

L'efficacité énergétique

levier de la transition énergétique



Le Merit Order de la filière Eco-électrique



La filière éco-électrique

La filière éco-électrique constitue un bloc de compétences allant de la recherche appliquée jusqu'à l'intégration, l'installation, l'exploitation et la maintenance de solutions chez le consommateur final, en passant par la fabrication industrielle et la distribution spécialisée.

Disposant des dernières technologies en la matière, cette filière présente tous les facteurs clés de succès pour affirmer le leadership français et européen à l'échelle mondiale :

- Ingénierie d'excellence avec les bureaux d'études intégrés et des centres de recherche participant aux activités de normalisation dans les instances internationales mondiale (IEC) et européenne (CENELEC) ;
- Compétitivité hors coût démontrée et renforcée par des acquisitions majeures par nos champions français présents dans le monde entier ;
- Intérêt économique et financier des projets d'efficacité énergétique et de smart grids, fondés sur des technologies maîtrisées par les entreprises de la filière.

La filière éco-électrique représente un total de près de 400 000 emplois directs en France.



Plus de **5 000** entreprises
installateurs du génie
électrique et climatique
150 000 emplois directs



Fédération des Grossistes en
Matériel Électrique
119 entreprises, **14 000**
emplois directs et plus
de **1 300** points de vente
répartis sur l'ensemble du
territoire national



230 entreprises
qui fournissent des
solutions électriques et
d'automatismes sur les
marchés de l'énergie, du
bâtiment, de l'industrie et
des infrastructures
70 000 emplois directs



Les Industries du Génie
Numérique, Énergétique
et Sécuritaire

60 entreprises qui
fournissent des produits
et des solutions pour les
bâtiments résidentiels
et tertiaires
Plus de **15 000**
emplois directs



Syndicat des Entreprises
de génie électrique et
climatique

250 entreprises spécialisées
dans les travaux et services
liés aux installations
industrielles et tertiaires,
aux réseaux d'énergie
électrique et aux systèmes
d'information et de
communication
150 000 emplois directs

Sommaire

Synthèse	5
Un outil d'aide à la décision des pouvoirs publics	14
A. L'efficacité énergétique au cœur de la transition écologique	17
B. Pour une approche globale de l'efficacité énergétique	21
C. Comment définir les priorités en matière d'investissement ?	25
D. L'efficacité énergétique active dans le bâtiment en France : le potentiel observé	29
E. Efficacité énergétique : pour une approche raisonnée	35
Annexes	45

Synthèse

Dans le cadre du débat sur la transition énergétique, de nombreuses études sont parues sur l'efficacité énergétique afin d'accompagner la prise de décision politique. Dans un environnement économique et budgétaire particulièrement restreint, **l'une des principales questions posées aujourd'hui concerne le choix** - en fonction de leur efficacité, de leur disponibilité et de leur soutenabilité économique - **des solutions d'efficacité énergétique à mettre en œuvre dans le secteur le plus énergivore** après le transport : **le bâtiment**.

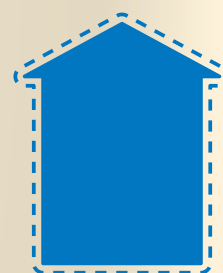
La présente contribution vise à dégager des éléments d'information pour les décideurs institutionnels, conformément aux recommandations formulées par les rapports Percebois et Gallois, qui rappellent la nécessité de faire de l'efficacité énergétique une priorité des politiques publiques. Elle apporte notamment des éléments de réponse aux questions suivantes :

- **Quelles sont les méthodes d'efficacité énergétique les plus performantes et rentables ?**
- **Quels sont les types de bâtiment à cibler en priorité ?**

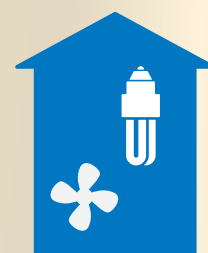
Ce qu'il faut retenir

L'efficacité énergétique n'est pas un concept monolithique ; elle recouvre trois approches qui peuvent être combinées ou abordées séparément :

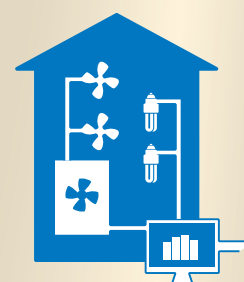
- Une approche thermique, dite **efficacité énergétique passive**, axée sur l'enveloppe du bâtiment et son isolation ;
- Une approche axée sur le rendement énergétique des **équipements techniques** du bâtiment (chaudière, éclairage, etc.) ;
- Une approche systémique et globale de gestion de l'énergie, centrée sur le pilotage de l'ensemble des consommations énergétiques du bâtiment, dite **efficacité énergétique active**. L'efficacité énergétique active vise à optimiser la consommation des bâtiments en



Efficacité énergétique passive



Équipements performants



Efficacité énergétique active

L'efficacité énergétique active est portée par la filière éco-électrique, qui constitue un bloc de compétences allant de la recherche appliquée jusqu'à l'intégration et l'installation de solutions chez le consommateur final, en passant par les équipementiers et la distribution spécialisée.

Cette filière représente près de 400 000 collaborateurs en France et dispose des dernières technologies en la matière. Elle est présentée au début de ce document.



Efficacité énergétique active

Des économies qui représentent jusqu'à

30%

de la facture énergétique française

75%

de la consommation énergétique de l'Ile-de-France

supprimant les gaspillages, grâce à une gestion et à un pilotage automatisés des énergies du bâtiment en fonction de leurs usages. L'approche permet de travailler de façon globale (sur l'intégralité du bâtiment) ou segmentée (par applications ou par zones).

La filière éco-électrique a mené une étude pour **mesurer et valider le potentiel d'économie d'énergie et de réduction des émissions de CO₂ dans le bâtiment, et ainsi valider la soutenabilité économique** des solutions correspondantes pour les ménages, les entreprises et l'Etat français.

L'étude aboutit à plusieurs conclusions fortes résumées ci-après. Les chiffres mentionnés proviennent soit des calculs effectués, soit de données dont les sources sont citées dans l'étude.

1. Il existe un potentiel massif d'économies d'énergie, appelé à croître.

Le déploiement des principales solutions d'efficacité énergétique active dans l'ensemble du parc français (bâtiments résidentiels et tertiaires) permettrait dans l'absolu de générer entre 13 et 20 milliards d'euros d'économies annuelles, à comparer aux 61 milliards d'euros de la facture énergétique nationale en 2011.

Avec un potentiel moyen de 16 Mtep par an pour l'ensemble du parc français, ces économies d'énergie représentent ainsi environ 75% de la consommation énergétique annuelle de l'Ile-de-France en 2010.

Nous parlons ici de **potentiel**, et non de gisement, car les progrès des technologies et les capacités d'innovation de la filière permettent d'envisager des économies d'énergie supplémentaires dans un futur proche. Ce potentiel est donc à la fois **dynamique et croissant**.

De plus, les solutions qui ont été étudiées sont circonscrites aux offres d'efficacité énergétique active. Des bouquets de solutions plus complexes permettraient d'atteindre des résultats encore meilleurs en termes d'économies d'énergie.

2. L'efficacité énergétique active constitue un axe stratégique d'investissement productif.

L'efficacité énergétique active ne se heurte pas à un « mur d'investissement » infranchissable. Les solutions étudiées se caractérisent par de faibles investissements unitaires et des temps de retour sur investissement courts, même sans aide d'Etat spécifique.

L'investissement total nécessaire au déploiement de l'efficacité énergétique active dans l'ensemble du parc résidentiel et tertiaire est estimé à 116 milliards d'euros sur 25 ans.

Avec un potentiel annuel moyen d'économies d'énergie d'environ 17 milliards d'euros, le temps de retour sur investissement moyen pour les parcs résidentiel et tertiaire est donc de 7 ans.

3. L'efficacité énergétique active est l'élément décisif pour inscrire la France dans la meilleure « trajectoire » possible au niveau budgétaire et environnemental.

Les solutions d'efficacité énergétique active affichent des temps de retour sur investissement compris entre 3 et 13 ans (suivant le bâtiment), contre 8 à 15 ans pour l'investissement dans des équipements à rendement amélioré (remplacement de chaudière, installation de pompe à chaleur, etc.), et 6 à 45 ans pour l'efficacité énergétique passive (ex. isolation thermique).

