

Énergie et bâtiments : regards sur le reste du monde

Par John DULAC

Analyste principal du secteur du bâtiment à l'Agence internationale de l'Énergie (AIE)

et Thibaut ABERGEL

Division des technologies de la demande énergétique à l'Agence internationale de l'Énergie (AIE)

Malgré certains progrès, la demande d'énergie du secteur du bâtiment est en continuelle croissance, tandis que la consommation de combustibles fossiles de ce secteur ne faiblit pas. Un manque de signaux politiques forts et certaines barrières financières freinent le déploiement des appareils économes en énergie et des solutions bas-carbone. Pourtant, l'efficacité énergétique pourrait satisfaire la croissance de ce secteur tout en lui permettant de réduire son empreinte carbone. Il est en outre possible de promouvoir l'accès universel à une énergie propre et abordable d'ici à 2030. Enfin, une gestion appropriée de la demande faciliterait l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique. Néanmoins, satisfaire les Objectifs mondiaux pour le développement durable nécessite une transformation en profondeur du secteur. Elle doit être initiée par des engagements politiques forts, des mécanismes de financement innovants et de nouveaux modèles d'affaires pour que les bâtiments puissent participer à la refonte du système énergétique dans son ensemble.

Le secteur du bâtiment est en continuelle croissance. La surface immobilière mondiale a plus que doublé depuis 1990 (AIE, 2017a) et le monde construira l'équivalent de la ville de Paris chaque semaine jusqu'en 2060, conduisant ainsi à un nouveau doublement de la surface construite (PNUE et AIE, 2017). Une telle croissance soulève autant de défis que d'opportunités pour le secteur du bâtiment et la transition énergétique du XXI^e siècle.

À cet égard, les Objectifs de développement durable visent à promouvoir un accès universel, abordable et durable à des sources d'énergie propres ou peu polluantes. De plus, l'Accord de Paris de 2015 invite ses 193 parties signataires à présenter des contributions déterminées au niveau national (CDN) pour réduire l'empreinte carbone de leur économie. Responsables de près de 39 % des émissions de dioxyde de carbone⁽¹⁾ (CO₂) liées à l'énergie, les bâtiments et la construction sont dès lors directement ciblés (PNUE et AIE, 2017). Enfin, le secteur du bâtiment devra jouer un rôle essentiel dans la transformation du réseau électrique afin, notamment, de favoriser l'intégration des renouvelables.

Heureusement, de multiples opportunités existent pour pouvoir répondre à ces défis. Un déploiement accéléré de l'efficacité énergétique permettra de s'affranchir des énergies fossiles dans le bâtiment, tout en économisant de l'électricité, beaucoup d'électricité :

l'équivalent de celle produite par 880 centrales thermiques à charbon⁽²⁾ (AIE, 2017a). Par ailleurs, des stratégies nationales ou décentralisées, au niveau local ou régional, permettront un accès universel à des sources modernes d'énergie d'ici à 2030, et ce, sans émission additionnelle de gaz à effet de serre (AIE, 2017b). Enfin, les bâtiments présentent le plus large potentiel en termes de gestion de la demande énergétique (AIE, 2017c), une aubaine pour transformer notre rapport à l'énergie.

Un potentiel certes immense, mais encore sous-exploité

À l'heure actuelle, les bâtiments sont responsables d'environ 36 % de la consommation d'énergie finale mondiale. Depuis 2010, la demande du secteur en la matière croît chaque année de plus de l'énergie consommée par la France en un an. Ses émissions annuelles de CO₂ ont de fait augmenté, en moyenne, de 1 % par an depuis 2010 (PNUE et AIE, 2017).

Pour satisfaire les ambitions climatiques formulées dans l'Accord de Paris, le secteur du bâtiment ne pourra émettre

(1) Cette estimation inclut les émissions liées à la production d'électricité et de chaleur pour les bâtiments, ainsi que les émissions générées par la fabrication des matériaux de construction.

(2) Calculs établis sur la période 2018-2060.

plus de 150 GtCO₂ environ (AIE, 2017a). Ces 150 GtCO₂, ce sont également les émissions du secteur sur la période 2000-2016, c'est-à-dire seulement 17 années d'émissions historiques cumulées. Il est donc chaque jour plus urgent de déployer à grande échelle des technologies et des constructions sobres en carbone si l'on veut voir le secteur atteindre la neutralité carbone vers le milieu de ce siècle.

