

Efficacité Energétique dans les Bâtiments

Transformer le Marché

2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050



Table des matières

1	L'énergie dans les bâtiments – un signal d'alarme
2	Déclaration du président du Groupe d'assurance qualité
3	Le projet Efficacité Energétique dans les Bâtiments
6	Executive Summary
10	Chapitre 1 Une belle opportunité
20	Chapitre 2 Logements, bureaux, commerces : analyse par segment de marché
51	Chapitre 3 Agir pour la Transformation
52	Recommandations pour agir
63	Combien cela coûtera-t-il?
66	Notes et références

A propos du WBCSD

Le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) rassemble quelque deux cents sociétés internationales qui partagent un engagement commun pour le développement durable à travers la croissance économique, l'équilibre écologique et le progrès social. Nos membres sont originaires de plus de trente-six pays et de vingt-deux secteurs industriels importants. Nous disposons aussi d'un réseau mondial de cinquante-huit Business Council nationaux et régionaux et organisations partenaires.

Notre mission est de montrer la voie et de servir de catalyseur de changement en faveur du développement durable, ainsi que de soutenir les entreprises pour les aider à fonctionner, à innover et à se développer dans un monde de plus en plus façonné par les enjeux du développement durable.

Nos objectifs

Le leadership dans la conduite économique – jouer le rôle de principal défenseur du développement durable dans le monde économique;

Le développement de politiques – contribuer à développer des politiques qui créent des conditions et un cadre pour l'engagement des entreprises dans le développement durable;

La promotion de la vision des entreprises – développer et promouvoir le point de vue des entreprises dans le cadre du développement durable;

Les meilleures pratiques – démontrer la contribution des entreprises au développement durable et partager les meilleures pratiques avec les autres membres;

La sensibilisation mondiale – contribuer à un futur durable pour les nations émergentes et les nations en transition.

L'Énergie dans les bâtiments – Un signal d'alarme

A travers le monde, les bâtiments représentent 40% de la consommation mondiale d'énergie, et des émissions de CO₂ qui en découlent. Cette part est considérablement supérieure à celle de tous les moyens de transports cumulés. Des opportunités importantes et intéressantes existent pour réduire la consommation d'énergie des bâtiments, cela à des coûts plus faibles et à des rentabilités plus élevées que dans d'autres secteurs. Ces réductions sont fondamentales pour contribuer à atteindre l'objectif de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), à savoir une réduction de 77% des émissions mondiales de CO₂ à l'horizon 2050 par rapport au scénario de référence, afin de stabiliser les taux de CO₂ atmosphériques au niveau préconisé par le Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC).

D'importants investissements seront indispensables. Ceci nécessitera la combinaison des actions préconisées dans ce rapport, entre autre les réglementations thermiques, les aides à l'investissement, les mécanismes de certification et d'audit, plus de main-d'œuvre mieux formée, et de nouveaux équipements et technologies présentant de meilleures performances énergétiques. Tout ceci a pour but d'éveiller une prise de conscience à l'échelle mondiale de la problématique énergétique et d'influencer le comportement et les choix des consommateurs et des investisseurs.

Les conclusions et la feuille de route opérationnelle sont issues de l'étude sur l'Efficacité Énergétique dans les Bâtiments (EEB) réalisée avec le «World Business Council for Sustainable Development» (WBCSD, Conseil Mondial des Entreprises pour le Développement Durable) et financée par quatorze multinationales pour un coût total de 15 millions \$ US (10,5 millions €) sur quatre ans.

Pour la première fois, les recommandations de l'étude sont basées sur un recensement des données relatives aux parcs des bâtiments dans six des plus grandes régions économiques du monde: Brésil, Chine, Union européenne, Inde, Japon et États-Unis. Ces pays représentent ensemble 70% du PIB mondial, et ces données sont segmentées entre bâtiments résidentiels et tertiaires, parcs de bâtiments existants et neufs. Des comportements motivés par des critères économiques allant à l'encontre de choix technologiques performants ont été modélisés pour illustrer les coûts et les économies générés dans de multiples scénarios. Une telle masse de données et un tel niveau de modélisation n'avaient encore jamais été produits.

L'analyse économique révèle que de nombreux projets d'économie d'énergie sont rentables aux coûts énergétiques actuels. Pour un prix de référence du baril de pétrole à 60 \$ US (42 € le baril), un montant d'investissement pour l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments de l'ordre de 150 milliards \$ US par an (105 milliards €) dans les six régions étudiées pourrait réduire de 40% la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ correspondantes, avec des temps de retour sur investissement de cinq ans pour les propriétaires.

150 milliards \$ US (105 milliards €) d'investissements supplémentaires présentant des temps de retour sur investissement de cinq à dix ans permettraient une réduction supplémentaire de 12 points, soit au total une réduction d'un peu plus de 50% des émissions de CO₂ ou des dépenses en énergie.

Atteindre l'objectif de l'AIE ne peut être justifié par les temps de retour sur investissement aux prix actuels de l'énergie. Cela nécessiterait les mesures complémentaires qui sont exposées dans ce rapport.

Les simulations du projet EEB prouvent que l'augmentation du prix de l'énergie ou du CO₂ n'a qu'un faible impact sur les économies d'énergie dans les bâtiments. Par exemple, aux prix actuels de l'énergie, augmenter le coût de la tonne de CO₂ au niveau de 40 \$ US par tonne (28 € par tonne) ne conduirait à réduire les émissions de CO₂ que de 3% (52% à 55%).

Nous attachons la plus grande importance à la vie humaine. Depuis plus d'un siècle, nous mettons en place des réglementations sur la sécurité dans les bâtiments ainsi que des mécanismes de contrôle. Les retours d'expérience aux États-Unis ont montré que ces mesures de sécurité n'augmentent que de 5% les coûts de construction: nous devons réfléchir de façon comparable aux réglementations thermiques des bâtiments et aux mécanismes associés au plan mondial. Dans de nombreux pays, peu de mesures existent. En tenant compte des économies d'énergie résultant des investissements dans l'efficacité énergétique, même en incluant ceux qui ne sont pas économiquement justifiés, l'étude conclut que les investissements supplémentaires nécessaires pour atteindre l'objectif de l'AIE représentent 7% des coûts totaux de la construction au plan mondial. De telles réglementations sont encore plus efficaces s'il existe une collaboration entre les pouvoirs publics et le secteur de la construction. Les pouvoirs publics peuvent en effet structurer le cadre réglementaire, sa mise en application ainsi que le soutien financier à la conception de bâtiments passifs, aux technologies et aux savoir-faire proposés par les entreprises.

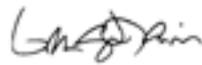
Transformer le secteur de la construction réduira le coût global de la politique de lutte contre le changement climatique et en atténuera fortement l'impact économique sur les consommateurs.

Le WBCSD propose à ses membres d'agir sur la base de cette étude et de développer la demande de Bâtiments Basse Consommation (BBC) sur leurs marchés locaux. Les pouvoirs publics et les autres acteurs devraient également tenir compte des analyses et des conclusions de ce rapport afin de mettre en œuvre les recommandations et la feuille de route. Les pouvoirs publics doivent

également continuer à financer la recherche et le développement, en collaboration avec les filières professionnelles, pour améliorer la rentabilité des investissements dans le domaine de la performance énergétique des bâtiments.

Dans le contexte actuel, il est délicat d'évoquer des dépenses supplémentaires et des hausses de prix. De nombreux projets de performance énergétique des bâtiments offrent des retours financiers attractifs. Il est également évident que tarder à agir ne fera qu'augmenter les émissions de CO₂ et les coûts associés nécessaires pour stabiliser le climat. Nous sommes dans un monde où la performance énergétique des bâtiments est d'une importance cruciale pour faire face au changement climatique.

Nous sommes convaincus que nos recommandations et notre feuille de route contribueront à la prise de conscience nécessaire.



George David
Président, UTC



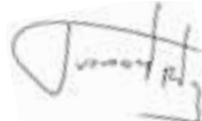
Bruno Lafont
Président Directeur Général,
LAFARGE



Björn Stigson
Président, WBCSD



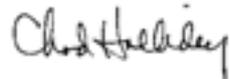
Gérard Mestrallet
Président Directeur Général,
GDF SUEZ



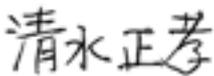
Rudy Provoost
Membre du CA, Philips Royal Electronics,
Président Directeur Général
Philips Lighting B.V.



Pierre Gadonneix
Président Directeur Général, EDF



Charles O. Holliday, Jr.
Président Directeur Général,
DuPont



Masataka Shimizu
Président Directeur Général,
TEPCO



Shosuke Mori
Président et Directeur, Kansai



Álvaro Portela
Président Directeur Général,
Sonae Sierra



Lorenzo H. Zambrano
Président Directeur Général,
CEMEX



Lakshmi Mittal
Président Directeur Général,
ArcelorMittal



Achille A. Colombo
Directeur Général, Falck Group



Peter J. Marks
Président Directeur Général,
Robert Bosch North America
Corporation



Johan Karlström
Président Directeur Général,
Skanska AB

Déclaration du Président du groupe d'assurance qualité

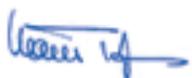
Le rôle des entreprises est crucial pour relever le double défi du changement climatique et de la récession économique, et je salue cette contribution des entreprises, basée sur une recherche approfondie, une analyse concrète du marché et des discussions approfondies. L'approche de type «bottom up» différencie ces travaux de plusieurs autres dans ce domaine. Je salue également l'audace du projet EEB qui s'est fixé pour objectif de transformer le secteur de la construction. Un changement radical est nécessaire.

L'importance des bâtiments dans la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre a été sous-estimée. Ce rapport devrait permettre d'en prendre conscience. Il met en évidence le fait que le marché seul ne permettra pas d'effectuer les améliorations nécessaires: des changements de politique et de comportement sont également essentiels pour stimuler le marché, et parvenir à des bâtiments basse consommation d'énergie.

J'espère que ce rapport encouragera l'expérimentation de solutions variées. Les différents pays et cultures trouveront leur propre voie et nous ne devons pas essayer d'imposer des solutions au niveau mondial là où des solutions locales peuvent être plus pertinentes.

J'ai été heureux de pouvoir donner un avis indépendant et externe sur les progrès du projet EEB. Nous avons eu de nombreuses occasions d'examiner ce rapport et le précédent, lors de réunions en face-à-face à Genève, à Tokyo et à Stuttgart.

Je recommande ce rapport en tant que contribution importante au débat sur l'énergie qui atteindra son apogée à Copenhague en décembre 2009.



Prof. Dr. Klaus Töpfer
Président du Groupe
d'assurance qualité de EEB,
juin 2009

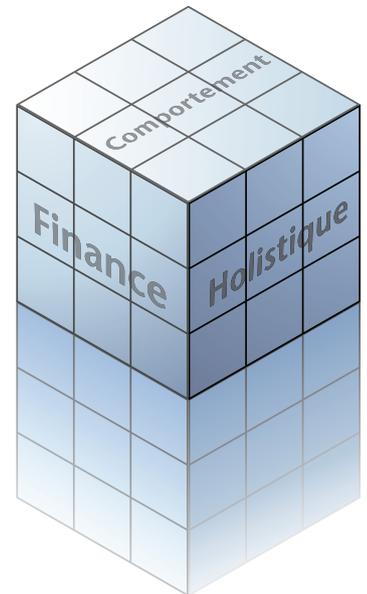
Le projet Efficacité Energétique dans les Bâtiments

Ceci est le rapport final du projet Efficacité Energétique dans les Bâtiments (EEB).
 (Détails complets disponibles sur www.wbcsd.org/web/eeb/htm)

Le projet s'est intéressé à six marchés qui produisent plus de la moitié du PIB mondial et consomment presque les deux tiers de l'énergie primaire mondiale : le Brésil, la Chine, l'Europe, l'Inde, le Japon et les Etats-Unis. La première étape a consisté à analyser les marchés et les problèmes, et à conduire la toute première étude complète du marché mondial sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments auprès des professionnels du secteur du bâtiment. En 2007, nous avons synthétisé les résultats dans le rapport « *Facts and Trends Energy Efficiency in Buildings: Business realities and opportunities* ».

A partir de l'étude la plus détaillée jamais réalisée sur l'état actuel de la demande d'énergie dans le secteur du bâtiment, EEB a développé des scénarios et une analyse de type « bottom up », orientée marché pour identifier les freins aux économies d'énergie.

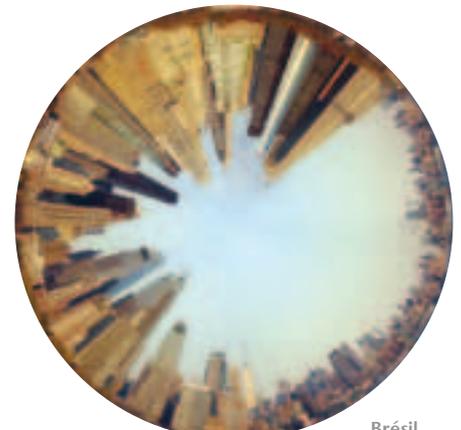
Le projet a développé un modèle unique qui simule les décisions en matière d'investissement énergétique dans un segment donné du bâtiment. Pour des ensembles de mesures réglementaires, le modèle permet d'identifier les différents bouquets de solutions techniques les plus efficaces et rentables. (voir chapitre 2).



Etats-Unis



Japon



Brésil



Chine



Europe



Inde



La sensibilisation des parties prenantes dans le secteur de la construction – dirigeants d’entreprise, représentants des pouvoirs publics et organismes non gouvernementaux – a constitué une partie importante de ce projet. Quatre manifestations majeures ont été organisées à Pékin, Bruxelles, Delhi et Sao Paulo, ainsi que divers ateliers et conférences sur des sujets spécifiques. Nous avons participé à des manifestations ou les avons organisées dans les villes suivantes: Amsterdam, Barcelone, Pékin, Bonn, Boston, Bruxelles, Bucarest, Eindhoven, Genève, Glasgow, Hartford, Hong Kong, Ljubljana, Londres, Madrid, Melbourne, Moscou, New Delhi, New York, Oslo, Paris, Porto, Poznań, Rio de Janeiro, Shanghai, San Francisco, Sao Paulo, Singapour, Stockholm, Tokyo, Washington, Wilmington et Zürich.

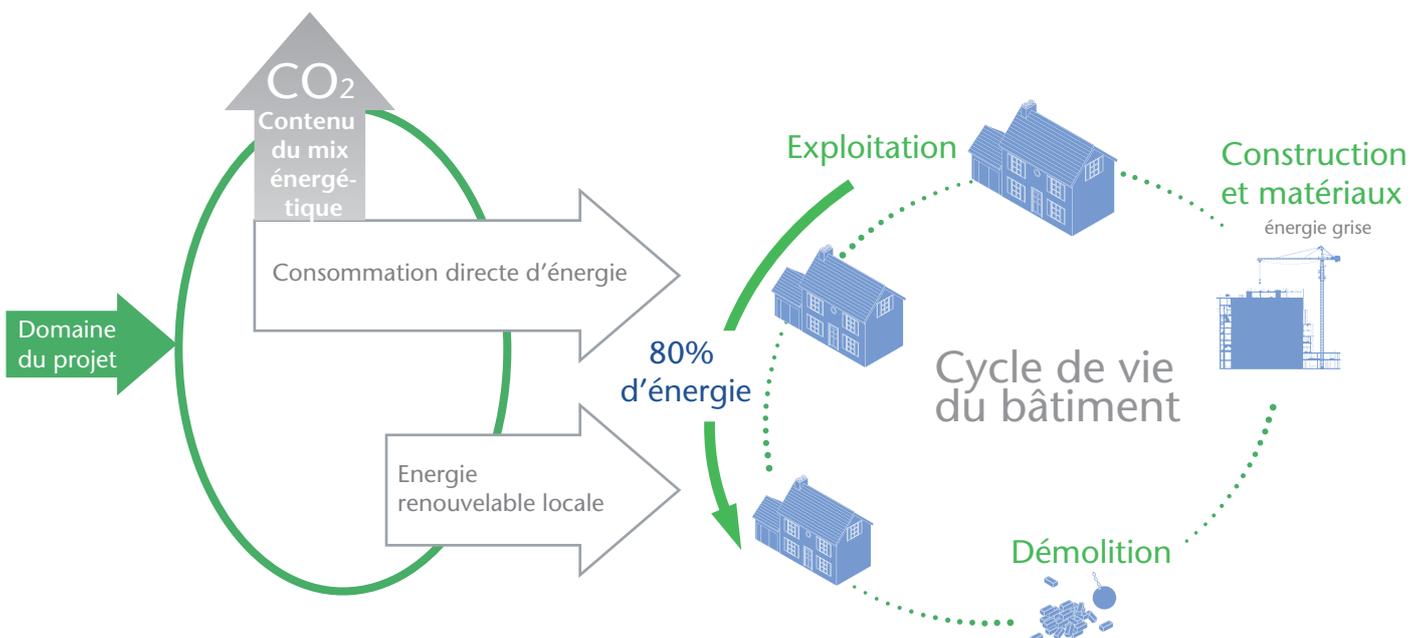
Nous reconnaissons que les bâtiments font partie intégrante d’un système énergétique complexe qui comprend les transports et l’urbanisme et ont des conséquences importantes sur le plan social et le changement climatique.

Le mix énergétique est également un facteur important pour déterminer les émissions de CO₂. Ce projet s’est intéressé principalement à l’énergie en phase d’exploitation dans les bâtiments.

Le projet EEB est un projet du WBCSD dirigé conjointement par Lafarge et United Technologies Corporation et compte douze autres membres, indiqués à la fin de cette publication. Un Groupe d’assurance qualité a apporté son expertise et son suivi sur l’ensemble du projet. Ce groupe était dirigé par l’ancien Directeur du Programme des Nations Unies pour l’Environnement, Dr. Klaus Töpfer, et comprenait Hon. Eileen Claussen, President of the Pew Centre on Global Climate Change (Etats-Unis), Thomas B. Johansson, Professor of Energy Systems Analysis and Director of the International Institute for Industrial Environment Economics (IIIE) at the University of Lund (Suède), Vivian Ellen Loftness, Professor and Head of the School of Architecture, Carnegie Mellon University (Etats-Unis), Shin-ichi Tanabe, Professor of Department of Architecture at the Waseda University (Japon), et Jiang Yi, Vice Dean of the School of Architecture at Tsinghua (Chine).

Figure 1

L’étude EEB porte sur la consommation d’énergie en phase d’exploitation des bâtiments.



Notre rapport

Le projet EEB s'est intéressé à la consommation d'énergie, aussi n'avons-nous pas couvert les nombreux autres aspects importants de la construction durable. Les implications énergétiques du transport, de la consommation d'eau et des choix alimentaires sont également à considérer, mais elles sortent du cadre de ce projet.

L'approvisionnement énergétique est important, mais nous nous sommes concentrés sur la demande. Les sources d'énergie et le mix énergétique, y compris le potentiel des réseaux de chauffage et de refroidissement urbains, sortent également du périmètre de notre étude (un projet WBCSD séparé étudie l'approvisionnement énergétique). Nous reconnaissons que la consommation d'une proportion plus grande d'électricité distribuée provenant de sources d'énergie non fossiles (telles que l'énergie solaire ou éolienne) contribuera à répondre au changement climatique. Cependant, la réduction de la consommation énergétique est également vitale parce qu'elle aide à préserver les ressources énergétiques limitées, à réduire les coûts pour les entreprises et les consommateurs, parce qu'elle peut être atteinte de façon relativement rapide et parce que la contribution des sources d'énergie non carbonées sera probablement encore mineure pendant plusieurs décennies.

Notre rapport, de même que le projet, se concentre sur l'énergie consommée dans les bâtiments en phase d'exploitation. Celle-ci représente environ 80% de l'énergie totale, qui intègre en plus l'énergie grise des matériaux et l'énergie pour leur construction, leur maintenance, leur démolition (*voir figure 1*). Nous étudions aussi l'apport des énergies renouvelables produites localement qui diminuent les émissions de CO₂, par exemple à l'aide de panneaux solaires photovoltaïques sur les toits. La réduction des émissions dans la production électrique sort du cadre de ce projet.

Hypothèses pour l'avenir

Trois différents scénarios de consommation d'énergie dans les bâtiments ont été créés et ont guidés nos simulations. Cependant, nous n'avons pas cherché à y intégrer une évolution future des technologies, des structures sociales, des valeurs ou des comportements dans la société.

Nous avons simulé l'impact des signaux prix de l'énergie et du carbone, mais n'avons pas traité la politique de la tarification du CO₂. Nous avons supposé, conformément à la position du WBCSD, qu'un accord post-Kyoto aura pour conséquence l'instauration d'une certaine taxe ou prix de marché de CO₂.

Notre projet a débuté en 2006, alors que l'économie mondiale était florissante. Nous publions notre rapport dans un contexte économique très différent. Notre étude porte sur la période qui se termine en 2050, aussi devons-nous supposer qu'un retour à des conditions économiques stables se produira d'ici-là. Notre analyse et nos recommandations reposent sur cette hypothèse et ont pour contexte une croissance économique « normale ». Pourtant, nous savons que des mesures contraignantes et audacieuses sont nécessaires pour réduire les émissions et stabiliser le climat. Des pressions de plus en plus fortes sont exercées sur l'économie afin d'encourager les investissements rentables à long terme. Les investissements importants que nous projetons pourraient jouer le rôle de stimulus et offrir à long terme une sécurité énergétique et des avantages en termes d'émissions de CO₂.



Executive Summary

Pour réaliser un monde à faible consommation énergétique, les pouvoirs publics, les entreprises et les individus doivent transformer le secteur du bâtiment à travers une multitude d'actions parmi lesquelles une prise de conscience globale de la problématique énergétique.

Les bâtiments sont aujourd'hui responsables de 40 % de la consommation mondiale d'énergie. Les émissions de CO₂ qui en résultent sont sensiblement plus élevées que celles du secteur des transports. Des bâtiments neufs, qui vont consommer plus d'énergie que nécessaire, sont construits tous les jours, et des millions de bâtiments inefficaces existants actuellement seront toujours debout en 2050. Nous devons commencer dès maintenant à réduire de façon drastique la consommation d'énergie dans les bâtiments neufs et existants. Il s'agit de réduire de 77 % les émissions de CO₂ associées à la consommation énergétique mondiale, soit une réduction de 48 gigatonnes de CO₂ par rapport aux prévisions pour 2050, de manière à atteindre le niveau souhaité par le Groupement Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) et à stabiliser les taux de CO₂ atmosphérique.

A partir de recherches très détaillées menées au cours des quatre dernières années, le projet Efficacité Énergétique des Bâtiments (EEB) a développé des recommandations et une feuille de route pratique pour transformer le secteur du bâtiment (voir www.wbcsd.org/web/eeb-roadmap.htm). Le projet a débuté avec un inventaire complet du parc immobilier actuel et futur. Il a modélisé les impacts des choix et des comportements des consommateurs, des conceptions et technologies, et des politiques publiques sur la consommation énergétique. Le projet est centré sur six marchés : le Brésil, la Chine, l'Europe, l'Inde, le Japon et les Etats-Unis, qui représentent presque les deux tiers de la consommation d'énergie mondiale. Jamais un tel degré de précision et de sophistication dans les données et la modélisation n'avait été atteint auparavant.

L'analyse détaillée montre qu'il existe une voie à suivre pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, et que d'ici à 2050, les économies d'énergie dans les bâtiments peuvent égaler la totalité de la consommation actuelle dans les transports et l'industrie. Pour adopter des mesures draconiennes d'économies d'énergie, il est clair que les particuliers, les pouvoirs publics et les entreprises doivent surmonter les barrières financières, comportementales ou liées au manque d'information. Il est également évident que si l'on tarde à agir, cela conduira à des niveaux de CO₂ plus importants, nécessitant des investissements plus coûteux pour atteindre les objectifs de stabilisation du climat.

L'analyse a permis de modéliser trois scénarios comme réponse mondiale du secteur du bâtiment au défi du changement climatique :

- « Somnambulisme » : la complaisance et l'inaction mènent à l'échec dans la lutte contre le changement climatique ;
- « Trop peu, trop tard » : les actions ponctuelles et non coordonnées apportent certaines améliorations mais échouent à inverser la tendance des impacts climatiques ;
- « Transformation » : agir de façon intense et coordonnée transforme véritablement le secteur du bâtiment et contribue à régler le problème du changement climatique.

Le troisième scénario est assurément le seul qui permet de réduire suffisamment la consommation d'énergie et les émissions de CO₂. Un bouquet de mesures – conçu spécialement en fonction des conditions géographiques et des segments de marché du bâtiment – et une prise de conscience globale des enjeux énergétiques sont nécessaires pour une solution complète.

On peut citer d'autres mesures telles que les réglementations thermiques, les labels, les diagnostics, des prix de l'énergie et des coûts du CO₂ adéquats, des subventions, plus de main d'œuvre qualifiée, des conceptions de bâtiment et des technologies évolutives basse consommation (actives et passives).*

* Les éléments de conceptions passives comprennent la ventilation naturelle, l'utilisation de l'éclairage naturel, la forme et l'orientation des bâtiments, l'inertie thermique, les apports solaires, l'ombrage, etc.

Les faits

- Proportion des bâtiments dans la consommation finale d'énergie : 30-40 %
- Emissions mondiales de CO₂ provenant de l'énergie des bâtiments (2005) : 9 Gt
- Augmentation du CO₂ estimée dans l'ensemble des 6 régions EEB d'ici à 2050 : 76 %
- Augmentation de la population mondiale d'ici à 2050 : 2,7 milliards, soit 42 %

Prises ensemble, ces mesures apportent les changements nécessaires pour réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments, améliorer la prise de conscience mondiale au sujet de l'énergie, et influencer le changement des comportements et des choix des consommateurs et des investisseurs. Cependant, ces changements ne peuvent en aucun cas provenir uniquement des forces du marché.

Avec le coût actuel de l'énergie, de nombreux projets d'efficacité énergétique sont rentables.

L'analyse économique révèle que de nombreux projets d'économie d'énergie sont rentables aux coûts énergétiques actuels. Avec un prix de référence du baril de pétrole à 60 \$ US (42 € le baril), des niveaux d'investissement pour l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments de l'ordre de 150 milliards \$ US par an (105 milliards €) dans les six régions étudiées pourraient réduire de 40 % la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ correspondantes, avec des temps de retour sur investissement de cinq ans pour les propriétaires.

Atteindre un niveau de réduction globale des dépenses énergétiques de plus de 50 % nécessiterait 150 milliards \$ US (105 milliards €) supplémentaires, avec des temps de retour compris entre cinq à dix ans.

D'un point de vue économique, les investissements supplémentaires pour atteindre l'objectif fixé par le GIEC, à savoir 77 % de réduction, ne sont pas justifiables aux prix actuels de l'énergie, et exigeront des mesures supplémentaires présentées dans ce rapport. La modélisation EEB montre que l'augmentation du prix de l'énergie ou du CO₂ ne motive que très peu les investissements d'économie d'énergie. Avec un coût additionnel du carbone de 40 \$ US/tonne (28 €/tonne), on obtiendrait un impact très faible (+ 3 %, de 52 % à 55 % de réduction des émissions).



Agir pour la Transformation

Comme la feuille de route du projet le décrit, la transformation nécessitera des actions globales de la part de l'ensemble du secteur du bâtiment, depuis les promoteurs et les propriétaires de bâtiments jusqu'aux pouvoirs publics et aux décideurs politiques. Cet ensemble de recommandations décrit les étapes nécessaires pour réduire sensiblement la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ qui en découlent.

Renforcement des réglementations et des certifications pour plus de visibilité

Les décideurs politiques et les pouvoirs publics doivent étendre les réglementations du bâtiment pour inclure des exigences strictes, en termes d'efficacité énergétique (adaptées aux conditions climatiques régionales) et s'engager à appliquer et à durcir ces exigences avec le temps. Les entreprises du bâtiment et les pouvoirs publics doivent également développer des mécanismes de mesure et de certification de la consommation énergétique, exigeant en outre des propriétaires de bâtiments non résidentiels qu'ils affichent leurs niveaux de performance énergétique.

Des audits et des diagnostics de la consommation d'énergie des bâtiments doivent être mis en place pour mesurer les performances, identifier les opportunités d'amélioration, et établir les priorités pour l'application des mesures d'amélioration de la performance énergétique. Dans les bâtiments résidentiels collectifs, les locataires doivent disposer d'une régulation propre à chaque appartement et être facturés individuellement pour leur consommation. Dans les bâtiments tertiaires, les audits énergétiques devraient être intégrés aux inspections existantes sur l'hygiène, la sécurité et la protection incendie.

Faire usage de signaux prix et de subventions pour promouvoir les investissements en faveur de la performance énergétique

Les pouvoirs publics devront accorder des mesures fiscales d'incitation et des subventions pour permettre la réalisation des investissements en faveur de la performance énergétique qui ont des temps de retour sur investissement trop longs. Des structures tarifaires devraient être introduites pour encourager une réduction de la consommation d'énergie et la production locale d'énergie renouvelable. Les investissements privés, correctement soutenus par les pouvoirs publics, peuvent compter pour une part importante de l'investissement annuel de 300 milliards \$ US (210 milliards €) menant à une réduction de 52% par rapport à la référence du GIEC en 2050. Le reste, ainsi que les investissements dépassant le seuil de retour sur investissement de 10 ans aux prix actuels de l'énergie, demanderont des incitations supplémentaires pour devenir une réalité. Les entreprises et les particuliers doivent travailler de concert pour développer des modèles économiques créatifs, afin de libérer le frein constitué par le coût d'investissement de l'efficacité énergétique.

Encourager les approches intégrées de la conception et les innovations

Les promoteurs immobiliers doivent être encouragés à restructurer leurs activités et à adapter leurs clauses contractuelles pour impliquer les concepteurs, les entrepreneurs, les fournisseurs d'énergie, et les utilisateurs finaux très tôt dans leurs projets, en tant que membres d'une équipe intégrée. Les pouvoirs publics devraient introduire des mesures d'incitation pour que les promoteurs déposent des demandes de permis pour des constructions performantes en énergie. Les subventions, et autres mesures incitatives pour l'amélioration de la performance énergétique des ménages, devraient être liées à une approche intégrée visant à améliorer les performances énergétiques globales du bâtiment.

Développer et utiliser des technologies de pointe pour inciter aux comportements économes

Un tiers seulement de l'investissement nécessaire pour atteindre l'objectif du GIEC portant sur une réduction de 77% des émissions a un temps de retour sur investissement inférieur à 10 ans, ce qui illustre bien la nécessité d'améliorer les technologies pour la performance énergétique des bâtiments. Les pouvoirs publics doivent apporter leur soutien et des investissements à la recherche et au développement de technologies améliorant la performance énergétique des bâtiments, afin de réaliser des progrès techniques plus importants.

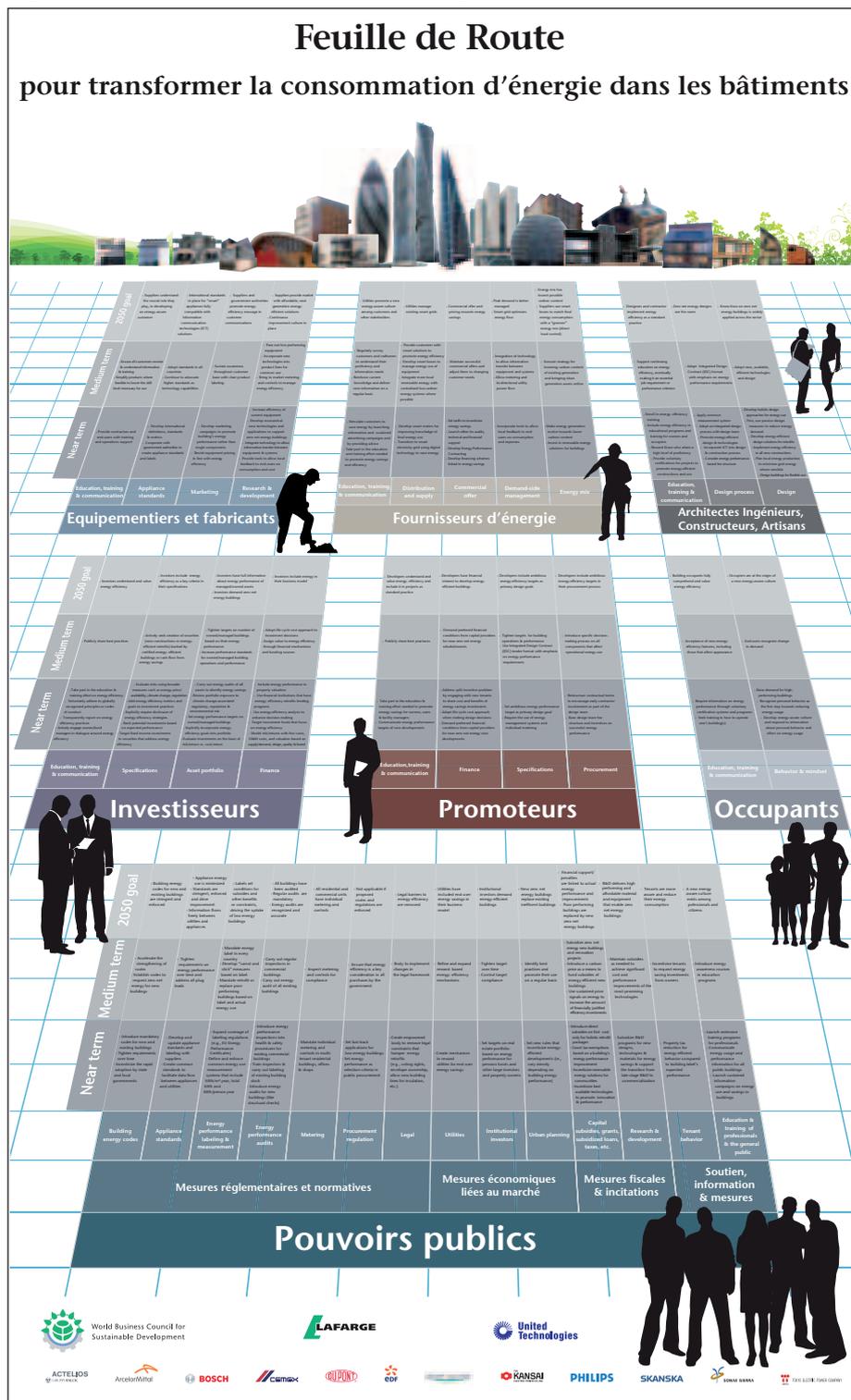
Les bâtiments neufs et rénovés doivent être conçus pour utiliser les technologies de l'information et de la communication qui permettent de minimiser la consommation d'énergie et intégrer les dernières avancées technologiques, afin que les bâtiments fonctionnent à un niveau optimal de consommation énergétique. Les technologies existent aujourd'hui, mais peuvent être améliorées et diffusées au maximum. Les fournisseurs d'énergie peuvent participer, en signalant les écarts vis-à-vis des bonnes pratiques par des alertes régulières sur les consommations constatées.