Les économies ainsi générées par l'efficacité énergétique active permettent de dégager des capacités de financement qui serviront à investir dans d'autres actions d'efficacité énergétique caractérisées par des temps de retour sur investissement plus longs et des besoins de financement plus importants.

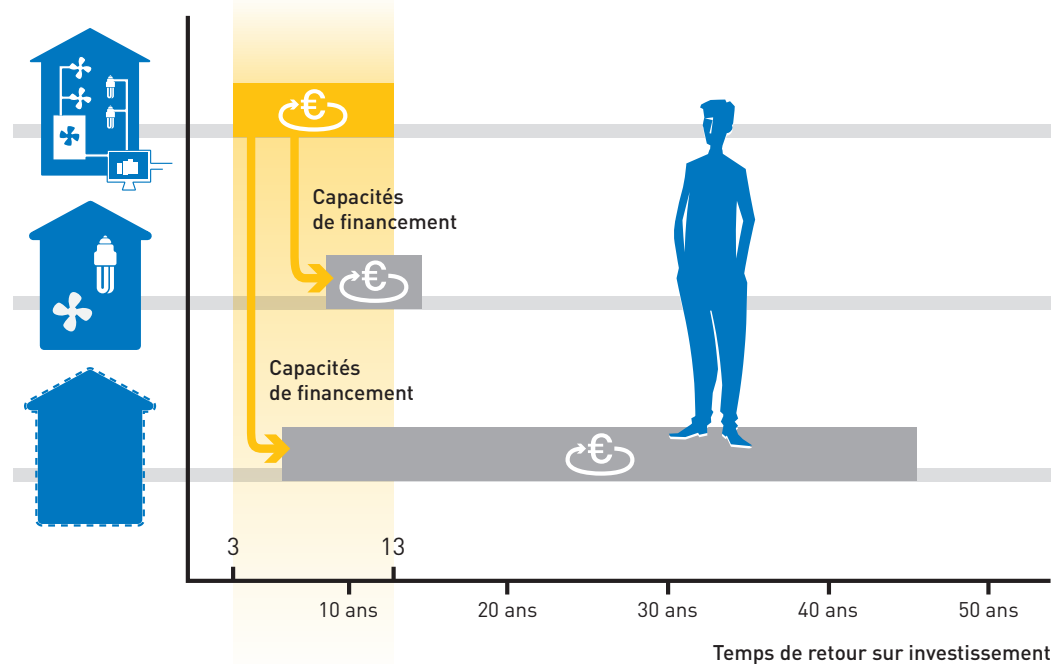
Pour permettre à cette logique d'investissement progressif de fonctionner à plein, il est essentiel que l'Etat conserve une neutralité législative, réglementaire et fiscale complète à l'égard des différentes approches, afin de ne pas créer



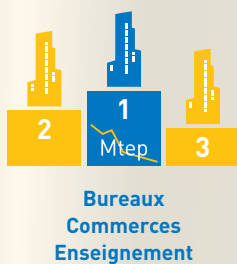
7ans

Temps de retour sur investissement moyen des solutions d'efficacité énergétique **active**





entre les solutions une distorsion de compétitivité susceptible de perturber cette logique de séquençage de la mise en œuvre des solutions d'efficacité énergétique en fonction de leur efficacité et de leur soutenabilité économique.



4. Des actions ciblées permettront d'obtenir très vite des résultats conséquents.

L'étude fait apparaître des cibles prioritaires : les immeubles tertiaires et notamment, les bureaux, les commerces et les établissements d'enseignement. Grâce à leur capacité à être pilotés avec précision par zones d'usages bien distincts, ces bâtiments offrent des potentiels de gains immédiats et significatifs, avec des temps de retour sur investissement courts.

Appliquée dans les bâtiments d'enseignement, la démarche d'efficacité énergétique active représente en outre une formidable opportunité d'éducation des générations futures à la lutte contre le gaspillage énergétique.

Les bâtiments résidentiels recèlent également un potentiel d'économies considérable et les solutions d'efficacité énergétique active peuvent avoir un impact très important sur la facture énergétique des ménages. Simples à installer, progressives, elles peuvent générer des économies substantielles très rapidement grâce à des investissements parfois très faibles.

L'efficacité énergétique active permet également de s'affranchir de tout ou partie de l'effet rebond' (expliqué en B2) grâce au comportement vertueux du consommateur induit par le pilotage automatisé des utilisations finales de l'énergie. L'efficacité énergétique active contribue donc à la mutation du consommateur passif en consomm'acteur responsable.

Cependant, le caractère à la fois diffus et extrêmement diversifié des bâtiments et de leurs occupants interdit toute politique d'efficacité énergétique monolithique dans le résidentiel, qu'elle soit passive ou active, et renchérit l'accès au kWh économisé.

De plus, les réglementations actuelles - notamment la RT 2012 (bâtie sur une logique d'obligation de moyens plus que de résultats) - n'imposent toujours pas la pilotabilité des équipements techniques des bâtiments résidentiels lors de leur construction. Le déploiement massif des solutions d'efficacité énergétique active s'en trouve ainsi considérablement limité.

Par conséquent, le potentiel d'économies d'énergie de l'ensemble des solutions d'efficacité énergétique dans les bâtiments résidentiels est plus difficile à modéliser sur la totalité du parc. C'est pourquoi l'étude considère deux hypothèses dans le calcul des potentiels d'efficacité énergétique active dans le bâtiment résidentiel : l'hypothèse haute table sur un déploiement de toutes les solutions alors que l'hypothèse basse tient compte des conséquences d'un déploiement partiel.

5. L'efficacité énergétique active est un levier essentiel de la transition énergétique française.

Permettant d'éviter l'émission de 26,7 millions de tonnes de CO₂ chaque année (soit 7,5% des 357 millions de tonnes émises chaque année, le déploiement massif des solutions d'efficacité énergétique active étudiées remplira une part importante des engagements de la France en matière de réduction de ses émissions de CO₂.



Le consomm'acteur

37,5%

Pourcentage d'énergie économisée dans le secteur **tertiaire**

18,5%

Pourcentage moyen d'énergie économisée dans le secteur **résidentiel**



26,7

millions de tonnes de CO₂ évitées

75%

de l'objectif imparti aux bâtiments par le Grenelle

Le potentiel d'économies d'énergie visé par l'efficacité énergétique active représente 75% de l'objectif de réduction des consommations d'énergie des bâtiments défini par le Grenelle de l'environnement.

En limitant au juste nécessaire les investissements dans des capacités de production d'énergie centralisées (de base comme de pointe) et leurs réseaux associés, **un déploiement massif de l'efficacité énergétique active freinera considérablement l'inflation annoncée du coût de l'énergie électrique et contribuera à préserver la compétitivité des entreprises et le pouvoir d'achat des ménages.** En effet, les solutions étudiées peuvent être déployées rapidement sans recours à des subventions publiques car elles offrent des temps de retour sur investissement courts.

56000



6. L'efficacité énergétique active est créatrice d'emplois qualifiés, non délocalisables, et répartis sur l'ensemble du territoire.

Une politique d'efficacité énergétique active volontariste générera la création de 56 000 emplois au sein de la filière éco-électrique française. En outre, dans le cadre des enjeux du redressement productif engagé, **ces emplois supplémentaires permettront de renforcer une filière d'excellence qui bénéficie d'un écosystème complet de TPE, PME, ETI et grands groupes.** La répartition de ces nouveaux emplois sur l'ensemble du territoire contribuera au renforcement des tissus économiques et industriels des régions.

7. La transition énergétique est mondiale, c'est une opportunité pour la France et sa filière éco-électrique.

Les solutions et compétences de la filière sont exportables dans le cadre de la transition énergétique mondiale et représentent pour la France une opportunité de reconquête industrielle et commerciale à l'international.

Notre pays dispose de champions nationaux, européens et internationaux et peut s'imposer sur d'autres marchés de

plus en plus dynamiques, actifs et innovateurs dans le cadre de la transition énergétique. En faisant de son territoire une **vitrine de l'efficacité énergétique active**, la France pourra prendre une position de leadership sur l'un des marchés les plus prometteurs du XXI^e siècle à l'échelle mondiale. Ce positionnement se traduira par une **amélioration significative de la balance commerciale du pays** sous l'effet combiné de :

- la baisse des importations d'énergies fossiles ;
- l'augmentation du flux d'exportations des nouvelles technologies de l'énergie.