Les mesures actuelles en matière d'efficacité énergétique ne sauraient répondre à cette urgence. Environ la moitié des nouvelles constructions des quarante prochaines années se feront dans des régions du monde dépourvues de code obligatoire réglementant la performance thermique (AIE, 2017a). De plus, la performance moyenne des climatiseurs vendus en 2015 est d'environ 300 % (soit un coefficient de performance [COP] de 3), alors que des appareils affichant une efficacité de 500 % à 600 % sont déjà disponibles sur la plupart des marchés (AIE, 2017d). Les ampoules LEDs, qui peuvent déjà émettre autour de 150 lumens par watt (lm/W), ne représentaient pas, en 2016 (AIE, 2017e), plus de 30 % d'un marché résidentiel, lequel reste dominé par des technologies moins performantes, comme les lampes compactes fluorescentes (LCF, qui émettent en moyenne 60 lm/W). Enfin, la part de marché des halogènes et des lampes incandescentes, même s'ils fournissent moins de 20 lm/W, dépassait encore les 15 % en 2016, en raison de leur très forte présence en Europe.

Par ailleurs, la consommation directe d'énergie fossile dans le bâtiment n'a pas diminué depuis 2010. Le chauffage des locaux et de l'eau sanitaire en est le premier responsable. Le charbon, le pétrole et le gaz sont également encore largement utilisés pour la cuisine et même pour l'éclairage dans les pays en développement. Les équipements plus efficaces, utilisant par exemple la biomasse moderne, le solaire et les pompes à chaleur d'une efficacité énergétique supérieure à 300 % (soit un COP de 3), représentent tous ensemble moins de 10 % des équipements utilisés pour le chauffage (voir la Figure 1 ci-dessous). Pourtant, des analyses de cycle de vie montrent que même si le mix énergétique reste très carboné, les pompes

à chaleur émettent typiquement moins de carbone que les meilleures chaudières utilisant des énergies fossiles, et ce, dans la plupart des pays, la Chine incluse. Somme toute, si l'on prend en compte le mix électrique, plus de 80 % de l'énergie finale consommée par les bâtiments sont aujourd'hui d'origine fossile (PNUE et AIE, 2017).

Les contributions déterminées au niveau national (CDN) constituent un excellent moyen pour compléter les politiques existantes et rendre publiques les ambitions nationales de lutte contre le changement climatique. Déjà, 132 CDN mentionnent explicitement le secteur du bâtiment. Parmi celles-ci, 101 souhaitent faire valoir l'efficacité énergétique dans le secteur et 59 mettent en avant l'utilisation des énergies renouvelables dans les bâtiments. Néanmoins, de nombreux pays ne fournissent pas de détails relatifs aux moyens technologiques, politiques ou financiers qu'ils envisagent de mettre en place pour atteindre ces objectifs. À l'heure actuelle, si les promesses transcrites dans les CDN se concrétisent, environ 60 % des émissions de CO₂ du bâtiment seront couvertes par des politiques énergétiques, soit un simple gain de 13 % par rapport aux politiques actuellement en vigueur (AIE 2017a et 2017f) (voir la Figure 2 de la page suivante). L'enjeu est donc désormais double : étendre ces politiques à l'ensemble du secteur et les affiner dans les filières déjà couvertes. Il n'est pas des moindres, car de nombreux défis sous-jacents sont à prendre en considération pour les élaborer.

(3) Les projections intègrent les politiques énergétiques et les engagements climatiques actuels. L'objectif fait référence à la stratégie de l'AIE pour satisfaire à l'Accord de Paris. L'usage conventionnel de biomasse est exclu. Les énergies fossiles regroupent les chaudières à charbon, au pétrole et au gaz (par exemple, les chaudières à condensation). Les équipements électriques conventionnels font référence aux moyens de chauffage résistifs électriques instantanés, ainsi qu'aux pompes à chaleur d'une efficacité inférieure à 300 %. Les équipements électriques efficaces renvoient aux pompes à chaleur dont l'efficacité est supérieure à 300 %. Les renouvelables regroupent le solaire thermique et la biomasse (utilisée efficacement). Copyright : Agence internationale de l'Énergie et ONU Environnement.