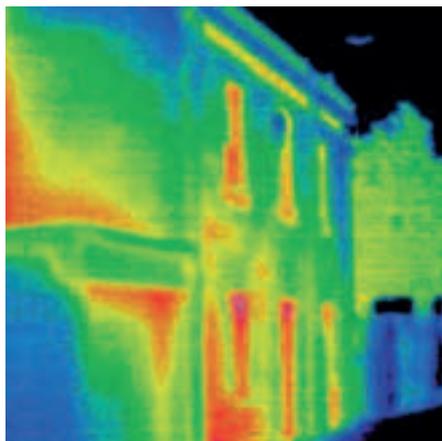
Former la main d'œuvre qualifiée pour les travaux d'économies d'énergie

L'industrie du bâtiment doit créer et rendre prioritaire une formation à l'efficacité énergétique élargie à tous les acteurs concernés par le secteur d'activité et bâtir des formations professionnelles spécifiques pour ceux qui construisent, rénovent et entretiennent les bâtiments. Il est important également de développer une profession jouant le rôle « d'intégrateur », pour aider à la rénovation des bâtiments résidentiels.

Se mobiliser pour une conscience énergétique

Les entreprises, les pouvoirs publics et les autres acteurs doivent établir des campagnes dans la durée pour promouvoir les changements de comportement et pour élargir la prise de conscience de l'impact de la consommation d'énergie dans les bâtiments. Il est essentiel de démontrer leur engagement à s'attaquer à ce problème urgent, en réduisant la consommation d'énergie de leurs propres bâtiments.





1. Une belle opportunité

Si les pays veulent sécuriser leurs approvisionnements énergétiques et gérer le problème du changement climatique, le secteur du bâtiment doit dès à présent réduire sa consommation d'énergie. Certains pays développés devront réduire la consommation énergétique des bâtiments d'au moins 80% par rapport aux prévisions tendanciennes actuelles (« Business As Usual »). Les pays émergents comme la Chine et l'Inde doivent aussi s'engager radicalement dans les économies d'énergie. Les activités générées et les investissements nécessaires peuvent également contribuer à la croissance économique et à l'emploi, en particulier dans le secteur du bâtiment. Economiser l'énergie est la façon la moins coûteuse de réduire les gaz à effet de serre.¹

Des économies importantes peuvent être réalisées. Une grande partie de l'énergie consommée dans les bâtiments est gaspillée en raison d'une mauvaise conception, de technologies inadéquates et de comportements inappropriés. Les entreprises doivent utiliser leur expertise et leurs ressources financières pour développer et promouvoir de nouvelles approches en faveur de la performance énergétique. La Transformation ne se fera pas seulement à travers l'évolution du marché. Les professionnels de la construction, les propriétaires et les utilisateurs ne sont pas sensibles à l'urgence et manquent de motivation quand il s'agit de passer à l'action. L'inertie du « Business As Usual » est un frein. Les critères de rentabilité à court terme excluent de nombreux investissements en faveur de l'amélioration de la performance énergétique. Les pouvoirs publics doivent aussi agir pour améliorer l'information sur la consommation énergétique réelle des bâtiments et pour stimuler la transformation des modèles économiques. Cela, afin de faire évoluer rapidement la consommation énergétique : dans chaque pays, dans les bâtiments existants ainsi que dans les bâtiments neufs, dans les immeubles aussi bien résidentiels que tertiaires.

Toutes les parties prenantes du secteur du bâtiment doivent prendre conscience de l'urgence à agir, et faire de la performance énergétique une de leurs priorités absolues. Les entreprises ne réussiront que si elles agissent de concert en vue de la Transformation du secteur et que si elles adoptent des technologies et des stratégies commerciales nouvelles. Les décideurs politiques doivent introduire des cadres réglementaires robustes qui soutiennent la Transformation du marché.

Agir est essentiel, pour contribuer à la réponse mondiale apportée au changement climatique, car la consommation d'énergie dans les bâtiments représente 30 à 40% de la consommation finale d'énergie² et des émissions de CO₂ dans la plupart des pays. L'utilisation de sources d'énergie à faible teneur en carbone permet de réduire les émissions de CO₂ (par exemple en recourant aux énergies renouvelables), mais le projet EEB s'est concentré essentiellement sur les trois aspects suivants :

- 1 Réduction des besoins énergétiques : par un recours à une conception, des matériaux et des équipements plus performants sur le plan énergétique ;
- 2 Production locale d'énergie : à partir de ressources renouvelables ou récupérées ;
- 3 Développement d'un réseau de distribution d'énergie intelligent : injection de la production excédentaire de certains bâtiments dans ce réseau.

Aller vers un monde consommant peu d'énergie est un bon choix économique. L'énergie est vitale pour les entreprises, qui prospèrent mieux dans un environnement social et économique stable. Cette stabilité est menacée par l'insécurité en termes d'approvisionnement énergétique et par le changement climatique. La volatilité des approvisionnements énergétiques et des prix est perturbatrice : le bouleversement social qui suivrait un changement climatique grave serait préjudiciable pour l'économie, les personnes et l'environnement. L'utilisation plus généralisée d'énergies renouvelables aidera certes, mais celles-ci vont probablement se développer lentement. En conséquence, il est vital de réduire la consommation d'énergie, et de le faire vigoureusement dès maintenant.

Une analyse chiffrée unique

Nos conclusions et recommandations sont le résultat de quatre années d'analyse de données relatives à la consommation énergétique dans le bâtiment. Elles s'appuient sur une base de données technologiques et financières complète sur les installations énergétiques et les bâtiments, et sur un modèle développé dans le cadre de ce

« Le défi, c'est d'entraîner les gens, de leur faire comprendre que c'est une chance. »

Participant à l'atelier financier EEB
Octobre 2008

projet. Cette modélisation est la première du genre à intégrer l'effet des facteurs politiques et réglementaires, des signaux prix et des changements de comportement sur la consommation d'énergie dans les bâtiments. Les simulations ont été effectuées à partir de données détaillées relatives aux caractéristiques des bâtiments et à la consommation d'énergie sur des segments de marché spécifiques.³ Notre analyse (voir chapitre 2) montre clairement l'étendue du problème et l'impossibilité de le résoudre à la vitesse où l'on progresse actuellement.

Notre conclusion : dans les conditions financières et politiques actuelles, les décideurs du secteur du bâtiment ne vont pas investir suffisamment dans la performance énergétique, même lorsque ces investissements sont rentables sur la durée de vie du projet. En effet, les propriétaires des bâtiments résidentiels et tertiaires visent un temps de retour trop court.

Une belle opportunité à saisir

Malgré la contrainte des échéances financières trop courtes, il faut inventer de nouveaux moyens de financement. C'est donc une opportunité pour développer de nouveaux produits et services afin de réduire le poids que représente l'énergie pour les consommateurs, les pays, et la planète. Ce marché pourrait représenter entre 900 et 1 300 milliards de \$ US (630 à 910 milliards €) (voir chapitre 3).

Il est possible de rendre économes aussi bien le parc neuf que le parc existant, en utilisant un bouquet de mesures actives et passives dans la conception et l'utilisation des bâtiments. L'intégration de meilleures conceptions et solutions techniques dans les bâtiments neufs et existants peut réduire la consommation d'énergie d'environ deux tiers, sans compter les améliorations de la performance des petits appareils et équipements utilisés dans le bâtiment. Certaines habitations à basse consommation énergétique existent déjà dans de nombreux pays, ce qui démontre que nos objectifs énergétiques sont réalisables techniquement (voir les exemples dans l'ensemble du rapport). Mais ces exemples ne semblent pas se généraliser dans le monde entier. Les bâtiments à faible consommation énergétique doivent devenir la norme, au lieu d'être de simples opérations de démonstration.

« Le monde économique fonctionne généralement par étape, pas par révolution. Pourtant, nous avons besoin de technologies perturbatrices. »

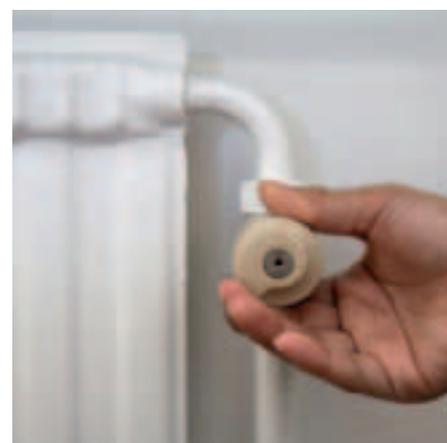
Participant à l'atelier comportement EEB
Août 2008

Trois leviers pour la Transformation

Dans notre premier rapport, nous avons identifié trois leviers pour transformer le secteur du bâtiment, soutenus par un cadre politique approprié. Ils constituent le socle du travail présenté dans ce rapport :

- 1 Des partenariats et des mécanismes financiers appropriés qui valorisent les économies d'énergie dans le bâtiment aux yeux des promoteurs, des exploitants et des utilisateurs, et stimulent les investissements dans le domaine de la performance énergétique.
- 2 Une approche globale de la conception, depuis l'échelle urbaine jusqu'à chaque bâtiment, pour encourager l'interactivité, le partage des responsabilités entre les nombreux acteurs de la chaîne de valeur du bâtiment, et l'utilisation des technologies de pointe dans le cadre de solutions intégrées pour la réduction des consommations d'énergie. Les subventions dans le domaine de la construction doivent promouvoir cette démarche intégrée et éviter les incitations aux changements d'éléments ou d'équipements individuels.
- 3 Des changements de comportement pour que les professionnels du bâtiment et les utilisateurs de ces bâtiments agissent en faveur de l'efficacité énergétique. Un ensemble de mesures sera nécessaire pour motiver les individus, telles que des campagnes de mobilisation, des mesures claires d'incitation, la formation et l'éducation.

Ces trois leviers doivent être soutenus par un cadre politique comprenant des réglementations appropriées, un bouquet de taxes et de subventions, ainsi qu'un système d'éducation et de formation adéquat.



Un optimisme exagéré entraîne une complaisance dangereuse

Plusieurs freins, qui vont des échecs commerciaux et politiques au comportement des utilisateurs des bâtiments, en passant par le manque de connaissances et de compréhension de professionnels, empêchent des progrès rapides.

Certaines analyses ont identifié que des investissements sont pertinents pour une meilleure efficacité énergétique. C'est le cas de l'isolation des bâtiments, dont le coût est minime ou presque négatif sur la durée de vie de l'investissement.⁴ D'autres analyses suggèrent que le gisement de progrès de la conception et de la technologie est tellement grand qu'une augmentation relativement faible du coût du carbone, à travers une taxe carbone ou un système de quotas d'émissions échangeables, par exemple, permettrait de rendre l'investissement supplémentaire rentable.

Ces projections sont optimistes pour les raisons économiques et structurelles que nous allons présenter ci-dessous mais également parce qu'elles supposent que l'efficacité énergétique dans les bâtiments soit considérée comme importante et prioritaire. Or cet état d'esprit n'existe pas aujourd'hui.

Tout d'abord, notre travail de modélisation, basé sur des segments spécifiques du bâtiment et des critères de décision réalistes, suggère qu'il est improbable que les mesures ayant un impact important rentrent dans les critères normaux d'investissement financier. Il est donc improbable qu'elles soient appliquées. Souvent, les solutions qui peuvent se justifier dans un contexte financier normal ne réduisent que très peu la consommation totale d'énergie. Les décisions d'investissement dans le secteur résidentiel et commercial du bâtiment reposent souvent sur des perspectives à court terme. L'investissement initial est particulièrement important en résidentiel.⁵ Ainsi, les investissements sur l'efficacité énergétique ne sont pas réalisés, alors même qu'ils auraient été rentables sur la durée de vie du bâtiment. Ensuite, il existe plusieurs freins structurels qui entravent sérieusement les décisions d'investissement, même s'ils sont financièrement attractifs :

- Un manque de transparence concernant la consommation et le coût de l'énergie, entraînent une vision faible des véritables coûts énergétiques chez l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur du bâtiment. Ces acteurs passent à côté d'investissements intéressants et n'exploitent pas, de manière optimale, les équipements installés.
- Des politiques publiques qui n'encouragent pas assez les approches et les pratiques les plus économes en énergie, voire qui les découragent directement.
- Des retards et une mauvaise application des politiques publiques et des réglementations du bâtiment, dans tous les pays.
- La complexité et la fragmentation de la chaîne de valeur du bâtiment empêchent une approche holistique de la conception des bâtiments et de leur utilisation (comme décrit dans notre premier rapport⁶).
- Un manque d'offres adaptées aujourd'hui : solutions efficaces de qualité, abordables financièrement et adaptées au contexte local pour les constructions neuves et les travaux de rénovation.
- Des intérêts divergents entre les propriétaires des bâtiments et les occupants, conduisant à ce que les bénéfices des investissements sur l'efficacité énergétique ne vont pas à ceux qui ont investi (*voir chapitre 2*).
- Une connaissance et une compréhension insuffisantes de l'efficacité énergétique parmi les professionnels du bâtiment – identifiée dans l'étude EEB publiée dans notre premier rapport –. Elles limitent leur implication en faveur de la construction durable et n'entraînent pas assez d'installation d'équipements efficaces en énergie.⁷

Les conséquences en sont une progression trop lente de la performance énergétique et un échec dans la mise en place des mesures indispensables d'économies d'énergie. Par exemple, nos simulations montrent que les politiques actuelles n'empêcheront pas la consommation énergétique d'augmenter dans les maisons individuelles en France et dans les logements collectifs en Chine. La consommation d'énergie dans les bureaux baissera au Japon, mais de façon nettement insuffisante.

Evolution de la consommation d'énergie dans les bâtiments : trois scénarios

Nous avons développé trois scénarios montrant comment pourrait évoluer le marché de l'énergie dans les bâtiments au cours des prochaines décennies, soulignant la nécessité d'une rupture dans le scénario «Transformation» (voir figure 2). Ces scénarios montrent des futurs possibles, mais ils ne sont pas prévisionnels. Ils permettent d'identifier les menaces et les opportunités, et d'aider les entreprises à se préparer à diverses éventualités. Les situations futures décrites ici fournissent une structure et des idées qui ont été utilisées dans notre modélisation (voir chapitre 2). Ils nous aident à comprendre l'ampleur du défi qui se présente au monde, quand il s'agit d'éradiquer le gaspillage d'énergie dans les bâtiments.

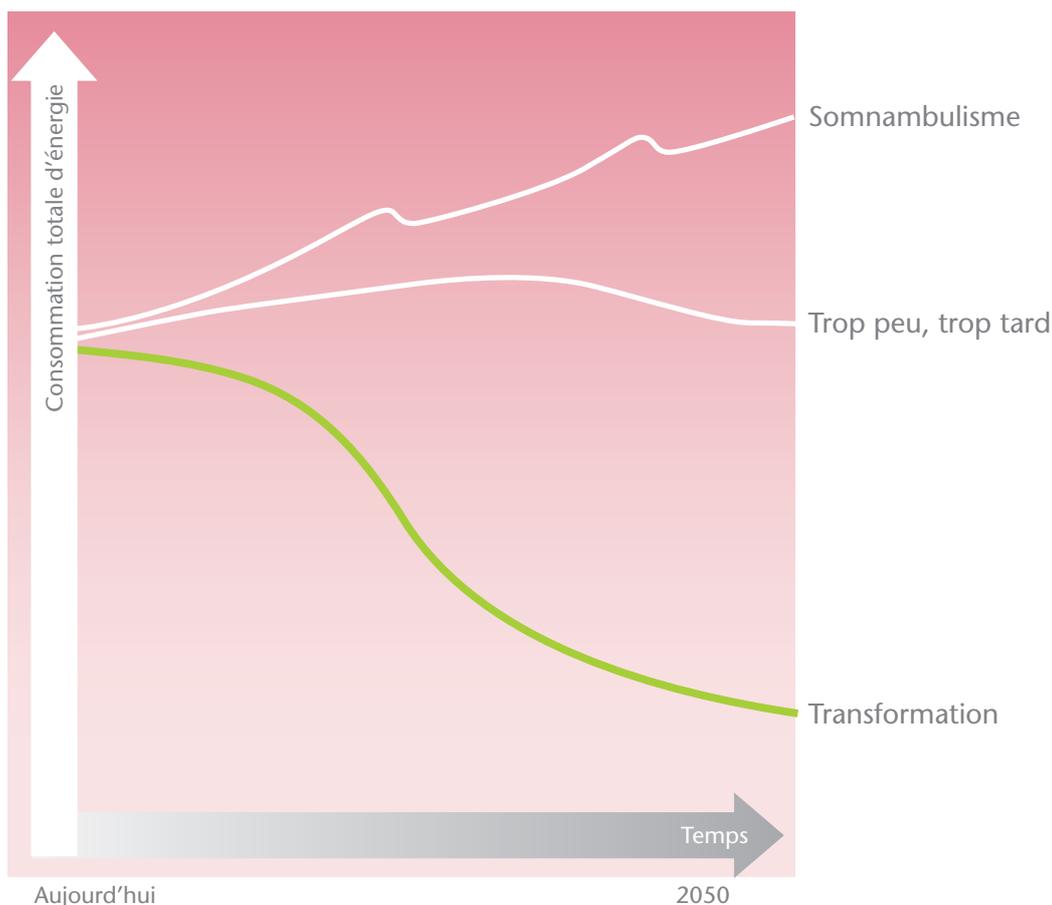


Figure 2

Trois scénarios pour la consommation d'énergie dans les bâtiments

Le somnambulisme mène à la crise

Cette voie apporte des avancées occasionnelles vite perdues puisque la consommation totale d'énergie est bien plus élevée en 2050 qu'aujourd'hui. Le nombre de bâtiments basse consommation progresse de façon lente et désordonnée.

La base de ce scénario est le prolongement des tendances actuelles en termes d'urbanisation, de croissance économique et de consommation énergétique, sans aucune action soutenue en faveur de l'efficacité énergétique. Le résultat est une série de crises économiques provoquées par la hausse des prix de l'énergie, par des irrégularités dans les approvisionnements et par des phénomènes météorologiques extrêmes. Un ensemble de mesures drastiques et hyper réactives se développe, créant une volatilité et une instabilité qui freinent le développement économique et réduisent les investissements.

La transition vers une meilleure efficacité énergétique est coûteuse et pénible, et certaines mesures de crise risquent d'être contre-productives. Après une période de crise, les individus reprennent leurs habitudes et peu de progrès sont pérennes.

Les réactions aux crises conduisent à légiférer et à réglementer dans la hâte, ce qui conduit à un manque de visibilité qui sera défavorable aux investissements des entreprises.

Trop peu, trop tard

Dans ce scénario, le développement des bâtiments basse consommation est encore trop lent, ce qui conduit à retrouver en 2050 une consommation d'énergie équivalente au niveau d'aujourd'hui. Ce scénario montre un prolongement de la situation actuelle, avec beaucoup de discours et peu d'action. Malgré la prise de conscience grandissante, l'action est éparpillée et n'est pas coordonnée. Des ébauches de changement apportent des améliorations grâce à des certifications volontaires ou obligatoires, et d'autres réglementations. Les comportements changent, caractérisés par une prise de conscience accrue du développement durable et du rôle que peuvent jouer les individus dans les économies d'énergies. Les investissements dans les bâtiments basse consommation augmentent tandis que le développement de nouvelles technologies s'accélère.

Ces changements se produisent dans quelques pays, mais restent modestes et fragmentés, et on ne peut pas parler de véritable percée. Les améliorations sont trop lentes et trop limitées pour contrebalancer le nombre croissant des bâtiments et les besoins en équipements thermiques en hausse constante. Pour les entreprises, les opportunités de développement de marché sont trop limitées pour justifier des investissements importants.

Transformation du marché

La transformation est le seul scénario menant aux importantes économies d'énergie nécessaires dans l'ensemble du parc immobilier.

Dans ce scénario, les prix de l'énergie restent élevés et stables, ce qui encourage les gens à réduire leur consommation. Des réglementations thermiques plus strictes sont appliquées dans les bâtiments neufs ou existants. De nouvelles politiques en matière d'énergie et de changement climatique sont développées et appliquées. De nouvelles compétences sont acquises et de nouveaux mécanismes financiers apparaissent. Avec le temps, les réglementations thermiques exigent que les bâtiments aient des performances énergétiques élevées. Tout ceci fait partie d'une approche mondiale globale et coordonnée face aux menaces que font peser le changement climatique sur l'économie, la société et l'environnement.

Une prise de conscience généralisée des priorités énergétiques fait changer les comportements et entraîne l'adoption rapide de technologies et de pratiques de plus en plus économes en énergie. Le scénario de la transformation apporte des opportunités commerciales des plus importantes et, sur le long terme, dans l'ensemble des secteurs de l'énergie et du bâtiment.

Services énergétiques et déterminants de la consommation d'énergie

Ce rapport est centré sur la consommation et l'efficacité énergétique, et sur un objectif déterminant: la réduction du gaspillage des ressources. Cependant, l'énergie est appréciée pour ce qu'elle permet, et non pour elle-même. Les individus ne veulent pas « plus d'énergie », mais davantage de services fournis par l'énergie: chauffage, climatisation, éclairage, et communication.

La bonne nouvelle est que les individus se satisfont d'une quantité moins grande d'énergie, tant que cette énergie apporte les mêmes services. La mauvaise nouvelle, c'est que si l'énergie n'est pas appréciée en tant que telle, les économies d'énergie tendent à être une faible priorité pour la majorité des propriétaires et des exploitants de bâtiments.

La consommation totale d'énergie dans les bâtiments est déterminée par trois facteurs principaux: la taille de la population, la surface en mètres carrés de bâtiment par personne, et l'énergie consommée par mètre carré. On peut l'exprimer avec cette formule:

$$\text{consommation totale d'énergie} = \text{population} \times \text{surface par habitant} \times \text{énergie consommée par m}^2$$

Ces composantes dépendent directement de différents éléments endogènes, et indirectement de l'activité économique et des politiques gouvernementales.

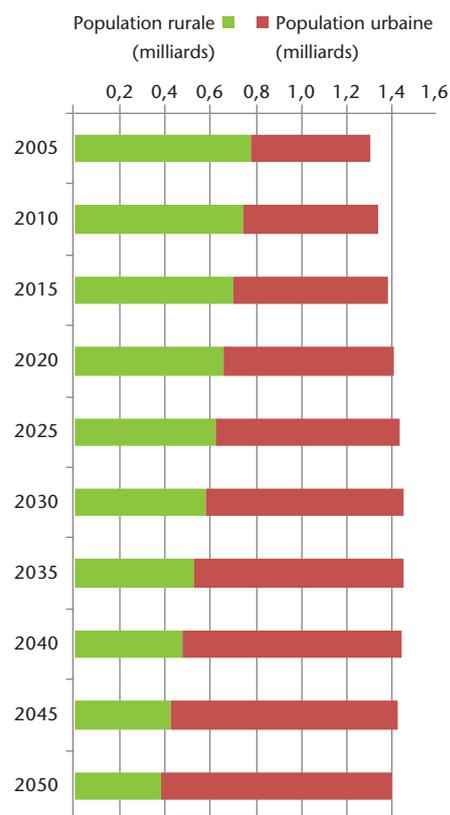
Les principaux éléments endogènes directs sont la démographie, les tendances sociales et culturelles, la conception des bâtiments et des équipements, et le climat. Les facteurs culturels ont une influence sur le niveau de confort considéré comme acceptable. Les tendances sociales ont une influence sur la taille des logements, donc sur la surface utile et la consommation d'énergie par personne. Par exemple, le vieillissement de la population et l'évolution des modes de vie font apparaître un nombre croissant de ménages célibataires composés d'une seule personne. L'urbanisation, en particulier dans les pays émergents, entraîne davantage de logements collectifs, qui sont plus performants énergétiquement que les maisons individuelles. Mais cette tendance peut s'inverser si la prospérité encourage les gens à quitter les centres-villes, élargissant la zone de vie urbaine. Les conditions économiques influencent les migrations de population et déterminent la prospérité sous-jacente. Par exemple, l'Europe a connu une migration d'est en ouest, alors que la récession économique a incité de nombreux travailleurs chinois à retourner vers les campagnes à la suite de la fermeture d'usines.

Le climat a une influence sur la demande en équipements énergétiques, en particulier sur le chauffage et la climatisation. La conception des bâtiments et le choix de leurs équipements déterminent le besoin en énergie.

La combinaison de ces facteurs détermine deux tendances générales, qui entraînent une augmentation alarmante de la consommation d'énergie dans les bâtiments:

- Une augmentation de la croissance de la population, de la prospérité et de l'urbanisation dans les pays émergents:
 - la Chine devrait développer, entre 2000 et 2020, deux fois l'équivalent de la superficie occupée actuellement par les immeubles de bureaux aux Etats-Unis.⁸ D'ici à 2030, la population chinoise sera urbaine à environ 60%, contre moins de 40% en 2005,
 - La vie urbaine, les revenus plus élevés et un accès plus large aux technologies sont associés à une consommation résidentielle plus élevée d'énergie, en particulier pour les postes chauffage, eau chaude sanitaire, électroménager et autres équipements.
- Un parc immobilier peu performant dans les pays développés, combiné à l'utilisation en augmentation constante de nouveaux équipements:
 - Dans les pays développés, de nombreux bâtiments anciens, construits avant l'application des réglementations thermiques, seront toujours utilisés en 2050. Par exemple, en France, les bâtiments construits avant l'introduction des premières réglementations en 1975 représenteront probablement plus de 50% du parc immobilier en 2050,
 - Dans les pays développés, la consommation des appareils électroménagers ne représentaient que 16% de l'énergie des ménages en 1990, mais la proportion est montée jusqu'à 21% en 2005, malgré l'amélioration de l'efficacité énergétique de ces appareils.⁹

Figure 3
Prévisions sur la population urbaine et rurale en Chine



Le dilemme de la consommation d'énergie des bâtiments

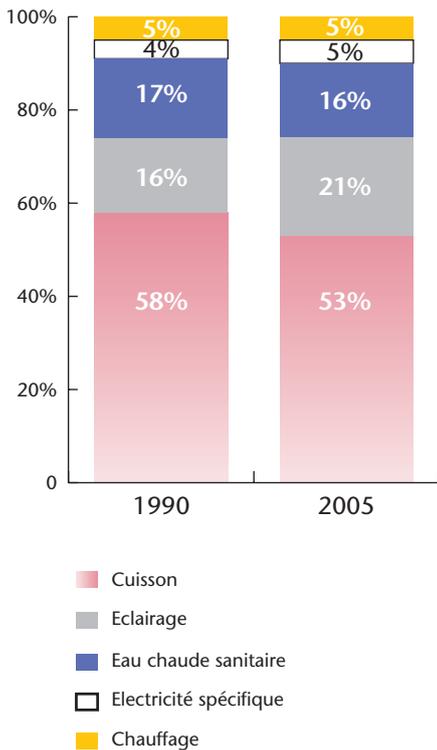
Les bâtiments représentent 30% à 40%¹⁰ de la consommation d'énergie primaire dans la plupart des pays.

L'augmentation non supportable à long terme de la consommation d'énergie dans tous les secteurs est liée à la croissance de la population mondiale (prévue pour être supérieure de presque 50% en 2050 par rapport à 2000) et à l'augmentation de la consommation d'énergie par personne liée à l'augmentation des niveaux de vie. L'enjeu crucial est de concilier la croissance démographique et la hausse des niveaux de vie dans les pays émergents, tout en construisant un futur durable à l'échelle mondiale.

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a lancé un appel en faveur d'une réduction globale de 77%, soit 48 gigatonnes d'émissions de CO₂ en-dessous des émissions prévues dans le scénario de référence pour tous les secteurs d'ici à 2050 (voir la figure 5). En tenant compte des émissions à la fois directes et indirectes, les bâtiments représentent environ 18,2 gigatonnes de cette réduction de 48 gigatonnes. L'AIE, pour sa part, demande une réduction de 8,2 gigatonnes des émissions directes, grâce à un plan de mesures destinées à améliorer la performance énergétique des bâtiments. Les réductions nécessaires en termes de pourcentage pour chaque bâtiment individuel ou chaque segment de marché peuvent différer considérablement de cet objectif absolu, selon la géographie, le climat, les conditions économiques et les habitudes de consommation. Les bâtiments peuvent également aider à réduire les émissions de carbone générées par la production électrique, en développant la production locale sur site et d'autres technologies de production locale plus efficaces. Ce qui permettra des réductions plus élevées que les 8,2 gigatonnes exigées.

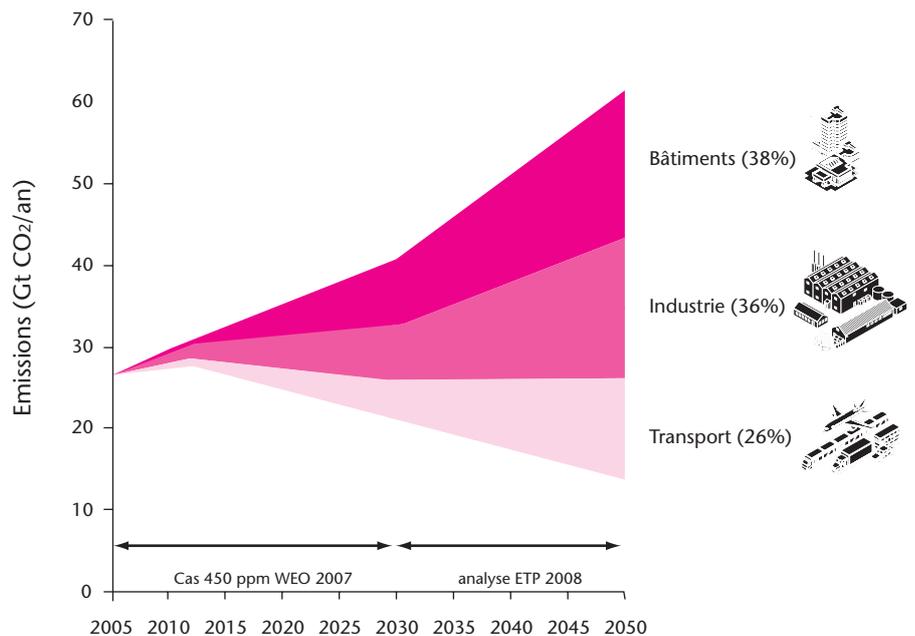
Nos projections pour les régions examinées dans l'étude EEB montrent que, sur la base des tendances actuelles, le Brésil, la Chine et l'Inde atteindront un "haut niveau de développement", tel que celui défini par l'ONU. Cependant, la consommation d'énergie dans les bâtiments pour l'ensemble des six régions EEB, à l'exception de l'Inde, se sera envolée bien au-delà de l'objectif fixé par l'AIE (voir la figure 3). Pour

Figure 4
Augmentation de la consommation des équipements



(Source: Energy Technology Perspectives 2008, IEA 2008)

Figure 5
Le dilemme de la consommation d'énergie des bâtiments: les bâtiments doivent contribuer à hauteur de 17% à la réduction des émissions de CO₂ d'ici à 2050

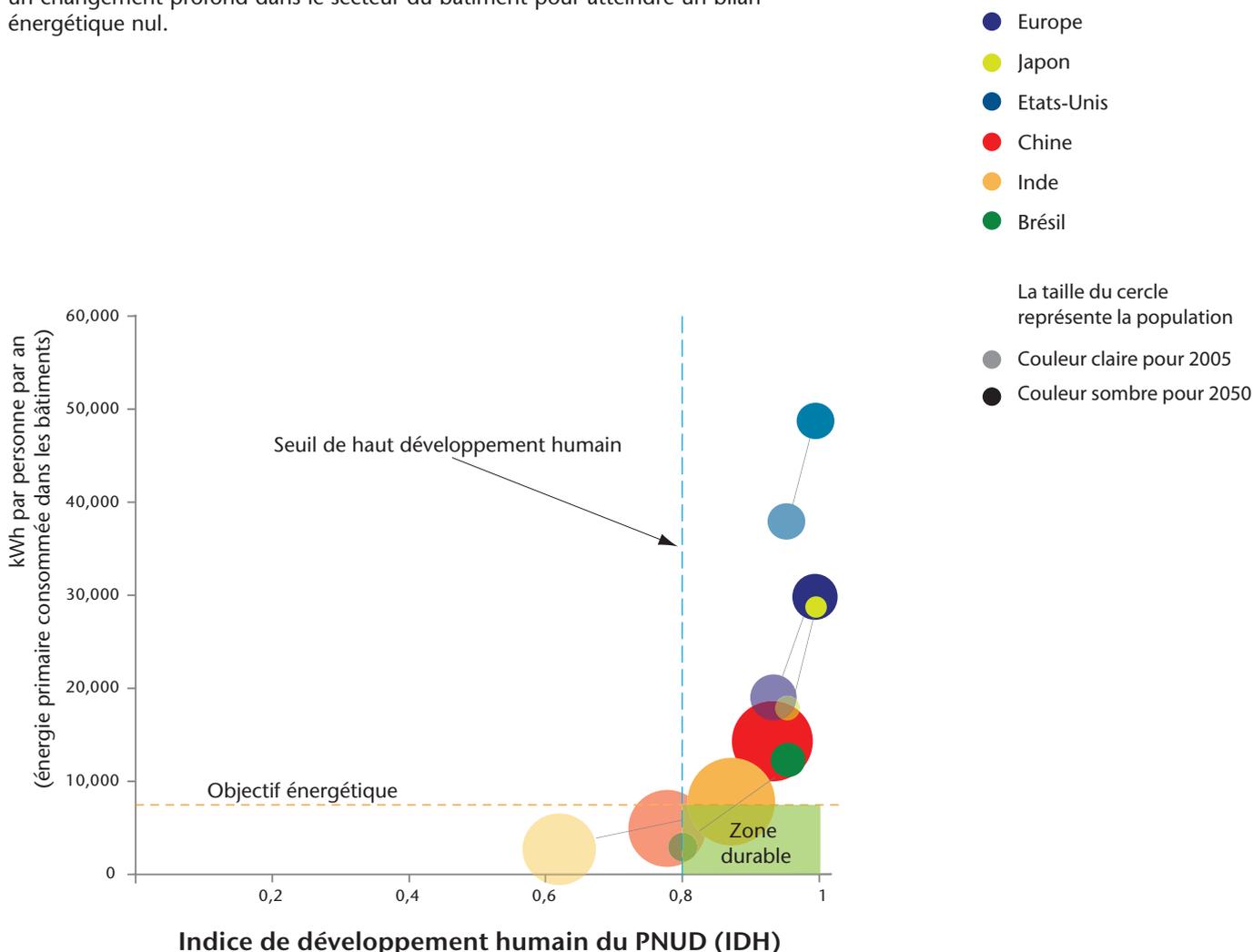


atteindre cet objectif, la consommation d'énergie moyenne dans les bâtiments par habitant en 2050 devra être inférieure à la moyenne actuelle pour les six régions EEB. En tenant compte de la croissance démographique, cela donne une réduction de la consommation d'énergie des bâtiments pour les régions de l'EEB de presque 60% en moyenne¹¹, ce qui suggère que les plus gros consommateurs, tels que les Etats-Unis, devront être au moins à 80% en-dessous du scénario de référence en 2050. C'est un énorme défi étant donné l'augmentation des niveaux de vie et les tendances en termes de prévision d'évolution des consommations d'énergie prises en compte dans le scénario tendanciel.

