

Chauffage et climatisation : enjeux et opportunités en France, en Europe et dans le reste du monde

Par Thibaut ABERGEL
et Maxine JORDAN
AIE

Près de 70 % de la consommation énergétique du secteur du bâtiment en France (et près de 40 % dans le monde) émanent des besoins en chauffage et climatisation. Ces usages très énergivores sont la source de multiples problématiques environnementales et économiques, ainsi que de notre dépendance aux énergies fossiles. L'un des enjeux majeurs de la transformation des besoins en chauffage et climatisation consiste à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de près de 90 % d'ici à 2050 au niveau mondial, en développant de nouvelles filières. Rénovations à grande échelle, déploiement des équipements efficaces et bas carbone et flexibilité seront les maîtres mots pour parvenir à une transition écologique, responsable et économiquement viable.

En France, le chauffage et la climatisation représentent 70 % de la consommation d'énergie finale du secteur du bâtiment, soit plus de 30 % de la consommation totale tous secteurs confondus (ADEME, 2018). La multiplication des vagues de froid et des canicules, ainsi que la longue durée de vie des bâtiments peu performants déjà construits présagent déjà des nombreux enjeux à venir. Réduction des émissions de CO₂, amélioration du confort thermique, maintien de la stabilité du réseau électrique, ce sont là autant de défis à relever. Étant donné le mix technologique actuel et l'ampleur des besoins futurs en chauffage et climatisation, le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO₂ est considérable.

Chauffage et climatisation des bâtiments : une transformation nécessaire

Au niveau mondial, le secteur du bâtiment est responsable de près de 28 % de la consommation d'énergie finale et de 30 % des émissions liées à l'énergie (AIE-ONU Environnement, 2018). Le chauffage et la climatisation pèsent lourd dans ce bilan. Près de 4,1 gigatonnes de CO₂ (GtCO₂) ont été émises en 2018 au titre de ces usages, ce qui équivaut à deux fois les émissions de l'Inde, tous secteurs confondus. Pourtant, en 2050, le respect des objectifs climatiques nous incite à maintenir les émissions de tout le secteur du bâtiment en-deçà de 1,2 Gt.

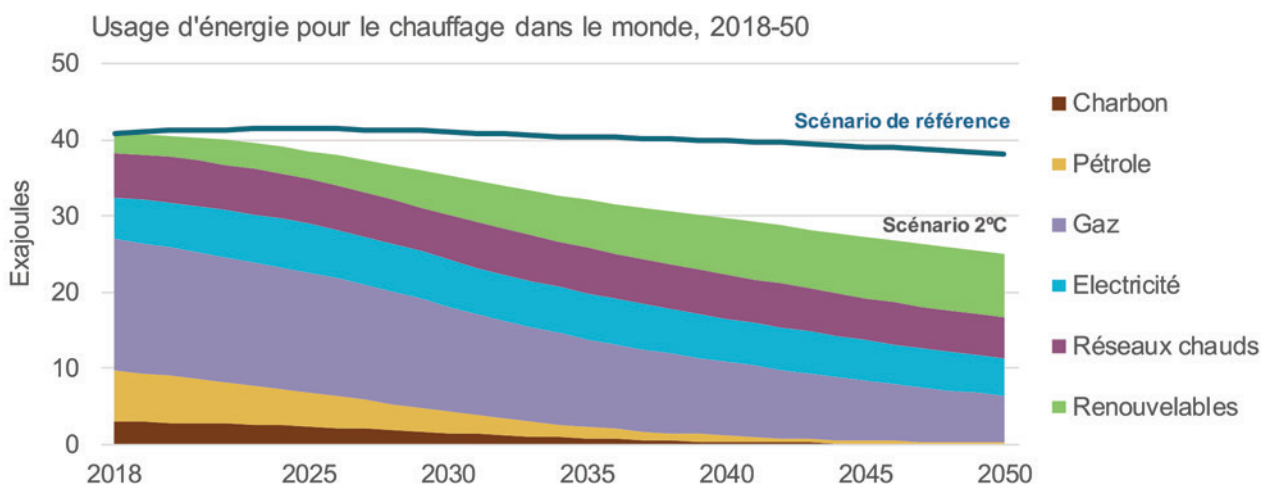
En France, les besoins thermiques, notamment en chauffage, sont tels que les bâtiments représentent près de

45 % de l'énergie finale en France, bien loin devant les transports qui en consomment environ 31 % (ministère de la Transition écologique et solidaire, 2016). Produire de la chaleur et du froid de manière soutenable est donc une priorité tant au niveau de la France qu'à l'échelle mondiale pour satisfaire aux Accords de Paris.