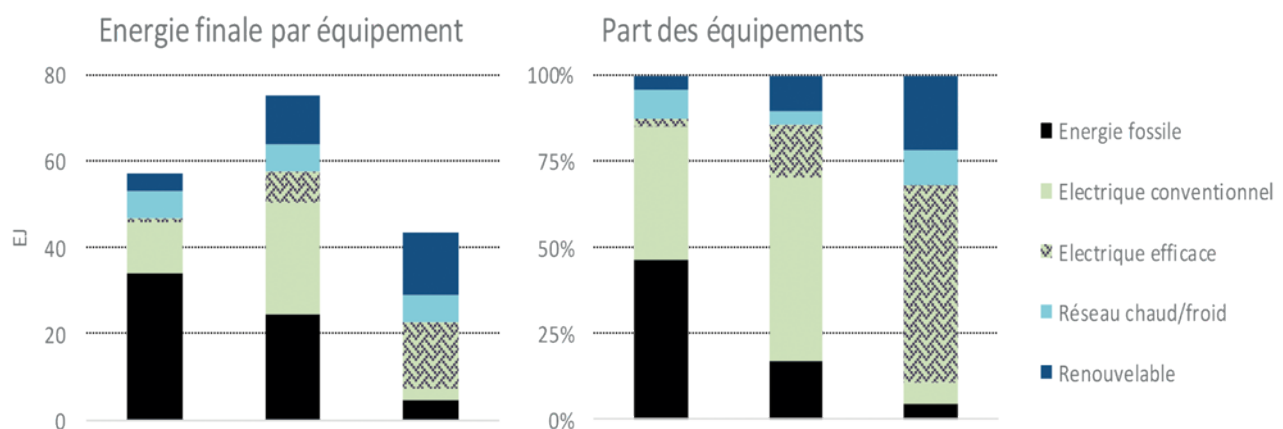


Figure 1 : Énergie finale pour le chauffage et la climatisation par scénario d'ici à 2060, et parts des équipements associés⁽³⁾. Point clé : Des changements technologiques majeurs sont attendus pour permettre la transition du secteur.