Le scénario «Trop peu, trop tard», avec une amélioration de l'efficacité énergétique par étapes successives, sera loin de compenser la croissance de la demande énergétique des bâtiments, rendant impossible les réductions nécessaires de la consommation totale d'énergie.

Agir immédiatement est nécessaire en raison de l'échelle de temps très longue, caractéristique du secteur du bâtiment. Contrairement aux voitures, les bâtiments durent plusieurs décennies, ou même plusieurs siècles dans certains pays. Le parc automobile entier d'un pays peut être renouvelé en une douzaine d'années, permettant ainsi l'émergence des nouvelles technologies et d'une plus grande efficacité. Mais les bâtiments construits aujourd'hui seront probablement toujours existants vers la fin de notre siècle. Avec les légères améliorations apportées, le scénario tendanciel ne va pas permettre d'atteindre la cible. Il faut opérer un changement profond dans le secteur du bâtiment pour atteindre un bilan énergétique nul.

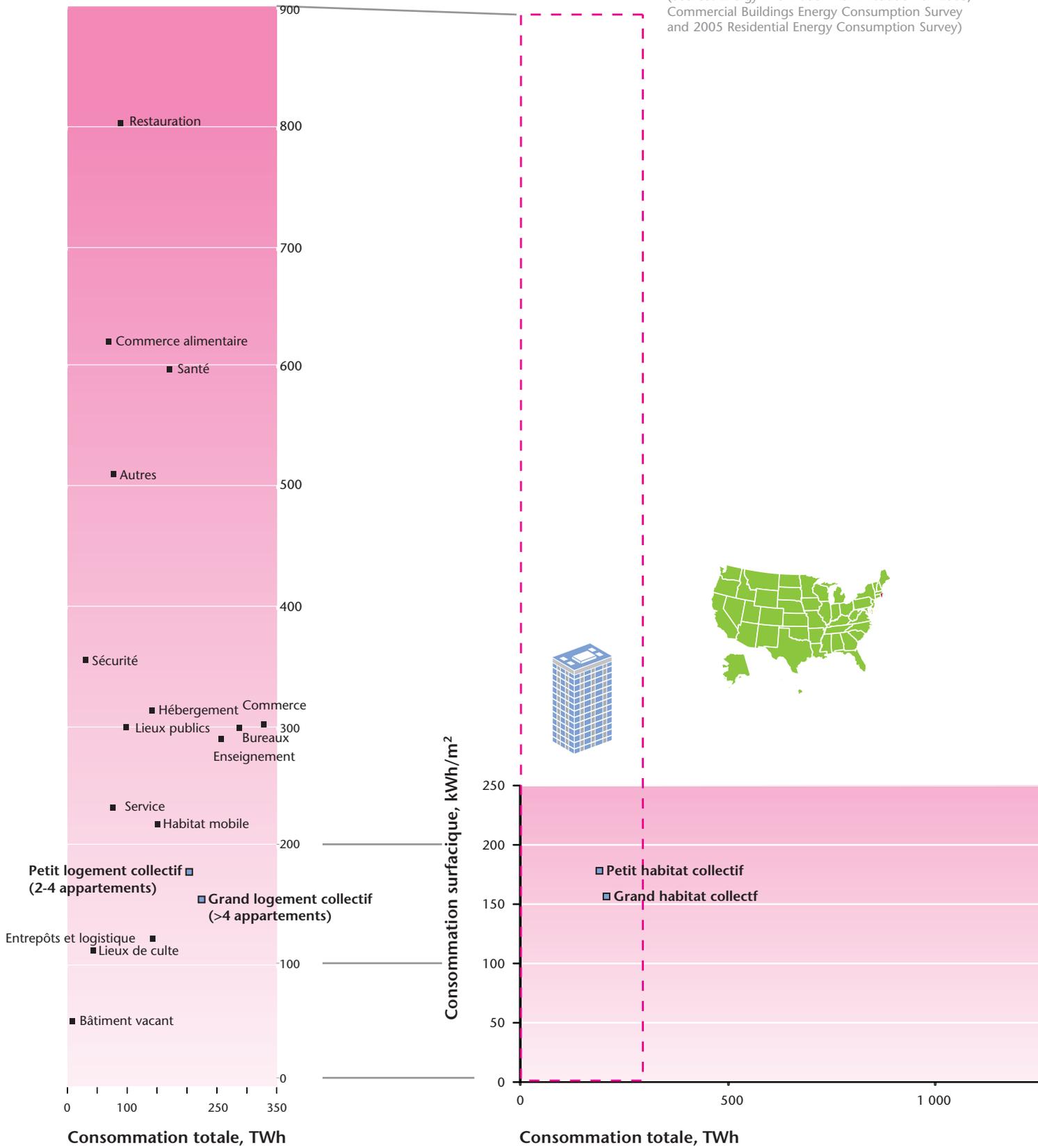
Figure 6
Développement non durable 2050



Figures 7 & 8

Consommation par unité de surface et consommation totale d'énergie – bâtiments tertiaires et résidentiels aux Etats-Unis

(Source: Energy Information Administration en 2003, Commercial Buildings Energy Consumption Survey and 2005 Residential Energy Consumption Survey)



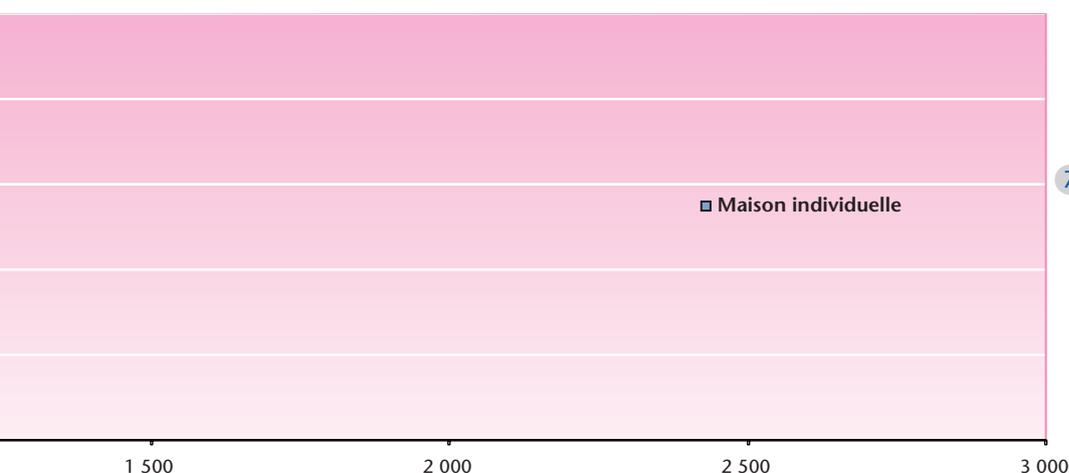
Un marché complexe nécessite une approche par segment

Le marché du bâtiment est complexe. Il présente des variations importantes entre les bâtiments, les consommations d'énergie d'un pays à l'autre, d'une zone climatique à une autre, et entre les différents types de bâtiments.

La nature du processus de décision qui influe la consommation d'énergie dans les bâtiments nécessite d'adopter une approche ascendante « *bottom-up* » pour identifier les freins à l'amélioration de la performance énergétique et les moyens de les libérer. Cette approche est préférable à une approche descendante « *top-down* » qui proposerait des recommandations reposant sur des données et analyses macro-économiques. Cette approche ascendante « *bottom-up* » doit être appliquée à chaque segment, en fonction des caractéristiques spécifiques de la consommation d'énergie.

Nous avons choisi de nous concentrer sur les segments consommant le plus d'énergie : les bâtiments résidentiels (divisés entre les maisons individuelles et les logements collectifs), les bureaux et le commerce de détail. Ensemble, ils représentent plus de la moitié de la consommation d'énergie dans l'ensemble des six régions couvertes par le projet. Certains autres segments, tels que la restauration, utilisent l'énergie de façon plus intensive, mais consomment moins d'énergie au total (voir figures 7 & 8).

Nous avons étudié les politiques, les choix constructifs, les critères financiers et les comportements directement liés à chacun de ces segments de marché, et utilisé cette analyse pour identifier des mesures communes pouvant s'appliquer à tous les bâtiments. Ces segments sont analysés dans le chapitre suivant.



Réussir la transformation

Les progrès visés ne pourront pas être obtenus en s'intéressant uniquement au marché du bâtiment. Ils devront être complétés par un environnement réglementaire adapté et par un changement fondamental dans les comportements. Pour comprendre comment les bâtiments basse consommation peuvent devenir une composante cruciale de la poursuite du développement de nos sociétés, nous devons répondre à ces questions-clés :

- 1 Comment pouvons-nous améliorer l'information sur la consommation d'énergie dans les bâtiments, en faisant savoir où et comment l'énergie est consommée ?
- 2 Comment pouvons-nous mettre en place des mesures incitatives récompensant les économies d'énergie, et pénalisant les performances médiocres ?
- 3 Comment pouvons-nous financer le coût du développement et de la commercialisation de nouvelles technologies ?
- 4 Comment pouvons-nous surmonter l'obstacle de l'investissement initial et les critères de décision à court terme qui entravent les actions en faveur de l'efficacité énergétique ?
- 5 Comment pouvons-nous diffuser les bonnes pratiques et les innovations dans les méthodes et mécanismes de financement, et dans les nouvelles technologies et les comportements ?
- 6 Comment pouvons-nous développer une prise de conscience des questions énergétiques de sorte que l'efficacité énergétique soit partie intégrante du mode de vie moderne et devienne une source d'avantages compétitifs ?
- 7 Comment pouvons-nous mener à bien notre action en changeant le comportement de tous les acteurs dans le secteur du bâtiment, aussi bien que celui des utilisateurs des bâtiments ?

2. Logements, bureaux, commerces : Analyse par segment de marché

Pour comprendre quels sont les déterminants de la consommation d'énergie et pour lever les freins à la Transformation, nous avons examiné les caractéristiques de quatre segments clés, qui représentent ensemble plus de 50% de la consommation énergétique des bâtiments dans les six régions étudiées. Ce chapitre est un résumé de notre analyse détaillée et de nos travaux de modélisation. Il comprend des résumés d'études de cas en France (maison individuelle), en Chine (logement collectif) et au Japon (bureaux), montrant les tendances énergétiques jusqu'en 2050, dans les conditions actuelles et après (mise en place de mesures radicales) Transformation (voir explication de la modélisation dans l'encadré page 21).

Après avoir identifié les freins à l'action, nous faisons des recommandations pour chaque segment de marché, qui serviront de base pour nos recommandations globales, dans le dernier chapitre.

Intérêts divergents

Un obstacle important commun à tous les types de bâtiments qui ne sont pas occupés par le propriétaire est ce que l'on peut désigner par la « divergence d'intérêts ». Ce terme, qui s'applique aussi bien aux bâtiments résidentiels que tertiaires, signifie que le bénéfice des économies d'énergie ne va pas à la personne qui réalise l'investissement. Par exemple, il est fréquent que le propriétaire ait à sa charge les investissements d'amélioration de l'efficacité énergétique, mais que le locataire perçoive les bénéfices d'une facture d'énergie moins élevée. Cela signifie que le propriétaire n'a aucun intérêt direct à investir (bien que les propriétaires puissent bénéficier d'une revalorisation des loyers)¹². Par ailleurs, si le propriétaire a la charge des factures d'énergie, le locataire n'a aucun intérêt direct à économiser l'énergie. Voir résumé des relations entre propriétaires et locataires liées à cette « divergence d'intérêts » dans le tableau 1.

Les relations entre propriétaires et locataires se compliquent aussi en raison des pratiques de facturation, car il arrive que les locataires ne paient pas directement l'énergie qu'ils consomment. De nombreux appartements et bureaux dans les logements collectifs n'ont pas de chauffage individuel ou de compteur pour mesurer la consommation. Les frais de chauffage peuvent être inclus dans le loyer ou facturés aux locataires à partir de critères tels que la superficie, de sorte que le locataire n'a pas d'incitation à économiser l'énergie. Lorsque les locataires sont facturés en fonction de leur consommation réelle, la consommation d'énergie pour le chauffage baisse généralement de 10 à 20%.¹³

Tableau 1

Divergence d'intérêts entre l'investissement et les économies d'énergies

Responsabilité des factures	Conséquence	
	Propriétaire	Locataire
Propriétaire	Incitation à investir	Aucune incitation à économiser l'énergie
Locataire	Aucune incitation à investir	Incitation à économiser l'énergie

La modélisation EEB

Le modèle de simulation quantitative développé par EEB est une approche unique d'analyse de l'énergie dans les bâtiments. Il simule les actions des décisionnaires qui doivent choisir parmi plusieurs investissements possibles et parmi une gamme d'options concernant la conception et la construction. Il simule aussi la réponse du marché selon différents bouquets de mesures financières, techniques, comportementales, et politiques.

Le modèle porte sur la consommation énergétique d'un parc de près de 20 millions de bâtiments qui évolue pour atteindre 30 millions de bâtiments d'ici à 2050. Il analyse 500 différentes options de construction couplées avec 24 systèmes énergétiques différents. Une illustration simplifiée est donnée en figure 9.

Les décisions sont simulées en comparant la valeur actualisée nette des options disponibles. Le choix est guidé par les critères financiers et limité (pour le scénario de référence) aux options situées dans les 25% les moins chères en termes d'investissement initial (on fait varier les hypothèses dans les autres scénarios). Le modèle calcule la valeur actualisée nette sur une durée de 5 ans. Nous étendons la durée à 10 et 20 ans pour tester l'impact de critères moins stricts ou de modèles financiers qui s'accommodent de retours sur investissement sur une durée plus longue.

Pour chaque segment, plusieurs « cas de référence » ont été créés afin d'illustrer la diversité des bâtiments et des systèmes énergétiques. Les bases de données concernant les bâtiments ont été créées par EEB en collaboration avec quatre universités de premier plan.¹⁴ La consommation d'énergie pour chaque cas de référence et pour chaque choix possible, en termes de conception et de construction, a été calculée en utilisant un outil de modélisation de la consommation d'énergie dans les bâtiments, disponible sur le marché, qui a pris en compte toutes les interactions complexes des systèmes énergétiques du bâtiment. Chaque option a été chiffrée à partir des données du marché et d'après des experts financiers.

Le modèle a pris en compte tous les systèmes énergétiques qui contribuent à la consommation d'énergie. Les options en faveur d'une meilleure efficacité énergétique comprenaient les améliorations connues ou en cours de développement dans l'enveloppe des bâtiments : l'éclairage, le chauffage, la ventilation, la climatisation, l'eau chaude sanitaire, et l'électricité spécifique. La production d'électricité locale a été prise en compte principalement avec les systèmes solaires photovoltaïques.

Le modèle donne des prévisions à intervalles de 5 ans jusqu'en 2050, en tenant compte de la croissance prévue du parc immobilier au cours de la période, ainsi que des taux de remplacement naturels pour chaque équipement. Les résultats donnés par la modélisation sont les suivants :

- Consommation totale et nette d'énergie (primaire et finale) et émissions de CO₂ (par bâtiment et total pour le segment), y compris la production locale d'énergie
- Investissements et frais d'exploitation (par bâtiment et total pour le segment)
- Prêts, subventions et taxes liés aux politiques concernées par le scénario
- Coût total des politiques
- Opportunité commerciale

Tous les détails concernant la modélisation et les simulations en fonction des scénarios de chaque segment sont disponibles sur le site Internet du projet EEB à l'adresse suivante : www.wbcd.org/web/eeb.htm.

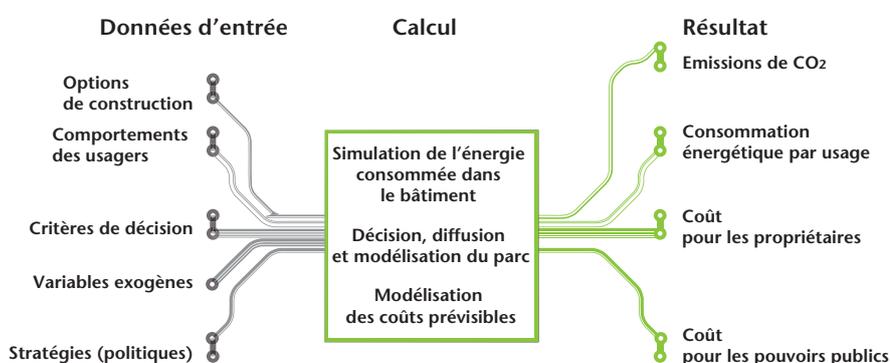
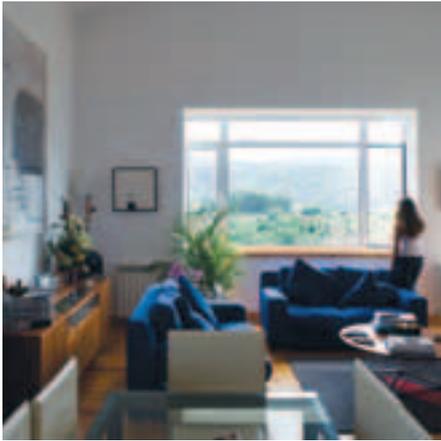


Figure 9

Description synthétique de la modélisation EEB



Segment résidentiel

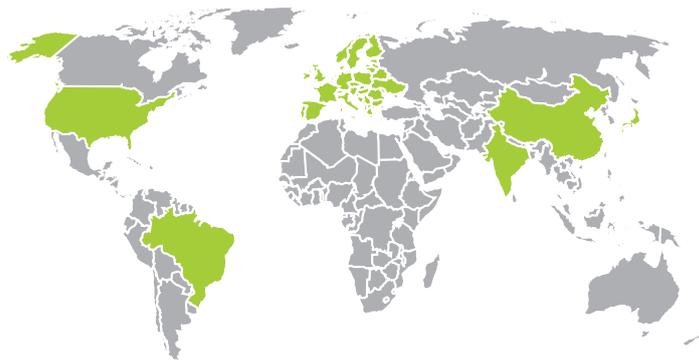
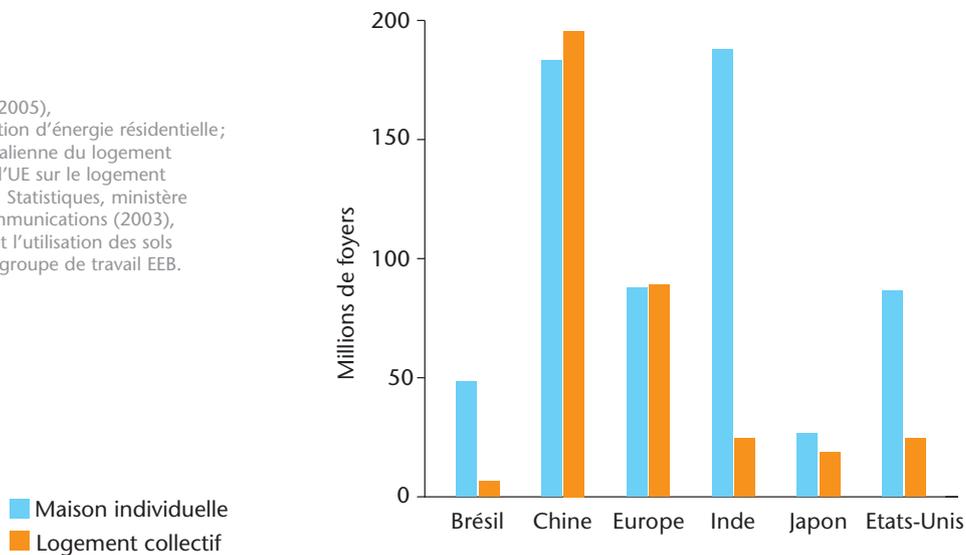
Le segment résidentiel présente une consommation d'énergie sensiblement plus élevée que celle des bâtiments tertiaires dans chacune des six régions EEB. Le nombre de propriétaires est un défi : les nombreux décideurs individuels dans le domaine du logement ne sont responsables que d'une petite fraction de la consommation d'énergie, contrairement aux grands parcs de logements sociaux qui dépendent des collectivités locales.

Nous avons étudié les maisons individuelles, distinctement des logements collectifs, pour comprendre les critères déterminants et les freins spécifiques en matière d'énergie. Les maisons individuelles dominent au Brésil, en Inde et aux Etats-Unis, alors que la proportion de maisons individuelles et de logements collectifs est à peu près égale dans les autres régions. L'équilibre pourrait changer en raison de plusieurs tendances contradictoires :

- L'augmentation de la population devrait se traduire par la construction de plus de logements collectifs car c'est une façon plus rentable d'utiliser le foncier,
- L'urbanisation croissante orientera vers le logement collectif, en raison de la pénurie de foncier disponible dans les villes,
- Le développement économique pourrait avoir l'effet inverse car les foyers ont tendance à emménager dans des maisons individuelles lorsqu'ils deviennent plus aisés,
- Le vieillissement de la population aura pour résultat une moindre densité d'occupation et une hausse du nombre de foyers d'une seule personne.

Figure 10
Les chiffres

(Sources : US DOE EIA (2005), Etude sur la consommation d'énergie résidentielle; Federcasa, Fédération italienne du logement (2006); Statistiques de l'UE sur le logement 2005/2006; Bureau des Statistiques, ministère de l'Intérieur et des communications (2003), Etude sur le logement et l'utilisation des sols (Japon); recherches du groupe de travail EEB.



Par exemple, la taille moyenne des foyers dans les zones urbaines chinoises est descendue de 3,5 personnes en 1990 à 2,95 en 2006. Au cours de la même période, le revenu annuel a progressé de 1 516 Yuans par personne à 12 719 Yuans par personne¹⁵ (voir figure 10).

Consommation d'énergie

La consommation d'énergie dans le résidentiel a augmenté dans toutes les régions. Ceci est le reflet de l'augmentation de la taille des logements, des exigences de confort et du nombre d'appareils ménagers. Dans les pays développés, les logements collectifs utilisent moins d'énergie que les maisons individuelles, en raison, principalement, de la surface plus faible des murs et des toits qui limite les pertes d'énergie, et de la surface utile plus restreinte qui implique moins de volume à chauffer et à climatiser. Selon les données américaines, un appartement moyen consomme environ la moitié de l'énergie annuelle consommée par une maison individuelle, bien que la taille plus réduite signifie que la consommation d'énergie au mètre carré est supérieure (voir tableau 2). Les consommations d'énergie sur les principaux postes sont sensiblement plus élevées dans les maisons individuelles.

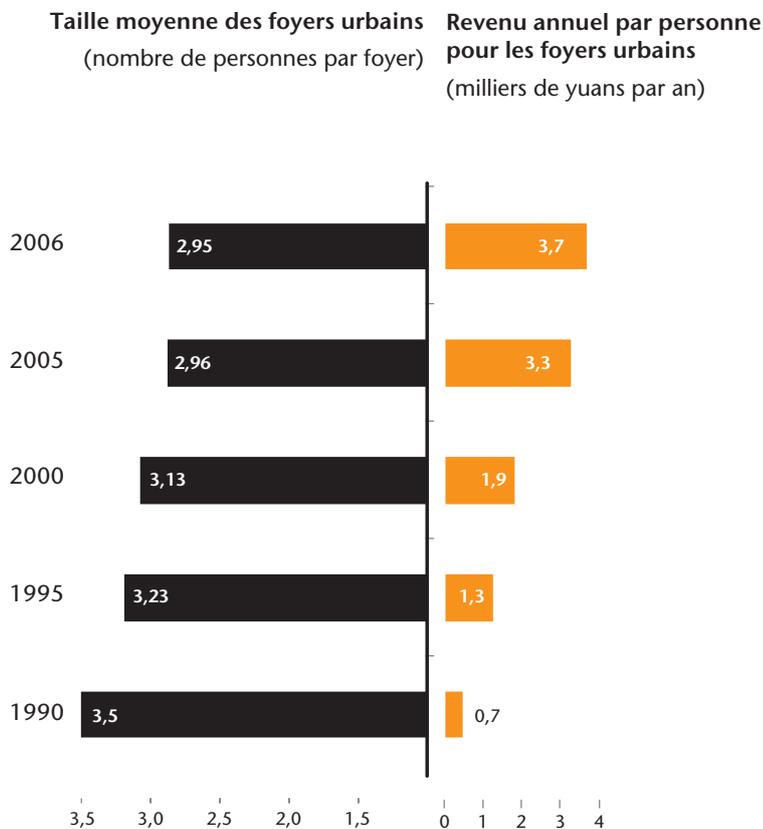


Figure 11

Diminution de la taille des foyers et augmentation des revenus en Chine

Les faits

- La taille moyenne des foyers (en nombre de personnes) varie de 2,4 en Europe occidentale à 5,2 dans l'Inde rurale
- 70% des logements en Inde n'ont pas plus de deux pièces

Tableau 2

Consommation annuelle d'énergie des foyers aux Etats-Unis et par mètre carré

(Source: US Energy Information Administration (2005), Etude sur la consommation d'énergie résidentielle.)

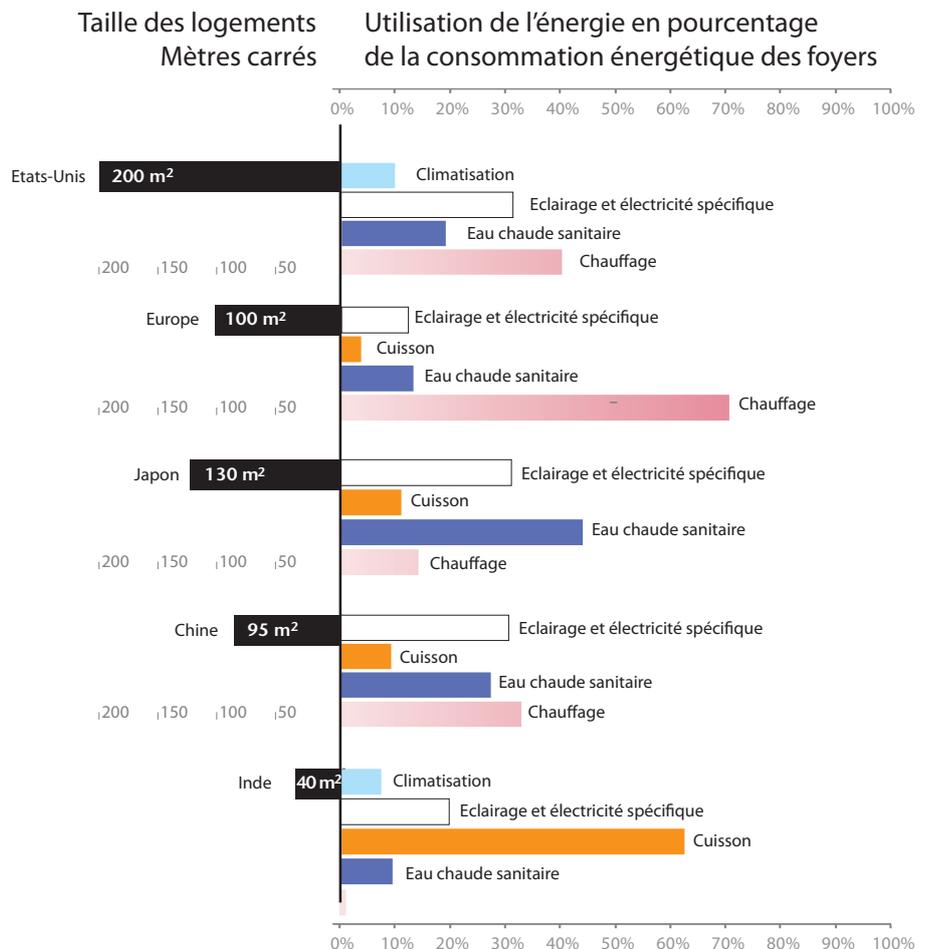
	Appartements	Maisons individuelles
Consommation totale (TWh)	264	2 285
Par foyer (kWh)	15 760	31 730
Par personne (kWh)	7 740	11 630
Par mètre carré (kWh)	212	126



Les utilisations de l'énergie varient grandement en fonction de la culture, du climat et du niveau de vie (voir figure 12). Le chauffage domine en Europe et dans le nord de la Chine, alors que l'eau chaude sanitaire est très développée au Japon. Dans l'Inde rurale, comme dans de nombreux pays émergents, où de nombreux foyers n'ont pas accès à l'électricité, la principale consommation d'énergie est due à la cuisson (en utilisant la biomasse). L'augmentation du niveau de vie dans les pays émergents devrait se traduire par une consommation d'énergie supérieure pour les équipements de base, les appareils ménagers et les appareils électroniques.

Figure 12

De fortes disparités dans les tailles de logements et les utilisations de l'énergie pour le secteur résidentiel dans les régions étudiées



Dans de nombreux pays, les bâtiments construits avant que les réglementations relatives à l'énergie aient été mises en place constitueront la moitié du parc immobilier en 2050. En Europe, 50% des logements actuels ont été construits avant 1975 (voir figure 13).

