnier plus élevé et, ultérieurement, à l'intégration de la climatisation à la boucle de chauffage géothermique. Les économies relatives au chauffage de l'eau proviennent de réductions de la consommation d'eau chaude dans les foyers et de technologies telles que la récupération de la chaleur des eaux usées. Les changements dans les systèmes de chauffage de l'eau comprennent le passage à des chauffe-eau au gaz naturel à effet instantané et à des chauffe-eau solaires. Quant à l'éclairage, nous souhaitons modéliser les répercussions de l'élimination de la majeure partie de l'éclairage incandescent dans les résidences d'ici 2010, et de la réalisation ultérieure d'économies moins radicales jusqu'en 2030, par exemple au moyen des technologies suivantes : éclairage par DEL, gradateurs numériques, mise en valeur de la lumière naturelle, détecteurs de mouvement.

ANNEXE B : Secteur commercial nord-américain

Archétypes de bâtiment et calendrier de déploiement — secteur commercial

Deux archétypes de bâtiment à haut rendement ont également été définis pour le secteur commercial. Les valeurs qui y sont associées peuvent être comparées à la norme du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de même qu'à la norme C-2000 au Canada. Un nouveau bâtiment commercial typique construit aujourd'hui consommera environ 15 % plus d'énergie qu'un bâtiment respectant la norme du PEBC. Voir l'**annexe A** pour des hypothèses additionnelles concernant les économies d'énergie liées aux utilisations finales.

Les facteurs d'échelle suivants ont été utilisés pour les bâtiments nouveaux, rénovés ou modernisés. Toutes les réductions sont évaluées par rapport au bâtiment neuf de référence.

Tableau B1 : Archétype BHR1 — secteur commercial

(Le BHR1 permet environ 60 % d'économies d'énergie par rapport au bâtiment nouveau de référence, ou 10 % de plus que la norme C-2000.)

Chauffage, ventilation et climatisation	Efficacité de l'appareil de chauffage	Climatisation, taux de rendement énergétique saisonnier (TRES)	Ventilation
	Électricité : <ul style="list-style-type: none"> • Thermopompe • COP, chauffage : 3 • TRES, refroidissement : 14 Gaz naturel : <ul style="list-style-type: none"> • Chaudière à condensation, 95 % 	S.O.	<ul style="list-style-type: none"> • Récupération de la chaleur (efficacité de 40 à 80 %) • Ventilation contrôlée • Ventilateurs à vitesse variable • Ventilation par déplacement d'air
Eau chaude	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de 0 à 70 % de l'eau chaude Primaire : <ul style="list-style-type: none"> • Chauffe-eau solaire (fraction solaire : 60 %) Secondaire : <ul style="list-style-type: none"> • Gaz naturel : chaudières à condensation, 85–95 % 		
Fenêtres	<ul style="list-style-type: none"> • U_{si} 0,94 –1,68 • Coefficient d'ombrage 30–50 % • Ratio fenestration-mur 40–60 % 		
Valeurs RSI de l'enveloppe du bâtiment (m^2C/W)	Murs	Plafond	
	3,5 –5,0	3,5 –5,5	
Éclairage	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en valeur de la lumière naturelle et détecteurs de mouvement • EPJ : 4,0 –7,0 W/m² 		

Tableau B2 : Archétype BHR2 – secteur commercial

(Le BHR2 permet environ 35 % d'économies par rapport au bâtiment neuf de référence, ou 20 % de plus que la norme du PEBC.)

Chauffage, ventilation et climatisation	Efficacité de l'appareil de chauffage	Climatisation, taux de rendement énergétique saisonnier (TRES)	Ventilation
	Gaz naturel, électricité : <ul style="list-style-type: none"> Chaudières à marche modulée, à condensation ou électriques, 82-100 % 	Thermopompe : TRES 14	<ul style="list-style-type: none"> Récupération de la chaleur (efficacité de 40 %) Certains ventilateurs à vitesse variable
Eau chaude	Primaire : <ul style="list-style-type: none"> Chauffe-eau solaire (fraction solaire : 50 %) Secondaire : <ul style="list-style-type: none"> Chaudière à gaz ou électrique, 80-100 % 		
Fenêtres	<ul style="list-style-type: none"> U_{si} 1,6 -1,9, coefficient d'ombrage 40-56 % Ratio fenestration-mur 40-60 % 		
Valeurs RSI de l'enveloppe du bâtiment (m^2C/W)	Murs	Plafond	
	2,5 -4,5	2,5 -4,0	
Éclairage	<ul style="list-style-type: none"> EPJ : 9,0 -10,0 W/m^2 		

Hypothèses relatives aux archétypes de bâtiment commercial :