Il conduira également à un renforcement de l'attractivité du territoire national pour les investisseurs internationaux.

Recommandations

Pour voir émerger pleinement un marché de l'efficacité et de la sobriété énergétiques, il appartient en premier lieu aux entreprises du secteur de démontrer l'efficacité et l'attractivité de leurs offres ainsi que leur adéquation aux besoins des ménages et des entreprises.

Néanmoins, la filière éco-électrique soumet trois réflexions structurantes et essentielles à l'attention des pouvoirs publics :

1 - Dans le secteur du bâtiment, **seul le passage d'une culture de l'obligation de moyens à une culture de l'obligation de résultats vérifiables et mesurables** pourra permettre l'atteinte des objectifs d'économies d'énergie nationaux et européens dans un cadre économique soutenable pour l'Etat, les ménages et les entreprises.

2 - **Il appartient à l'Etat de conserver une neutralité fiscale et réglementaire vertueuse**, notamment en matière de subventions, de façon à accélérer l'adoption des solutions les plus compétitives et l'accès aux économies d'énergie pour tous.

3 - En reflétant au mieux la diversité des bâtiments, de leur environnement et de leurs occupants, **la territorialisation des politiques publiques d'économies d'énergie** permettra de favoriser la création d'emplois associés au déploiement de l'efficacité énergétique active.

L'efficacité énergétique **dans le bâtiment en France**

Merit Order de la filière Eco-électrique

Un outil d'aide à la décision des pouvoirs publics

L'étude qui suit a été menée par la filière éco-électrique en vue de **mesurer et valider le potentiel d'économie d'énergie et de réduction des émissions de CO₂ dans le bâtiment**, secteur le plus énergivore après le transport ¹, et ainsi valider la soutenabilité économique des solutions correspondantes pour les ménages, les entreprises et l'Etat français.

Ce potentiel d'économies d'énergie et de réduction d'émissions de CO₂ a été analysé via une modélisation fondée sur **des valeurs concrètes**, observées et mesurées dans le cadre des nombreuses réalisations mises en œuvre par les acteurs de la filière éco-électrique pour le compte de ses clients, ainsi que sur les **résultats d'une étude menée au niveau européen** par un consortium d'industriels et de laboratoires de recherche français ².

Cette étude s'inscrit dans le cadre délimité par les recommandations de nombreux experts, et synthétisées notamment dans le rapport « Energies 2050 » dit rapport Percebois :

- **Flexibilité** : les économies calculées par le modèle ne sont pas corrélées à un choix spécifique en matière de politique énergétique et sont valables quel que soit le mix énergétique retenu à l'horizon 2025.
- **Réalisme sociétal** : les économies permises par les solutions d'efficacité énergétique active étudiées ne dépendent ni d'un changement des comportements des consommateurs, ni d'une modification de leurs attentes en matière d'usages et de confort. Elles reposent uniquement sur une optimisation de la consommation, à service énergétique rendu identique. Cependant, certaines solutions permettent d'accroître encore ces économies. Ainsi, grâce à des informations précises en temps réel, les consommateurs peuvent prendre pleinement conscience des conséquences énergétiques de leurs comportements.
- **Réalisme économique** : les potentiels identifiés sont économiquement compétitifs. Les solutions ne nécessitent pas d'effort capitalistique important, sont installées par « bouquets » (« Mesure et analyse » et « Optimisation ») et offrent des temps de retour sur investissement courts (entre 3 et 13 ans) sans nécessiter de subventions ou aides fiscales, contrairement à d'autres technologies présentant des rendements économiques moindres malgré les aides dont elles bénéficient ³.

- **Sens des priorités** : l'étude vise à dégager les méthodes d'efficacité énergétique et les types de bâtiments pour lesquels le meilleur rapport « économies d'énergie/capital investi » peut être obtenu. Ainsi, les résultats présentés dans les pages qui suivent visent à éclairer les décideurs publics sur les choix à venir, en les dotant d'un outil d'assistance à la prise de décision flexible et réaliste (notamment au regard des contraintes financières pesant sur les comptes publics).

En annexe, vous trouverez une présentation détaillée des données (surfaces de bâtiments et consommations moyennes) et des calculs intermédiaires (prix de l'énergie, investissements, économies d'énergie et économies financières, temps de RSI) utilisées pour l'élaboration de cette étude.



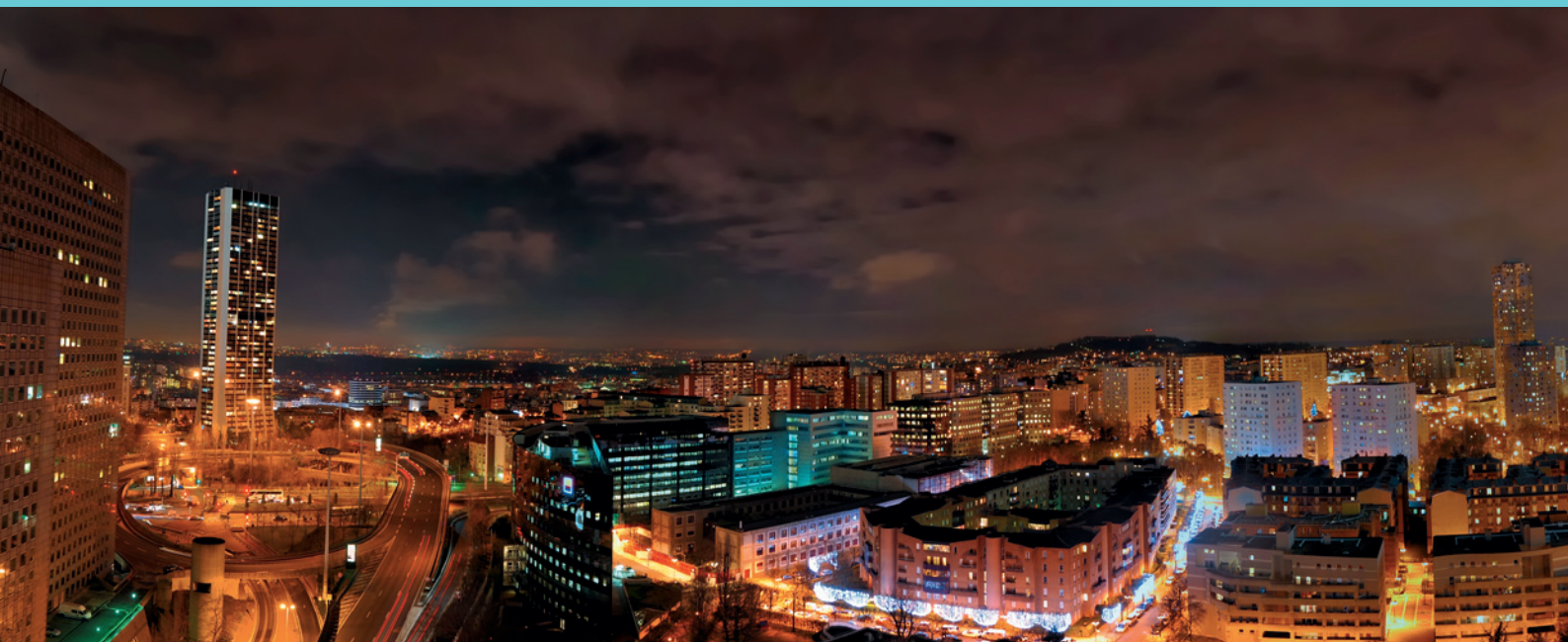
RAPPORT « ENERGIES 2050 », PERCEBOIS ET MANDIL

« Recommandation n° 1 : faire de la sobriété et de l'efficacité énergétique une grande cause nationale ; lancer des appels à proposition afin de mobiliser la R&D et l'innovation dans ce domaine en privilégiant les secteurs du bâtiment et des Transports. »

« Une telle étude [merit order] mériterait d'être généralisée, elle pourrait ainsi éclairer les choix des politiques de soutien. Elle devrait être différenciée par secteurs de l'économie et pour chaque secteur, notamment celui du bâtiment, à un degré de précision compatible avec la réalité propre au secteur. »

www.strategie.gouv.fr/system/files/rapport-energies_0.pdf

- 1 World Energy Outlook 2012 de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE).
- 2 Le programme Homes (Habitats et bâtiments Optimisés pour la Maîtrise de l'énergie et des Services) est un programme collaboratif d'innovation conduit sur une durée de quatre ans (2008-2012) par treize acteurs industriels et soutenu par Oseo.
- 3 Centre d'analyse stratégique, Jean Bergougnoux, Dominique Auverlot et Gaëlle Hossie, « Des technologies compétitives au service du développement durable » (Note d'analyse 276 - Août 2012), 01/08/12.