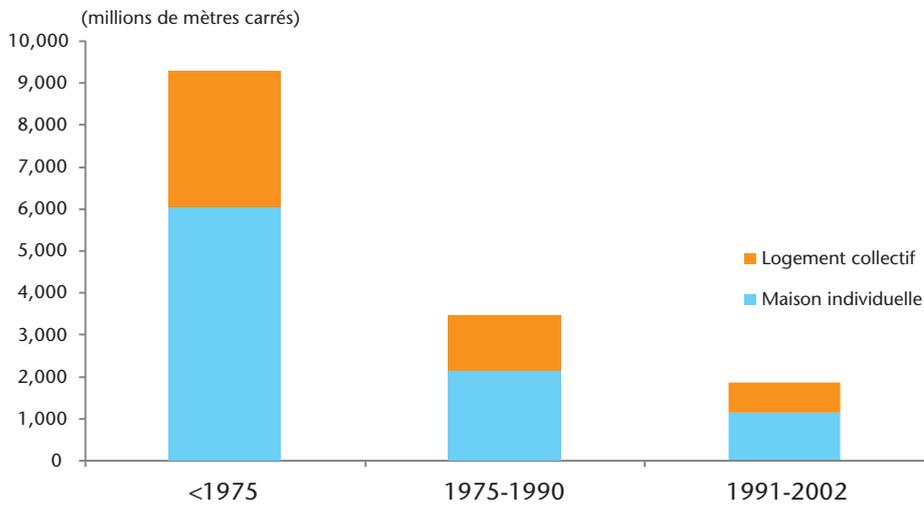
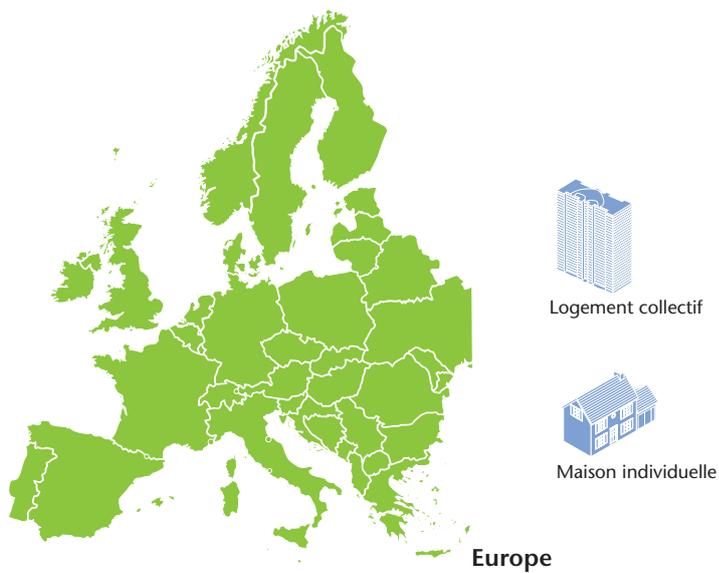


Figure 13
Les logements anciens constituent la norme en Europe





Maison individuelle

Le segment maison individuelle est le plus important par le nombre de bâtiments, la superficie par personne, la consommation d'énergie, et les émissions de CO₂. C'est le segment résidentiel le plus important sur la majorité des marchés. Une population de plus en plus prospère aura tendance à préférer des maisons individuelles plus grandes et mieux équipées, entraînant ainsi une augmentation sensible de la consommation d'énergie, tant que des mesures radicales ne sont pas prises pour réduire cette consommation. En effet, la mise en place de mesures pourrait s'avérer très efficace du fait de la forte proportion de propriétaires-occupants (jusqu'à 90% dans certains pays).

La taille des maisons est l'une des principales différences entre les pays. Les maisons américaines sont sensiblement plus grandes que dans les autres pays et les maisons indiennes se trouvent à l'autre bout de l'échelle (voir figure 12).

Caractéristiques énergétiques

Les habitants des pays développés consomment beaucoup plus d'énergie dans leurs maisons que ceux des pays émergents. Ceci est dû aux superficies plus grandes, aux exigences de confort plus élevées et au plus grand nombre d'appareils ménagers. La consommation d'énergie au Japon est beaucoup plus faible car les habitants ne chauffent qu'une seule pièce, et non la maison entière. La consommation des pays émergents augmente, à mesure qu'ils deviennent plus riches.

Le changement de comportement s'est traduit par une augmentation de la consommation d'énergie. Cela se remarque particulièrement pour le chauffage, qui représente le principal usage dans les climats les plus froids. Par exemple, au cours des 10 dernières années, les températures intérieures ont augmenté de 3°C au Royaume Uni, entraînant une augmentation de 20% de la consommation d'énergie liée au chauffage.

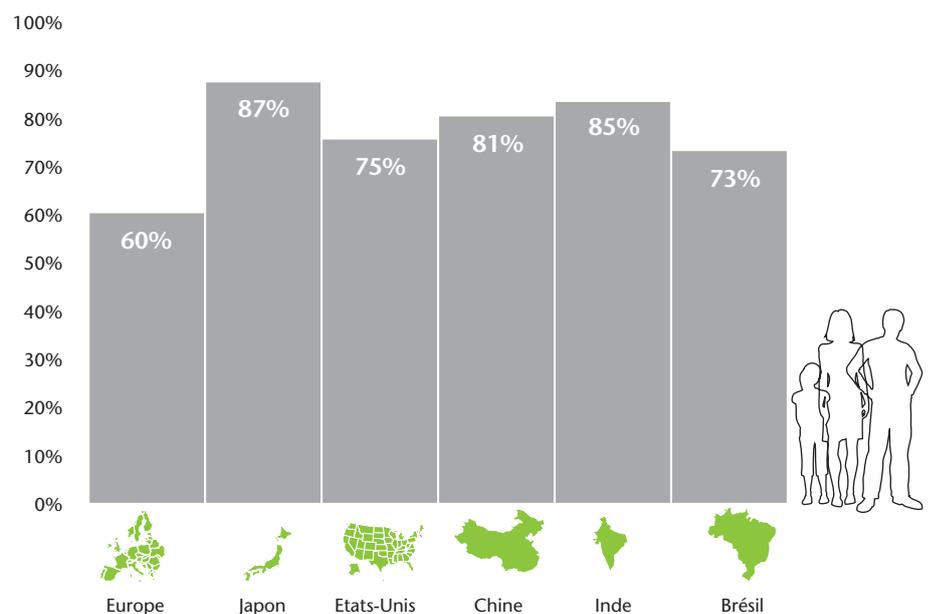


Figure 14
Un niveau élevé de propriétaires occupants de maisons individuelles dans les régions étudiées

Les freins à la réduction de la consommation d'énergie

Europe

La rénovation des logements anciens énergivores est le défi majeur en Europe. Les propriétaires sont influencés essentiellement par des critères financiers et les conséquences ressenties en termes de confort et d'esthétique (plutôt que par les économies d'énergie proprement dites). Par exemple, en France, les ménages ont installé des panneaux solaires photovoltaïques notamment pour afficher leur engagement vis-à-vis des énergies renouvelables, mais aussi pour suivre la tendance et parce qu'ils bénéficient de tarifs d'achat très intéressants. De la même manière, un grand nombre de fenêtres a été remplacé, du fait des réductions d'impôts qui permettent de réduire l'investissement initial. Selon les distributeurs de fenêtres, de nombreux propriétaires de maisons veulent d'abord améliorer l'apparence de leur logement avant d'économiser de l'énergie. Des fenêtres plus performantes offrent une isolation phonique et thermique renforcée, mais ne permettent de réduire la déperdition de chaleur que de 10% seulement, contre 30% pour l'isolation des murs ou des toitures.

L'absence d'« offre » adaptée est particulièrement marquante pour les propriétaires individuels. Les ménages ont besoin de solutions économes en énergie qui soient facilement identifiables et adaptées à leur propre situation. L'offre doit inclure des informations, des conseils et une main d'œuvre qualifiée pour effectuer l'installation, ainsi qu'une garantie de performance.

Deux freins clés s'opposent à la transformation du marché actuel de la rénovation en un marché de l'efficacité énergétique :

- Les ménages ignorent où trouver les informations pertinentes sur les solutions techniques, les prix et les fournisseurs ; il n'y a pas de « guichet unique » pour la rénovation.
- Les propriétaires prennent leurs décisions essentiellement en fonction de l'investissement initial, et non pas en fonction de la rentabilité économique globale du projet.

Pays émergents

Les principaux freins sont le manque de réglementation ou le manque d'application de ces réglementations, sans compter des financements insuffisants. En Chine, la réglementation du bâtiment n'est pas appliquée efficacement. Au Brésil, 75% des maisons individuelles sont considérées comme étant construites en dehors des filières professionnelles officielles.

En outre, la nécessité de fournir aux gens un logement décent prend le pas sur l'efficacité énergétique.

Japon et Etats-Unis

Ces pays présentent une forte proportion de constructions neuves, tendance qui va se poursuivre aux Etats-Unis en raison de la croissance continue de la population. Le problème est de rendre abordables les solutions techniques disponibles et de pouvoir les diffuser à grande échelle. L'extrême diversité du segment est le principal obstacle à la standardisation de l'efficacité énergétique pour les nouvelles maisons individuelles.

Aux Etats-Unis, la consommation d'énergie par personne est très élevée, notamment à cause de la prolifération des appareils ménagers et des équipements électroniques. Des réglementations du bâtiment dans le secteur résidentiel s'appliquent à l'échelle des Etats et au plan local. Elles incluent, pour la plupart, des exigences en matière de performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment. Cependant certains Etats n'ont pas de réglementation. Ce patchwork d'exigences conduit à une certaine hétérogénéité en termes de pratiques de construction et d'équipements. Les problèmes clés sont le renforcement de la réglementation et le changement de comportement.

Au Japon, l'efficacité énergétique est élevée et la consommation d'énergie est relativement faible dans les maisons individuelles, mais la durée de vie des maisons est généralement de 30 ans seulement. L'enjeu est donc de rénover plutôt que de démolir, d'augmenter la durée de vie des maisons et d'introduire des équipements de production d'eau chaude sanitaire à haute performance énergétique, afin de réaliser des économies d'énergie.

Les faits

Dans les régions étudiées, les maisons individuelles :

- Représentent entre 50 et 90% du secteur résidentiel
- Consomment plus des deux tiers de l'énergie totale du secteur résidentiel
- Sont responsables de plus de 40% des émissions totales de CO₂ des bâtiments



Etude de cas : maisons individuelles – France

La consommation d'énergie du segment des maisons individuelles en France est représentative de la moyenne européenne. Ce segment se situe également à un niveau intermédiaire de l'ensemble des six régions étudiées, en termes de PIB, de niveau de confort, de consommation d'énergie par personne, et de réglementation en vigueur. Il se distingue par ses émissions de CO₂ plus faibles, en raison du faible contenu en CO₂ du mix énergétique en France, et par une part plus importante d'usage thermique de l'électricité (chauffage et eau chaude sanitaire) liée à des prix de l'électricité plus bas que la moyenne européenne.

Caractéristiques du segment

- Il s'agit du principal segment dans le secteur du bâtiment en France, par le nombre de bâtiments (14,5 millions, soit 60% du secteur résidentiel), la superficie, le nombre d'habitants, la consommation d'énergie (deux tiers du secteur résidentiel), et les émissions de carbone.
- C'est un marché très fragmenté, avec de nombreuses typologies constructives (enveloppe, systèmes de chauffage, efficacité énergétique, etc.).
- Le chauffage constitue le principal poste de consommation d'énergie, plus des deux tiers de la consommation finale d'énergie du segment.
- Le taux de renouvellement est faible (0,2% par an) et plus de 60% du parc ont été construits avant 1975. Le principal défi en matière d'efficacité énergétique est la rénovation des maisons existantes : 12 millions de bâtiments, soit plus de 80% du parc actuel, ont besoin d'être rénovés pour améliorer leur performance énergétique.

Ces bâtiments présentent un potentiel important d'économies d'énergie, tout d'abord en réduisant les besoins de chauffage grâce à l'isolation, à l'étanchéité à l'air et à des équipements plus efficaces, ensuite par des améliorations sur l'eau chaude sanitaire et sur l'éclairage. Mais les coûts sont conséquents. Une amélioration globale de la performance énergétique risque de coûter entre 15 000 et 30 000 euros par foyer (entre 20 000 \$ US et 40 000 \$ US) hors subventions. Cela, alors qu'environ 3 800 euros seulement (5 000 \$ US) sont dépensés en moyenne actuellement pour les travaux de rénovation liés à l'amélioration de la performance énergétique.¹⁶ De nouvelles formes de financement sont nécessaires. Le défi consiste à identifier la combinaison de politiques et de mesures la plus pertinente pour inciter les décisionnaires à effectuer ces investissements lourds et à long temps de retour.

L'expérience montre que les propriétaires ont tendance à dépenser des sommes plus faibles sur des améliorations moins complètes qui souvent ne sont pas suffisamment efficaces. On estime que 70% des investissements en matière d'efficacité énergétique couvrent principalement l'installation de double vitrages – ce qui n'est pas l'option la plus efficace –, puis l'isolation des murs. La qualité des travaux est aussi souvent en dessous du niveau requis pour des bâtiments performants¹⁷.

Modélisation EEB

Nous avons simulé de nombreuses options pour le segment des maisons individuelles en France, en testant des combinaisons différentes de mesures réglementaires, financières et fiscales, et de choix technologiques.

Dans ce document, nous nous concentrons sur deux scénarios : la poursuite des politiques actuelles (scénario de Référence) et la mise en place de politiques permettant d'obtenir des réductions significatives des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ (scénario Transformation). Nous ne préconisons pas particulièrement que la France, ni aucun autre pays, applique les politiques propres au scénario Transformation que nous avons modélisées, mais celles-ci illustrent le type d'action agressive qui pourrait être adoptée pour mettre en place le scénario Transformation. Chaque pays devra évaluer les approches convenant à son propre environnement réglementaire et politique. Les données clés de ces deux scénarios sont résumées dans le *tableau 3*.

Le scénario de Référence représente les politiques actuelles en France, y compris les subventions pour l'installation d'équipements et de matériels économes en énergie, et un tarif d'achat pour l'électricité photovoltaïque injectée, correspondant à cinq fois le prix de vente de l'électricité.

Avec les politiques existantes, la consommation d'énergie nette des maisons individuelles augmente entre 2005 et 2050 pour atteindre jusqu'à 429 TWh/an, en raison de la croissance du marché, tandis que les émissions de CO₂ augmentent d'environ 14%. Dans le même temps, la consommation unitaire par personne diminue. Le niveau actuel des incitations est trop faible pour inciter les propriétaires à passer à l'acte (*voir figure 15*).

Les faits

Les maisons individuelles en France représentent :

- 42% de la consommation totale d'énergie des bâtiments
- 56% de l'ensemble des logements (14 millions)
- 60% de la population (36 millions d'habitants)
- 67% de la consommation d'énergie finale du secteur résidentiel (344 TWh)
- 75% des émissions de CO₂ des bâtiments résidentiels (66 millions de tonnes, en moyenne 38 kg CO₂/m²/an)
- 70% de la superficie des bâtiments résidentiels (1,6 milliard de m² – en moyenne 110 m² par maison)

Avec le scénario Transformation, des politiques agressives sont ajoutées au scénario de Référence, y compris des mesures politiques du type de celles définies dans le « Grenelle de l'Environnement » (par exemple, une obligation pour tous les bâtiments neufs, d'ici à 2020, d'être à énergie positive grâce à une production d'électricité photovoltaïque sur le segment), ainsi qu'une taxe carbone de 30 \$ US par tonne (21 €/tonne). De plus, un mix de mesures d'incitations et d'interdictions est imposé aux bâtiments neufs et existants, à partir d'un système de classification à cinq niveaux de l'efficacité des bâtiments, avec une échelle qui est proche de l'étiquette énergie A à G de la Directive européenne sur la Performance Énergétique des Bâtiments, mais basée sur tous les usages de l'énergie dans les bâtiments, et donc avec des niveaux plus élevés de consommation par classe. Les bâtiments des classes 1 et 2 reçoivent respectivement une prime de 50 % et de 25 % de leurs coûts d'investissement, et les bâtiments des classes 4 et 5 sont interdits. Ces politiques très agressives permettent de réduire radicalement la consommation d'énergie (-53 %) et les émissions de CO₂ (-71 %) d'ici à 2050 (voir figure 16). Cela se traduit par une forte réduction de la consommation d'énergie jusqu'en 2030, suivie par une légère augmentation en raison de la croissance du marché (de nouvelles habitations sont construites avec les équipements les plus performants, donc il n'y a plus de gain de performance énergétique).

Le parc immobilier évolue principalement vers des bâtiments de classe 1 et 2 d'ici à 2025 (voir figure 17). Les panneaux solaires photovoltaïques, les améliorations des systèmes de chauffage et de l'enveloppe des bâtiments sont les principaux facteurs contribuant à la réduction de la consommation d'énergie finale (voir figure 18 : les systèmes énergétiques sont classés en fonction de l'impact du plus élevé au plus faible sur la réduction de la consommation finale d'énergie, la largeur indiquant le nombre d'unités installées en 2050.) Les panneaux solaires photovoltaïques sont un élément clé pour évoluer vers des bâtiments à énergie positive.

La consommation finale nette d'énergie dans ces simulations et d'autres est illustrée par la figure 19. La ligne supérieure est la conséquence d'une absence de politique publique, alors que la plus basse illustre le scénario Transformation. Les lignes intermédiaires représentent le scénario de Référence et deux autres combinaisons de politiques.

L'ensemble des résultats du segment illustre le besoin de bouquets de mesures audacieuses pour atteindre des réductions significatives de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂. La mise en place d'incitations permet d'atténuer quelque peu l'augmentation de la consommation d'énergie par personne, mais les progrès les plus importants sont obtenus grâce à une combinaison d'incitations et d'interdictions. Nous faisons sept recommandations spécifiques pour ce segment.

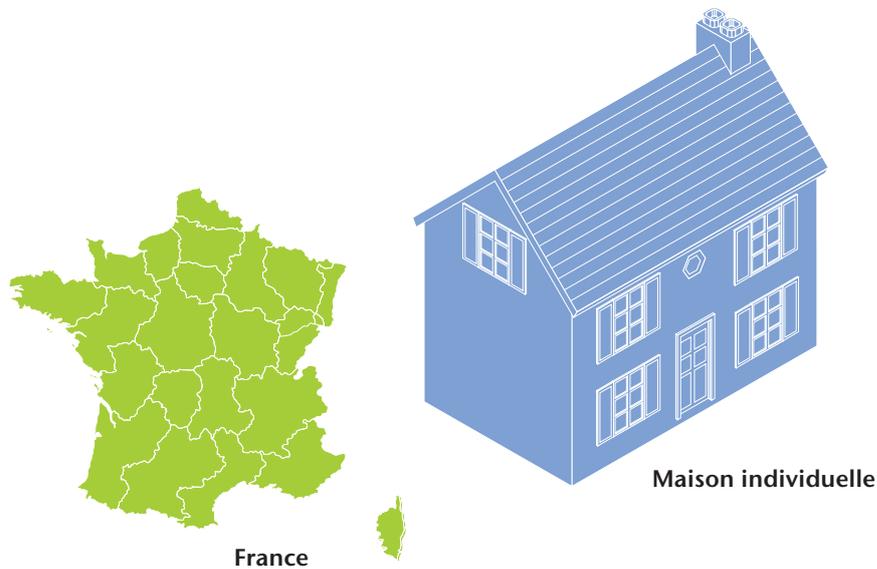
L'investissement supplémentaire pour parvenir au scénario Transformation sur ce segment de marché est de 5,8 milliards de \$ US par an en moyenne (soit 4,1 milliards €), avec des incitations annuelles s'élevant à 10 milliards de \$ US (7 milliards €) et des économies annuelles d'énergie de 10 milliards de \$ US en moyenne (7 milliards €). L'investissement est élevé par rapport aux économies engendrées, en grande partie en raison de la diffusion massive des panneaux solaires photovoltaïques dans le scénario Transformation. Celui-ci prévoit une subvention importante et un coût lié au tarif d'achat de 17 milliards de \$ US (11,9 milliards €). Ce montant est redistribué aux foyers qui s'équipent en panneaux photovoltaïques. Il est généré par une taxe additionnelle sur les factures d'énergie de l'ensemble des clients des fournisseurs d'électricité. Cependant, environ 20 % du coût total du scénario Transformation concernent des mesures d'efficacité ayant des temps de retour sur investissement inférieurs à 5 ans, et qui représentent 67 % du total des économies d'énergie.



Tableau 3
Poursuite des politiques actuelles «versus» politiques permettant d'atteindre des réductions significatives

	2005	2050	
	Situation initiale	Scénario de Référence (politique actuelle)	Scénario Transformation
Consommation d'énergie finale – total segment (TWh)	346	429	163
Consommation d'énergie finale nette – segment (TWh)*	346	428	100
Ecart par rapport à 2005 (%)		24	-53
Ecart par rapport à 2005 (%) net		23	-71
Ecart par rapport au scénario de Référence (%)			-62
CO ₂ – net pour le segment (millions de tonnes) ¹⁸	67	75	14
Ecart par rapport à 2005 (%)		12	-79
Ecart par rapport au scénario de Référence (%)			-81

* Après déduction de la production locale des panneaux solaires photovoltaïques



Scénario de Référence

Consommation d'énergie finale du segment et émissions de CO₂ dans le scénario des politiques existantes – France maison individuelle

Transformation

Consommation d'énergie finale du segment et émissions de CO₂ dans le scénario Transformation – France maison individuelle

Changements

Evolution des classes énergétiques du parc de bâtiments dans le scénario Transformation – France maison individuelle

Impacts sur le bâti et les équipements

Projection à horizon 2050 en nombre d'opérations réalisées (millions) et en gains énergétiques (kWh/bâtiment)

Scénarios

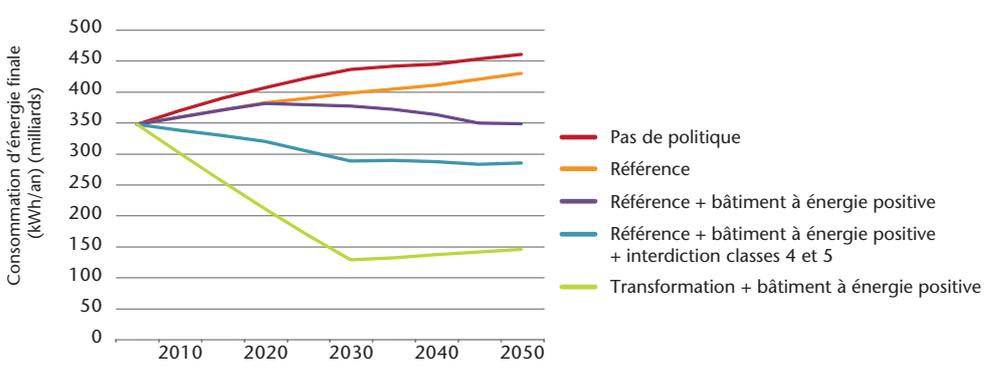
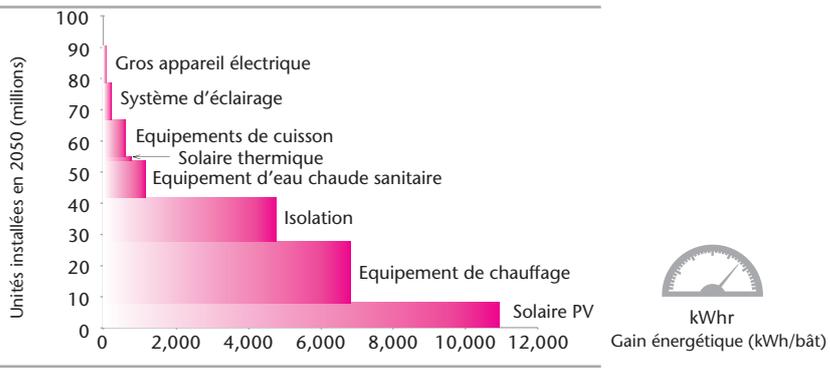
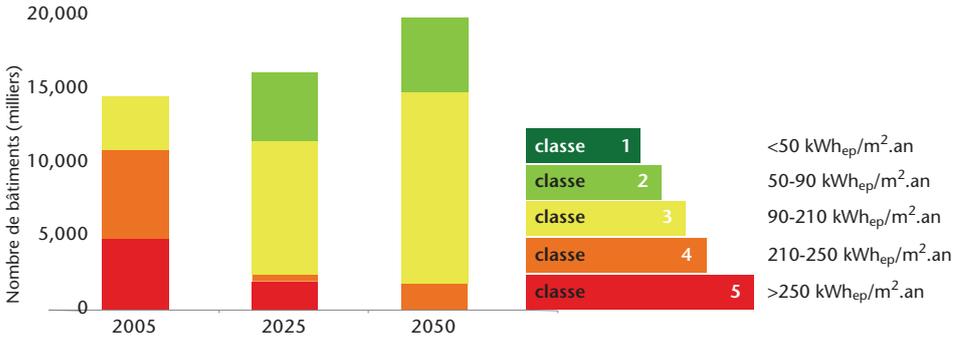
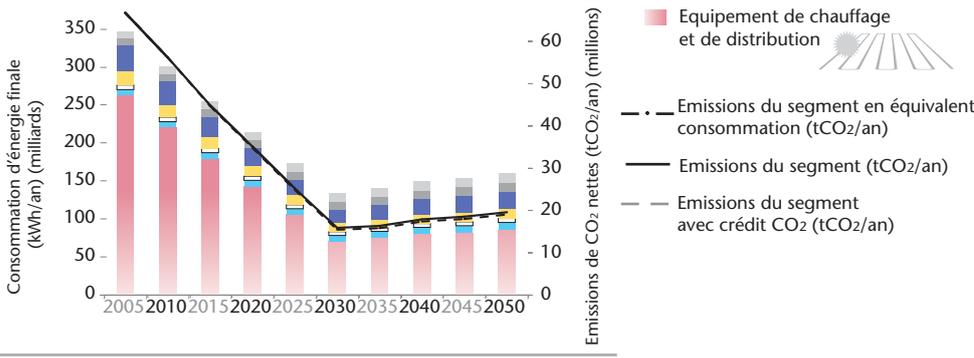
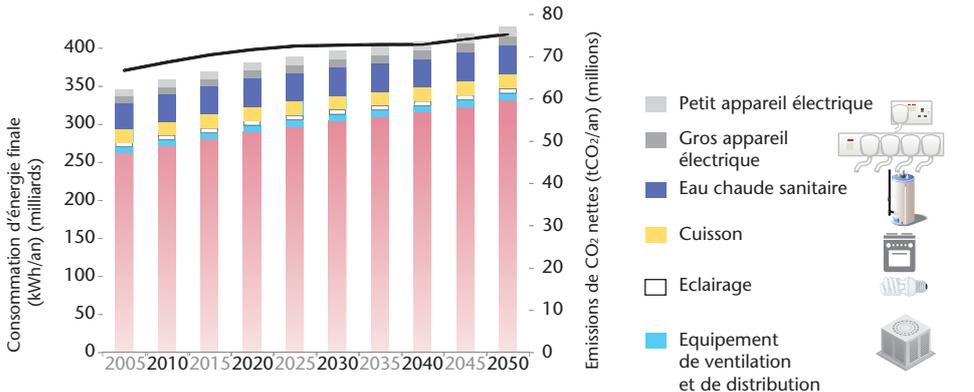
Résultats en terme d'énergie finale du segment selon différents scénarios de mesures politiques – France maison individuelle



Transformation : recommandations pour les maisons individuelles au niveau mondial

Notre analyse du segment et les résultats de la modélisation sur le segment des maisons individuelles conduisent aux conclusions suivantes sur les mesures à prendre pour transformer le segment :

- 1 Elaborer des offres techniques avec garantie de performance, en généralisant le transfert des technologies existantes, en s'appuyant sur la recherche et le développement pour réduire le coût d'investissement initial et en identifiant des solutions spécifiques pour la rénovation, y compris les technologies performantes et les solutions locales pour les pays émergents
- 2 Effectuer des diagnostics de performance énergétique et d'émissions de CO₂ des maisons individuelles pour identifier les actions prioritaires
- 3 Introduire progressivement un renforcement de la réglementation pour les maisons neuves et existantes :
 - Systèmes de certification pour fournir des informations indépendantes
 - Renforcement des exigences sur les réglementations thermiques pour les bâtiments, les équipements et les matériaux
 - Elimination progressive des maisons aux performances insuffisantes
 - Exigence de bâtiment à énergie positive pour les maisons neuves à partir de 2020, par le recours à des systèmes passifs et actifs
- 4 Introduire des incitations significatives pour l'atteinte de performances élevées dans les logements neufs et existants
- 5 Mettre en place des programmes de rénovation en plusieurs étapes, avec des bouquets de financement sur la base d'une approche globale du logement, menée étape par étape, par exemple :
 - Etape 1 : Performance thermique de l'enveloppe du bâtiment
 - Etape 2 : Installation d'équipements performants
 - Etape 3 : Production locale d'énergie renouvelable
- 6 Lancer des campagnes de sensibilisation et développer de bonnes pratiques autour de l'énergie, par l'intermédiaire des agences de l'énergie
- 7 Eduquer, former et réglementer la filière de la construction/ rénovation



Figures 15, 16, 17, 18, 19



Logements collectifs

Les logements collectifs existent principalement dans les villes, où ils permettent à de fortes densités de population de tirer le meilleur parti d'une surface foncière limitée. Les logements collectifs aux Etats-Unis, en Europe et au Japon comprennent aussi bien des logements sociaux subventionnés que des appartements de luxe. La préoccupation majeure dans ces régions concerne les bâtiments les plus anciens, qui ont une moins bonne performance énergétique. En général, malgré la pauvreté des habitants des taudis dans les pays émergents, les logements dans les zones urbaines sont associés à des revenus plus élevés et à une consommation d'énergie domestique plus importante qu'à la campagne. Ceci fait du secteur des logements collectifs dans les pays émergents l'une des sources les plus importantes de réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments, puisque c'est dans ce secteur que la majorité des logements neufs va se construire au cours des prochaines décennies.

Les faits²¹

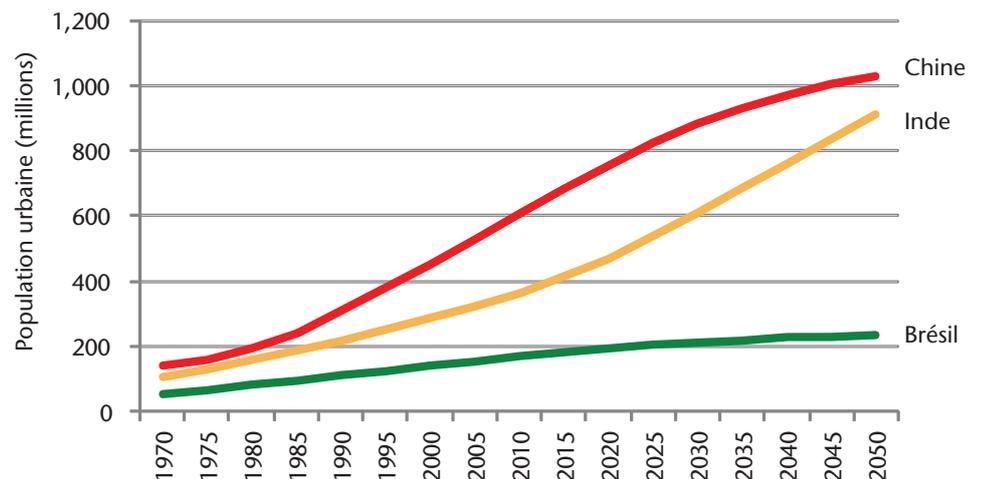
- La part de la population urbaine passera de 47% de la population mondiale totale en 2000 à 70% en 2050
- En 2050, 73% de la population de la Chine sera urbaine, contre moins de 45% actuellement²²
- On s'attend à ce que d'ici à 2025, Mumbai compte 26 millions d'habitants (contre 19 millions en 2007) et il est prévu que Delhi passe de 16 millions à 23 millions d'habitants

Le manque de terrain constructible dans beaucoup de villes favorise la construction de logements collectifs partout où cela est possible, comme dans les quartiers relativement nouveaux de Dwarka et Rohini à New Delhi. Le Brésil est déjà un pays beaucoup plus urbanisé que la Chine et l'Inde et son taux d'urbanisation commence à atteindre son niveau de saturation. On s'attend à ce que les populations urbaines de l'Inde et de la Chine continuent à augmenter rapidement jusqu'en 2050 (voir figure 20).

La Chine et l'Inde développent toutes les deux de nouvelles façons de gérer cette demande très importante :

- Les « super-quartiers » en Chine : des parcelles de terrain de 1 km² fournies par la ville, avec les avenues principales déjà en place. Les promoteurs construisent tout ce qui est nécessaire à l'intérieur du quartier, avec des capacités de 2000 à 10 000 logements. Entre 10 et 15 de ces super-quartiers étaient construits chaque jour en 2008, ajoutant 10 à 12 millions de nouveaux logements par an.¹⁹
- Les agglomérations intégrées en Inde : des aménagements combinant des logements et des bureaux sur de grandes parcelles de terrain situées à la périphérie des plus grandes villes. Quelque 400 projets d'agglomérations, avec chacune des populations de 500 000 personnes, sont prévus d'ici à cinq ans dans 30 à 35 villes.²⁰

Figure 20
Urbanisation en hausse dans les pays émergents
(Chine, Inde, Brésil)



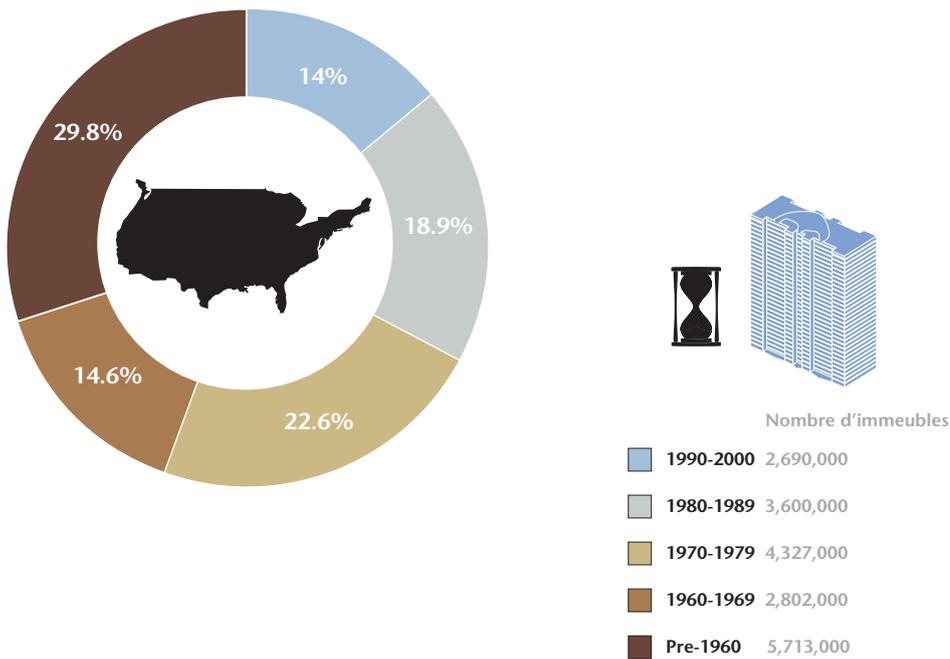


Figure 21

Un parc d'appartements vieillissant aux Etats-Unis

Parc de logements existants

Dans les pays développés, le principal défi est lié à l'importance du parc de bâtiments anciens, et aux difficultés et aux coûts liés à l'amélioration de leur efficacité énergétique.