Chauffage : le règne des équipements fossiles et résistifs

Malgré la faible teneur en carbone de l'électricité, la production de chaleur pour répondre aux besoins des bâtiments en France est assurée en grande partie par la combustion de gaz naturel et de pétrole. Près de 40 % des ménages utilisent le gaz, tandis que 6 % se chauffent au fioul domestique (ADEME, 2018). Le recours aux combustibles fossiles pour le chauffage est de fait aujourd'hui la première source d'émissions parmi tous les usages du secteur du bâtiment.

La tendance observée en France s'accroît au niveau mondial, où près des deux tiers des besoins en chaleur des bâtiments sont fournis par du gaz naturel, des produits dérivés du pétrole ou du charbon. Alors que les combustibles fossiles engendrent l'émission de près de 1,75 GtCO₂ chaque année, les équipements électriques restent pour la plupart résistifs. Les équipements électriques plus efficaces tels que les pompes à chaleur ne fournissent que 3 % des besoins en chaleur au niveau mondial (AIE, 2019).



Climatisation : une perspective de croissance inquiétante

À l'échelle du globe, la climatisation est de loin l'usage affichant la plus forte croissance dans le secteur du bâtiment. En moyenne, 10 climatiseurs seront vendus chaque seconde au cours des trente prochaines années. En 2050, près des deux tiers des foyers dans le monde posséderont un climatiseur. Même en France, les ventes de climatiseurs pourraient doubler d'ici à 2030, et quadrupler d'ici à 2050 (AIE, 2018).

Les politiques actuellement en place ne sauraient réduire cette croissance de manière significative. L'efficacité saisonnière des équipements vendus en Europe, bien que supérieure à la moyenne mondiale, reste autour de 5, soit en-deçà des niveaux atteints par les appareils les plus efficaces. D'ici à 2050, l'achat et l'utilisation accrue des climatiseurs par les ménages et les bâtiments tertiaires devraient faire bondir la consommation d'électricité mondiale à un niveau sans précédent : ainsi, 6 200 TWh pourraient être consommés en 2050 pour climatiser les bâtiments, soit trois fois plus qu'aujourd'hui (AIE, 2018).

Conception des bâtiments : des ambitions écologiques variées

La France se veut ambitieuse en matière de performance thermique des nouvelles constructions. C'est l'un des seuls pays à imposer des normes de construction très strictes, compatibles avec la notion de bâtiment « zéro-énergie ». En d'autres termes, la consommation d'énergie primaire des nouvelles constructions doit être inférieure à la quantité d'énergie renouvelable produite au sein de celles-ci. La France s'est également fixé l'objectif ambitieux d'améliorer la performance énergétique de 500 000 bâtiments par an, jusqu'en 2050 (Légifrance, 2015). Le nombre de bâtiments rénovés augmente d'année en année, passant de 81 000 en 2017 à 94 000 en 2018 (ANAH, 2019).

Ces tendances contrastent fortement avec l'élan impulsé à l'échelon mondial en faveur de l'amélioration de la performance énergétique du bâti. Alors que le parc mondial de bâtiments va presque doubler en surface au cours des trente prochaines années, deux constructions sur trois seront réalisées dans des pays, où aucune obligation de conformité à des codes énergétiques n'est imposée.

En outre, dans les pays développés, en particulier dans l'Union européenne, plus de la moitié des bâtiments existants en 2050 sont déjà construits. Or, moins d'un pourcent du parc est rénové chaque année, ce qui ne saurait réduire les besoins thermiques de manière significative.

Seule une poignée de pays ont tracé un chemin vers un secteur du bâtiment zéro-carbone, dont certains pays européens respectant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments. Pour d'autres, une feuille de route présentant des objectifs concrets et périodiques est développée par l'Alliance mondiale pour le bâtiment et la construction (GlobalABC).

Une croissance des besoins thermiques aux conséquences multiples

Nous orientons-nous vers une demande en électricité insoutenable ?