A

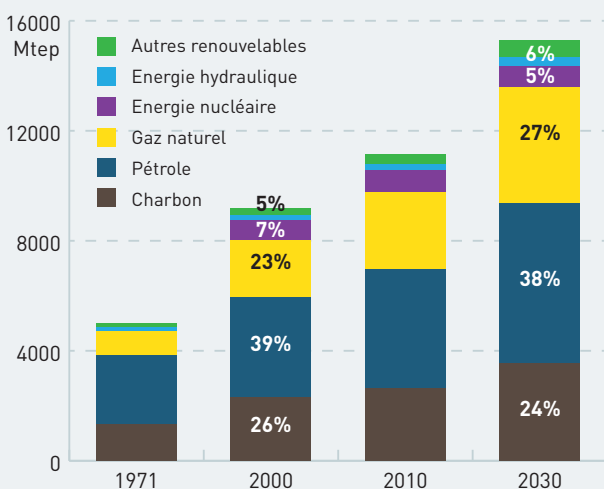
L'efficacité énergétique au cœur de la transition énergétique

1. L'énergie, ressource sous tension...

Une rapide analyse du panorama mondial du secteur énergétique met en lumière quelques tendances lourdes. La première d'entre elles est **la hausse du prix des énergies**. Poussés par la demande des pays émergents et contraints par les capacités de raffinage et d'investissement, les marchés des ressources fossiles sont durablement sous tension. Ils entraînent à la hausse les prix de l'électricité. Dans notre pays également, en dépit d'un mix énergétique caractérisé par la prédominance du nucléaire, les tarifs semblent inexorablement voués à augmenter⁴.

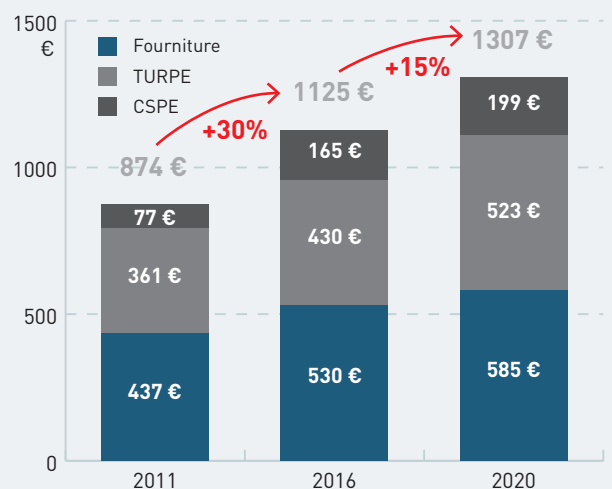
La seconde tendance est **la montée en puissance des contraintes environnementales**, qui impose que nous accordions aux Energies Renouvelables (EnR) une part de plus en plus importante dans notre mix énergétique. Cette part des EnR génère sur les réseaux électriques des problématiques nouvelles, de par le caractère intermittent et décentralisé de leur production.

Projection de la demande d'énergie dans le monde



Source : AIE

Projection de la hausse des prix de l'électricité en France

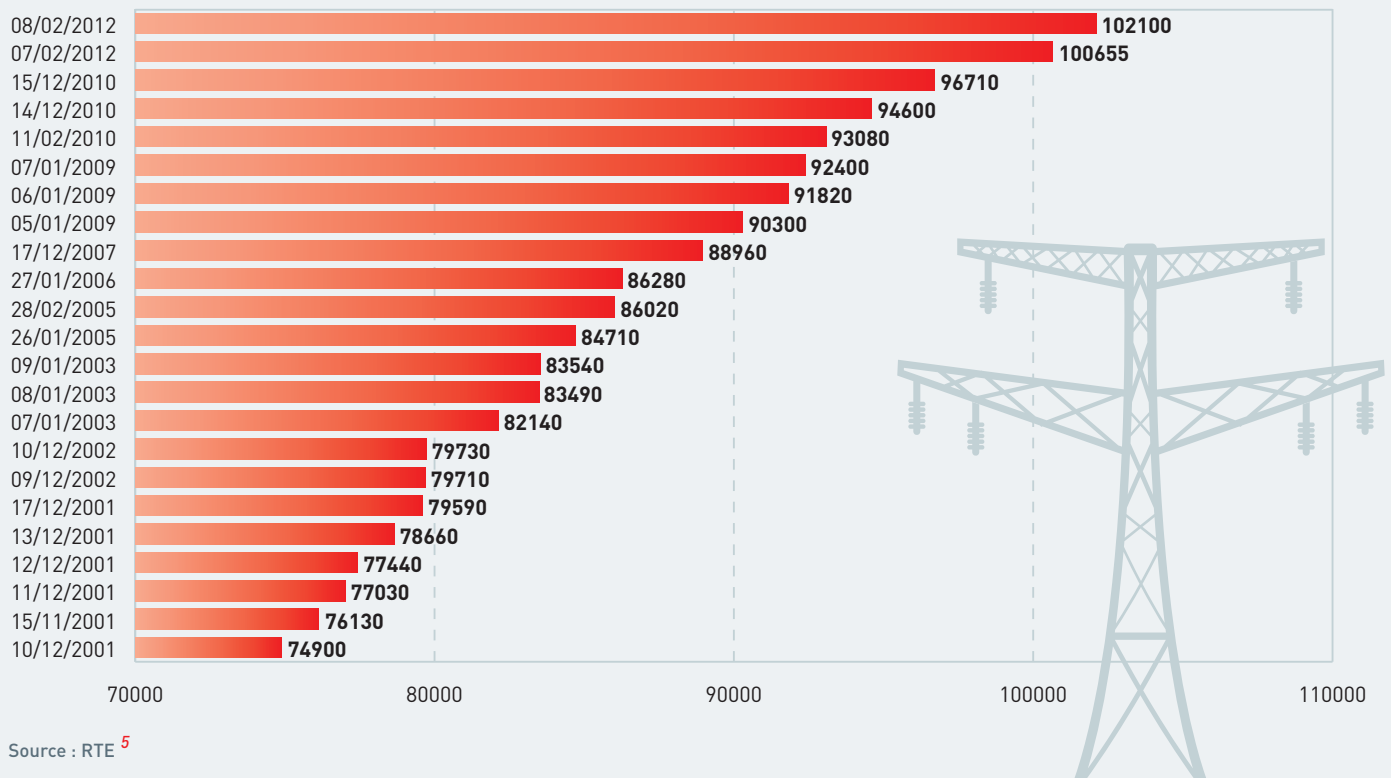


Source : CRE, graphique Sénat

⁴ « Electricité : assumer les coûts et préparer la transition énergétique », Commission d'enquête du Sénat sur le coût réel de l'électricité, 18 juillet 2012.

Dans ce contexte, la question du passage de la pointe - les records d'appels de puissance augmentent à un rythme plus soutenu que la consommation moyenne : entre 2001 à 2012 les appels de pointe sont passés de 75 000 MW à plus de 100 000 MW, - se pose de manière encore plus aigüe.

Pics d'appels de puissance sur la dernière décennie (MW)



Or, les capacités d'interconnexion de la France avec ses voisins sont restées stables depuis 2002 en France (aux alentours de 20 000 MW), et compte tenu notamment de réactions du type « NIMBY » ⁶, il faut compter au moins une décennie pour construire de nouvelles capacités d'interconnexion. Par conséquent, la sécurité du réseau se trouve de plus en plus fréquemment menacée.

⁵ Extraits du bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France, RTE, 2012.