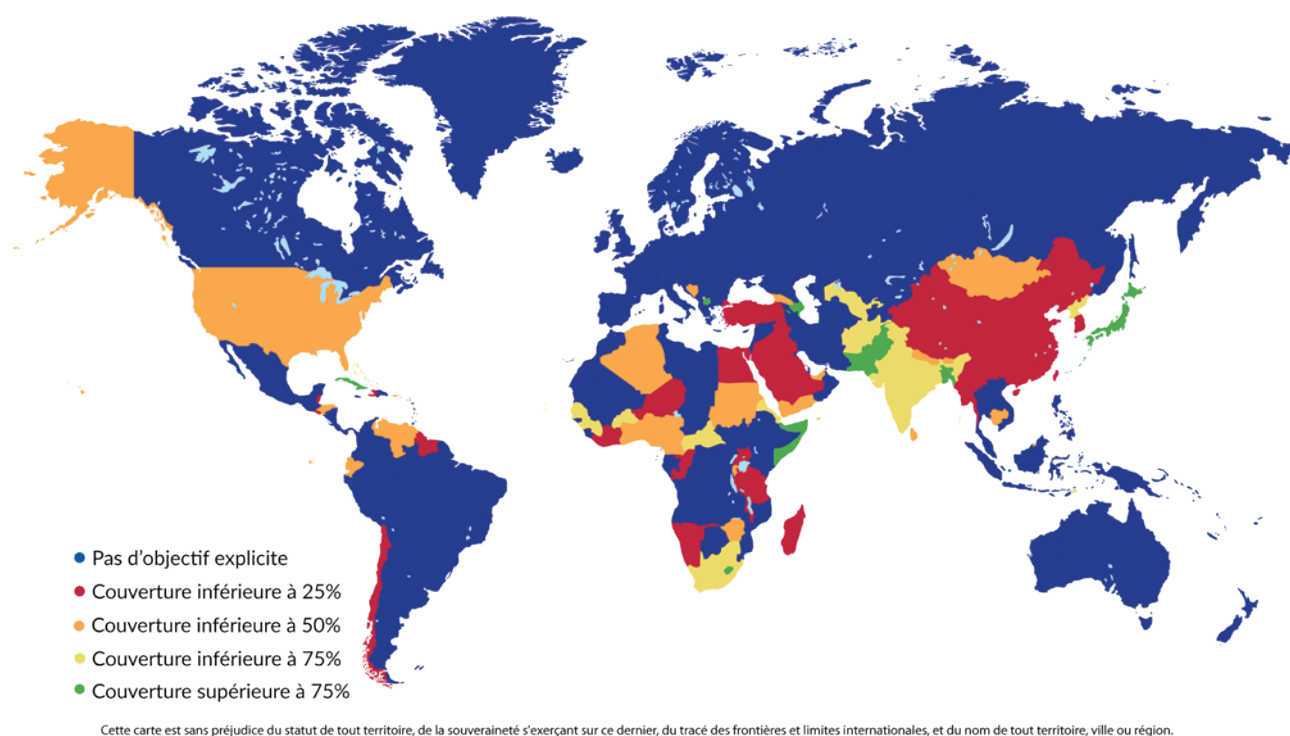


Figure 2 : Niveau de couverture actuel des émissions des bâtiments par les CDNs ⁽⁴⁾.

Point clé : les CDNs permettent d'accroître la couverture des émissions du secteur bâtiments par les politiques actuelles de 13 %.

Des défis variés pour un secteur globalement durable

Les stratégies politiques et technologiques doivent être différenciées, car les défis et les opportunités liés à la transformation du secteur du bâtiment dépendent des ressources, des besoins et des actifs énergétiques existants.

Le contenu en carbone de l'électricité influe sur la stratégie à adopter. Ainsi, le mix électrique français est peu carboné grâce à ses unités de production hydrauliques et nucléaires. Le retrait des combustibles fossiles des bâtiments (donc celui des chaudières à gaz, au fioul ou au charbon, ainsi que celui des cuisinières à gaz) apparaît dès lors comme une priorité, étant donné la diversité des solutions bas-carbone existantes. Parallèlement, de par leur importance, les investissements nécessaires pour maintenir le bouquet électrique français à un niveau peu carboné suggèrent d'opter pour un déploiement de l'efficacité énergétique.

Pour d'autres pays, où le contenu en carbone de l'électricité est bien supérieur, un déploiement rapide des technologies les plus efficaces du marché permettrait de réduire les importantes émissions indirectes des bâtiments. Cela inciterait en outre à des investissements de long terme dans de nouvelles capacités de production et cela atténuerait l'impact négatif des pics de demande, lesquels sont généralement satisfaits par un appel à des sources fossiles. Cela faciliterait ainsi la décarbonation du secteur de la production d'électricité et permettrait même l'électrification d'autres secteurs, comme celui des transports.

L'accessibilité aux technologies propres est un facteur tout aussi important. Par exemple, en Afrique sub-saha-

rienne et en Inde, le faible taux d'accès à l'énergie et la forte intensité carbone des mix énergétiques suggèrent d'autres priorités. Le déploiement de solutions solaires décentralisées et de fours solaires améliorés limiterait la pression s'exerçant sur un secteur de production d'électricité peu performant, tout en réduisant l'utilisation intensive et polluante de la biomasse.

L'efficacité énergétique doit être au cœur de toutes les politiques d'accès à l'énergie, sans quoi les investissements nécessaires pour assurer un accès universel d'ici à 2030 pourraient être supérieurs de 32 % (AIE, 2017b) (voir la Figure 3 de la page suivante). Ces actions auront de multiples cobénéfices, notamment la réduction des émissions nocives d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone. Chaque année, plus de 2,8 millions de décès sont attribuables à la pollution de l'air dans les logements (AIE et IIASA, 2017), soit cinq fois plus que les décès causés par le paludisme (OMS, 2017).

Malgré la diversité des défis posés par le secteur du bâtiment, l'efficacité énergétique est pertinente dans tous les cas de figure. Il convient donc de la valoriser dans l'élaboration des stratégies bas-carbone.

(4) L'estimation du taux de couverture confronte la nature des mesures annoncées avec les émissions de CO₂ générées par l'activité à laquelle elles s'appliquent, en 2016, pour chaque pays. Les CDNs ne mentionnant pas spécifiquement des actions ou mesures relatives au secteur bâtiment, comme celles de l'Union européenne proposant des objectifs globaux, ne sont pas comptabilisées dans cette estimation. Copyright : Agence internationale de l'Énergie.