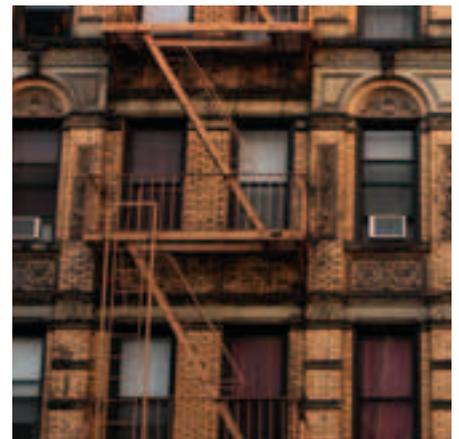
En Europe, les logements collectifs représentent environ la moitié du parc résidentiel, mais parce que les appartements ont des surfaces plus faibles que les maisons individuelles, ils représentent un peu plus du tiers de la superficie. La plupart des logements collectifs date d'avant 1975.

Aux Etats-Unis, 45 % du parc de logements collectifs ont été construits avant 1970, et 14 % seulement ont été construits après 1990, avec de meilleures performances énergétiques.²³ (Voir figure 21).

Le Japon compte 47 millions de logements occupés²⁴, dont 40 % se trouvent dans des immeubles de hauteur faible ou moyenne. Plus de 98 % des appartements ont été construits après 1960. La surface utile d'un appartement moyen au Japon est de 48 m² et la superficie a augmenté d'environ 0,4 % par an entre 2000 et 2005. En comparaison, la taille moyenne d'une maison individuelle est de 128 m².

La grande majorité des appartements est louée et non occupée par les propriétaires.

En 2005, l'appartement moyen des propriétaires-occupants au Japon permettait de loger 2,55 personnes. Par comparaison, en 1990, le chiffre était de 2,99 et, en 1960, de 4,14 personnes. Le nombre de foyers d'une seule personne a augmenté de 12 % entre 2000 et 2005, pour atteindre presque 30 % du nombre total de foyers.

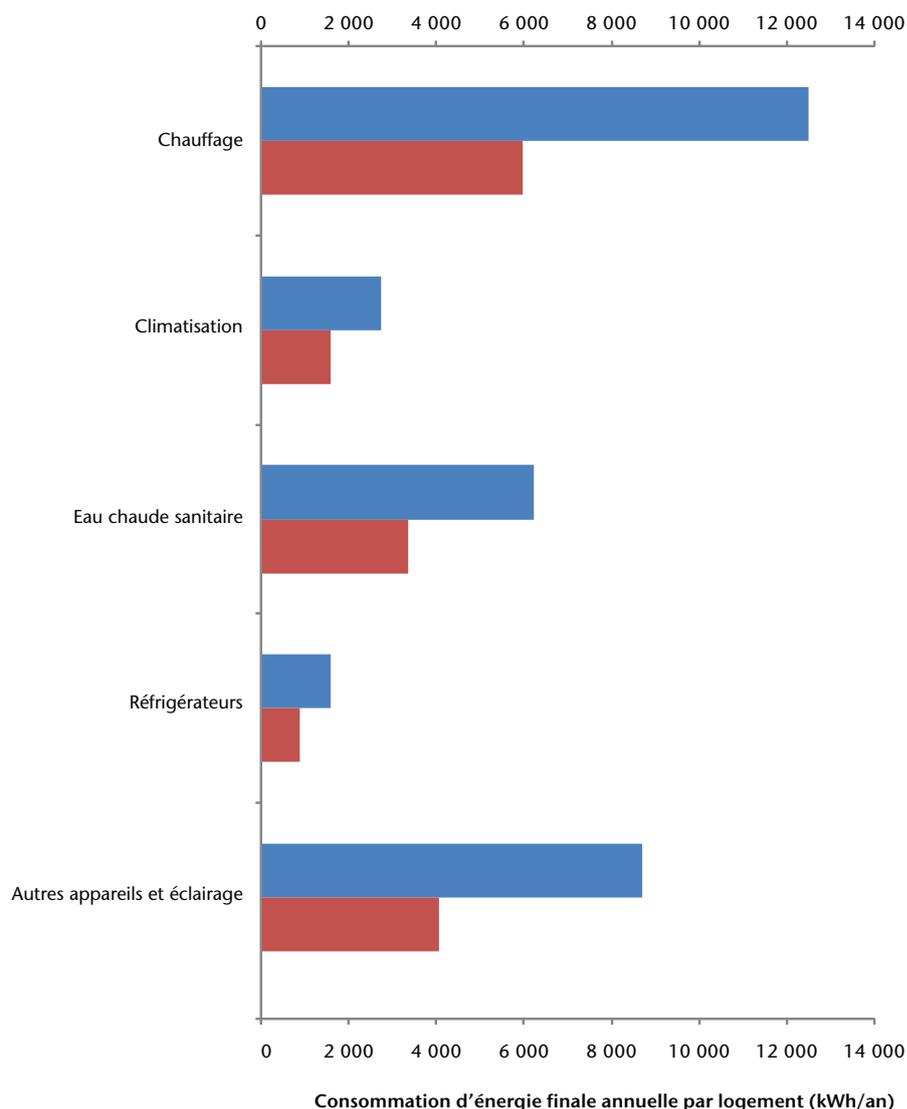


Les faits

- Sur les 14 millions d'appartements en France, 68 % ont été construits avant 1975
- 45 % des appartements aux Etats-Unis ont été construits avant 1970
- Au Japon, plus de 98 % des appartements ont été construits après 1960²⁵

Figure 22

Consommation d'énergie par usage pour les appartements dans les immeubles de 5 logements ou plus



Consommation d'énergie

Les appartements consomment moins d'énergie que les maisons individuelles, en raison de leur superficie plus petite, de la taille des foyers plus réduite et de la surface donnant sur l'extérieur moindre. Aux Etats-Unis, les appartements des immeubles de plus de cinq logements consomment environ la moitié de l'énergie pour le chauffage et la moitié pour l'éclairage et les autres appareils électroménagers, par rapport aux maisons individuelles. Les besoins énergétiques pour la climatisation, l'eau chaude sanitaire et les réfrigérateurs y sont inférieurs de plus de 40% (voir figure 22).

Les faits

- Les besoins de chauffage dans les zones urbaines du nord de la Chine est de 31,6 Wh/m² –degrés par jour, contre 2,34 à la campagne
- Les logements, au Japon, sont vendus et achetés sans équipement de chauffage ou de climatisation. Les occupants achètent leurs propres appareils et les emportent quand ils déménagent.

Dans les pays émergents, le niveau de vie et de confort augmente au sein de la population urbaine, entraînant une augmentation des taux d'équipement en appareils consommant de l'énergie (voir tableau 4). Un taux d'équipement élevé entraîne une plus grande consommation par foyer, bien que la hausse de la consommation puisse être contrebalancée par l'amélioration de l'efficacité des appareils dans le temps. Toutefois, en Chine, l'augmentation des achats de climatiseurs aura pour résultat une augmentation de la consommation totale d'énergie, qui fera plus que tripler d'ici à 2020, même si l'efficacité s'est améliorée de 40%.²⁶

Appareil	Taux d'équipement (%)
TV couleur	137 (plus d'un par foyer)
Lave-linge	97
Réfrigérateur	92
Climatiseur	88

Tableau 4

Les appareils électriques sont très répandus dans les zones urbaines en Chine

Les freins à la réduction de la consommation d'énergie

La forte proportion des locations dans les bâtiments collectifs (voir tableau 5) entraîne une divergence d'intérêt entre le propriétaire et le locataire. La façon dont l'énergie est fournie et facturée est également problématique. Ces deux questions sont traitées dans l'introduction du présent chapitre.

Parmi les autres freins, on peut citer :

- Les contraintes financières – les occupants des logements collectifs ont souvent des revenus modestes (surtout dans les pays développés). Bien qu'ils souhaitent économiser la plus grande part possible de leurs revenus, ils auront probablement plus de difficultés à effectuer des investissements rentables, en particulier si les résultats les meilleurs sont obtenus par une rénovation globale : modernisation de l'enveloppe du bâtiment (isolation et fenêtres) et remplacement des systèmes de chauffage et de climatisation. Alors que l'on atteint couramment 30 % d'économies d'énergie, des réductions de consommation allant jusqu'à 50 à 75 % sont possibles.
- La structure du marché – le marché est très fragmenté : beaucoup de petits propriétaires bailleurs, quelques sociétés foncières gérant de nombreux bâtiments, généralement sur des marchés locaux et régionaux, et des organismes de logements publics qui sont également le plus souvent locaux.
- Une perception erronée – les logements collectifs économes en énergie sont encore perçus, sur le marché, comme étant beaucoup plus chers à construire que les constructions standard, en dépit de preuves du contraire. Dans une construction neuve, on peut réaliser une amélioration de 20 % de la consommation d'énergie et sensiblement plus lorsqu'une approche globale est mise en place. Le surcoût est très faible, à peine 2,4 % dans l'une des études de cas (16 bâtiments comprenant de 3 à 90 logements).²⁸

Le fait

- Aux Etats-Unis, les coûts liés à la consommation d'énergie sont inclus dans le loyer mensuel de plus du quart des occupants d'appartements, principalement dans les bâtiments les plus anciens²⁹

Pays	Logements collectifs en location (%)
France	75
Japon	75
Etats-Unis	83

Tableau 5

La majorité des logements collectifs sont loués



Exemple de logements collectifs – nord de la Chine

La plupart des logements, dans les zones urbaines chinoises, se trouvent dans des immeubles collectifs (plus de 90% dans de nombreuses villes). L'exode rural a suscité une construction rapide, faisant augmenter sensiblement les besoins énergétiques. Il est prévu que le nombre d'habitants des villes chinoises augmente de 350 millions entre 2005 et 2025, soit un nombre supérieur à la population actuelle des Etats-Unis.³⁰

Le chauffage représente plus des deux tiers des besoins énergétiques dans les zones urbaines du nord de la Chine. Il est en grande partie constitué de systèmes de chauffage urbain au charbon. L'amélioration de la qualité de vie et le vieillissement de la population ont conduit à une augmentation de la surface moyenne des logements urbains par personne de 20 m² en 2000 à 26 m² en 2005. La consommation d'énergie du secteur résidentiel en Chine augmente aussi en raison de l'élévation du niveau de vie. D'ici à 2020, on prévoit que le nombre moyen de téléviseurs par foyer sera passé à 1,6 et le nombre de climatiseurs par foyer à 1,2.

Les freins à la réduction de la consommation d'énergie

Les principaux freins sont liés aux performances et à l'exploitation des systèmes de chauffage dans le bâti, notamment:³¹

- La mauvaise qualité des enveloppes de bâtiment, liée aux pratiques de construction et à la faiblesse des exigences réglementaires.
- Le manque d'application systématique et rigoureuse des réglementations thermiques du bâtiment.
- Un manque d'incitation aux économies d'énergie, dû au système de facturation forfaitaire du chauffage en Chine, indépendant du niveau de consommation, et dont le niveau ne reflète pas totalement les coûts réels de production et de fourniture de l'énergie.
- Des systèmes de chauffage de conception démodée, par exemple des chaudières à charbon mono-usage, et une absence de réglage du chauffage dans les appartements.

Modélisation EEB

Nous avons basé notre analyse sur un immeuble d'appartements moyen, à Pékin :

- Six étages, 36 appartements individuels.
- Surface moyenne par appartement de 77,3 m², avec trois personnes par logement.
- Taux de construction annuel cohérent avec les prévisions de croissance de la population urbaine en Chine.

Le parc immobilier existant est représenté par huit cas de référence. Son évolution, jusqu'en 2020, est liée à l'élévation du niveau de vie et à la hausse des besoins énergétiques, ce qui l'amène à des conditions comparables à celles du parc immobilier actuel au Japon :

- La climatisation et le chauffage central se généralisent.
- La consommation d'eau chaude sanitaire augmente de plus de 76%.

- La consommation d'électricité pour l'éclairage augmente de 200 % et de 325 % pour les appareils ménagers et l'électronique.
- Amélioration de l'enveloppe des bâtiments (isolation, fenêtres).

Simulations

Nous avons examiné plusieurs scénarios, en prenant les hypothèses suivantes :

- Absence de nouvelles politiques publiques (le scénario de Référence).
- Subvention des installations performantes sur le plan énergétique.
- Introduction d'un prix du CO₂ dans le prix de l'énergie.
- Subvention de la construction de bâtiments à haute performance énergétique globale et interdiction des constructions ayant une performance insuffisante.
- Limitation de la diffusion des technologies, matériaux et pratiques peu performants.

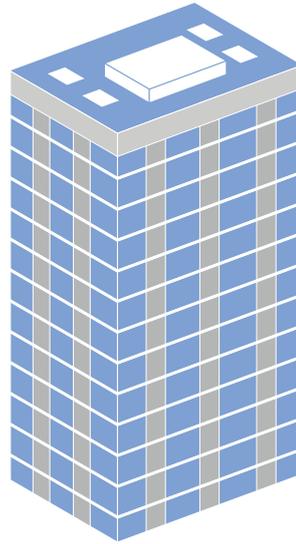
Dans le scénario de Référence, la consommation totale d'énergie du segment est multipliée par trois entre 2005 et 2050 (*voir figure 23*). Les évolutions tendanciennes des performances prises en compte dans le scénario de Référence (de 20 à 35 % pour l'enveloppe du bâtiment, les équipements de chauffage et de climatisation, les systèmes de gestion technique des bâtiments, et l'eau chaude sanitaire) ont un impact très faible.

Même les politiques les plus audacieuses simulées dans le scénario Transformation (subventions pour les bâtiments à haute performance et interdiction des constructions de bâtiments peu performants) mènent à une augmentation de 61 % de la consommation d'énergie d'ici à 2050. Les effets liés à la croissance importante du parc immobilier et à l'augmentation du niveau de vie dépassent ceux liés à l'amélioration de la performance énergétique par bâtiment (*voir figure 24*). Cependant, en 2050, la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ sont réduites de moitié par rapport au scénario de Référence. L'évolution des classes de performance du parc de bâtiments (*voir figure 25*) doit être examinée en regard de l'augmentation de la consommation d'énergie liée à l'augmentation des besoins. Ceci a pour résultat un glissement vers le bas de l'échelle, les bâtiments devenant principalement des bâtiments de classe 3 d'ici à 2050 (la classification est basée sur la consommation d'énergie par foyer en 2005).

Nous avons examiné plusieurs autres scénarios pour la Chine du nord, par exemple l'impact sur les consommations de mesures telles que l'installation de compteurs permettant une facturation individuelle ou de robinets thermostatiques permettant une régulation locale de la température (*voir figure 26*). Selon ces simulations, rendre ces mesures obligatoires pour les nouveaux bâtiments et pour la rénovation de ceux existants réduit sensiblement la consommation énergétique.

Les travaux de modélisation font apparaître une baisse de la consommation énergétique liée au chauffage au fur et à mesure de la rénovation du parc existant. Elle est en moyenne de 76 % par bâtiment entre 2005 et 2050. Les gains financiers liés aux économies d'énergie dépassent largement les surcoûts du scénario (*voir figure 27 : comparaison des consommations énergétiques selon les simulations*).

Les investissements supplémentaires du scénario Transformation, par rapport au scénario de Référence, sont en moyenne de 12 milliards de \$ US par an (8,4 milliards €). Ce montant est presque intégralement compensé par un montant comparable d'économies sur les dépenses énergétiques. Les mesures d'amélioration de la performance énergétique, avec des temps de retour sur investissement simple de moins de 5 ans, représentent environ 5 % de l'investissement total et près de 60 % des économies d'énergie.



Logement collectif

Scénario de référence

Consommation d'énergie finale et émissions de CO₂ dans le scénario de maintien des politiques actuelles – Nord de la Chine logements collectifs

Transformation

Consommation d'énergie finale et émissions de CO₂ dans le scénario Transformation – Nord de la Chine logements collectifs

Changements

Evolution des classes énergétiques du parc immobilier dans le scénario Transformation – Nord de la Chine logements collectifs

Impacts sur le bâti et l'équipement

Projection à 2050 en nombre d'opérations réalisées et en consommation d'énergie finale – Nord de la Chine logements collectifs

Scénarios

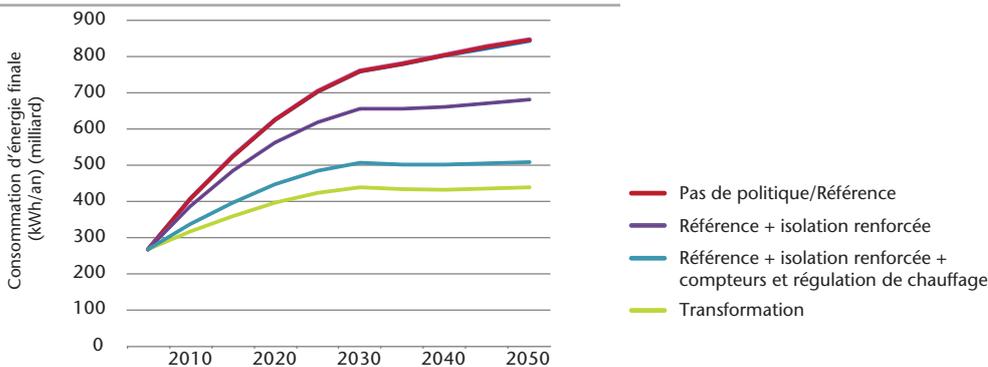
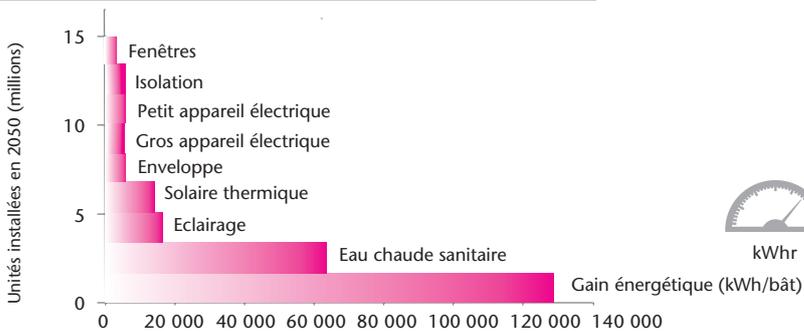
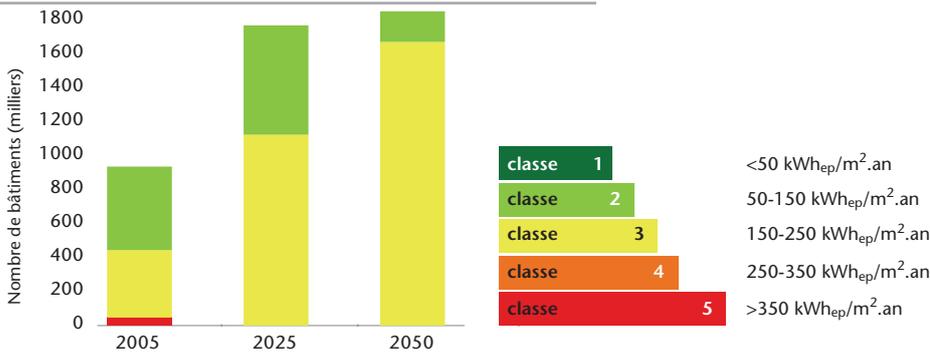
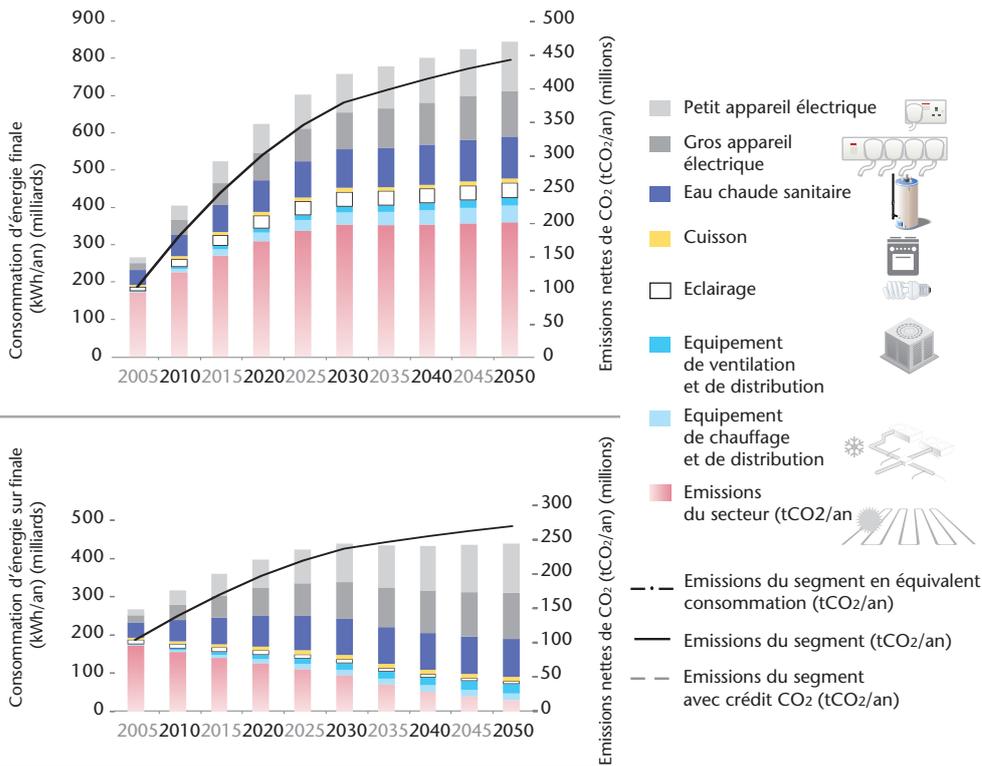
Résultats en énergie finale pour le segment selon différents scénarios politiques – Nord de la Chine logements collectifs



Transformation : recommandations pour les logements collectifs au niveau mondial

Les simulations font apparaître la nécessité d'adopter des mesures audacieuses pour transformer le marché :

- 1 Réaliser un diagnostic de la performance énergétique des logements collectifs, introduire des systèmes de certification pour informer et appliquer des réglementations thermiques du bâtiment de plus en plus strictes.
- 2 Renforcer les exigences réglementaires de performance énergétique des bâtiments et mettre en place un système adapté d'audit et de contrôle de ces exigences.
- 3 Subventionner fortement les bâtiments très performants dans le neuf et l'existant, y compris par des tarifs d'achat intéressants de la production locale d'énergie.
- 4 Exiger des compteurs individuels, des régulations par appartement et facturer en fonction de la consommation réelle.
- 5 Réviser le cadre légal pour débloquer les freins à la rénovation collective des logements collectifs.
- 6 Imposer des réglementations supprimant progressivement les bâtiments ayant des performances insuffisantes, y compris une exigence de bilan énergétique nul, pour les nouveaux bâtiments de faible hauteur, à partir de 2020.
- 7 Promouvoir l'exemplarité des administrations publiques et des autres organismes de logements sociaux sur leur propre patrimoine immobilier.
- 8 Lancer une campagne de mobilisation pour susciter des changements de comportement parmi les propriétaires, les promoteurs, les locataires, et renforcer le message pour induire un changement réel dans les comportements.
- 9 Eduquer et former les promoteurs, les architectes, les ingénieurs, et les professionnels du bâtiment pour améliorer la compréhension des exigences des réglementations, illustrer les avantages de la conception intégrée et lever les craintes de coûts plus élevés.
- 10 Promouvoir les sociétés de services énergétiques (ESCO) en tant que gestionnaires efficaces de l'énergie pour les propriétaires des bâtiments, en particulier pour les organismes de logements sociaux.
- 11 Promouvoir la production locale d'énergie renouvelable pour tous les nouveaux bâtiments de faible hauteur.



Figures 23, 24, 25, 26, 27



Bureaux

Dans la plupart des pays, le secteur des immeubles de bureaux est le plus consommateur en énergie et le plus important en superficie. Il s'accroît très rapidement en Chine, où la surface totale a augmenté de deux milliards de mètres carrés par an au cours des dernières années, soit l'équivalent d'un tiers de la surface construite existante au Japon.

Les bureaux vont de petits bâtiments d'un étage aux gratte-ciels qui constituent les centres d'affaires dans de nombreuses grandes villes. Ils sont souvent plus récents que les autres bâtiments. Environ 60% des immeubles de bureaux aux Etats-Unis ont été construits après 1970, ce qui signifie que leurs équipements sont en général plus performants que dans les secteurs résidentiels.

La surface moyenne utilisée par personne décroît avec l'évolution des méthodes de travail. L'externalisation, le travail mobile et l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) permettent de travailler davantage chez soi. Cela peut conduire à une réduction du nombre de grands bureaux et à plus d'espaces polyvalents.

De nombreux immeubles de bureaux appartiennent au secteur public, en particulier en Inde. L'évolution de ce parc nécessite donc de la volonté politique de la part des pouvoirs publics. Beaucoup d'autres appartiennent à des sociétés d'investissement immobilier et sont loués. On retrouve alors la problématique de la divergence d'intérêts des acteurs sur ce sujet.

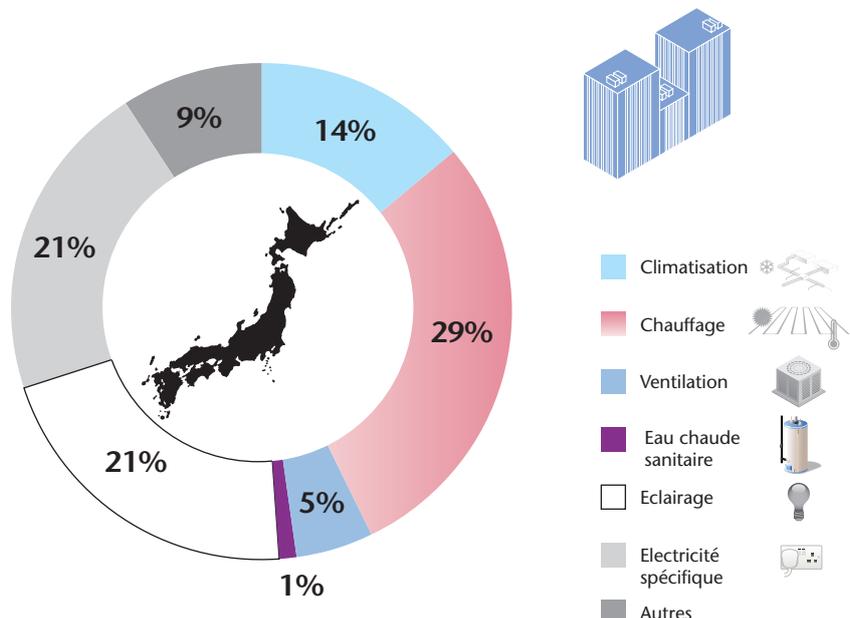
« Les entreprises externalisent l'immobilier, elles ne le voient pas comme une fonction commerciale primordiale. »

Participant à l'atelier financier EEB
New York, Octobre 2008

Usages de l'énergie

Le chauffage, la climatisation et l'éclairage sont les principaux usages de l'énergie dans les bureaux. La répartition des besoins varie en fonction du climat et du type ou de la taille des immeubles de bureaux, cependant le chauffage est généralement prépondérant. Aux Etats-Unis, le chauffage représente 25% de la consommation totale d'énergie dans les bureaux, alors que la climatisation n'en représente que 9%. Au Japon, le chauffage y est également majoritaire, représentant 29% du total (voir figure 28). Dans les bâtiments neufs, les besoins de chauffage ont tendance à diminuer, alors que ceux de la climatisation restent élevés et les consommations spécifiques électriques tendent à devenir dominantes. L'augmentation de l'utilisation des ordinateurs et autres équipements de bureau représente un problème dans ce segment. Les émissions totales de gaz à effet de serre venant des équipements informatiques (y compris les centres de données) augmentent d'environ 6% par an³². En plus de leur consommation directe d'énergie, la chaleur dégagée par les appareils augmente les besoins de climatisation et de ventilation. Les fabricants diminuent la consommation unitaire des appareils, mais ces avancées sont rattrapées par l'augmentation des besoins en matière d'outils informatiques.

Figure 28
Consommation d'énergie dans les immeubles de bureaux au Japon



Tendances régionales

Chine

Les immeubles de bureaux représentent environ un tiers du parc immobilier tertiaire en Chine. Comme les superficies de commerce et d'enseignement augmentent plus vite, cette part devrait se réduire à 29 % d'ici à 2020. Malgré tout, on s'attend à ce que la superficie totale des bureaux, qui représente actuellement 3,5 milliards de m², augmente de plus de 70 %, soit une augmentation de plus de 2,5 milliards de m² d'ici à 2020.

On prévoit une augmentation de la consommation d'énergie à un rythme annuel de 7 % d'ici à 2020. Les besoins de chauffage, eux, devraient rester assez stables, avec l'amélioration de la régulation de la température dans les bâtiments.

En revanche, les besoins en matière de climatisation, pour une fraction plus grande de surfaces de bureaux, devraient augmenter de 12 % par an en moyenne. Il est prévu que la consommation d'autres usages, tels que l'éclairage et le matériel de bureau augmente de 10 % par an (voir figure 29).

France

Le secteur des immeubles de bureaux est le plus dynamique du bâtiment. Il a augmenté de 54 % entre 1986 et 2004³³. Le renouvellement du parc est plus important que dans les bâtiments résidentiels et la plupart des immeubles de bureaux ont moins de 15 ans.

Le chauffage est le plus gros poste de consommation d'énergie dans les bureaux français. La ventilation et la climatisation, dont on pense souvent qu'elles sont les plus gros postes, ne représentent que 10 % de la consommation énergétique dans les bureaux.

Inde

En raison de la tertiarisation de l'économie, ce secteur des immeubles de bureaux est l'un des secteurs qui croît le plus rapidement en Inde. Pour suivre la demande, le parc de bureaux doit augmenter de presque 1,8 million de m² par an à New Delhi, Mumbai et Bangalore. Plus de 7 000 sociétés de services informatiques dominent le marché des bureaux en Inde et ces sociétés ont besoin de bâtiments modernes et de qualité.

Japon

Le chauffage, avec environ 30 % de la consommation d'énergie totale dans les bureaux, est le plus gros poste de consommation d'énergie. Avec la climatisation et la ventilation, on atteint 48 % (voir figure 28). Une analyse plus détaillée du Japon est présentée dans le cas pratique à la page 43.

Etats-Unis

Les bureaux sont souvent plus récents que les autres bâtiments tertiaires. Plus de la moitié ont été construits depuis 1970.

Le chauffage est le plus gros poste de consommation d'énergie (25 % de la consommation totale d'énergie dans les bureaux), suivi par la climatisation et la ventilation (40 % pour les trois usages). Après la climatisation, on trouve l'éclairage, suivi par les équipements de bureau, puis l'eau chaude sanitaire.

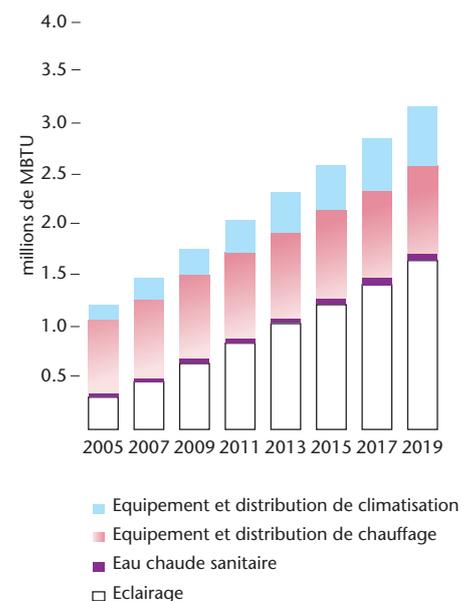


Figure 29

Croissance prévue de la consommation d'énergie primaire par usage, dans les immeubles de bureaux en Chine

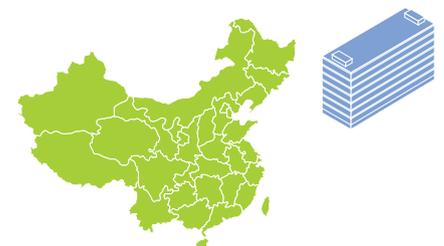
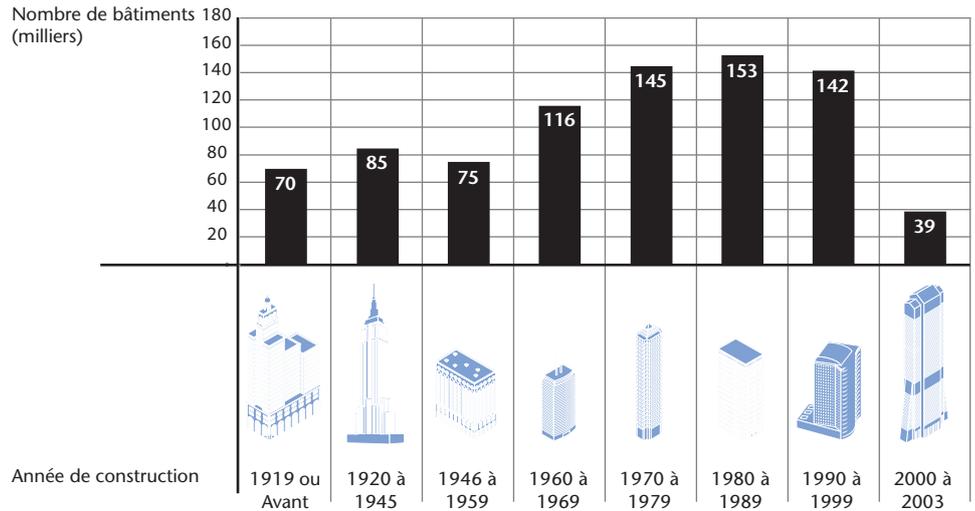


Figure 30
Parc d'immeubles de bureaux
aux Etats-Unis, par année de construction

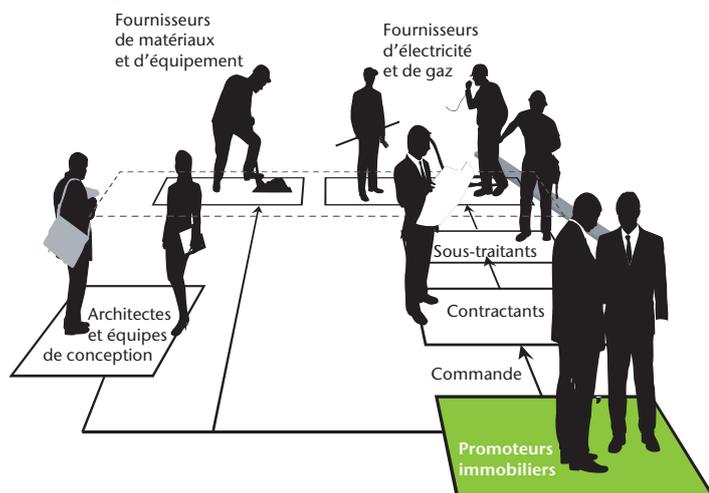


Les freins à la réduction de la consommation d'énergie

Les promoteurs immobiliers ou les investisseurs sont les décisionnaires ultimes pour les immeubles de bureaux. Ils empêchent l'adoption de conceptions, de technologies et de pratiques économes en énergie. Ils recherchent un maximum de profit à court terme et ils accordent plus d'importance à l'investissement qu'au coût global. Les coûts liés à la consommation énergétique ne sont pas très importants pour eux. Aucun système d'évaluation n'est en place pour valoriser la performance énergétique aux yeux des promoteurs et des investisseurs.