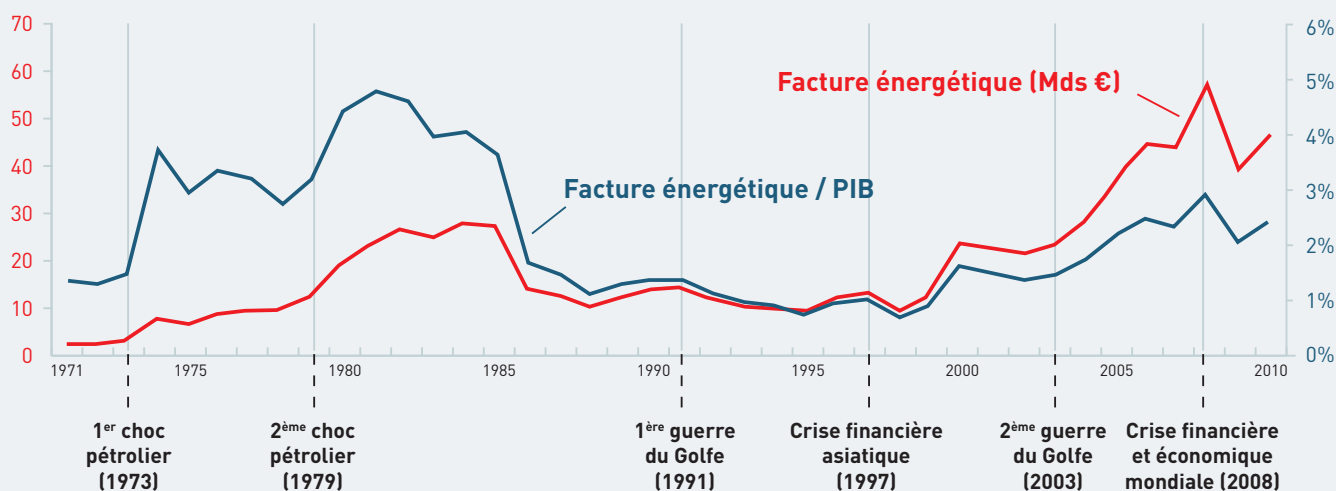
⁶ « Not in my backyard ». Littéralement : « Pas près de chez moi »

2. ... et principale cause du déficit commercial français.

La facture énergétique française connaît une hausse structurelle depuis le début du XXI^e siècle, et a atteint 61,4 milliards d'euros en 2011, soit un niveau supérieur aux records du second choc pétrolier⁷. Par ailleurs, les données les plus récentes sur le changement climatique confirment la nécessité, malgré la crise, d'engager des efforts en matière de lutte contre les émissions de CO₂⁸. Enfin, le solde des échanges contractuels d'électricité avec l'étranger a chuté sur la dernière décennie, passant d'environ 70 TWh en 2001 à environ 30 TWh en 2010, avec un total de 72 journées d'importation contractuelle nette d'électricité⁹.

Economiser l'énergie apparaît donc à tous égards comme une évidence, tant il est désormais entendu que l'énergie la « plus verte » et la « moins chère » est celle qui n'est pas consommée¹⁰. En la matière, le souci de compétitivité lié à la crise économique et l'inquiétude sur le plan environnemental se conjuguent et doivent converger vers une nouvelle économie fondée sur la rationalisation et non plus sur le gaspillage de ressources énergétiques que nous savons finies.

Facture énergétique en valeur et rapportée au PIB



Sources : Douanes (données CAF/FAB brutes) et INSEE

L'augmentation de la facture énergétique, plus rapide que celle du PIB, fait peser un poids croissant sur l'économie française.

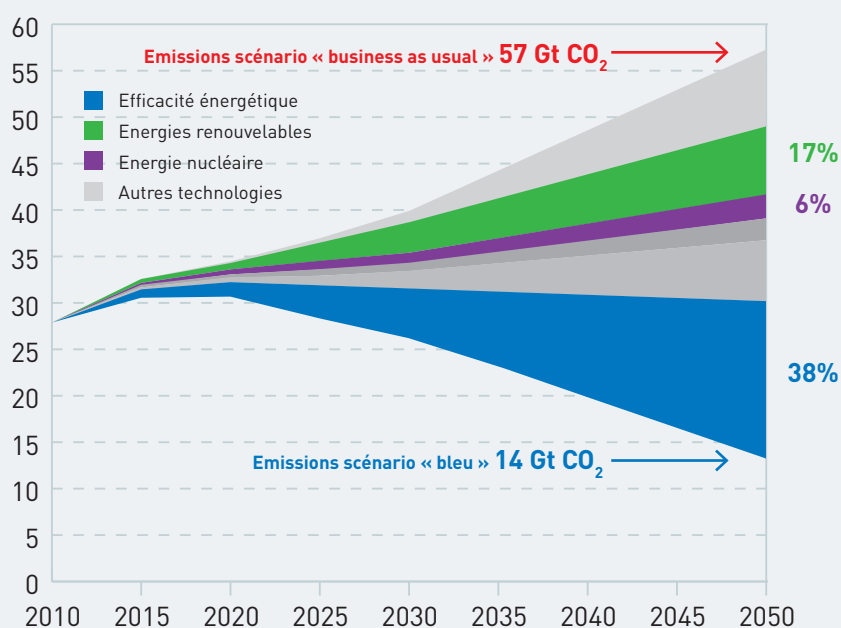
- ⁷ Direction générale des douanes et droits indirects - Département des statistiques et des études économiques, Les chiffres du commerce extérieur, Janvier 2012.
- ⁸ NASA : « Fonte sans précédent de la surface glaciaire au Groenland », 24 juillet 2012. <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/greenland-melt.html>
- ⁹ Bilan annuel, RTE, 2012. Ce solde est remonté à 55,7 TWh en 2011, principalement grâce à l'arrêt de sept tranches allemandes de production nucléaire, tandis que la France connaissait simultanément son année la plus chaude depuis 1900.
- ¹⁰ « Le MWh le moins cher et le moins polluant est celui que l'on ne consomme pas (...) L'efficacité énergétique, par des mesures à la fois normatives et incitatives, doit être la priorité immédiate des pouvoirs publics en matière d'énergie ». Electricité : assumer les coûts et préparer la transition énergétique, Sénat, 2012.

3. Maîtriser la demande d'énergie : un passage obligé pour la transition.

La maîtrise de la demande d'énergie (MDE) permet de répondre à l'essentiel de ces problématiques. En permettant de **gérer les appels de pointe de manière intelligente**, en intégrant en souplesse **l'intermittence inhérente aux énergies renouvelables**, en consolidant **une capacité d'effacement** (réduction temporaire de la consommation électrique des industriels ou des particuliers lorsque la production électrique présente un risque d'insuffisance face à la demande) au niveau national, les solutions examinées dans cette étude permettent la transition vers un **nouveau modèle énergétique**. En parallèle, elles contribuent à juguler la hausse des prix de l'électricité.

Les solutions d'efficacité énergétique permettent ainsi de répondre de façon systémique aux objectifs politiques que sont la baisse des émissions de CO₂ et l'amélioration de la compétitivité des entreprises, du pouvoir d'achat des ménages et de la balance commerciale.

Contribution des différentes technologies à la réduction des émissions de CO₂.



Les scénarios prospectifs de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) indiquent que les solutions d'efficacité énergétique permettront de réduire de 38% les émissions de CO₂ d'ici 2050 (World Energy Outlook 2010).

Sur cette courbe représentant les émissions prévisibles dans un scénario « business as usual », leur contribution à la réduction des émissions (ici en bleu) est plus de deux fois supérieure à celle des technologies des énergies renouvelables (ici en vert), par exemple.

Agence Internationale pour l'Énergie, « Energy Technology Perspectives », 2010.

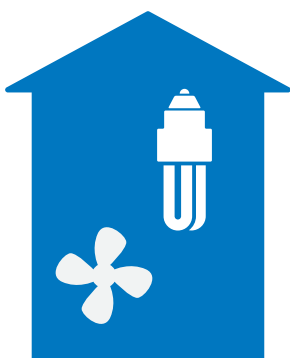
B

Pour une approche globale de l'efficacité énergétique

1. La nécessité d'un pilotage intelligent des consommations d'énergie

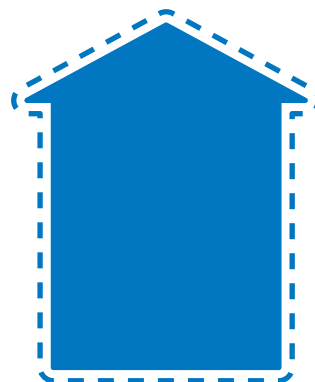
Souvent définie de façon trop limitée, l'efficacité énergétique est un processus qui vise à mettre en place un ensemble de solutions personnalisées et adaptées à chaque bâtiment, type d'activité, besoin et capacité d'investissement. Cette approche intégrée implique classiquement :

- **Un « consomm'acteur »**, c'est-à-dire un utilisateur particulier, informé et mobilisé, capable d'optimiser son confort tout en réalisant des économies d'énergie et, dans les années à venir, de produire sa propre énergie. Dans les entreprises, ce rôle est tenu par le gestionnaire d'énergie qui identifie les gaspillages et cherche à les supprimer tout en garantissant un confort au moins équivalent pour les occupants.