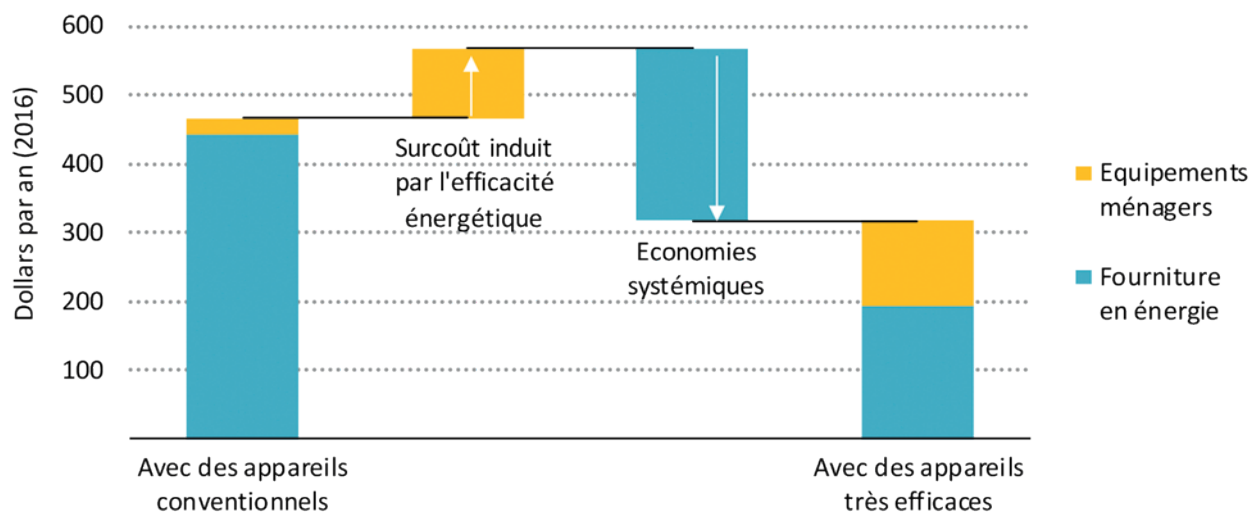


Figure 3 : Coût total annualisé de la fourniture en électricité solaire hors-réseau suivant le niveau d'efficacité énergétique des équipements, 2030 ⁽⁵⁾.

Point clé : Le surcoût lié à l'efficacité énergétique est plus que compensé par la réduction des dépenses liées à la fourniture en énergie.

Des stratégies bas-carbone au service de l'efficacité énergétique

Une réduction de l'intensité énergétique du parc de bâtiments de 30 % d'ici à 2030 est de mise pour pouvoir réaliser nos ambitions climatiques et de développement durable.

Tout d'abord, concevoir des bâtiments à haute performance thermique et rénover en profondeur le parc actuel permettrait de maîtriser la demande énergétique du secteur. En 2015, au niveau mondial, près de 3,5 GtCO₂ ont été induits par des enveloppes de bâtiments sous-optimales (PNUE et AIE, 2017). Élaborer et assurer l'application rigoureuse de codes ambitieux par l'ensemble du secteur constitue donc une priorité immédiate, étant donné la longévité des actifs immobiliers. Un simple retard de 10 ans dans la mise en œuvre de telles mesures condamnerait le parc à rester inefficace pour de nombreuses décennies, générant un besoin supplémentaire équivalant à trois années de demande mondiale en chauffage et climatisation (AIE, 2017a).

Sur cette demande énergétique maîtrisée doivent opérer des technologies dûment choisies. Pour le chauffage des espaces et de l'eau sanitaire, qui compte aujourd'hui pour plus de la moitié de l'énergie finale consommée dans les bâtiments, un premier enjeu serait de déployer à grande échelle les pompes à chaleur les plus efficaces (voir la Figure 1 de la page 18). Dans les régions disposant de moyens financiers plus modestes, diffuser des équipements modernes pour le chauffage et la cuisine permettrait de se défaire de l'utilisation conventionnelle de biomasse au profit de vecteurs énergétiques plus modernes, comme le photovoltaïque, le solaire thermique ou la biomasse (sous réserve qu'elle soit utilisée de manière efficace).