La complexité du marché des immeubles de bureaux renforce le problème. Il y a de nombreux intervenants, surtout dans le secteur des promoteurs bailleurs, sociétés de construction et fournisseurs de matériaux et d'équipements (voir figure 31). Il y a aussi beaucoup de propriétaires et d'intermédiaires. Les promoteurs et les propriétaires décident des achats, sans lien avec la politique de développement durable de l'entreprise. Il y a peu d'entreprises d'envergure internationale, sauf dans l'industrie de l'automobile ou l'industrie électrique, où les leaders mondiaux ont pris l'initiative d'économiser l'énergie.

Figure 31
Hiérarchie des achats pour promotion
immobilière en bureaux



Le savoir-faire professionnel, les mécanismes de soutien et la volonté pour aller vers des bureaux basse consommation font défaut. Il n'y a pas de responsable de l'énergie, comme dans l'industrie, où des spécialistes sont responsables des installations énergétiques. La consommation d'énergie dans chaque immeuble de bureaux est beaucoup plus faible que dans l'industrie, aussi accorde-t-on moins d'attention à la facture énergétique.

Les contraintes physiques sont aussi un obstacle à des bureaux à très basse consommation. Il est très difficile d'installer suffisamment de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit des immeubles de bureaux, faute d'espace suffisant.

Immeubles de bureaux – Japon

Au cours des années 1980 et 1990, le gouvernement japonais a soutenu l'utilisation de groupe froid fonctionnant au gaz pour atténuer le pic électrique de la saison estivale. De nombreux climatiseurs gaz ont été installés dans les immeubles de bureaux du Japon. Cependant, cette tendance évolue en raison des innovations rapides dans le domaine des pompes à chaleur électriques, perçues comme une technologie plus favorable en termes d'impact sur le réchauffement climatique. Les résultats de simulation suggèrent que la tendance devrait se poursuivre (voir figure 32).

Modélisation

Nous avons exploité le modèle pour comparer la consommation énergétique des bureaux au Japon et aux Etats-Unis. La modélisation est basée sur des immeubles de bureaux de 30 étages avec une superficie de 30.000 m² dans la région de Kanto Area, au Japon, et dans le nord-est des Etats-Unis avec une superficie moyenne de 130.000 m². Le parc immobilier du Japon est représenté par neuf types différents de construction (cas de référence), qui correspondent à des combinaisons diverses de systèmes de chauffage et de climatisation, de niveaux d'isolation et d'autres caractéristiques. Il y a sept cas de référence aux Etats-Unis.

La simulation tendancielle conduit à une réduction de 33% de la consommation d'énergie finale par bâtiment. Ce scénario est la poursuite des politiques actuelles sur le prix des énergies, avec un faible niveau d'application des réglementations sur les bâtiments et aucune mesure radicale, en particulier aucune mesure d'incitation pour l'achat de bâtiments performants. Etant donné que le nombre des bâtiments augmente de 0,4% par an, les émissions totales de CO₂ vont diminuer légèrement d'ici à 2050. La consommation totale d'électricité changera peu d'ici à 2050, alors que la consommation de gaz diminuera de presque 50%, en raison de la faible teneur en carbone de l'électricité distribuée au Japon.

Le scénario de référence, avec l'introduction de mesures d'aides aux équipements performants, permet une baisse de la consommation énergétique allant jusqu'à 37% (voir figure 33) et une amélioration relativement faible par rapport au niveau atteint dans le scénario tendanciel. L'ajout d'une taxe sur le CO₂ de 60 \$US par tonne (42 €/tCO₂) ne fait aucune différence.

Les actions et les politiques du scénario Transformation permettent une réduction des émissions de CO₂ de 43% au total et de 51% par bâtiment (voir figure 34). Le parc immobilier évolue des classes 4 et 5 en 2005 vers la classe 2 en 2050 (voir figure 35). Nous avons constaté que ces décisions politiques radicales produisent une économie d'énergie de presque 50% dans chaque bâtiment, avec des solutions techniques existantes. Mais ces niveaux d'économie d'énergie et de réduction des émissions de CO₂ ne peuvent pas être atteints dans les pays ou dans les régions où la croissance du parc immobilier est élevée, comme aux Etats-Unis. Nous avons besoin de nouvelles technologies et d'améliorations des performances énergétiques.

Ce sont les équipements de chauffage et de climatisation qui présentent le meilleur gisement d'économies dans la consommation énergétique des immeubles de bureaux au Japon (voir figure 36) et aux Etats-Unis. La climatisation a ainsi le meilleur potentiel de réduction de consommation dans le nord-est des Etats-Unis. Les simulations, pour le Japon, suggèrent que les producteurs d'eau glacée à absorption vont être remplacés progressivement par des machines à compresseurs centrifuges. De même, les machines à absorption double-service fonctionnant au gaz seront remplacées par des pompes à chaleur réversibles. Etant donné que les systèmes centrifuges électriques très performants devraient dominer la demande en matière de climatisation, les technologies de type pompe à chaleur seront déterminantes pour les bureaux basse consommation.

Dans ces différents scénarios, les variations des politiques publiques influent peu sur la consommation d'énergie finale par immeuble de bureaux (voir figure 37). Seul le scénario Transformation montre un effet significatif. Nos simulations suggèrent qu'une réduction de 33% par bâtiment dans les émissions de CO₂ est possible au Japon et que l'on peut atteindre 43% dans le nord-est des Etats-Unis, même sans une action radicale. Il est pourtant bien plus difficile de réduire les émissions totales dans les mêmes proportions parce que le parc d'immeubles de bureaux aux Etats-Unis augmente de 1,5% par an. Une action plus « musclée » sera nécessaire aux Etats-Unis pour réduire la consommation totale d'énergie. Nos recommandations pour les bureaux reflètent ces conclusions.

L'investissement nécessaire pour parvenir à la Transformation pour ce segment au Japon est estimé à 110 millions de \$ US (77 millions €) par an. Avec une économie annuelle sur le coût de l'énergie de 80 millions de \$ US (56 millions €), le coût annuel net est de 30 millions de \$ US (21 millions €). Comme pour les autres segments, une forte proportion des économies d'énergie peut être obtenue avec des mesures ayant des temps de retour sur investissement de moins de 5 ans.

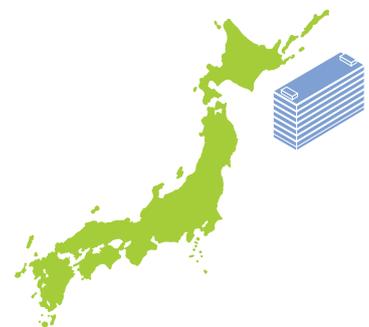
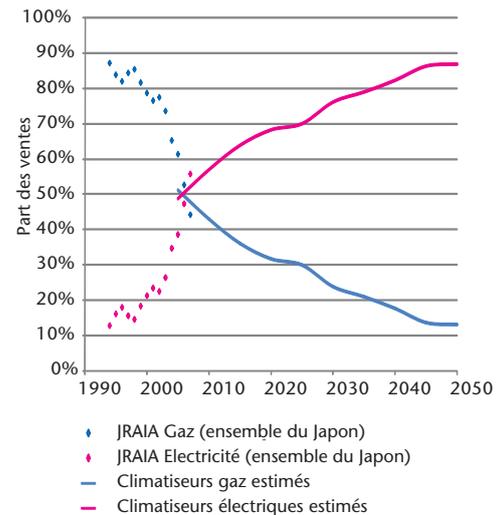
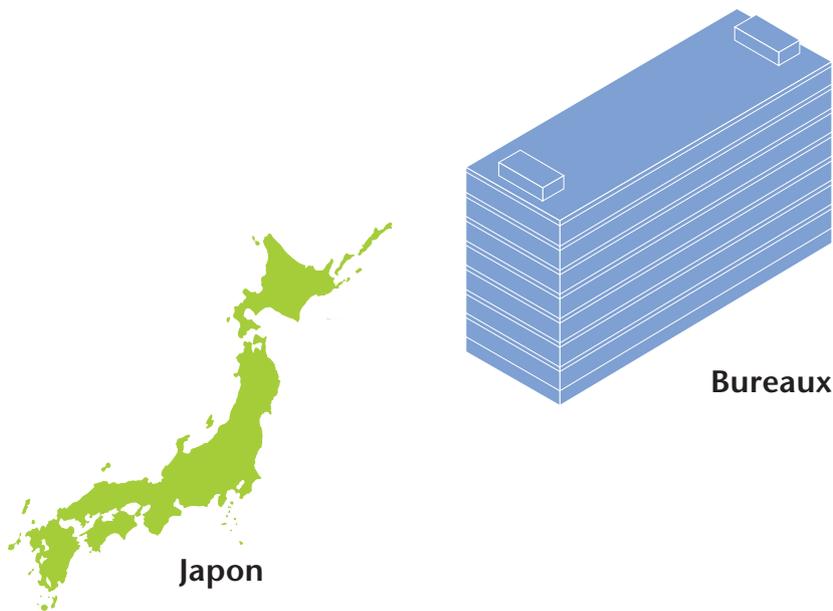


Figure 32

Parts de marché pour les climatiseurs au gaz et électriques au Japon (Source : Japon Refrigeration and Air Condition Industry (JRAIA), estimations basées sur la modélisation EEB.)



Scénario de référence

Consommation d'énergie finale du segment et émissions de CO₂ dans le scénario de maintien des politiques existantes – Japon bureaux

Transformation

Consommation d'énergie finale du segment et émissions de CO₂ dans le scénario Transformation – Japon bureaux

Changements

Evolution des classes énergétiques dans le parc immobilier dans le scénario Transformation – Japon bureaux

Impacts sur le bâti et les équipements

Projection à 2050 en nombre d'opérations réalisées (millions) et en gains énergétiques (kWh/bâtiment) – Japon bureaux

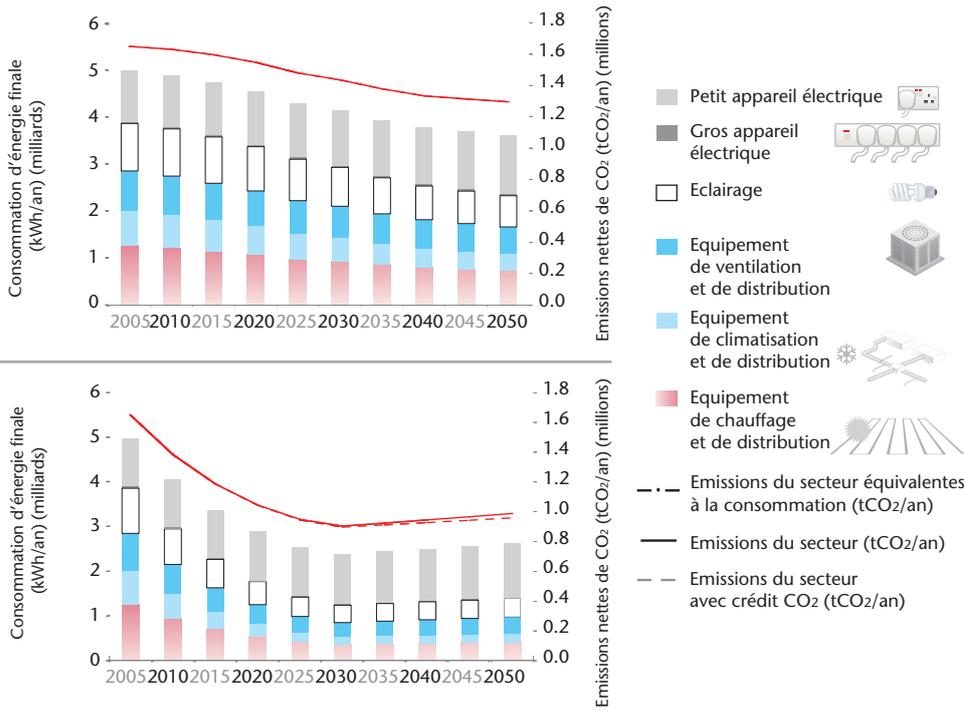
Scénarios

Résultats en termes d'énergie finale du segment selon différents scénarios de mesures politiques – Japon bureaux



Transformation : recommandations pour les immeubles de bureaux au niveau mondial

- 1 Réaliser un diagnostic de la performance énergétique des immeubles de bureaux, introduire des systèmes de certification pour informer et appliquer des réglementations thermiques du bâtiment de plus en plus strictes.
- 2 Subventionner fortement l'obtention de bâtiments très performants dans le neuf et l'existant.
- 3 Eliminer progressivement les bâtiments, les équipements et les systèmes d'éclairage aux performances insuffisantes, par des réglementations.
- 4 Exiger des régulations au niveau des bureaux et facturer en fonction de la consommation dans les bâtiments à occupants multiples.
- 5 Introduire des incitations pour que les promoteurs adoptent une approche intégrée de la conception visant une haute performance énergétique.
- 6 Promouvoir les sociétés de services énergétiques en tant que gestionnaires efficaces de l'énergie pour les grands propriétaires de bureaux, en particulier les bâtiments publics.
- 7 Promouvoir la recherche et développement pour concevoir des équipements et des éclairages très efficaces.
- 8 Promouvoir la production locale d'énergie renouvelable pour tous les nouveaux immeubles de bureaux de faible hauteur.
- 9 Mettre en place une offre technique de production locale d'énergie renouvelable sur la base de travaux de recherche et développement afin de réduire l'investissement initial et d'identifier des solutions techniques adaptées à la rénovation.
- 10 Inclure la performance énergétique dans les inspections régulières de sécurité des personnes et de protection incendie et auditer autant que nécessaire pour s'assurer de l'application des réglementations.
- 11 Lancer une campagne d'éducation et de sensibilisation sur la consommation et le coût de l'énergie, améliorer le statut des gestionnaires d'installations énergétiques et encourager des tolérances de confort plus larges.



Figures 33, 34, 35, 36, 37



Commerce de détail

Le commerce de détail est en augmentation et consomme de plus en plus d'énergie à mesure qu'il se développe pour passer de petits magasins à des centres commerciaux sophistiqués. Dans cette analyse, nous nous concentrons sur le segment « marchand », qui couvre principalement le commerce de détail non alimentaire, bien qu'un centre commercial puisse inclure des services de restauration et un supermarché³⁴.

Les pays émergents suivent la même tendance que l'Europe et les Etats-Unis, menant des boutiques de quartier vers des supermarchés et des centres commerciaux plus grands. Nous nous concentrons sur ces segments car ils sont en croissance dans le monde entier. En outre, les ventes en ligne continuent d'accroître leurs parts de marché, une tendance qui affectera aussi probablement le secteur des commerces traditionnels.

La consommation d'énergie des commerces est fonction, principalement, des volumes vendus et des surfaces de vente, les deux étant en augmentation. Le total des ventes de détail a augmenté de 35 % entre 2001 et 2005.

Caractéristique du segment

Le commerce de détail est encore un secteur relativement fragmenté, mais la concentration et l'internationalisation augmentent. Ceci peut favoriser la performance énergétique, grâce aux économies d'échelle.

La concentration est la plus élevée aux Etats-Unis. A l'opposé, il y a environ 15 millions de points de vente au détail en Inde³⁵, dont la plupart sont des entreprises familiales ayant chacune peu de succursales et peu d'employés (Voir tableau 6).

Tableau 6
Concentration de la distribution
(Source: Eurostat)

Pays	Nombre de commerces pour 1.000 habitants
Inde	22
Sud de l'Europe (Portugal, Grèce)	17
Japon	10
Royaume-Uni, Pays-Bas	7
Etats-Unis	3,8

Les faits

- Aux Etats-Unis³⁶, les 100 principales sociétés de commerce de détail se partagent 34 % du total des revenus du commerce de détail
- En Chine, les 100 principales sociétés ne représentent que 10,5 % du marché de commerce de détail

Consommation d'énergie dans le commerce de détail

Le segment « marchand » du commerce de détail représente 16 % de la consommation d'énergie du secteur tertiaire aux Etats-Unis. En Europe, la totalité du commerce de détail représente 23 % de la consommation d'énergie du secteur tertiaire. La consommation énergétique par unité de surface dépend du type de point de vente. La restauration et la vente alimentaire consomment beaucoup plus d'énergie que d'autres segments, alors que les boutiques de quartier en utilisent le moins.

Les principaux postes de consommation d'énergie dans le commerce de détail sont les équipements de génie climatique et l'éclairage. Ceci est aussi vrai dans les boutiques de quartier que dans les centres commerciaux, mais la climatisation, elle, est beaucoup plus présente dans les centres commerciaux.

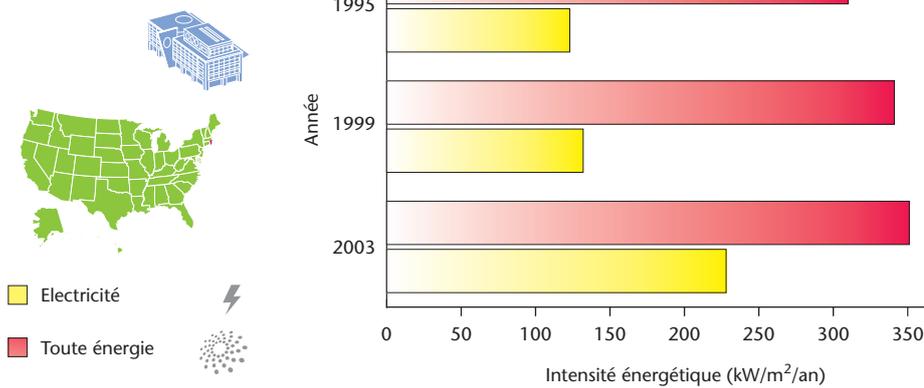


Figure 38

La consommation énergétique dans le commerce de détail a augmenté

Tendances

Contrairement aux autres secteurs, la consommation par unité de surface dans le domaine du commerce de détail est plus élevée dans les magasins neufs que dans les plus anciens (Voir figures 38 & 39). Aux Etats-Unis, celle-ci a augmenté pour passer d'une moyenne de 310 kWh/m²/an en 1995 à une moyenne de 351 kWh/m²/an en 2003 (une augmentation de près de 15%). L'augmentation de la consommation électrique a été encore plus spectaculaire; elle est due à l'augmentation du niveau d'éclairage et du nombre des équipements.

L'augmentation de la consommation d'électricité est particulièrement évidente dans les centres commerciaux (Voir figure 39): la consommation électrique par m² a plus que doublé entre les centres commerciaux construits après 1990 et ceux construits avant 1959³⁷.

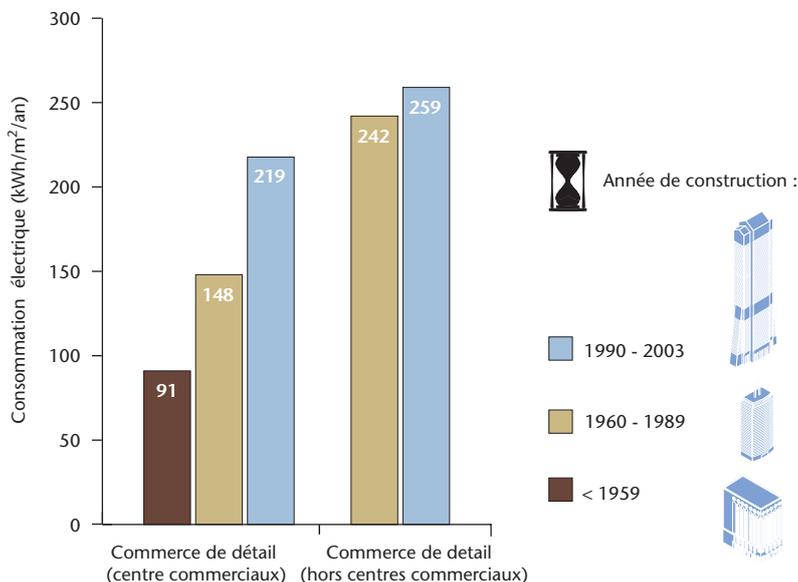


Figure 39

Les bâtiments tertiaires neufs utilisent plus d'électricité

Les freins

Il y a plusieurs raisons à l'augmentation de la consommation énergétique par unité de surface dans le domaine du commerce de détail:

- L'énergie n'est pas une priorité pour les dirigeants du secteur du commerce de détail, parce qu'elle ne représente qu'une faible part des coûts d'exploitation;
- La plupart des dirigeants du secteur du commerce de détail connaît mal les problèmes complexes liés à l'énergie. C'est particulièrement vrai non seulement dans les petites entreprises mais aussi dans les multinationales;

- L'éclairage, part importante de la consommation d'énergie dans le secteur du commerce de détail, est considéré comme une «force de vente», une façon d'attirer le client; c'est pourquoi les niveaux d'éclairage (et la consommation d'énergie) augmentent dans de nombreuses catégories de commerces;
- Le confort thermique aide au commerce (les clients ne doivent avoir ni trop chaud ni trop froid) et les grands centres commerciaux ont besoin de parties communes et de commerces confortables et bien éclairés;
- Les commerces élargissent leurs heures d'ouverture (plus d'heures chaque jour, plus de jours dans l'année), ce qui entraîne une plus grande consommation d'énergie.

Réduire la consommation d'énergie dans les centres commerciaux

Avec le développement économique, le secteur du commerce de détail a tendance à se déplacer des petites boutiques de quartier aux nouveaux centres commerciaux, qui attirent les clients grâce à la variété de leurs commerces et autres installations.

L'éclairage représente presque la moitié de la consommation totale d'énergie dans un centre commercial type, en climat chaud. Les besoins se concentrent sur les espaces de vente, plutôt que sur les parties communes. Au total, les espaces de vente utilisent approximativement trois quarts de l'énergie totale. L'autre poste principal vient des équipements de génie climatique. Les restaurants sont de gros consommateurs d'énergie et peuvent consommer jusqu'à un cinquième de l'énergie totale d'un centre commercial (voir figure 41).

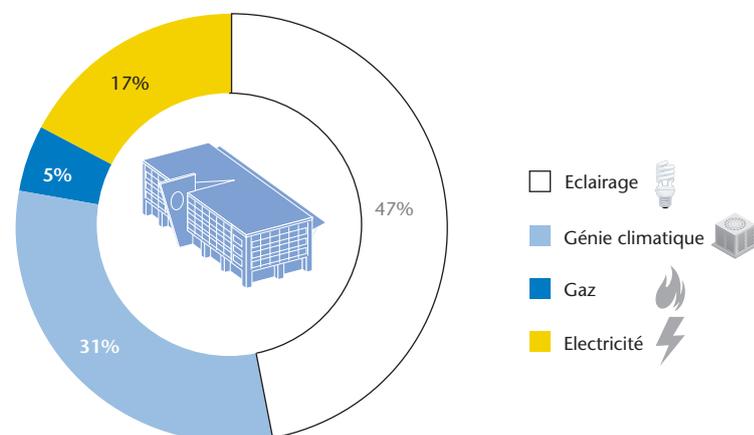
Il y a des variations importantes autour de ces moyennes, même pour des centres commerciaux similaires, avec des technologies similaires, dans des climats similaires. Par exemple, le rapport de consommation entre le magasin phare (le principal locataire du centre commercial) le moins efficace et le plus efficace peut être de un à trois.

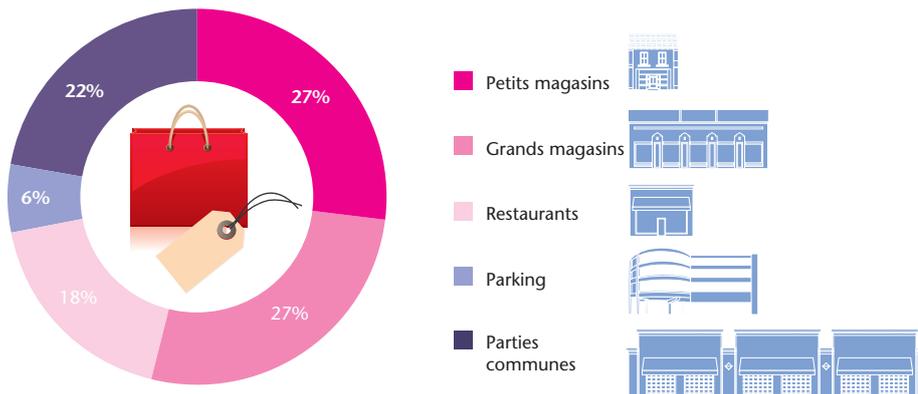
Plusieurs dispositifs permettent de très fortes économies d'énergie avec temps de retour sur investissement court:

- Un compteur intelligent (affichage des consommations) pour que les commerces du centre commercial soient conscients de leur consommation d'énergie et agissent en conséquence;
- Des panneaux solaires photovoltaïques et des cogénérations pour réduire l'appel au réseau électrique;
- Des changements dans l'éclairage des espaces intérieurs et extérieurs du centre commercial;
- Des améliorations dans les systèmes de climatisation et de ventilation;
- Un système d'occultation et d'ombrage pour les surfaces vitrées donnant sur l'extérieur.

Figure 40

L'éclairage est le principal poste de consommation d'énergie dans les centres commerciaux





La mise en place de compteurs intelligents déclenche un changement de comportement chez les directeurs de magasins. Elle offre le meilleur temps de retour sur investissement. Il est de quatre mois pour des investissements se situant entre 40.000 \$ US (28 000 €) et 130.000 \$ US (91 000 €) et des économies d'énergie d'environ 40 \$US par MWh (28 €/MWh). Il est cependant improbable que cela entraîne des économies d'énergie significatives. L'effet pourrait être suffisant pour qu'un centre commercial monte d'un niveau à un autre dans le classement énergétique (par exemple avec le modèle européen A-G), mais les économies d'énergie resteraient inférieures à 1 % de la consommation d'énergie du centre commercial.

L'ensemble complet des mesures décrites ci-dessus, coûtant plus de 4 millions de \$ US (2,8 millions €) par centre commercial en moyenne, peut générer des économies d'énergie plus substantielles, avec un temps de retour sur investissement de moins de quatre ans.

Par exemple, un exploitant de centre commercial a investi moins de 3 millions de \$ US (2,1 millions €) pour réduire sa consommation d'énergie de 37%. Mais le temps de retour moyen sur investissement dépassait cinq ans pour l'ensemble des mesures prises. Individuellement, le temps de retour sur investissement allait de 0,2 an (pour l'utilisation de l'air extérieur fournissant un refroidissement « gratuit ») à près de 18 ans (pour le remplacement de l'éclairage extérieur).

Les économies les plus significatives, dans cet exemple, sont venues de l'installation de panneaux solaires photovoltaïques suivis par un système de comptage intelligent. Ces deux mesures ont représenté 75 % du total des économies d'énergie pour 68 % de l'investissement total. Le temps de retour était de 4,8 ans.

Réduire la consommation d'énergie dans les supermarchés

D'importantes chaînes de supermarchés comme Wal-Mart et Tesco économisent de l'énergie grâce à une conception radicale de leurs commerces. Wal-Mart expérimente des magasins basse consommation qui utiliseront à terme 100 % d'énergie renouvelable. En janvier 2008, la société a ouvert le premier de quatre magasins de nouvelle génération économes en énergie. Ils ont une performance énergétique supérieure de 25 % à la référence de 2005, de plus l'utilisation des réfrigérants est réduite de 90 % (voir aussi l'étude de cas Tesco).



Transformation : recommandations pour le secteur du commerce de détail au niveau mondial

- 1 Réaliser un diagnostic de la performance énergétique des immeubles commerciaux, introduire des systèmes de certification pour informer et appliquer des réglementations thermiques du bâtiment de plus en plus strictes.
- 2 Subventionner fortement l'obtention de bâtiments très performants dans le neuf et l'existant.
- 3 Réglementer pour éliminer progressivement les bâtiments aux performances insuffisantes.
- 4 Introduire un seuil maximum de puissance surfacique pour l'éclairage et les systèmes de génie climatique.
- 5 Faire participer les directeurs du secteur du commerce de détail à une campagne de sensibilisation pour promouvoir les bonnes pratiques et améliorer la prise de conscience autour de la consommation d'énergie.
- 6 Développer des solutions techniques, résultats d'effort de recherche et développement sur la réduction des coûts d'investissement et l'augmentation de la performance énergétique.
- 7 Exiger des compteurs intelligents pour chacun des magasins des centres commerciaux.
- 8 Introduire des incitations pour que les promoteurs adoptent une approche intégrée de la conception qui atteigne un haut niveau de performance énergétique.
- 9 Promouvoir la production locale d'énergie renouvelable pour tous les nouveaux projets de développement de centres commerciaux.

Etude de cas: Tesco

La chaîne Tesco a diminué de moitié la consommation d'énergie par mètre carré dans ses magasins au Royaume-Uni depuis l'an 2000. En 2009, elle a ouvert un nouveau magasin à Manchester, au Royaume-Uni, qui a un bilan carbone inférieur de 70% à celui d'un magasin équivalent construit en 2006. L'amélioration du bilan carbone vient d'une combinaison de choix portant sur la conception du bâtiment, les matériaux et les solutions techniques, parmi lesquelles une ossature en bois et non en acier, des puits de lumière pour limiter l'éclairage artificiel, et un système de réfrigération utilisant le CO₂ comme réfrigérant. Sur la réduction d'émission de CO₂ de 70%, 31% ont été réalisés grâce à des mesures en faveur d'une meilleure efficacité énergétique.

Le magasin a des fenêtres spéciales dans le toit, permettant à la lumière naturelle de filtrer jusqu'à l'étage commercial. Les panneaux légers sont remplis de gel qui laisse passer la lumière sans surchauffer le magasin. Dans les bureaux, des tubes recouverts de miroirs reflètent la lumière du jour dans des zones qui auraient été sombres. Le système d'éclairage baisse automatiquement chaque lumière lorsque la lumière naturelle augmente.



3. Agir pour la Transformation

Nos travaux de modélisation et nos analyses mettent en évidence la nécessité de transformer l'ensemble du secteur du bâtiment. A moins d'une action rapide et efficace, la consommation d'énergie dans les bâtiments d'ici à 2050 sera équivalente à celle des transports et de l'industrie combinés. Notre étude démontre aussi que le potentiel d'économies d'énergie des bâtiments, en 2050, représente l'équivalent de toute l'énergie utilisée aujourd'hui par l'ensemble du secteur du transport. En extrapolant notre étude à l'ensemble du parc de bâtiments sur les six régions couvertes par le projet jusqu'en 2050, il est possible de réaliser près de 60% de réduction des consommations d'énergie et d'émissions de CO₂, sans compter la contribution des énergies renouvelables produites localement et revendues au réseau de distribution d'électricité (voir figure 42).

Ces économies substantielles d'énergie sont possibles malgré la forte augmentation du nombre de bâtiments futurs. Aujourd'hui, les réglementations, les incitations financières et les comportements sont inadaptés pour susciter les changements profonds nécessaires de la part des entreprises et des individus. Les entreprises du secteur du bâtiment feront des progrès, mais ne se transformeront pas sans des signaux forts du marché et des changements de réglementations.