Au niveau mondial, alors que le recours aux combustibles fossiles reste stable, la demande en chauffage continue d'augmenter. La demande additionnelle est largement le fait d'appareils électriques peu efficaces. Si cette électrification du chauffage ne s'accompagne pas de gains en efficacité énergétique majeurs, la demande en électricité correspondant à cet usage pourrait grimper de 25 %.

Cependant, c'est bien la climatisation qui porte le plus grand potentiel de croissance. Depuis 2015, le refroidissement des locaux est responsable de plus de 15 % de la croissance de la demande mondiale d'électricité, toutes sources d'énergie confondues (AIE-ONU Environnement, 2018). En France, les vagues de chaleur peuvent aussi causer des coupures de courant ainsi que l'interruption forcée de la production d'énergie nucléaire pour des raisons de sécurité, comme en 2018 (Le Monde, 2018).

Croissance énergétique : gare aux surcoûts

Les investissements nécessaires pour faire face à la croissance de la demande en électricité, en particulier pour répondre aux pics de demande, peuvent être considérables. Ces pics seront d'autant plus prononcés que les bâtiments seront thermosensibles. Bien qu'une meilleure isolation et une demande plus flexible pourraient permettre de limiter la thermosensibilité, un degré en moins en hiver en France

se traduit aujourd'hui par l'appel de 2 400 MW de puissance supplémentaire (RTE, 2017).

En outre, les investissements cumulatifs mondiaux nécessaires pour répondre aux besoins en climatisation pourraient atteindre plus de 3 000 milliards de dollars américains (USD). Toutefois, l'amélioration de l'efficacité énergétique des climatiseurs pourrait, à elle seule, éviter 1 200 milliards (AIE, 2018). Cette croissance menace l'infrastructure de production et de distribution d'électricité de plusieurs pays, notamment les pays chauds en voie de développement. L'Indonésie, par exemple, pourrait être obligée d'accroître de plus de 100 GW sa capacité de production pour satisfaire la demande en climatisation prévue en 2050, soit une augmentation d'un facteur 10.

Une telle mise à niveau du réseau d'électricité va de pair avec une augmentation des coûts de l'énergie. Si l'on ajoute l'énergie supplémentaire nécessaire au fonctionnement des appareils les moins efficaces, la facture énergétique des ménages en 2050 pour la climatisation pourrait être supérieure de 45 % à ce qu'elle serait si les besoins en froid étaient satisfaits par des appareils efficaces.

De nombreux objectifs de développement durable sont en jeu

Une augmentation des dépenses énergétiques des ménages vivant dans des bâtiments peu efficaces implique nécessairement la précarité énergétique. Aujourd'hui, 3,8 millions de ménages français (soit 14 % de la population) consacrent plus de 10 % de leurs revenus à leur facture énergétique. Heureusement, d'après l'INSEE, la dépense moyenne en énergie par ménage et par an est en baisse continue depuis 2012.

À cela s'ajoutent des problèmes de santé. Les problèmes de ventilation, d'humidité et d'inconfort thermique augmentent les dépenses publiques, notamment en matière sociale et sanitaire. Selon une étude portant sur 100 000 logements britanniques, réhabiliter un logement coûterait trois fois moins cher que d'assumer les coûts sanitaires associés à des logements insalubres (HQE, 2019).

De nombreux autres objectifs de développement durable sont liés à la transformation des modes de chauffage et de climatisation dans les bâtiments, telle que la réduction de

la pollution de l'air intérieur (grâce à une bonne ventilation des bâtiments) et de la pollution extérieure (par une réduction de l'usage des énergies fossiles pour la production d'électricité).

Quelles transformations envisager ?