Après les avoir dûment identifiées, il conviendra d'améliorer la performance des technologies les plus prometteuses. Par exemple, concentrer la R&D sur les LEDs et instaurer des *minima* de performance bien supérieurs

à 100 lm/W permettront de les déployer rapidement à grande échelle et d'éviter que les lampes compactes fluorescentes ne condamnent ces modes d'éclairage à rester inefficaces pour encore une dizaine d'années. En outre, avec un taux de croissance moyen annuel excédant 3,5 % sur les dix prochaines années, et pouvant même atteindre 10 %, comme en Inde et en Indonésie, les besoins en climatisation doivent être satisfaits par les appareils les plus efficaces du marché afin que l'efficacité moyenne du stock de climatiseurs tende globalement vers 600 % ou plus (AIE, 2017a). Ce déploiement de solutions performantes et bas-carbone à grande échelle nécessitera néanmoins une redéfinition des interactions entre les utilisateurs, les fournisseurs et les industriels.

Vers une refonte du système énergétique actuel

Tout d'abord, des signaux politiques forts seront nécessaires pour orienter le marché, la R&D et le secteur financier vers des produits énergétiquement efficaces et sobres en carbone. Plusieurs exemples illustrent déjà ces synergies. Ainsi, grâce au programme *Affordable LEDs for all*, l'Inde a distribué près de 285 millions de LEDs (UJALA, 2018) en permettant par là même aux consommateurs de s'affranchir du surcoût à l'achat de ces ampoules à l'efficacité énergétique accrue.

De nouveaux modèles d'affaires, comme ceux proposés par les compagnies de services (par opposition aux sociétés proposant des produits), ont la même finalité. Ils

(5) La consommation d'électricité d'un foyer fourni en électricité solaire et utilisant des appareils peu (resp. très) efficaces est évaluée à 1 230 kilowattheures (kWh) annuel (resp. 420 kWh). Cela permet d'approvisionner quatre lampes fonctionnant cinq heures par jour, un réfrigérateur, un chargeur de téléphone portable et une télévision allumée quatre heures par jour. Le taux d'actualisation a été fixé à 7 %. Copyright : Agence internationale de l'Énergie.

permettent de transférer l'achat et la maintenance des équipements vers des acteurs privés capables de mieux financer et de gérer plus efficacement leurs actifs énergétiques.

Avec un milliard de foyers connectés supplémentaire d'ici à 2040 (AIE, 2017c), le secteur résidentiel présente également le plus fort potentiel de pilotage de la demande. Le report ou l'effacement de charges du secteur du bâtiment permettront de limiter le recours aux énergies fossiles en périodes de pointe et de pallier l'intermittence des énergies renouvelables. Cela suppose néanmoins la réactivité en temps réel des équipements aux variations des prix de l'énergie. Des agrégateurs seront également nécessaires pour piloter conjointement une multitude de charges électriques connectées et rémunérer le consommateur acceptant de *ne pas consommer* d'énergie sur une période donnée.

Faire de l'efficacité énergétique des bâtiments une ressource à part entière aura des implications bien plus larges. Globalement, la flexibilité des secteurs demandeurs d'électricité permettra d'éviter de dépenser 270 milliards d'euros cumulés en nouvelles infrastructures pour le réseau (AIE, 2017c), une partie de ces fonds pouvant être investie dans des mécanismes de financement d'appareils à la fois très performants et réactifs.

Le bâtiment possède ainsi tous les atouts nécessaires pour surmonter les barrières qui, aujourd'hui, font de lui un secteur sous-performant du point de vue énergétique. Afin de satisfaire les objectifs climatiques d'accès à l'énergie et de réduction de la pollution de l'air, une refonte globale du système actuel doit s'opérer. C'est l'un des défis majeurs du XXI^e siècle.

Références

AIE (2017a), *Energy Technology Perspectives 2017*, Paris, Debra Justus and Justin French-Brooks.

AIE (2017b), *Energy Access Outlook 2017*, Paris, Edmund Hosker.

AIE (2017c), *Digitalization & Energy*, Paris, Paris, Trevor Morgan.

AIE (2017d), *Tracking Clean Energy Progress 2017*, Paris, Debra Justus and Justin French-Brooks.

AIE (2017e), *World Energy Outlook 2017*, Paris, Edmund Hosker et Robert Priddle.

AIE (2017f), *IEA World Energy Statistics and Balances 2017*, Paris.

BSRIA (2017), The Building Services Research and Information Association.

IIASA (2017), International Institute for Applied Systems Analysis.

PNUE et AIE (2017), *Vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient*, Paris, Global Status Report Series.