Il existe des thèmes communs à plusieurs segments de marché. Le coût de l'investissement initial et les considérations financières de court terme sont les freins majeurs dans les secteurs résidentiel et commercial. Nous avons constaté une méconnaissance généralisée de la consommation d'énergie et des moyens de la réduire. Pour de nombreux usagers des bâtiments, l'énergie n'est pas une priorité. Il est peu probable que l'augmentation du prix de l'énergie (dans des limites qui semblent acceptables économiquement et politiquement) change beaucoup cet état de fait, car le coût de l'énergie est souvent assez peu significatif pour la plupart des utilisateurs. Même si l'on arrive à surmonter le manque de connaissance, les propriétaires et les occupants ne feront pas les investissements nécessaires dans les conditions actuelles. Les barrières non financières (ou comportementales) signifient aussi que les investissements peuvent ne pas être faits par les entreprises et les consommateurs, même s'ils ont du sens économiquement³⁸. En résumé, la plupart des propriétaires et des occupants méconnaissent la problématique énergétique et ne s'en soucient pas assez. Cette inertie est renforcée par le fait que les investissements initiaux sont trop élevés et les économies trop faibles.

En levant ces freins, on ne se contentera pas d'atteindre les objectifs d'économies d'énergie mais on créera aussi des emplois et des opportunités commerciales, ce qui va soutenir la croissance économique. Toutefois, la Transformation souhaitée ne se fera pas à travers les forces du marché seules car les barrières financières, organisationnelles et comportementales sont trop importantes. La Transformation ne se produira que lorsque :

- Une volonté politique et un leadership de la part des professionnels feront de l'énergie dans les bâtiments une priorité absolue, afin de provoquer des changements de comportement et de s'assurer que les concepts et les technologies basse consommation deviennent la norme.
- Les investissements dans l'efficacité énergétique produiront des retours sur investissement positifs et sûrs parce que :
 - Le prix de l'énergie sera élevé (y compris un prix du CO₂), ce qui aura pour effet de générer des économies importantes ;
 - Des modèles financiers innovants existeront pour apporter des fonds et partager les risques ;
 - Les innovations dans la conception et la technologie réduiront les investissements initiaux à des niveaux viables.
- Les entreprises, les pouvoirs publics et les autres parties prenantes travailleront ensemble pour réaliser les solutions basse consommation dans les pays émergents, améliorant ainsi la qualité de vie, tout en limitant la croissance de la consommation énergétique en valeur absolue.

« Les pouvoirs publics et les entreprises doivent donner l'exemple. Autrement, cela donne des excuses aux gens pour ne rien faire. »

Participant à l'atelier « Comportement »
EEB Juillet 2008

« L'énergie est invisible. Nous devons la rendre visible. »

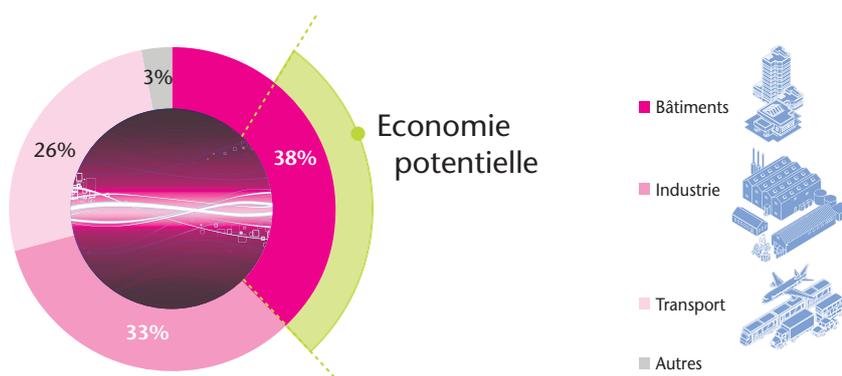
Participant à l'atelier « Comportement »
EEB. Août 2008

« La taxe carbone n'est pas une façon de motiver le comportement en aval. Une taxe de 30 \$ US par an n'a pas beaucoup d'impact financier. »

Participant à l'atelier « Finance »
EEB. Octobre 2008

Figure 42

Le potentiel d'économies d'énergie dans les bâtiments serait équivalent au total de l'énergie utilisée actuellement dans les transports



Recommandations pour agir

La transformation indispensable du secteur du bâtiment nécessite une action immédiate et rapide de la part des entreprises, des individus et des pouvoirs publics. Les politiques et les promesses ne suffisent pas. Tous les acteurs intervenant de près ou de loin sur la consommation d'énergie des bâtiments doivent *Agir*. Après avoir développé les recommandations spécifiques par segment dans le chapitre précédent, nous proposons ici six recommandations générales pour stimuler aussi bien l'offre que la demande en matière de performance énergétique dans les bâtiments.

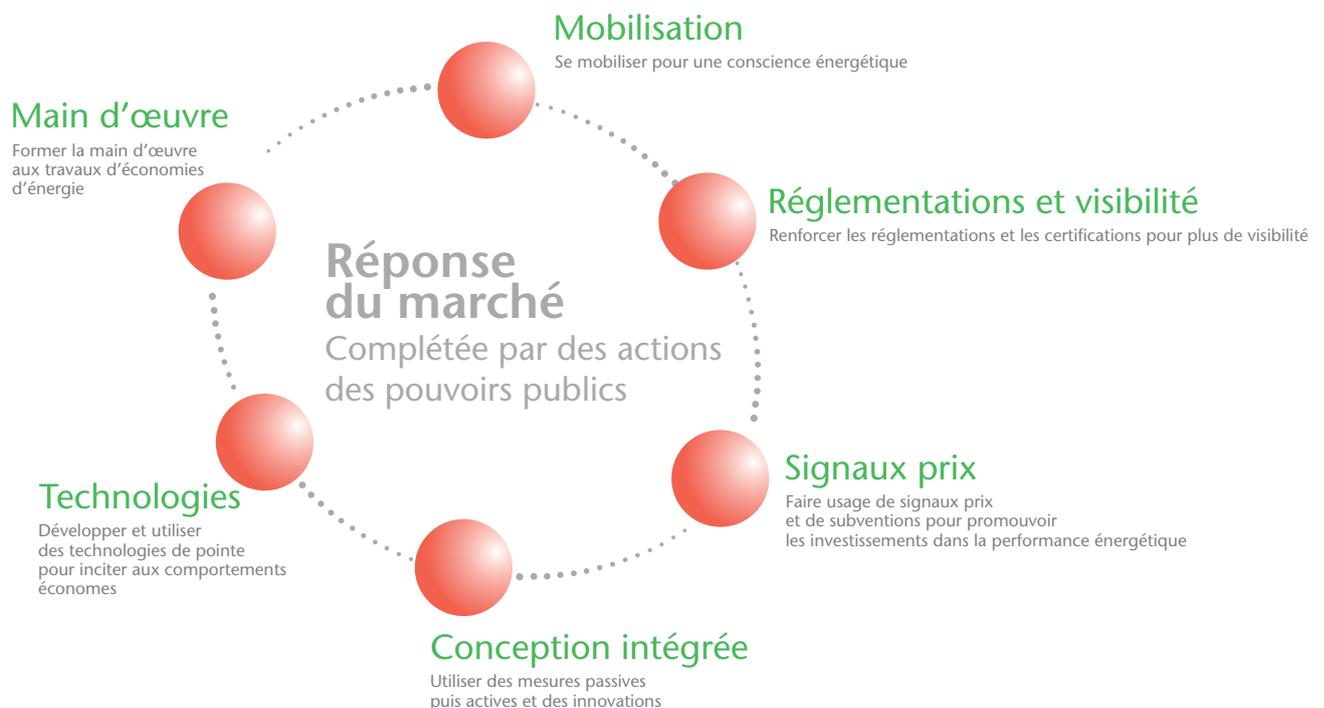
Ce projet se concentre sur le secteur du bâtiment, plutôt que sur l'environnement au sens large, et nous reconnaissons que l'énergie des bâtiments n'est qu'un aspect parmi d'autres du développement durable tels que le transport, l'eau et les aliments. Nous reconnaissons aussi l'importance du mix énergétique de la production d'électricité, que nous avons exclu du cadre de notre projet.

Nos recommandations doivent être appliquées de façon appropriée à chaque secteur du bâtiment. Elles représentent un ensemble cohérent, qui doit être considéré dans sa globalité, et ne sont pas des options à réaliser séparément ou par séquences. Elles se recouvrent, sont liées entre elles et se renforcent mutuellement (voir figure 43).

Ces recommandations sont universellement valables, bien que des nuances existent d'un pays à l'autre. Elles supposent un accord post-Kyoto pour combattre le changement climatique avec un engagement à long terme de réduction substantielle des émissions de gaz à effet de serre, qui se base sur le principe fondamental des «responsabilités communes mais différenciées» entre les pays.

Figure 43

Des recommandations qui se renforcent mutuellement



Renforcer les réglementations et les certifications pour plus de visibilité

Notre modélisation montre que sans intervention externe les forces du marché sont insuffisantes pour mener à bien la transformation au rythme nécessaire. Par exemple, la consommation d'énergie des maisons individuelles en France augmentera de 24 % en 2050, malgré les fortes subventions actuelles (*Voir figure 45*).

En raison de l'urgence du problème, des politiques publiques sont nécessaires. Un bon bouquet réglementaire doit encourager le marché à aller vers une réduction de la consommation d'énergie et un changement de comportement. De nombreuses possibilités existent pour inciter aux économies d'énergie³⁹. Parmi elles, il y a des mesures fiscales et financières ainsi que des réglementations. Les politiques publiques doivent être conçues pour se renforcer mutuellement plutôt qu'être évaluées individuellement et étroitement. Par exemple, une certification efficace de la performance énergétique est essentielle à de nombreuses mesures fiscales et financières. Les pouvoirs publics doivent également collaborer avec les parties prenantes pour élaborer leurs politiques et coordonner leurs actions. Ceci, afin d'obtenir une cohérence de marché permettant des économies d'échelle qui favorisent les investissements dans les économies d'énergie.

Nous recommandons des réglementations thermiques exigeantes, appliquées et renforcées régulièrement, tout en tenant compte des spécificités climatiques locales.

Les pouvoirs publics doivent établir et faire appliquer des réglementations thermiques exigeantes et faire savoir clairement que ces réglementations vont se renforcer avec le temps afin de sensibiliser l'ensemble des parties prenantes. Des réglementations thermiques strictes et des obligations de performance des équipements doivent conduire, pour chaque secteur, à un niveau de consommation énergétique maximal (basé sur des indicateurs appropriés), en fonction des conditions climatiques de chaque région. Ces réglementations doivent s'appliquer aux performances réelles du bâtiment plutôt qu'à la consommation théorique calculée, car les différences sont souvent importantes. Ceci requiert non seulement un système commun d'évaluation, mais aussi un système de collecte de données ainsi que des procédures de contrôle de conformité réglementaire à l'aide de bureaux de contrôle formés à cet effet.

La réglementation thermique est très efficace pour les bâtiments neufs. Cependant, son impact est limité dans certains pays émergents, dont une partie du marché échappe à la filière professionnelle et donc aux réglementations. Dans les pays développés, l'amélioration de la performance énergétique du parc immobilier existant est prioritaire. La réglementation thermique doit être utilisée ici pour stimuler les investissements en faveur de la performance énergétique des bâtiments revendus ou rénovés.

Les niveaux de performance énergétique définis dans les réglementations thermiques sont utiles, mais pas suffisants à eux seuls pour réduire la consommation d'énergie totale. Par exemple, une personne occupant une maison basse consommation peut avoir une consommation significative si la maison est très grande.

C'est le « syndrome des deux réfrigérateurs ». Dans les pays développés, les foyers ont désormais souvent deux grands réfrigérateurs – tous les deux très performants – mais qui au total consomment bien plus d'énergie qu'un réfrigérateur unique – moins performant – possédé auparavant. De la même façon, les commerçants augmentent le niveau d'éclairage pour mieux vendre; ce qui augmente la consommation d'énergie totale, même si les systèmes utilisés sont plus efficaces. C'est « l'effet rebond » qui anéantit la réalisation du potentiel d'économies réel. Ce syndrome induit un changement de comportement qui a pour résultat de réutiliser l'énergie économisée d'une autre façon. Des études montrent que les personnes qui installent des éclairages basse consommation perdent jusqu'à 12 % des économies d'énergie escomptées, en laissant les lumières allumées plus longtemps. De même, les personnes qui investissent dans une chaudière plus efficace perdent jusqu'à 30 % du gain prévu, parce qu'elles augmentent la température des thermostats.⁴⁰

A cause de « l'effet de rebond » et du « syndrome des deux réfrigérateurs », il est important d'utiliser plusieurs indicateurs énergétiques. La performance énergétique globale est un bon indicateur, mais ne suffit pas à elle seule. D'autres indicateurs couvrant à la fois l'énergie et le CO₂ sont nécessaires :

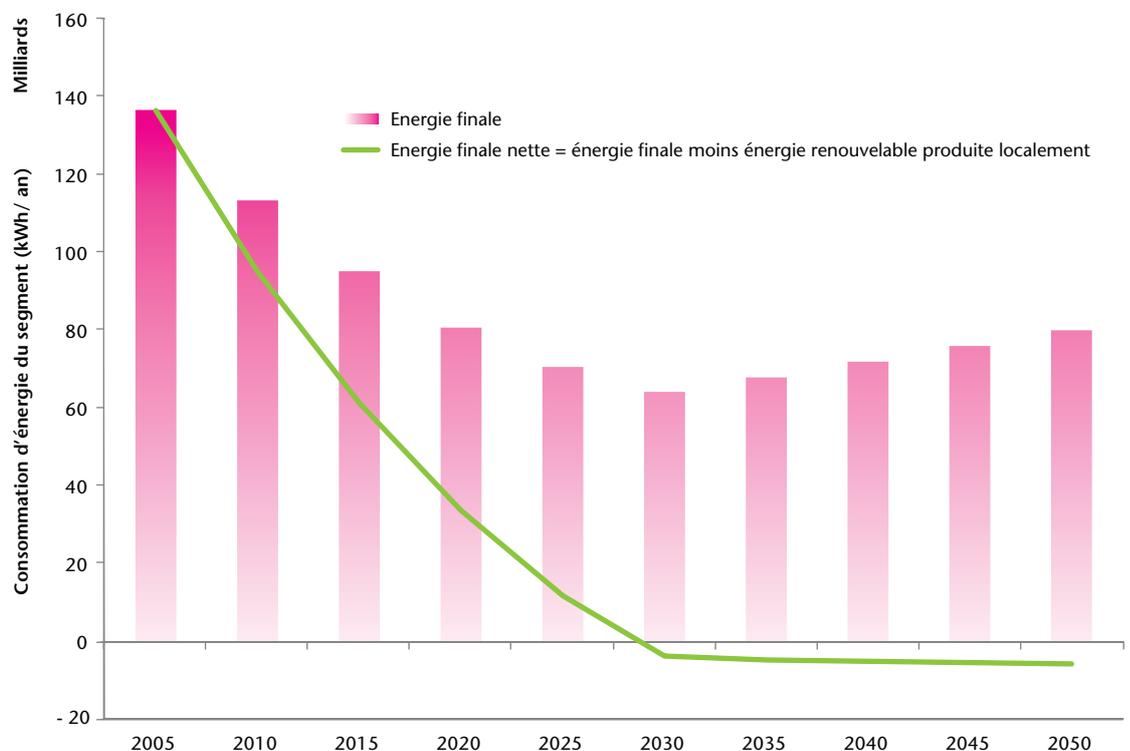
- Des valeurs absolues (consommation totale);
- Par personne par an;
- Par mètre carré par an.

Développer de tels indicateurs permettrait aux pouvoirs publics de concevoir des bouquets de réglementations adaptés aux besoins énergétiques locaux en fonction de la culture locale.

Nous recommandons le développement d'un standard de mesure et de certification énergétique adapté aux conditions climatiques régionales, avec une obligation pour tous les bâtiments non résidentiels d'afficher leur niveau de performance énergétique.

Pour influencer les acteurs économiques, les informations sur la performance énergétique doivent être rendues publiques. L'Union européenne a introduit – à travers la Directive sur la performance énergétique des bâtiments – l'obligation d'un étiquetage des bâtiments. Elle va contribuer à la prise de conscience de l'énergie dans les bâtiments, en particulier dans le secteur résidentiel. Des labels volontaires, tels que BREEAM, CASBEE, HQE, Effinergie, LEED, Minergie et PassivHaus, sensibilisent déjà aujourd'hui à la problématique de la construction durable, même si tous ne sont pas centrés sur la consommation d'énergie. Ces labels sont de plus en plus utilisés en complément de la réglementation. Ils commencent à influencer les prix du marché. Une étude portant sur 9 000 ventes de maisons en Suisse a montré que les bâtiments labellisés Minergie atteignent un prix de vente supérieur de 7% comparé à des maisons sans label.⁴¹

Figure 44
Bilan énergétique nul obtenu pour le secteur résidentiel au sud-est des Etats-Unis, si les propositions de réglementation de transformation sont appliquées



Ces labels apportent visibilité, meilleure adoption des marchés et indiquent la direction du développement des normes. Notre modélisation montre que si les labels avaient une forte exigence de performance énergétique et étaient mis en œuvre à grande échelle, ils pourraient transformer le marché et concrétiser la vision d'un bilan énergétique nul dans les bâtiments résidentiels.

Les labels sont un moteur des forces du marché. Ils permettent d'inclure plus facilement l'énergie dans les processus de décision. Les labels standardisés offrent une méthodologie en faveur de normes de performance rigoureuses.

Nous recommandons des diagnostics de performance énergétique des bâtiments systématiques, afin d'identifier les performances et les priorités d'amélioration.

La visibilité est primordiale. Si les gens ignorent les consommations d'énergie liées aux différents usages dans les bâtiments, ils ne peuvent ni faire les bons choix énergétiques, ni mesurer les progrès réalisés. De même, les pouvoirs publics ne peuvent pas planifier des programmes importants de rénovation en l'absence d'information sur la performance énergétique des bâtiments. L'absence et l'insuffisance de données empêchent la prise de décision sur des investissements économisant l'énergie.

Nous recommandons des inspections régulières obligatoires pour s'assurer de la performance de l'enveloppe des bâtiments et des équipements clés, tels que chauffage et climatisation.

La performance réelle est souvent différente de celle qui est attendue et se dégrade dans le temps. Il faut donc une bonne installation, un entretien régulier et former les responsables sur la gestion des équipements. Par exemple, une dégradation de l'étanchéité à l'air peut apparaître autour des fenêtres en raison des mouvements du bâtiment. Aux Etats-Unis, l'Environmental Protection Agency (Agence pour la protection de l'environnement) estime que les défauts d'étanchéité à l'air sont responsables de 25 % à 40 % de l'énergie consommée pour le chauffage et la climatisation.

Nous recommandons l'installation obligatoire de systèmes de régulation de l'énergie dans chaque logement collectif et une facturation de l'énergie en fonction de la consommation.

La répartition entre propriétaires et locataires des coûts et des bénéfices des travaux liés aux économies d'énergie - constitue un frein important dans les logements collectifs locatifs et les immeubles de bureaux (comme décrit dans le chapitre 2). Les locataires n'ont pas souvent de contrôle sur le chauffage et ne sont pas facturés en fonction de l'énergie qu'ils consomment. Cela signifie qu'ils n'ont aucun intérêt à changer leur comportement ou à utiliser des équipements basse consommation. Fournir une gestion individuelle et facturer la consommation permettent de surmonter cet obstacle. Les propriétaires n'ont aujourd'hui pas d'intérêt financier à réduire la consommation d'énergie, mais nos autres recommandations encouragent ces investissements, surtout si la performance énergétique a un impact sur le prix du loyer.

Nous recommandons que le contrôle de l'application de la réglementation thermique des bâtiments tertiaires soit associé aux inspections régulières sur la santé, l'hygiène et la sécurité.

L'application des réglementations est souvent insuffisante, en particulier dans les pays émergents, où de nombreuses constructions se font hors du champ des permis de construire et des réglementations. Cela est souvent dû à un manque d'inspecteurs. Il y a aussi le fait que les inspecteurs des bâtiments n'ont pas suffisamment de pouvoir, contrairement aux inspecteurs des services de santé et de sécurité. L'application des réglementations pourrait être améliorée, si la réglementation thermique était incluse dans les contrôles réguliers de santé, d'hygiène et de sécurité ou lors de contrôles sur la sécurité incendie des bâtiments tertiaires. Certains segments pourraient inclure des inspections de performance énergétique lors des contrôles réguliers, par exemple sur la sûreté alimentaire dans les restaurants.

Faire usage de signaux prix et de subventions pour promouvoir les investissements dans la performance énergétique

Les investisseurs doivent considérer les risques tels que les impacts de l'évolution des réglementations et du prix de l'énergie. Pourtant, l'énergie n'est pas une priorité pour la plupart des propriétaires et occupants, parce que sa part dans les coûts des bâtiments commerciaux et résidentiels est relativement faible par rapport aux autres coûts. En outre, cette part est rarement connue.

Sans subvention, certains investissements d'économies d'énergie ne sont financièrement pas attractifs. Même si certains investissements ont une logique financière favorable, leurs retombées sont souvent à long terme. L'investissement initial décourage fortement les particuliers, et les temps de retour sur investissement trop longs découragent les décideurs professionnels. Nos recommandations visent à augmenter l'importance de la performance énergétique des bâtiments, de sorte que celle-ci puisse se répercuter sur le prix des biens immobiliers et les rendements locatifs. Des incitations et subventions sont néanmoins nécessaires pour générer des signaux prix afin de stimuler le marché.

Nous recommandons l'introduction par les pouvoirs publics de bouquets de mesures fiscales et de subventions suffisamment élevées pour faire évoluer le marché vers des niveaux plus élevés de performance énergétique dans les bâtiments.

Une taxation dédiée au bâtiment doit être développée afin d'avoir un impact réel sur les décisions d'investissement d'économie d'énergie; ce qui ne serait pas le cas avec une taxe carbone générale :

- Utiliser les revenus d'une taxe sur le carbone pour subventionner les investissements;
- Appliquer une taxe spécifique au bâtiment pour éviter un impact négatif sur l'économie d'une taxe générale sur l'énergie ou le carbone. Cette taxe pourrait prendre la forme d'un impôt foncier modifié ou supplémentaire, en relation avec les certificats d'énergie décrits précédemment. Elle pourrait être globalement neutre pour l'économie. Elle pourrait également contribuer à encourager l'efficacité énergétique, en distribuant les revenus en provenance de bâtiments énergivores pour subventionner les bâtiments basse consommation.

Les subventions versées dans le cadre de tels programmes doivent faire l'objet d'une consultation attentive afin d'éviter des conséquences imprévues. Par exemple, en 1970, le Japon souhaitait diversifier ses sources d'énergie. Il a incité à l'utilisation de groupes de production d'eau froide à gaz pour climatiser les bâtiments. Cela s'est fait au détriment de solutions électriques qui peuvent contribuer efficacement à la réduction des émissions de CO₂ lorsqu'elles sont fournies en électricité à faible contenu en carbone. Il faut éviter de distribuer des subventions et des incitations sur des éléments constructifs singuliers, tels que fenêtres ou équipements de chauffage séparément. Il faut au contraire inclure ces éléments dans une approche intégrée et accorder les aides en faveur d'une performance globale, pour les bâtiments neufs et existants.

Nous recommandons des structures tarifaires qui encouragent une faible consommation d'énergie et une production locale d'énergie renouvelable

Il y a deux manières de faire pencher l'équation financière en faveur de l'investissement dans la performance énergétique : réduire le coût d'investissement initial ou augmenter les bénéfices des premières années. Un moyen largement reconnu pour améliorer les économies potentielles est d'augmenter le coût de l'énergie; ce qui peut se produire si des accords post-Kyoto entraînent des prix élevés du CO₂. Ces mécanismes peuvent avoir un effet structurant sur l'économie en général, mais notre modèle montre qu'un prix sur le carbone n'a qu'un impact très limité sur les décisions d'investissement en faveur des économies d'énergie, surtout si le niveau de prix est « acceptable » d'un point de vue politique et économique. De même, un prix du CO₂ relativement élevé ne renchérit pas assez le prix de l'énergie pour rendre les investissements dans les économies d'énergie attractifs (bien qu'une augmentation du prix puisse inciter au changement de comportement en faveur des économies d'énergie).

Les bénéfices potentiels peuvent être augmentés par des offres commerciales. Dans certains pays, les systèmes de tarification des fournisseurs d'énergie peuvent encourager le gaspillage, à cause des remises de prix pour les gros consommateurs; le prix unitaire de l'énergie diminue au-delà d'un certain niveau de consommation. Inverser cette pratique augmenterait le coût de l'énergie pour les niveaux de consommation élevés. C'est déjà le cas au Japon, où les premiers 120 kWh sont facturés 17,87 Yens/kWh (0,18 €/kWh), puis 22,86 Yens (0,23 €/kWh) jusqu'à 300 kWh et enfin 24,13 Yens (0,24 €/kWh) au-delà.

Un tarif de rachat élevé pour l'électricité générée localement encourage les investissements dans la production d'énergie renouvelable, comme c'est déjà le cas dans des pays tels que l'Allemagne ou la France.

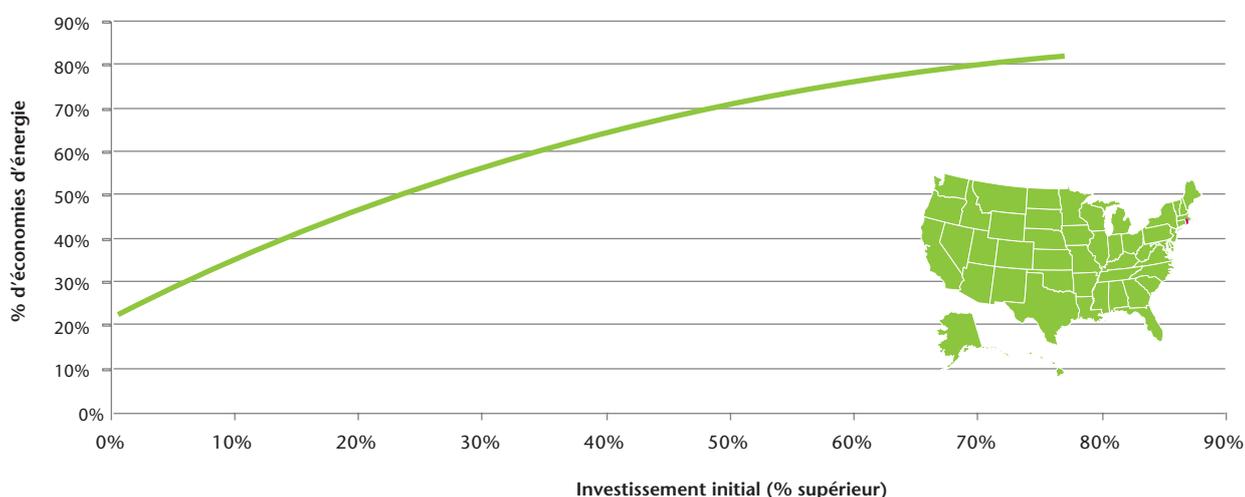
Nous recommandons aux fournisseurs d'énergie, aux entreprises et aux institutions financières de développer de nouvelles stratégies commerciales pour éliminer le frein des coûts d'investissements initiaux

Les simulations ont clairement montré que de nombreux investissements dans les économies d'énergie ne remplissent pas les critères à court terme des retours sur investissement attendus par les entreprises, les investisseurs et les particuliers. Bien que d'importantes économies d'énergie soient possibles avec des surcoûts d'investissement relativement modestes, un décideur sensible aux montants à investir initialement ne choisira jamais les solutions en faveur de la Transformation (voir figure 45).

Un moyen consiste à attirer de nouvelles sources de financement, d'apprendre des meilleures pratiques et d'utiliser des modèles d'affaire tels ceux proposés par des contrats de performance énergétique (ESCO). Diverses opportunités existent pour le financement des investissements en faveur de l'énergie:

- Le paiement par les économies d'énergie: l'investissement initial est financé en totalité ou en partie par un fournisseur d'énergie qui récupère son investissement grâce à un premium régulier sur les factures mensuelles. Ce premium est lié au bâtiment et non au client spécifique;
- Les sociétés de services énergétiques (ESCO) ou autres fournisseurs s'engagent à atteindre une certaine performance énergétique pour un bâtiment tertiaire et partagent les économies avec le propriétaire;
- Les contrats de performance énergétique permettent aux sociétés de services énergétiques ou à d'autres acteurs d'offrir des contrats innovants garantissant au client le niveau de services et les économies d'énergie;
- Les autorités locales fournissent des prêts pour financer l'investissement énergétique; les remboursements se font à travers une charge supplémentaire sur la taxe foncière;
- Les fonds d'investissement dans l'efficacité énergétique valorisent favorablement la réduction de risque des prêts immobiliers pour les logements basse consommation; le financement de ce genre d'investissement pourrait être attractif pour des fonds d'investissement socialement responsables.

Figure 45
Relation entre économies d'énergie et coût d'investissement initial pour les solutions avec le meilleur rendement, sur le segment des maisons individuelles du sud-est des Etats-Unis



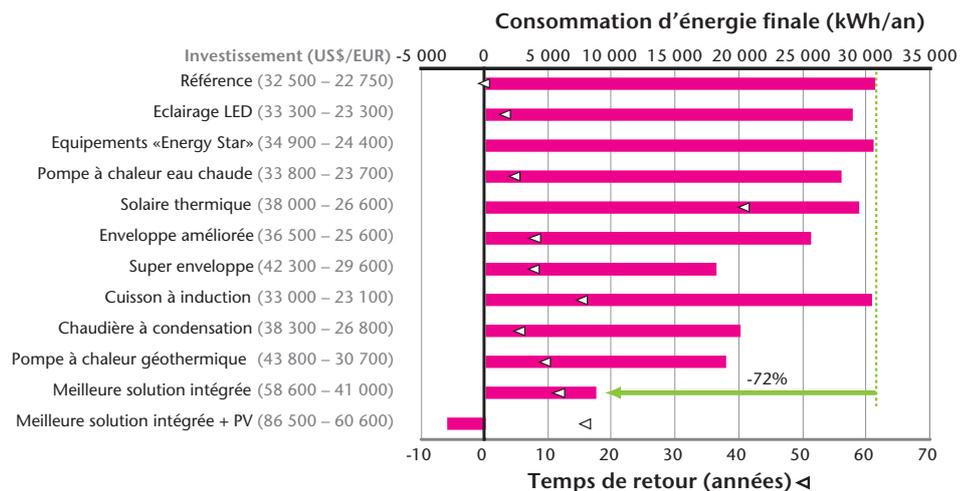
Encourager les approches intégrées de la conception et les innovations

L'attention portée à des composants individuels ou à des solutions techniques isolées (ventilation ou isolation), peut conduire vers des solutions sous-optimales. Même si chaque composant peut contribuer à des économies d'énergie, la plus grande efficacité énergétique à moindre coût est obtenue en adoptant une approche intégrée qui prend en compte tous les facteurs. Par exemple, notre modèle montre, dans le cas d'une maison dans le sud-est des Etats-Unis, qu'une approche globale permet une économie d'énergie de 72%. La solution technique individuelle la plus performante n'atteint pas la moitié de ce chiffre (voir figure 46).

Une approche intégrée de la conception implique une participation très en amont des professionnels du bâtiment. Cela permet d'éviter de nombreuses révisions et des interruptions si de nouvelles considérations doivent être prises en compte.

L'intégration de mesures passives et actives est cruciale pour une bonne conception du bâtiment et de sa construction parce qu'il existe une interaction entre les différents composants qu'il faut comprendre pour atteindre un haut niveau de performance. La forme du bâtiment et son enveloppe en sont le point de départ ainsi que l'orientation et les protections solaires. D'autres mesures passives à exploiter sont l'inertie thermique, la ventilation naturelle et la lumière du jour. Viennent ensuite les équipements actifs basse consommation tels que l'éclairage (lampes fluorescentes compactes avec système de gestion intelligent) et les équipements avec les pompes à chaleur et chauffe eau solaire, par exemple.

Figure 46
Les meilleures performances avec les solutions intégrées



Une approche intégrée est tout aussi importante pour la rénovation. Par exemple, l'installation de chaudières plus performantes ou de pompes à chaleur économise plus d'énergie, si elle fait partie d'une rénovation intégrée qui comprend aussi l'isolation thermique du bâtiment et une attention accordée aux autres composants. Pourtant, exécuter un bouquet de travaux sera plus coûteux que changer un seul composant. Aussi, l'ensemble des travaux pourra nécessiter d'être mené par étapes successives ou en une seule fois, mais un soutien financier est souvent nécessaire.

Nous recommandons aux pouvoirs publics d'introduire dans le processus d'attribution de permis de construire des incitations destinées aux promoteurs qui favorisent des projets basse consommation conçus par une approche intégrée.

Une approche globale de la conception avec des mesures passives et actives peuvent générer jusqu'à 70% d'économie d'énergie. Pourtant, le morcellement du secteur du bâtiment bloque les tentatives faites pour réunir les différents intervenants en une équipe projet intégrée. Le rôle des agents immobiliers est un frein à l'innovation car ils sont typiquement préoccupés par les critères financiers, ce qui conforte une approche conservatrice de la conception du bâtiment.

Des mesures sont nécessaires pour encourager les promoteurs en particulier. Le processus d'appel d'offres empêche les approches intégrées. Le problème majeur d'un promoteur est le risque important de ne pas obtenir l'autorisation pour un projet : quelque 90 % des projets tertiaires ne dépassent jamais le stade de la planche à dessin. Ceci encourage les promoteurs à minimiser les coûts au cours de la phase préliminaire du projet. Rassembler les différents spécialistes en une équipe intégrée ferait monter les coûts, à ce stade, et augmenterait les pertes si le projet n'est pas approuvé. En revanche, une approche intégrée tôt dans le processus minimise les coûts de modification et de construction.