Réduire la demande en énergie des bâtiments grâce à une meilleure conception

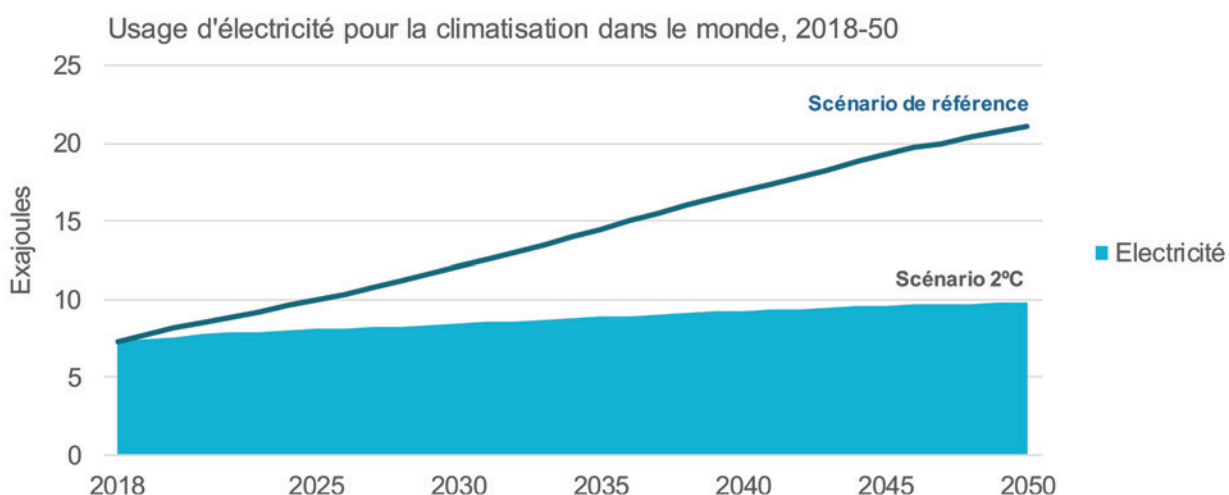
L'amélioration de la performance thermique du parc de bâtiments contribue pour près de 40 % à la réduction de la demande énergétique liée au chauffage et à la climatisation au niveau mondial (AIE, 2019). La généralisation des bâtiments dits « zéro-émission » et la rénovation en profondeur du parc existant contribueront ainsi à économiser cumulativement, jusqu'en 2050, l'équivalent de toute l'énergie consommée par les pays du G20 en 2018 (AIE-ONU Environnement, 2017).

En France, la diversité des climats nous pousse à nous adapter à une double contrainte climatique : nous protéger des épisodes caniculaires l'été tout en nous protégeant du froid l'hiver, sans que les mesures prises pour l'une ne nuisent à l'autre. La gestion de la contrainte hivernale s'effectue au moyen de technologies bien connues, comme l'isolation, le double-vitrage avec des films à faible émissivité ou encore l'étanchéité à l'air. Cependant, veiller à une bonne ventilation est nécessaire pour éviter de piéger la chaleur en été. Par exemple, les mécanismes de récupération de la chaleur (dits double-flux) ou la ventilation naturelle limiteront les besoins énergétiques aussi bien en été qu'en hiver. En parallèle, l'ombrage, les brise-soleil, les toits blancs ou végétalisés sont des solutions qui permettent de réduire les apports solaires pendant l'été.

Les taux de rénovation devront doubler, surtout dans les pays dont le parc de bâtiments est plus ancien et le climat plus froid. La feuille de route de la GlobalABC vise une intensité de chauffage de 10 à 30 Wh/m²/HDD⁽¹⁾ dans plus de 50 % du parc existant d'ici à 2040, et une intensité de refroidissement de 10 à 30 Wh/m²/CDD⁽²⁾ d'ici à 2035 (AIE-

(1) HDD = degré-jour de chauffage.

(2) CDD = degré-jour de refroidissement.



ONU Environnement, 2018). D'autres mécanismes pour stimuler cette transition sont la certification et l'étiquetage qui permettent de distinguer les bâtiments les plus économes et participent de l'information des consommateurs.

Orienter les marchés sur la voie d'une performance et d'une flexibilité accrues

Afin de respecter les objectifs climatiques, l'efficacité saisonnière des climatiseurs devra être doublée pour atteindre à terme en moyenne un SCOP supérieur à 8 au niveau mondial. Bien que les technologies existantes le permettent déjà, des efforts significatifs de R&D et de politiques publiques seront nécessaires pour rendre ces produits de pointe accessibles sur le plan financier. D'autres recherches sont en cours portant sur l'élimination des fluides réfrigérants à haut potentiel de réchauffement planétaire.

En ce qui concerne le chauffage, la part des pompes à chaleur dans les ventes d'équipements devrait tripler d'ici à 2030. Ce déploiement devra également s'accompagner de gains de performance énergétique afin de générer des économies d'énergie plus importantes et gagner en attractivité par rapport aux technologies faisant appel à des combustibles comme le gaz naturel, qui affichent des prix au kilowattheure moins élevés, mais qui sont plus émettrices de carbone.