- Les réductions de la consommation d'énergie pour la ventilation et le pompage sont essentiellement attribuables à l'utilisation accrue de moteurs à commutation électronique.
- Les améliorations au système de chauffage comprennent le passage des appareils à conduit d'échappement à des chaudières à condensation à haut rendement, puis à des pompes géothermiques.
- Les améliorations apportées au système de climatisation sont simplement attribuables au remplacement des climatiseurs par des unités ayant un taux de rendement énergétique saisonnier plus élevé et, ultérieurement, l'intégration de la climatisation à la boucle de chauffage géothermique.
- Les économies relatives au chauffage de l'eau proviennent de réductions de la consommation d'eau chaude dans les foyers et de technologies telles que la récupération de la chaleur des eaux usées. Les changements au système de chauffage de l'eau comprennent le passage à des chauffe-eau au gaz naturel à effet instantané et aux chauffe-eau solaires.
- Les économies attribuables à l'éclairage comprennent le passage à la technologie T5 ou T8 à haut rendement et, éventuellement, à l'éclairage par DEL, aux gradateurs numériques, à la mise en valeur de la lumière naturelle et aux détecteurs de mouvement.

Archétypes de bâtiment de référence

Dans le secteur commercial, la croissance varie énormément d'un segment à l'autre. Les segments où la croissance est la plus importante sont ceux des hôtels et restaurants, des immeubles à bureaux, des magasins de détail et des bâtiments à vocation récréative. On observe une croissance négative dans le segment des établissements d'enseignement. La croissance est faible dans les segments des hôpitaux et des lieux de culte.

Les tendances au Mexique sont analogues à celles du Canada pour ce qui est des segments connaissant la croissance la plus importante; toutefois, on constate aussi dans ce pays une croissance notable dans le segment des établissements d'enseignement. Les lieux de culte n'ont pas été pris en compte dans le cas du Mexique, faute de données.

Tableau B3 : Amélioration du parc existant et rénové selon le scénario de MSQ

Amélioration du parc existant et rénové selon le scénario de MSQ						
	Modification de l'intensité d'énergie (GJ/m ²) selon l'utilisation finale					
Secteur	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Chauffage des locaux		-1,75 %	-0,62 %	-0,35 %	-0,35 %	-0,35 %
Chauffage de l'eau		-3,84 %	-1,38 %	-0,68 %	-0,68 %	-0,68 %
Équipement auxiliaire		4,92 %	11,24 %	10,74 %	10,74 %	10,74 %
Moteurs auxiliaires		2,11 %	4,81 %	4,63 %	4,63 %	4,63 %
Éclairage		-5,36 %	-3,42 %	0,91 %	0,91 %	0,91 %
Climatisation des locaux		-2,91 %	-1,93 %	-1,68 %	-1,68 %	-1,68 %

Les données sur la ventilation en fonction du type de source sont tirées de la Base de données complète sur la consommation d'énergie de RNCAN pour toutes les provinces, sauf la Colombie-Britannique et l'Ontario. Dans ces deux derniers cas, les données proviennent de nos dossiers internes et d'études approfondies continues. Essentiellement, cela a eu pour effet de faire augmenter en Colombie-Britannique et en Ontario la part de l'électricité utilisée pour le chauffage des locaux et le chauffage de l'eau, car à notre avis, les données de RNCAN sous-estimaient l'utilisation d'électricité dans ces deux provinces.

Le taux de rénovations est dérivé de la durée de vie utile typique des bâtiments commerciaux selon le segment du secteur; la durée de vie utile est définie comme étant la période typique pendant laquelle un bâtiment fournira les services et les avantages pour lesquels il a été construit. La durée de vie utile pourrait donc être interprétée comme étant la période écoulée entre des rénovations importantes du bâtiment même et de l'équipement qui s'y trouve.

Tableau B4 : Taux de rénovation, Canada et Mexique

Segment	Taux de rénovations (%)
Entrepôts	4,27
Hôtels et restaurants	2,66
Immeubles à bureaux	2,89
Magasins de gros et de détail	4,27
Bâtiments à vocation récréative	2,66
Lieux de culte	1,94
Hôpitaux et établissements de santé	2,28
Écoles élémentaires et secondaires	2,25
Autres bâtiments institutionnels	2,59

Afin de déterminer la consommation d'énergie des nouveaux bâtiments, nous avons utilisé des données d'études effectuées pour le compte d'Enbridge Gas et de l'Ontario Power Authority concernant la réduction typique de l'intensité d'énergie selon l'utilisation finale entre les nouveaux bâtiments construits et le parc immobilier existant en Ontario, en mettant particulièrement l'accent sur les grands immeubles à bureaux et les magasins de détail. Les résultats relatifs à cette fraction représentative ont ensuite été appliqués aux bâtiments commerciaux de l'ensemble du Canada.