Réduire le risque d'échec serait une incitation importante pour les promoteurs. Ce serait possible en faisant passer en procédure accélérée et en statut préférentiel les demandes qui démontrent l'utilisation d'une approche intégrée de la conception pour des bâtiments basse consommation. Assouplir certaines réglementations serait également incitatif, par exemple en autorisant de plus fortes densités (COS plus élevé) pour les bâtiments très basse consommation.

Le corollaire de ceci est le renforcement des exigences thermiques. En effet, une réglementation plus exigeante pousse les promoteurs à adopter cette approche intégrée pour mieux maîtriser les coûts.

Nous recommandons que les promoteurs restructurent leur métier et les clauses contractuelles pour encourager l'implication à un stade précoce des entreprises de BTP en tant que membre de l'équipe intégrée de conception.

Les ingénieurs et les autres participants au projet peuvent avoir des réticences à rejoindre un projet plus tôt que de coutume, en raison du coût supplémentaire possible et des conséquences sur leur trésorerie. Ce phénomène pourrait disparaître si les promoteurs adoptent de nouvelles stratégies commerciales qui transforment la structure type des honoraires pour les ingénieurs et les architectes. Ceci, afin de partager les risques et de permettre la participation précoce d'une équipe élargie, comprenant les fournisseurs de matériaux et d'équipement. Cette solution pourrait être viable financièrement pour le promoteur si le projet recevait un statut préférentiel d'autorisation.

Nous recommandons que les fournisseurs d'énergie et autres parties prenantes travaillent avec les promoteurs pour améliorer la performance énergétique des projets de construction, en particulier en aidant à créer des équipes intégrées.

Les pouvoirs publics demandent, dans certains pays, aux fournisseurs d'énergie de générer des économies d'énergie chez leur client, parfois à travers des programmes obligatoires tels que les « certificats d'économies d'énergie ». Ceci oblige les producteurs d'énergie à accompagner les efforts de leurs clients et de travailler en partenariat avec le secteur du bâtiment. Si ces fournisseurs d'énergie pouvaient comptabiliser les économies d'énergie grâce à leur participation à la conception de bâtiments neufs basse consommation, ils auraient intérêt à rechercher une collaboration avec les promoteurs et faire partie de l'équipe de conception.

Nous recommandons que les subventions et les autres incitations en faveur des économies d'énergie de bâtiments résidentiels soient accordées en priorité aux projets qui considèrent le bâtiment dans son entièreté, avec un programme et un calendrier défini clairement.

La rénovation des logements présente un autre problème. Une approche globale doit être privilégiée, car les améliorations par petites touches sont plus coûteuses et thermiquement moins efficaces. Installer des fenêtres très performantes dans un bâtiment mal isolé n'aura qu'un effet minimal sur les économies d'énergie. Les propriétaires de logement individuels ont besoin d'un seul point de contact pour se renseigner sur la manière d'entreprendre une rénovation thermique la plus efficace et à moindre coût à l'aide d'une approche intégrée. Les subventions et les incitations financières ne devraient être octroyées que si une approche globale de la rénovation est envisagée. Celle-ci peut cependant être réalisée en plusieurs étapes, sur quelques années.



Développer et utiliser des technologies de pointe pour inciter aux comportements économes

Nous recommandons que les pouvoirs publics apportent un soutien à la recherche et développement dans les technologies les plus performantes pour les bâtiments.

La recherche et le développement sont essentiels pour offrir au marché des technologies plus efficaces et plus abordables en faveur des économies d'énergies. Il faut en particulier améliorer l'efficacité énergétique des technologies passives, des équipements et le rendement de la production locale d'énergie renouvelable, tout en diminuant leurs coûts. Un soutien financier des pouvoirs publics peut accélérer ces développements et stimuler le marché. Ces investissements publics sont rentables car ils génèrent une croissance du marché grâce à une augmentation des volumes et à la réduction des coûts. Ce processus élimine à terme les subventions qui étaient nécessaires pour permettre les investissements.

Nous recommandons que les bâtiments neufs et rénovés soient conçus pour utiliser des technologies de l'information et de la communication. Celles-ci minimisent la consommation d'énergie et peuvent être facilement mises à jour en fonction des avancées technologiques.

Les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) peuvent être utilisées pour réduire la consommation d'énergie lors de la conception, la mise en œuvre et l'exploitation. Voici quelques exemples de systèmes de gestion technique pour l'éclairage, le chauffage et la climatisation :

- Des capteurs pour le pilotage et les mesures à distance ;
- L'automatisation des composantes des bâtiments telles que les protections solaires ;
- La maintenance d'installations utilisant les énergies renouvelables telles que les cellules photovoltaïques.

Des technologies peuvent contribuer à la prise de conscience des enjeux énergétiques et à en réduire le gaspillage, en particulier dans les bâtiments tertiaires et résidentiels des pays développés. Les décideurs et les occupants ne connaissent pas souvent leur consommation d'énergie, et la technologie peut leur fournir des informations utiles qui pourront les faire réagir. Les compteurs intelligents « *smart meters* » par exemple indiquent la consommation individuelle par appareil et peuvent alerter les utilisateurs du niveau de leur consommation. On constate que le fait d'être informé entraîne une réduction de la consommation d'énergie allant jusqu'à 15%.⁴² Les avancées technologiques futures aideront à l'automatisation de l'exploitation des bâtiments et permettront des économies d'énergie encore plus importantes.

Nous recommandons que les fournisseurs d'énergie développent ou améliorent l'information au client sur ses consommations énergétiques et l'alertent sur les économies potentielles.

Pour développer des compteurs intelligents dans un cadre de la maîtrise de la demande, les fournisseurs d'énergie peuvent promouvoir des économies d'énergie par une analyse de la performance des consommations électriques, puis informer les utilisateurs sur la manière de réaliser des économies. Les fournisseurs d'énergie peuvent aussi alerter les utilisateurs en cas de consommation excessive en fournissant des informations comparatives sur leur facture ; ce qui est déjà le cas pour certains clients au Royaume-Uni et au Japon. Cela permet de comparer la consommation d'énergie entre bâtiments d'une taille et d'un type similaires. Le développement de réseaux intelligents « *smart grid* » améliorerait la gestion de la demande et pourrait ainsi profiter aux énergéticiens en réduisant les pointes de production d'électricité.

Former la main d'œuvre qualifiée pour les travaux d'économies d'énergie

Cet ambitieux programme d'efficacité énergétique requiert une main d'œuvre suffisamment nombreuse et qualifiée pour effectuer un travail soigné à un coût relativement bas. Le nombre d'artisans doit croître pour répondre à la demande, ce qui implique un programme de formation important et cela représente une opportunité pour la croissance économique. Cet effort doit être très important et aller bien au-delà de ce qui est fait actuellement.

Dans certains cas, les compétences de certains techniciens sont insuffisantes. Dans les bâtiments tertiaires, les responsables de la maintenance ont un rôle important puisqu'ils assurent l'entretien et le rendement des équipements techniques. Malheureusement, ces responsables sont peu considérés, ne sont pas forcément informés des consommations d'énergie et ont rarement les occasions, l'autorité ou les motivations nécessaires pour améliorer la performance énergétique. Comme l'a exprimé l'un des participants à notre atelier sur le comportement, il s'agit de «faire remonter les gars du sous-sol» pour identifier et appliquer les meilleures pratiques.

Nous recommandons que les organismes professionnels, les institutions d'enseignement et autres développent des formations sur la performance énergétique pour toutes les parties prenantes du secteur du bâtiment ainsi que des programmes de formation professionnelle pour les salariés et les artisans du bâtiment.

Notre étude a identifié un manque de connaissance sur les mesures d'efficacité énergétique parmi les professionnels du bâtiment et les décideurs. Il faut y remédier si l'on désire mettre en œuvre des conceptions et des technologies qui conduisent à la transformation de la performance énergétique des bâtiments.

Education et formation sur l'efficacité énergétique sont nécessaires pour toutes les personnes impliquées dans le financement, la conception, la construction, et l'exploitation des bâtiments. Ce thème doit être abordé dans les programmes de formation professionnelle. Il est aussi nécessaire pour ceux qui n'ont pas de formation professionnelle formelle. En effet, il est important d'atteindre le secteur informel du bâtiment, surtout dans les pays émergents. Il est nécessaire d'élargir les programmes de formation professionnelle et d'augmenter le nombre d'artisans qualifiés dans le secteur du bâtiment.

L'établissement de certificats de performance énergétique améliore non seulement les compétences des personnes impliquées mais il est aussi nécessaire pour la réalisation de nos autres recommandations. Les autorités locales pourraient exiger qu'un certain nombre de personnes participant à un projet soit certifié, et raccourcir le temps d'attribution des autorisations de construire pour les promoteurs qui intègrent des personnes certifiées dans leur équipe projet.

Nous recommandons de développer une nouvelle profession d'«intégrateur» pour réaliser les rénovations énergétiques des bâtiments résidentiels.

La pénurie de travailleurs qualifiés limite la capacité du secteur à mener à bien le grand nombre de rénovations, surtout s'il faut y intégrer les composantes d'amélioration de l'efficacité énergétique. Les travaux de rénovation sont conçus et réalisés par des spécialistes qui ne sont souvent compétents que dans un seul métier. Nous l'avons vu, il est indispensable d'intégrer plusieurs disciplines dans une approche globale des rénovations. Il faut donc former une profession qui a des compétences transverses afin de pouvoir gérer ce processus. Cette profession devra être capable de déterminer les éléments pour une amélioration énergétique, de développer un concept global de rénovation thermique, de sélectionner les entreprises, et de gérer la réalisation.



Se mobiliser pour une conscience énergétique

Nous recommandons que les entreprises et les pouvoirs publics fassent des campagnes régulières pour développer une culture consciente de l'énergie.

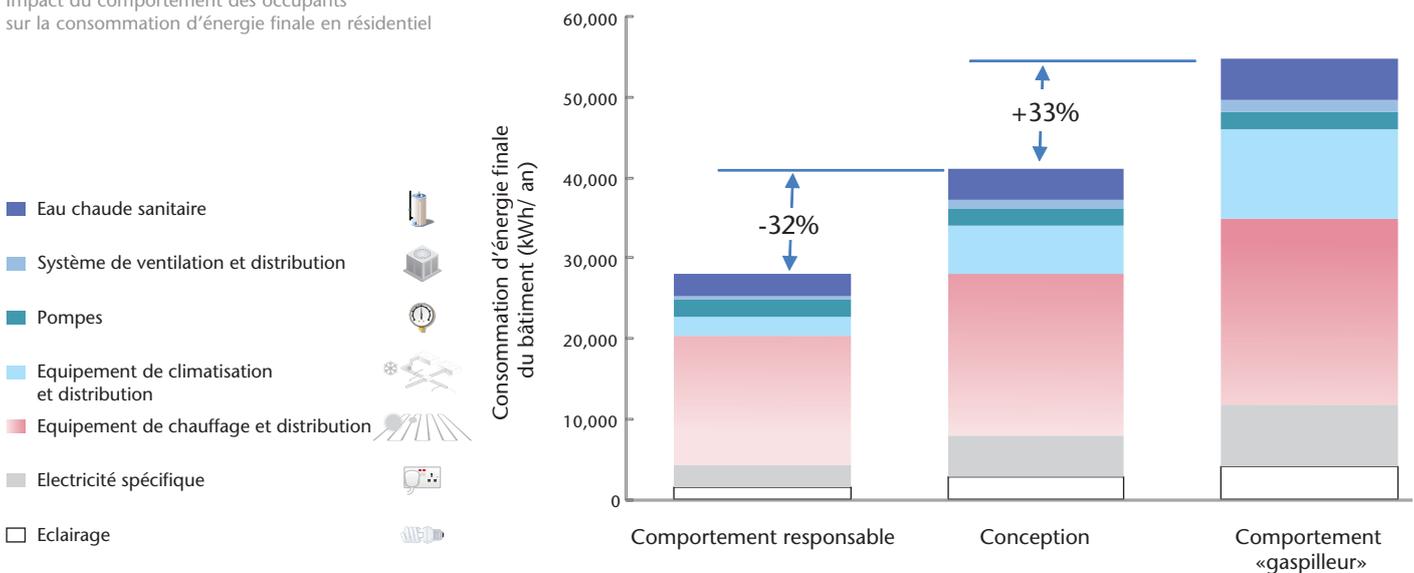
Un changement significatif des comportements et une amélioration des connaissances sont nécessaires pour faire partager la prise de conscience énergétique et afin de réaliser nos objectifs ambitieux d'économies d'énergies. L'étape la plus significative dans la transformation du secteur du bâtiment consiste à faire émerger les enjeux énergétiques dans l'ensemble du secteur, du monde économique et de la société. Ceci est le fondement de nos autres recommandations.

Il est essentiel de sensibiliser, d'intéresser et de susciter l'enthousiasme autour de la performance énergétique, chez toutes les parties prenantes. Les décideurs doivent mieux comprendre les bénéfices liés aux économies d'énergie. Ceci s'applique aussi bien dans les secteurs résidentiels et commerciaux, bâtiments neufs et existants, et pays développés et émergents.

Le comportement des occupants (responsable ou indifférent) a un impact important. Notre étude montre qu'un comportement «gaspilleur» augmente de plus de 30% la consommation énergétique, alors qu'un comportement responsable peut en économiser un tiers (voir figure 47). Un comportement peu responsable multiplie donc par deux la consommation par rapport à un comportement responsable.

Figure 47

Impact du comportement des occupants sur la consommation d'énergie finale en résidentiel



Une meilleure visibilité de la consommation d'énergie et des coûts améliore la prise de conscience. Mais l'information seule ne suffit souvent pas à changer les comportements. Parmi les autres freins, on peut citer :

- Le manque de compréhension et de connaissance, y compris l'idée reçue selon laquelle la problématique de l'énergie et du changement climatique sont des problèmes trop vastes pour un individu ;
- Le manque de motivation : les discours alarmistes sur la sécurité d'approvisionnement énergétique et la menace du changement climatique peuvent démotiver les gens ; ils peuvent se désengager du problème, surtout s'ils ont l'impression que c'est le problème de quelqu'un d'autre ; ils perdent confiance en de nouvelles approches et préfèrent s'en tenir aux méthodes traditionnelles et à leurs habitudes. Cela est particulièrement vrai si le bénéfice d'agir n'apparaît pas.

Différentes approches sont nécessaires pour surmonter ces difficultés. Il est important de motiver les gens, en ciblant ce qui leur importe (ce qui peut inclure des incitations financières). Il s'agit d'informer mais aussi de toucher les gens émotionnellement

grâce à des campagnes de marketing conjointes du secteur public et privé. Une vaste et régulière série de campagnes de mobilisation favorise l'apparition d'un nouvel état d'esprit.

Les campagnes peuvent aller de la publicité formelle au marketing viral et aux canaux indirects tels que ceux qui consistent à motiver les enfants afin qu'ils persuadent leurs parents (le « pouvoir de harcèlement »). Les attitudes changent, et ce qui semble impossible ou impraticable aujourd'hui pourra être réalisé demain. De telles campagnes de changements culturels ont apporté des mutations importantes dans le domaine de la santé publique, de la sécurité et de l'environnement.

De nombreuses entreprises ont mis en place une culture de la sécurité en changeant les idées reçues, les normes et les croyances⁴³. L'importance de la sécurité est désormais une évidence pour le monde économique. L'efficacité énergétique doit être considérée avec une importance équivalente.

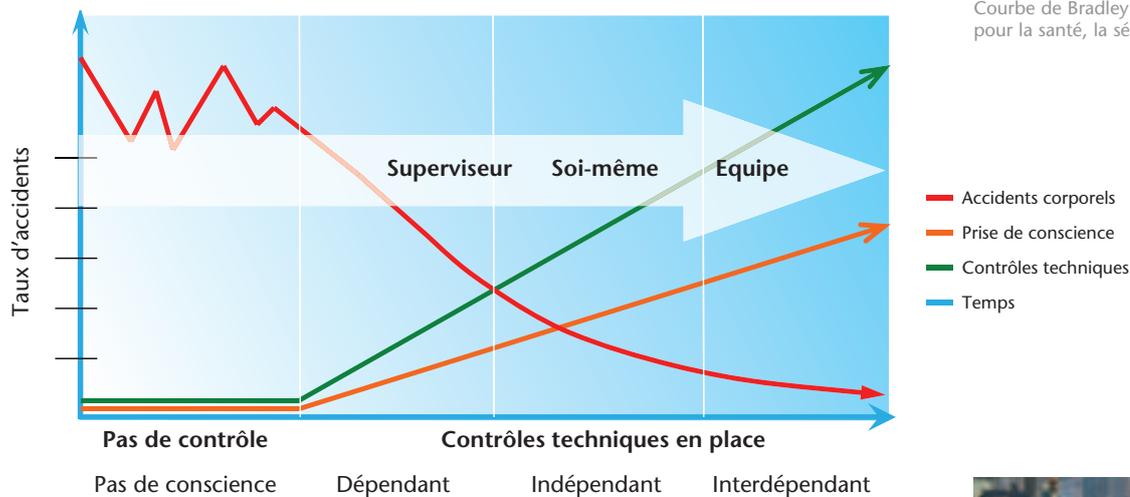


Figure 48
Courbe de Bradley : modèle de changement culturel pour la santé, la sécurité et l'environnement

Nous recommandons que les entreprises et les pouvoirs publics montrent la voie et prouvent leur implication en faveur de la performance énergétique des bâtiments, en agissant immédiatement pour réduire la consommation d'énergie de leurs propres bâtiments.

Pour modifier un état d'esprit, il est important de donner l'exemple. Les efforts incitant à la lutte contre le gaspillage d'énergie seraient vains si les principaux utilisateurs des bâtiments ne mettaient pas en application leurs propres messages. Il est important que les pouvoirs publics et les entreprises – surtout celles du secteur du bâtiment – ne soient pas hypocrites et gèrent l'énergie dans leurs propres bâtiments. Tout en donnant l'exemple et en démontrant un engagement réel, cela apportera un soutien important aux nouvelles technologies.



Combien cela coûtera-t-il ?

Le coût d'une transformation du secteur du bâtiment sera considérable, si l'on considère les vrais coûts de transaction et les réactions du marché plutôt que les analyses théoriques basées sur les coûts de cycle de vie. Cependant, le prix de l'inaction est bien plus conséquent et représente des risques énormes pour les entreprises et pour la stabilité du marché. Améliorer la performance énergétique des bâtiments est l'une des façons les plus rentables de parvenir aux réductions nécessaires de la consommation d'énergie.

Les coûts de la Transformation seront portés par la société dans son ensemble : entreprises, individus et pouvoirs publics. Cette répartition des charges est raisonnable et correspond aux bénéfices que chacun peut en attendre. Les entreprises développeront des marchés attractifs et des bâtiments basse consommation. Les ménages auront de meilleurs logements et une facture énergétique moins élevée. Les pouvoirs publics amélioreront la sécurité d’approvisionnement énergétique, protégeront l’environnement, rempliront leurs objectifs en matière d’émissions de CO₂ plus rapidement et stimuleront leur économie.

Comme nous l’avons déjà noté, les forces de marché seules ne peuvent pas remplir les objectifs d’économies énergétiques. Notre étude confirme l’intuition que la réglementation peut être le moyen le plus efficace pour réduire le gaspillage d’énergie dans les bâtiments⁴⁴. Mais il est important de ne pas imposer de réglementations excessivement rigides, car il est probable qu’elles s’avèreraient alors inefficaces.

De nombreux projets de performance énergétique sont rentables avec le coût actuel de l’énergie. Au prix actuel de l’énergie – et pour les six régions étudiées dans le projet EEB – des investissements annuels en faveur de la performance énergétique des bâtiments de 150 milliards de \$ US (105 milliards €) en moyenne permettent de réduire la consommation d’énergie et les émissions de CO₂ de 40 %, avec un retour sur investissement de moins de cinq ans.

Un investissement supplémentaire annuel de \$ US 150 milliards (105 milliards €), avec des temps de retour de cinq à dix ans, ajoutera 12 % aux précédentes économies. Cela équivaldrait ainsi à une réduction de la consommation énergétique de près de la moitié. 650 milliards de \$ US (455 milliards €) d’investissements supplémentaires permettraient d’atteindre l’objectif de 77 % de réduction énergétique. Cependant, ils ne sont pas justifiables économiquement au prix actuel de l’énergie et nécessiteront les mesures supplémentaires évoquées dans ce rapport. Le coût additionnel de la transformation peut être compensé en partie par des économies sur la facture énergétique. Le coût restant pour la société sera sensiblement inférieur à celui d’autres opportunités de réduction des émissions de CO₂⁴⁵. Notre modèle suggère que le coût net pour les occupants dans les six régions EEB pourrait avoisiner les 250 milliards de \$ US par an (175 milliards € par an). Ce montant est le coût supplémentaire qui permet de réaliser la Transformation du marché au-delà des dépenses courantes du secteur, et après les déductions des économies sur l’énergie, les subventions des énergies renouvelables produites localement et des tarifs d’achat préférentiels qui représentent ensemble un montant avoisinant les 700 milliards de \$ US par an⁴⁶ (490 milliards € par an). Ce chiffre est extrapolé à partir de nos analyses détaillées par segment. Globalement, nous estimons que le coût net de la transformation représente environ 7 % des coûts annuels de la construction. Ce montant est comparable aux 5 % de surcoûts pour l’application des réglementations et des inspections de sécurité aux Etats-Unis. L’importance de ce coût net démontre la nécessité à la fois de subventions publiques et de réduction des coûts des produits performants pour remplir les critères de retour sur investissement des décideurs.

Généralement, on s’attend qu’un coût sur le carbone augmente le nombre d’investissements – en faveur des économies d’énergies – financièrement rentables et permet donc de réduire les émissions de carbone. Toutefois, le modèle EEB conclut que ces réductions ne seraient qu’incrémentales : de 52 % au prix actuel de l’énergie à 55 %, avec un coût carbone de 40 \$ US/tonne. Avec des prix de l’énergie acceptables par le marché, ces coûts ne peuvent pas être rentabilisés uniquement par le prix de l’énergie, comprenant le coût plus élevé du CO₂ dans des mécanismes proposés tels que les systèmes de quotas et de taxe sur le carbone. Il faudra tout un ensemble de mesures, dans le même esprit que celles indiquées dans les recommandations données dans ce rapport, pour transformer réellement le secteur. Il est clair que la réponse du marché ne suffira pas à obtenir les résultats recherchés et qu’une action complémentaire des pouvoirs publics sera fondamentalement nécessaire.

Ce niveau d’investissement, partagé entre les secteurs publics et privés, est essentiel pour réduire la consommation d’énergie et les émissions de CO₂ pour combattre le changement climatique. Des actions décousues, telles que décrites dans notre scénario « *Trop peu, trop tard* », ne suffiront pas à apporter les économies d’énergie nécessaires.

La Transformation du secteur du bâtiment, grâce à un travail de partenariat avec les pouvoirs publics, est d’une importance cruciale car :

- Les coûts nets de réduction des émissions par des mesures d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments sont plus bas que les coûts similaires dans d'autres secteurs;
- Les améliorations de la performance énergétique des bâtiments aident les ménages et les entreprises à s'adapter à une énergie plus chère et plus volatile, tout en libérant des revenus pour d'autres utilisations qui permettront une croissance économique plus importante;
- Les mesures en faveur de l'efficacité énergétique peuvent être appliquées immédiatement, alors que les actions dans d'autres secteurs seront plus longues à élaborer et à mettre en place;
- Les investissements dans l'efficacité énergétique sont créateurs d'emploi. Ils offrent un rapport de deux sur un en faveur des créations d'emplois dans le secteur des services par rapport à ceux créés dans le secteur de la fourniture d'énergie.

En conclusion, une action radicale de transformation visant à réduire la consommation d'énergie est essentielle pour des raisons économiques, sociales et environnementales. Le secteur du bâtiment apporte une contribution importante à cette action. Nous devons commencer dès maintenant à mettre en place cette transformation qui permettra un développement économique durable, tout en réduisant la consommation d'énergie pour enrayer le changement climatique.

Notes et références

1. Voir: IPCC 4th Assessment Report, Residential and commercial buildings.
2. «Energie finale» désigne l'utilisation finale de l'énergie. «Energie primaire» désigne la production d'énergie.
3. Nous utilisons l'expression «segment de marché» pour décrire une typologie globale de bâtiment telle que les bureaux ou les maisons individuelles.
4. Par exemple, McKinsey (2009) Pathways to a Low-Carbon Economy, Lend Lease Lincoln Scott Advanced Environmental (2008) Emissions Reduction in the Building Sector.
5. Des taux de remise implicites aux clients, allant de 25 % à 75 %, sont évoqués chez Fuller, M.(2008), "Enabling Investments in Energy Efficiency -A study of energy efficiency programs that reduce first-cost barriers in the residential sector ", UC Berkeley, for California Institute for Energy and Environment.
6. Voir le rapport WBCSD (2007), EEB, Facts and Trends.
7. Etude Ademe en France en 2008.
8. Lawrence Berkeley National Laboratories (2007), Energy use in China, Sectoral trends and future outlook.
9. International Energy Agency, 15 pays, *Worldwide trends in energy use and efficiency*.
10. Ces chiffres incluent la part de la consommation d'énergie des bâtiments dans la production d'électricité et la consommation d'énergie tertiaire et industrielle. Voir WBCSD (2007), *Energy and Climate: Pathways to 2050*; IEA (2008), *Worldwide trends in energy efficiency*.
11. Ceci est une approximation qui suppose un rapport de un pour un entre l'énergie et le CO₂; ce qui exclut donc la contribution de la production locale renouvelable. A noter que les économies sur les émissions venant de la croissance de l'énergie renouvelable dans la production électrique sont séparées des économies sur les émissions directes des bâtiments dans l'analyse de l'AIE.
12. Levinson and Niemann (2003), *Energy Use by Apartment Tenants When Landlords Pay for Utilities*.
13. Meyer, A.S. and B.Kalkum (2008), *China: Development of National Heat Pricing and Billing Policy*, Banque Mondiale, Rapport formel 330/08.
14. Birla Institute of Technology en Inde, Carnegie Mellon aux Etats-Unis, Lund en Suède, Tsinghua en Chine, et UFSC au Brésil.
15. Rapport statistique annuel de la Chine (2007).
16. ANAH (2007).
17. ADEME (2007), Étude BIIS-OPEN.
18. Ces résultats ne tiennent pas compte du bénéfice en termes de CO₂ de toute électricité excédentaire produite par des panneaux photovoltaïques et revendue sur le réseau, qui joue un rôle important dans le scénario de la Transformation.
19. Fraker, H. (2006), "Unforbidden Cities: Can a new type of 'gated community' reverse China 's ecological debacle? " *California Magazine*, Vol.118:5.
20. Cushman & Wakefield (2007), *India Gaining Momentum: Indian Real Estate Investment Dynamics*.
21. ONU (2007), *Perspectives de l'urbanisation mondiale*.
22. ONU (2007), *Perspectives de l'urbanisation mondiale*, extraction de la base de données.
23. United States Census Bureau (2000), US Census.
24. Japan 2003 Enquête sur le logement et le foncier.

25. Japan 2003 Enquête sur le logement et le foncier.
26. Zhou et al. (2007), *Energy Use in China: Sectoral Trends and Future Outlook*, Lawrence Berkeley National Lab.
27. Brown and Wolfe (2007), *Energy Efficiency in Multi-Family Housing: A Profile and Analysis*.
28. Brown and Wolfe (2007), *Energy Efficiency in Multi-Family Housing: A Profile and Analysis*.
29. Levinson and Niemann (2003), *Energy Use by Apartment Tenants When Landlords Pay for Utilities*.
30. McKinsey Global Institute (2008), *Preparing for China 's Urban Billion*.
31. Junhui, W. "Coping with cold, the challenges of meeting China's fast-rising urban heat demand".
32. The Climate Group (2008), "Smart 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age", a report on behalf of the Global e-Sustainability Initiative, with analysis by McKinsey & Company.
33. SES, CEREN – EEB group.
34. Pour cette section, nous nous sommes basés sur Innovologie (2006), *Who Plays and Who Decides?*
35. Segments du marché indien du commerce de détail – Enquête économique.
36. Innovologie (2006), *Who Plays and Who Decides?*
37. Basé sur des données énergétiques AIE.
38. Sullivan, Michael J.(2009), *Behavioral Assumptions Underlying Energy Efficiency Program for Businesses*, California Institute for Energy and Environment (CICE).
39. Voir Initiative Construction Durable du PNUE (2007), *Evaluation des instruments de politique pour réduire les émissions de gaz à effet de serre venant des bâtiments*.
40. American Council for an Energy Efficient Economy, US Today (22 March 2009).
41. Center for Corporate Responsibility and Sustainability, Université de Zurich(2008), *Minergie macht sich bezahlt*.
42. Environmental Change Institute (2006), *The effectiveness of feedback on energy consumption* .
43. Voir par exemple, the Bradley Curve@telsafe.org/thebradleycurve.pdf.
44. Initiative Construction Durable du PNUE (2007).
45. Voir IEA (2007), *Energy Technology Perspectives*.
46. Trevor Houser, professeur invité au Peterson Institute for International Economics (PIEE), a évalué les hypothèses de modélisation et les résultats du WBCSD, et a effectué une évaluation indépendante des impacts économiques, comme indiqué dans le dossier PB09-8 du PIEE «Energy Efficiency in Buildings – A Global Economic Perspective». En raison de différences dans les hypothèses d'actualisation financière, des taux de croissance des parcs de bâtiments, du calendrier des investissements, et des économies d'énergie en découlant, ainsi que de l'objectif spécifique de réduction d'émissions de CO₂, les résultats sont légèrement différents de ceux indiqués ici. Par exemple, le rapport du PIEE prévoit un investissement annuel moyen de 950 milliards de \$ US (665 milliards €) afin de réaliser une transformation des six régions EEB – Brésil, Chine, Europe, Inde, Japon et Etats-Unis – permettant une réduction globale des émissions de CO₂ de 9,1 gigatonnes. S'il existe des différences dans l'approche analytique et les résultats détaillés, les conclusions du PIEE sont bien alignées sur les résultats tirés de l'analyse EEB du WBCSD.

Conversion des \$ US en euros au taux de 1 \$US = 0,7 EUR.

Remerciements

Ce rapport a été rédigé par des représentants des sociétés du comité de pilotage du projet, sous le co-pilotage de William Sisson, de UTC, et de Constant Van Aerschot de Lafarge et Christian Kornevall comme directeur du projet. Une aide rédactionnelle a été apportée par Roger Cowe, de Context. Nous sommes reconnaissants d'avoir reçu le soutien et l'assistance de nombreuses personnes. Les principaux contributeurs à ce rapport, parmi les sociétés composant le comité de pilotage du projet sont :

ArcelorMittal: Didier Bridoux et Thierry Braine-Bonnaire

Actelios (Falck Group): Umberto de Servi

BOSCH: Ekkehard Laqua

CEMEX: Javier Vazquez et Claudia Maria Ramirez

DuPont: Maria Spinu

EDF: Dominique Glachant et Marie-Hélène Laurent

GDF SUEZ: Alexandre Jeandel, Anthony Mazzenga et Virginie Quilichini

Kansai: Shintaro Yokokawa

Lafarge: Constant Van Aerschot

Philips: Dorien van der Weele et Harry Verhaar

Sonae Sierra: Rui Campos

Skanska: Roy Antink et Dan Haas

Tepco: Tetsuya Maekawa et Masahiro Yamaguchi

UTC: Andrea Doane, Andrew Dasinger et James Fritz



Limitation de responsabilité

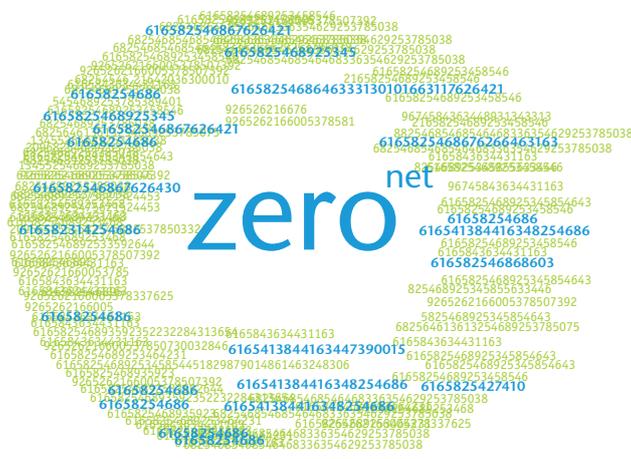
Cette publication est émise au nom du WBCSD. Comme d'autres publications du WBCSD, elle est le résultat d'un travail de collaboration entre les membres du secrétariat et les dirigeants des sociétés membres. De nombreux membres du projet ont relu le document, afin de s'assurer que la version finale représente largement l'opinion de la majorité des membres du WBCSD. Cela ne signifie pas, cependant, que chaque société membre approuve chacun des termes utilisés.

Copyright © WBCSD. Janvier 2010

ISBN: 978-3-940388-56-8

Imprimerie: ADVENCE, France

Imprimé sur papier 100% FSC



Brésil

Chine

Europe

Inde

Japon

Etats-Unis

Secretariat

4, chemin de Conches
CH-1231 Conches-Genève
Suisse

Tèl: +41 (0)22 839 31 00
Fax: +41 (0)22 839 31 31

E-mail: info@wbcsd.org
Web: www.wbcsd.org

WBCSD North America Office
1744 R Street NW
Washington, DC 20009
Etats-Unis

Tèl: +1 202 420 77 45
Fax: +1 202 265 16 62

E-mail: washington@wbcsd.org

WBCSD Brussels Office
c/o Umicore
Broekstraat 31
B-1000 Brussels
Belgique

E-mail: brussels@wbcsd.org