- **Des équipements performants énergétiquement**, de la chaudière au lave-linge en passant par l'ordinateur ;

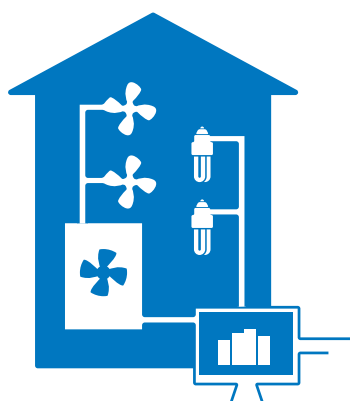
- **Des solutions basées sur l'efficacité énergétique thermique ou passive** : l'optimisation de la qualité du bâtiment et de ses échanges énergétiques avec l'extérieur, à défaut de laquelle on utilise la métaphore de « passoire thermique ».



Avec ces trois seules composantes, la portée de l'efficacité énergétique reste limitée. Un pilotage efficace et intelligent des équipements, en fonction d'une part du bâtiment et des conditions extérieures, d'autre part des besoins et objectifs de l'occupant, permet d'atteindre des résultats à la fois meilleurs et plus durables.

Il est possible, par exemple, de réguler l'éclairage en fonction de la présence des occupants, de la luminosité ambiante, de scénarios d'occupation, ou bien de diminuer ou supprimer le chauffage et la climatisation la nuit, lorsqu'un bâtiment est inoccupé. Bien évidemment, les automatismes n'empêchent aucunement les usages personnalisés, l'utilisateur pouvant faire varier au cas par cas le scénario d'utilisation en fonction de son besoin immédiat.

Ces solutions sont aujourd'hui éprouvées et les gains qu'elles peuvent générer sont particulièrement bien documentés puisque les solutions incluent des appareils de mesure. Elles sont réunies sous le concept d'efficacité énergétique active.



L'efficacité énergétique active consiste dans un premier temps à **installer dans le bâtiment les outils de mesure et de comptage permettant un audit de sa performance énergétique** puis dans un second temps à **mettre en œuvre des solutions de pilotage de ses différents usages énergétiques** pour optimiser les consommations.

Il est à noter que seule cette pilotabilité des consommations permet de mobiliser les capacités d'effacement des bâtiments tertiaire et résidentiel lors des périodes de fort appel de puissance (pointe) qui menacent l'équilibre des réseaux et la sécurité d'approvisionnement du territoire en électricité.

2. L'efficacité énergétique active : de la mesure à la garantie des économies d'énergie

Revenons un peu dans le détail de l'efficacité énergétique active...

Afin de piloter efficacement les équipements du bâtiment, il est nécessaire de mesurer ses consommations réelles, local par local, usage par usage. **Les systèmes de mesure, d'analyse des données et d'affichage énergétique** permettent aux occupants de connaître leurs consommations d'énergie par usage, notamment le chauffage, l'eau chaude sanitaire (ECS), la climatisation, l'éclairage et les appareils auxiliaires. Ces systèmes mesurent également certains paramètres complémentaires comme la température intérieure et extérieure, les degrés jour

unifiés, la qualité de l'air, etc. **Des logiciels appropriés assurent le traitement de ces multiples données** et leur publication sur écran pour les besoins des occupants et des visiteurs du bâtiment.

Sur la base de ces mesures, dans le cas du tertiaire, un responsable énergie peut **établir un diagnostic, engager des actions correctives et suggérer des changements de comportement** (via des actions de formation, d'information et des incitations comme le partage des gains, etc.). Ce sont les mêmes solutions de mesure qui permettent ensuite de vérifier les gains obtenus.

Il est à noter que les technologies de mesure, peu onéreuses, présentent des temps de retour sur investissement courts.

Les actions engagées ne peuvent cependant pas se limiter aux changements de comportements, ceux-ci n'étant pas durables. L'expérience montre en effet que les occupants du bâtiment relâchent leur vigilance ou finissent par accroître une consommation rendue moins onéreuse par des équipements et un pilotage plus performants. Ce dernier phénomène est appelé « effet rebond » par les économistes.

L'installation de systèmes intelligents de contrôle et de régulation permet d'automatiser certains usages énergétiques des bâtiments et ainsi de pérenniser les économies. Ces solutions d'automatismes ont pour point commun d'être disponibles et **faciles à mettre en œuvre dans le bâtiment existant comme dans le neuf**, sur la base de technologies compétitives. Citons :

- **La gestion automatique du chauffage** : les appareils de chauffage sont pilotés en fonction de paramètres programmés comme la température désirée, la température extérieure/intérieure, le type d'occupation, la présence d'occupants... ;
- **La gestion automatique de l'ECS** : l'eau chaude sanitaire est produite en fonction des horaires d'occupation des locaux ;
- **La gestion automatique de l'éclairage** : les sources lumineuses sont commandées selon des paramètres programmés comme la luminosité extérieure, le type d'occupation, la présence d'occupants, etc. ;
- **La gestion automatique de la ventilation** : l'aération des locaux est assurée par la Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) qui garantit un renouvellement d'air permanent en fonction de la qualité de l'air mesurée en temps réel ;
- **La gestion automatique de la climatisation** : l'action des appareils de climatisation dépend de la présence d'occupants, du type d'occupation, de la température désirée, de la température extérieure/intérieure, etc.

Une fois les solutions en place, un service d'accompagnement dans le temps permet d'une part d'augmenter encore les économies par l'identification de nouveaux potentiels, d'autre part de répondre aux évolutions du bâtiment.

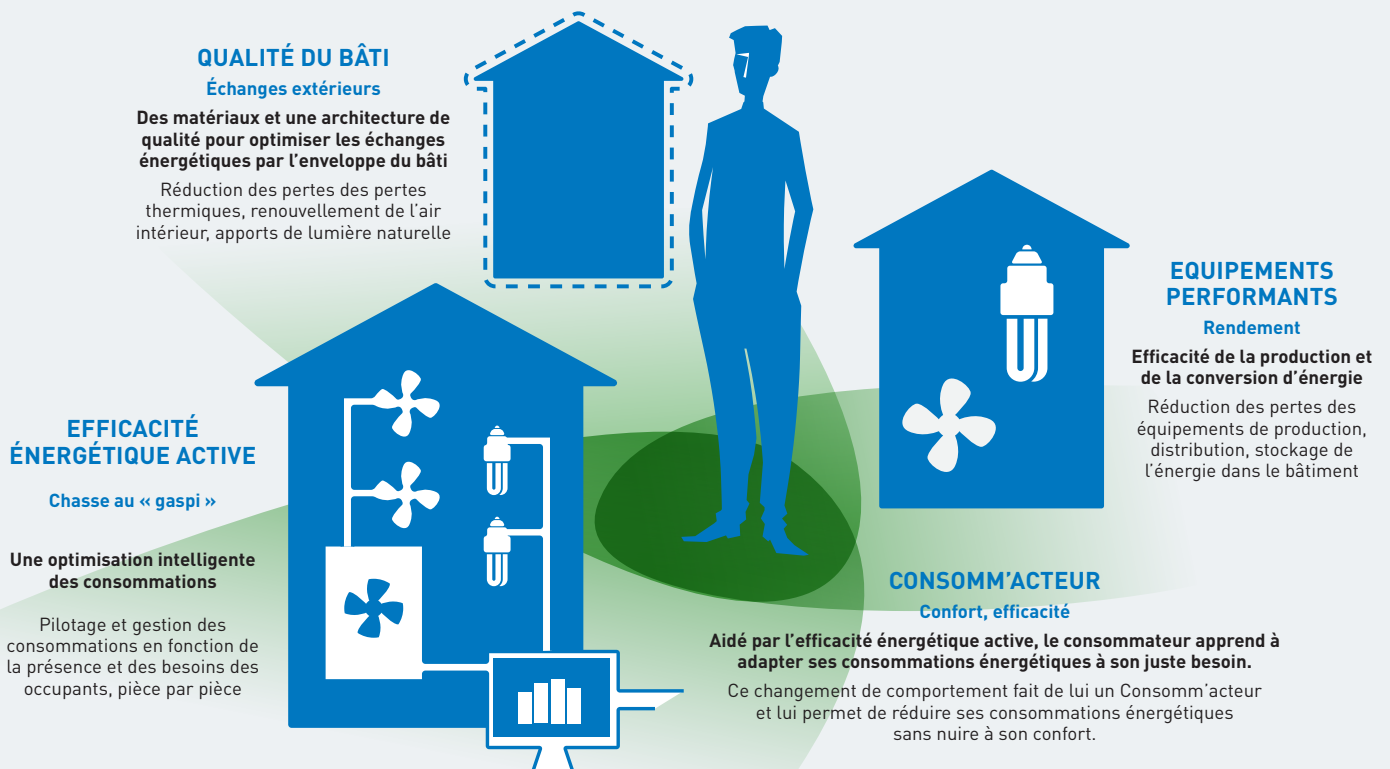
L'efficacité des solutions d'efficacité énergétique active repose sur quatre 'étages' complémentaires :