Les normes minimales de performance sont l'un des instruments les plus efficaces pour stimuler la demande de produits plus économes en énergie, car elles fournissent des signaux clairs aux fabricants et aux investisseurs. Les normes de performance énergétique permettront d'éliminer les technologies les moins efficaces, en stimulant la recherche et le développement de produits plus performants. Ils généreront également des économies d'échelle et accéléreront les rythmes d'apprentissage de l'industrie pour que le marché trouve lui-même les solutions les plus adaptées aux besoins et attentes des consommateurs, aux contraintes du bâti et contribuant à une amélioration de leurs conditions d'utilisation.

Se défaire de l'usage direct et indirect des énergies fossiles

Réduire la part des énergies fossiles, en particulier du gaz, dans nos modes de chauffage est loin d'être évident. Il faudra surmonter la barrière que constitue le coût relativement bas des combustibles fossiles, les obstacles techniques (par exemple, tout équipement ne peut pas se substituer facilement à une chaudière à gaz) et la préférence qu'accordent les consommateurs aux technologies qu'ils connaissent. La présence d'infrastructures lourdes comme des réseaux de gaz est également un facteur déterminant.

Certains pays européens, tels le Royaume-Uni et les Pays-Bas, ont déjà formalisé leur intention d'éliminer les systèmes de chauffage au gaz dans les nouveaux bâtiments, tandis que le Canada étudie la possibilité de mettre en place un minimum de performance supérieur à 1 (soit 100 % d'efficacité) pour les équipements de chauffage. Ces démarches sont parfaitement cohérentes avec

les scénarii bas carbone de l'AIE, selon lesquels, en 2050, le charbon et le fioul auront pratiquement été éliminés du bouquet énergétique du bâtiment, tandis que l'usage du gaz naturel aura été réduit de près de 60 % grâce à sa substitution ou à son utilisation par des appareils plus efficaces comme les pompes à chaleur au gaz (AIE, 2019).

La flexibilité de la demande est également l'une des clés de la transition énergétique devant permettre au secteur du bâtiment de faciliter l'intégration des énergies renouvelables intermittentes. La digitalisation favorise déjà le déploiement des technologies de gestion de la demande, tels les thermostats qui réagissent en temps réel aux données du réseau.

Le stockage thermique permet, en outre, de lisser la courbe de charge grâce à la flexibilisation des horaires. Cela peut être fait à l'échelle individuelle grâce à des ballons d'eau chaude ou à une échelle plus communautaire via les réseaux de chaleur (ou de froid), favorisant ainsi l'intégration de sources renouvelables et/ou résiduelles de chaleur. Afin de récompenser les efforts individuels contribuant à la décarbonisation profitable à tous d'un réseau, la transformation des marchés pourra s'accompagner de celle des modèles d'affaires, comme peuvent le proposer les compagnies de services.

Bibliographie

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) (2018), « Qui consomme le plus d'énergie en France ? ».
- Agence internationale de l'énergie (AIE) (2018), "The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning".
- AIE (2019), "Global Energy & CO2 Status Report", Paris.
- AIE (2019), "Perspectives for the Clean Energy Transition: The Critical Role of Buildings".
- AIE (2019), "Tracking Clean Energy Progress".
- AIE-ONU Environnement (2016), "Global Roadmap: Towards Low GHG and Resilient Buildings".
- AIE-ONU Environnement (2017), « Bilan mondial 2017 : vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient ».
- AIE-ONU Environnement (2018), « Bilan mondial 2018 : vers un secteur des bâtiments et de la construction à émission zéro, efficace et résilient ».
- Agence nationale de l'habitat (ANAH) (2018), Bilan 2018.
- Haute Qualité Environnementale (HQE) (2019), « Précarité énergétique, santé et finances publiques ».
- Le Monde* (2018), « Canicule : pourquoi EDF doit diminuer la production des centrales nucléaires », https://www.lemonde.fr/economie/article/2018/08/02/canicule-pourquoi-edf-doit-diminuer-la-production-des-centrales-nucleaires_5338748_3234.html
- Légifrance (2015), loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.
- Ministère de la Transition écologique et solidaire (2016), « Énergie dans les bâtiments ».
- Réseau de transport d'électricité (RTE) (2017), « Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France », édition 2017.