Tableau B5 : Réduction de la consommation selon l'utilisation finale, nouveaux bâtiments par rapport au parc existant

Utilisation finale	Chauffage des locaux	Chauffage de l'eau	Équipement auxiliaire	Moteurs auxiliaires	Éclairage	Climatisation des locaux
Économies réalisées	-31 %	-23 %	-34 %	-29 %	-25 %	-22 %

Pour prédire l'évolution de l'intensité d'énergie dans les nouveaux bâtiments jusqu'en 2030, nous avons eu recours à certaines données des Perspectives énergétiques de RNCAN, ainsi qu'à certaines hypothèses éclairées. Puisque les nouveaux bâtiments sont fortement touchés par les modifications apportées aux codes du bâtiment, nous avons supposé que la réduction de l'intensité des utilisations finales serait plus importante dans les nouveaux bâtiments, notamment en ce qui concerne le chauffage et la climatisation des locaux et l'éclairage. Des améliorations quant au chauffage de l'eau et aux moteurs auxiliaires entraîneraient aussi de légères réductions; toutefois, nous avons supposé que la consommation demeurerait approximativement la même pour l'équipement auxiliaire.

Tableau B6 : Améliorations dans les nouveaux bâtiments, scénario de MSQ

Utilisation finale	Modification de l'intensité d'énergie (GJ/m ²) selon l'utilisation finale					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Chauffage des locaux		-1,75 %	-15,00 %	-0,35 %	-0,35 %	-10,00 %
Chauffage de l'eau		-3,84 %	-10 %	-0,68 %	-0,68 %	-5,00 %
Équipement auxiliaire		4,92 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Moteurs auxiliaires		2,11 %	-5 %	0,00 %	0,00 %	-5,00 %
Éclairage		-5,36 %	-20 %	0,00 %	0,00 %	-10,00 %
Climatisation des locaux		-2,91 %	-10 %	-1,68 %	-1,68 %	-10,00 %

Calendrier de déploiement

Le scénario d'écologisation accélérée suppose une pénétration entière du marché admissible par le BHR2 à compter de la prochaine année de construction (2008) et une réduction progressive de cette pénétration entre 2015 et 2020 pour atteindre une proportion de 50 % du marché admissible. La pénétration du marché admissible par le BHR1 débute en 2015 et le BHR1 détient les 50 % restants de ce marché en 2020, et la totalité du marché admissible à la fin de la période étudiée (2030). Le tableau qui suit présente le calendrier de déploiement selon le scénario d'écologisation accélérée.

Tableau B7 : Calendrier de déploiement de l'archétype de bâtiment commercial selon le scénario d'écologisation accélérée

Archétype	2010	2015	2020	2025	2030
BHR1, nouv.	5 %	20 %	40 %	75 %	100 %
BHR2, nouv.	95 %	80 %	60 %	25 %	0 %
BHR1, rén.	5 %	15 %	25 %	35 %	50 %
BHR2, rén.	95 %	85 %	75 %	65 %	50 %
BHR1, mod.	0 %	0 %	5 %	10 %	15 %
BHR2, mod.	100 %	100 %	95 %	90 %	85 %

Le calendrier de déploiement indique aussi le degré de pénétration des pompes géothermiques (ou de systèmes analogues) dans les bâtiments rénovés et modernisés. Compte tenu du fait que les bâtiments ne pourront pas tous accueillir l'infrastructure indispensable à une pompe géothermique, nous avons supposé une pénétration maximale de 50 % du marché existant par l'archétype le plus efficace, BHR1 (25 % des modernisations et rénovations entre 2015 et 2020; 50 % entre 2020 et 2030).

Remplacement naturel de l'équipement

Nous avons supposé les valeurs suivantes pour les taux de remplacement et l'amélioration de la consommation d'énergie de l'équipement.

Tableau B8 : Remplacement naturel de l'équipement

	Fréquence de remplacement* (années)	Proportion annuelle du parc (%)	Réduction de la consommation d'énergie (%)

			2010	2015	2020	2025	2030
Ventilation, pompage	20	5,0	10	10	10	10	10
Système	30	3,3	20	20	30	35	40
Système de climatisation	20	5,0	15	15	15	15	15
Eau chaude	30	3,3	30	10	10	10	10
Éclairage	15	6,7	30	10	10	10	10

**La fréquence de remplacement est tirée de : *ASHRAE Applications 2003*, chapitre 36, tableau 3.

Il est à noter que les réductions de la consommation d'énergie sont évaluées par rapport au parc immobilier de l'année repère précédente et qu'en réalité, les réductions sont cumulatives si la comparaison est effectuée avec le parc immobilier existant de 2005.