- **Les technologies** : appareils de mesure, interfaces de communication, dispositifs d'automatisme, logiciels ;
- **Les procédures** : règles d'utilisation des équipements (par exemple : à partir d'une certaine température, quand personne n'est dans la maison de vacances, la maison se met automatiquement en mode « hors gel »), règles de maintenance...
- **Le comportement des utilisateurs** : formation, sensibilisation à la sobriété énergétique ;
- **La maintenance** : services ou télé-services d'exploitation et de maintenance pour le maintien de la performance dans le temps.

3. Vue d'ensemble des solutions d'efficacité énergétique

Ainsi complétée, l'approche globale de l'efficacité énergétique peut se représenter de la manière suivante :

Approche globale de l'efficacité énergétique



C

Comment définir les priorités en matière d'investissement ?

1. Mesurer le potentiel d'économies d'énergie de l'efficacité énergétique active à l'épreuve du retour d'expérience de la filière éco-électrique

C'est dans le cadre des différentes consultations en cours en France et en Europe que la filière éco-électrique souhaite contribuer au débat sur la transition énergétique en partageant son expérience, les données dont elle dispose et sa conviction : **l'efficacité énergétique active est la clef de voûte de la nouvelle économie de l'énergie**. Fédérant des entreprises et industriels impliqués sur toute la chaîne de valeur (concepteurs et fabricants de solutions, intégrateurs et installateurs de ces solutions, prestataires de services...), **la filière est en effet l'un des rares acteurs disposant de données fiables concernant non pas des estimations théoriques, mais des économies constatées, mesurées et susceptibles d'être garanties contractuellement.**

Des études de cas nombreuses, portant sur des centaines de sites et sur divers types de bâtiments, servent ainsi de base à une modélisation du potentiel d'économies accessible dès aujourd'hui, qui est **l'objet de la présente étude.**

C'est à un véritable exercice de classement du « mérite » de l'efficacité énergétique active que la filière s'est livrée. Ainsi, cette étude a permis de mesurer non seulement le potentiel d'économies d'énergie accessible par les solutions d'efficacité énergétique active mais également leur temps de retour sur investissement (RSI).

Elle fait ainsi apparaître le coût du kWh économisé par les solutions existantes d'efficacité énergétique active pour chaque type de bâtiment.

L'étude propose des résultats qui pourraient être atteints si la totalité du parc était traitée avec l'ensemble des solutions et méthodologies proposées par la filière éco-électrique (audit, pilotage, suivi et optimisation). Or il est entendu que chaque bâtiment est unique et que certains bâtiments disposent d'un potentiel inférieur ou

supérieur aux données affichées dans le présent document. Cette étude ne prétend donc pas rendre compte de la diversité des situations (secteur d'activité, surface, taux d'occupation, année de construction du bâtiment, taux d'équipement, etc.) ; l'évaluation précise du potentiel de chaque sous-catégorie de bâtiment pourrait faire l'objet de plusieurs études complémentaires. Les valeurs utilisées dans ce document sont des données moyennes constatées.

Certaines valeurs sont notamment issues des retours d'expérience du programme « HOMES » (Habitats et bâtiments Optimisés pour la Maîtrise de l'Énergie et des Services), un programme collaboratif d'innovation conduit sur une durée de quatre ans (2008-2012)¹¹. Le programme a été soutenu par OSEO, établissement public français d'aide à l'entrepreneuriat et à l'innovation, et regroupait **treize partenaires industriels et de recherche représentant un équivalent de 120 chercheurs à temps plein**.

Afin de réduire les consommations énergétiques des équipements et systèmes des bâtiments, le programme HOMES a défini 150 fonctions de contrôle, basées sur deux principes fondateurs :

- Dans un premier temps, **réduire la demande d'énergie** dans chaque local en fonction de son occupation et de son niveau d'activité par une approche « multi-applicative », qui combine et optimise tous les équipements consommateurs.
- Dans un second temps, **optimiser l'approvisionnement en énergie** sur les trois vecteurs énergétiques qui irriguent un bâtiment : réseaux électriques, réseaux d'eau (chauffage, eau chaude sanitaire...) et réseaux de gaines (ventilation...).

Grâce à ces solutions de contrôle actif, il a été possible de montrer une baisse considérable de la consommation en énergie sur les cinq sites pilotes décrits ci-après.



Ecole primaire de Montbonnot (Isère)

Sur ce bâtiment, construit en 1990, le contrôle multiapplicatif par zone a montré un gain de **56%** de la facture énergétique annuelle globale du site, les sources d'économies les plus significatives étant dues au **contrôle sur objectif de la qualité d'air**, à la **gestion de l'intermittence** et au **pilotage de la production thermique en fonction des besoins** des salles de classe.



Bâtiment de bureaux Savoie Technolac (Savoie)

Sur ce bâtiment, construit en 2007, le contrôle multiapplicatif par zone a montré un gain de **36%** de la facture énergétique annuelle globale du site, les sources d'économies les plus significatives étant dues à l'**utilisation optimale de la lumière naturelle** et aux **extinctions automatiques des équipements consommateurs** (lumières, bureautique, informatique) au départ des employés.



Hôtel * à Nice (Alpes-Maritimes)**

Sur ce bâtiment, construit en 1890, le contrôle multiapplicatif par zone a montré un gain de **37%** de la facture énergétique annuelle globale du site, les sources d'économies les plus significatives étant dues au **pilotage de la ventilation par le capteur de CO₂** et à l'**amélioration du confort thermique**.



Hôtel * Carcassonne (Aude)

Sur ce bâtiment, construit en 1970, le contrôle multiapplicatif par zone a montré un gain de **30%** de la facture énergétique annuelle globale du site, les sources d'économies les plus significatives étant dues à **la mise en repos énergétique des chambres en l'absence des occupants** et à **l'optimisation de l'utilisation des enseignes lumineuses externes** en fonction des données météorologiques fournies par la station météo installée sur le toit de l'établissement.



Immeuble résidentiel collectif à Vaux-sur-Seine (Yvelines)

Dans ce bâtiment très récent, terminé en 2010 et ayant le label THPE ENR, le contrôle multiapplicatif par zone a montré un gain de **22%** de la facture énergétique annuelle globale du site, les sources d'économies les plus significatives étant dues à **l'optimisation du confort thermique pièce par pièce** et à **un pilotage de la ventilation à l'aide des capteurs de CO₂**.

2. Adopter une démarche d'efficacité énergétique globale et raisonnée

« S'agissant de la rénovation des bâtiments existants, un certain nombre d'investissements d'économie d'énergie présentent, d'ores et déjà, des temps de retour acceptables, à condition de les réaliser dans le bon ordre sous peine de voir la rentabilité du projet diminuer. »¹²

Une voie raisonnée consiste donc à mettre en place en priorité les mesures les plus rapidement rentables, afin de dégager rapidement des économies pour pouvoir ensuite investir dans des dispositifs plus onéreux.

¹² Centre d'analyse stratégique, Jean Bergougnoux, Dominique Auverlot et Gaëlle Hossie, « Des technologies compétitives au service du développement durable » (Note d'analyse 276 - Août 2012), 01/08/12.

D

L'efficacité énergétique active dans le bâtiment en France : le potentiel observé

Le parc de bâtiments a représenté en 2011 **44% de la consommation finale énergétique** et **67% de la consommation d'électricité du pays**. Ses émissions directes de CO₂ ont représenté 89 millions de tonnes de CO₂, soit 25,4% des émissions françaises selon le Bilan Energie 2011. **Le résidentiel compte pour les deux tiers de ces émissions, l'autre tiers étant émis par le secteur tertiaire.**

Sur la base de ces seules valeurs, nous pouvons affirmer que le bâtiment constitue l'un des secteurs prioritaires pour mener des politiques d'efficacité énergétique¹³.

1. Des économies potentielles moyennes de 17 milliards d'euros par an

La mise en place des principales solutions d'efficacité énergétique active dans l'ensemble du parc français (bâtiment résidentiel et tertiaire) permettrait de générer **des économies d'une valeur comprise entre 13 et 20 milliards d'euros par an**, dont :

- 6 à 13 milliards d'euros par an dans le résidentiel, et
- 7 milliards d'euros par an dans le tertiaire.

Cette fourchette de 13 à 20 milliards d'euros est à comparer aux 61,4 milliards d'euros de facture énergétique nationale en 2011¹⁴. Au total, sur toute la durée de vie des solutions, le **potentiel d'économies financières représente entre 268 et 529 milliards d'euros¹⁵**, dont :

- 125 à 261 milliards dans le résidentiel, et
- 143 milliards dans le tertiaire.

¹³ Le World Energy Outlook de 2012 indique que le secteur du bâtiment présente aujourd'hui le gisement le moins exploité en termes d'efficacité énergétique.

¹⁴ Source : Commissariat général au développement durable, Bilan énergétique de la France pour 2010, Juillet 2012.

¹⁵ Hypothèses : la durée de vie des solutions est de 25 ans en moyenne dans le bâtiment et le taux d'actualisation des prix des énergies est de 2%.

À titre d'illustration pour le secteur résidentiel, pour un logement moyen, un investissement d'environ 2 500 € dans une solution d'efficacité énergétique active ¹⁶ permet d'économiser jusqu'à 400 € par an, soit un quart des 1 600 € de sa dépense énergétique annuelle ¹⁷.

Performances des solutions d'efficacité énergétique active		Économies réalisées	Coût du MWh économisé	Temps de RSI (années)
Tertiaire	Commerces	30%	27 €	6
	Bureaux	55%	14 €	3
	Enseignement	60%	31 €	7
	Santé	40%	25 €	6
	Sports, loisirs, culture	30%	32 €	7
	Cafés, hôtels restaurants	40%	24 €	6
	Habitat communautaire	35%	44 €	11
	Transport	30%	20 €	4
Résidentiel	Hypothèse haute	25%	22 €	6
	Hypothèse basse	12%	46 €	13

2. Un temps de retour sur investissement moyen d'environ 7 ans

L'investissement total pour rénover l'ensemble du parc résidentiel et tertiaire est estimé à 116 milliards d'euros au total. Avec un potentiel d'économies d'énergie annuel de 13 à 20 milliards d'euros, **le temps de retour sur investissement est donc compris entre 5 et 9 ans.**

Ce temps de retour sur investissement varie en fonction du type de bâtiment :

- De 6 à 13 ans dans le résidentiel ;
- De 3 à 11 ans dans le tertiaire, avec une moyenne d'environ 5 ans.

¹⁶ Ces solutions peuvent être une sonde de température pour le jour, pour la nuit et pour la salle de bain ; un contrôleur pilote prise ; un détecteur de présence pour l'éclairage et les prises.

¹⁷ Selon le Bilan énergétique de la France pour 2010 du Commissariat général au développement durable en 2012, la dépense moyenne en énergie par ménage est de 1 600 euros pour l'électricité, le gaz et les autres combustibles (auxquels s'ajoutent 1 300 euros pour la carburant).

3. Les trois quarts de l'objectif de 38% imparti aux bâtiments par le Grenelle de l'environnement

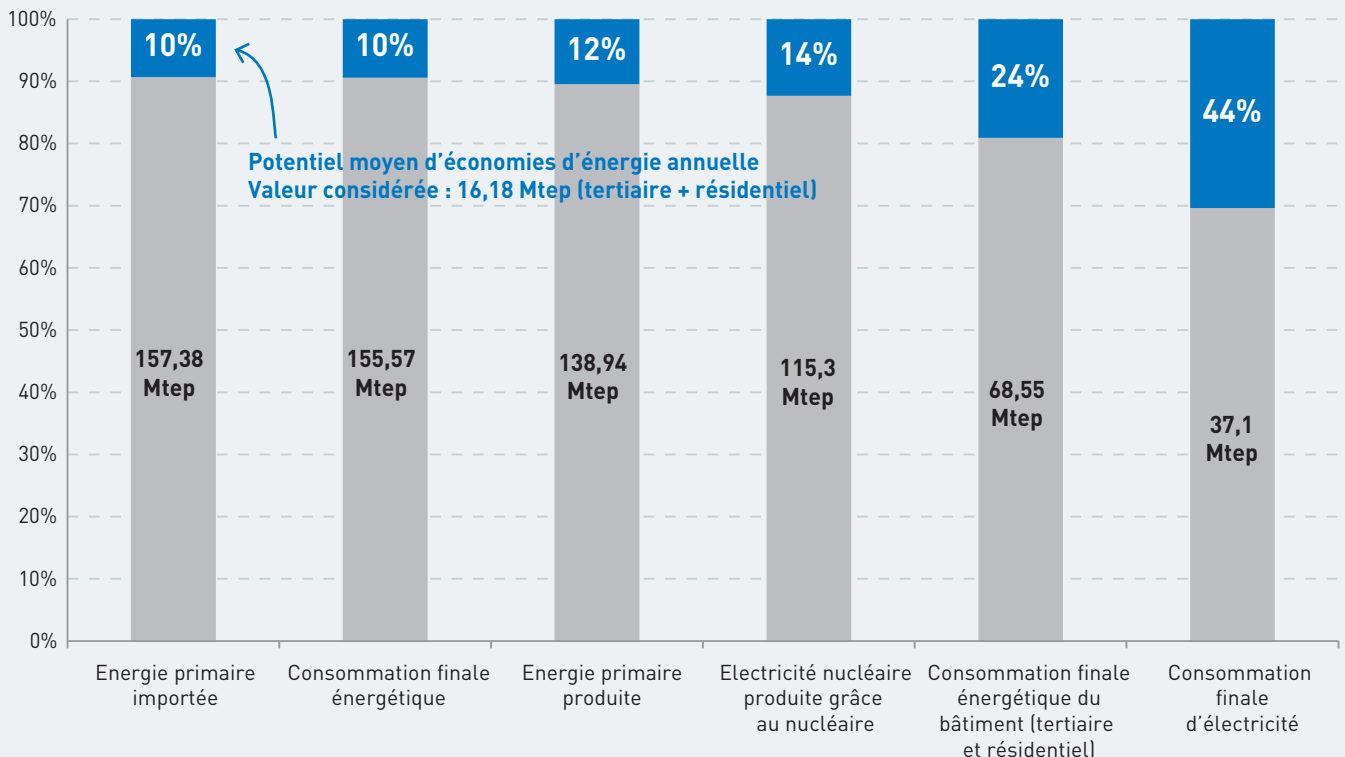
Le potentiel d'économies d'énergie réalisable est estimé entre 13 et 20 Mtep par an, soit 19% à 28% de la consommation finale énergétique du bâtiment (68,55 Mtep). Il est à mettre en perspective avec l'objectif du Grenelle de l'environnement, qui est de réduire la consommation énergétique du bâti existant de 38% en 2020.

L'économie permettrait de réaliser jusqu'aux trois quarts de l'objectif du Grenelle, avec un souci de soutenabilité pour la France.

Dans le secteur résidentiel, le potentiel d'économies est compris entre 6 et 13 Mtep, soit entre 12% et 25% des 50,16 Mtep que le secteur résidentiel consomme annuellement. Dans le secteur tertiaire, le potentiel d'économies s'élève à 7 Mtep, soit 37,5% des 18,39 Mtep consommés en 2011.

Afin de se représenter les masses d'économie en question, il est intéressant de comparer l'efficacité énergétique active aux principales données énergétiques françaises.

Comparaison du potentiel moyen d'économies annuelles avec quelques données énergétiques françaises (2011)



Source : Commissariat Général au Développement Durable, Etude Références, 2012

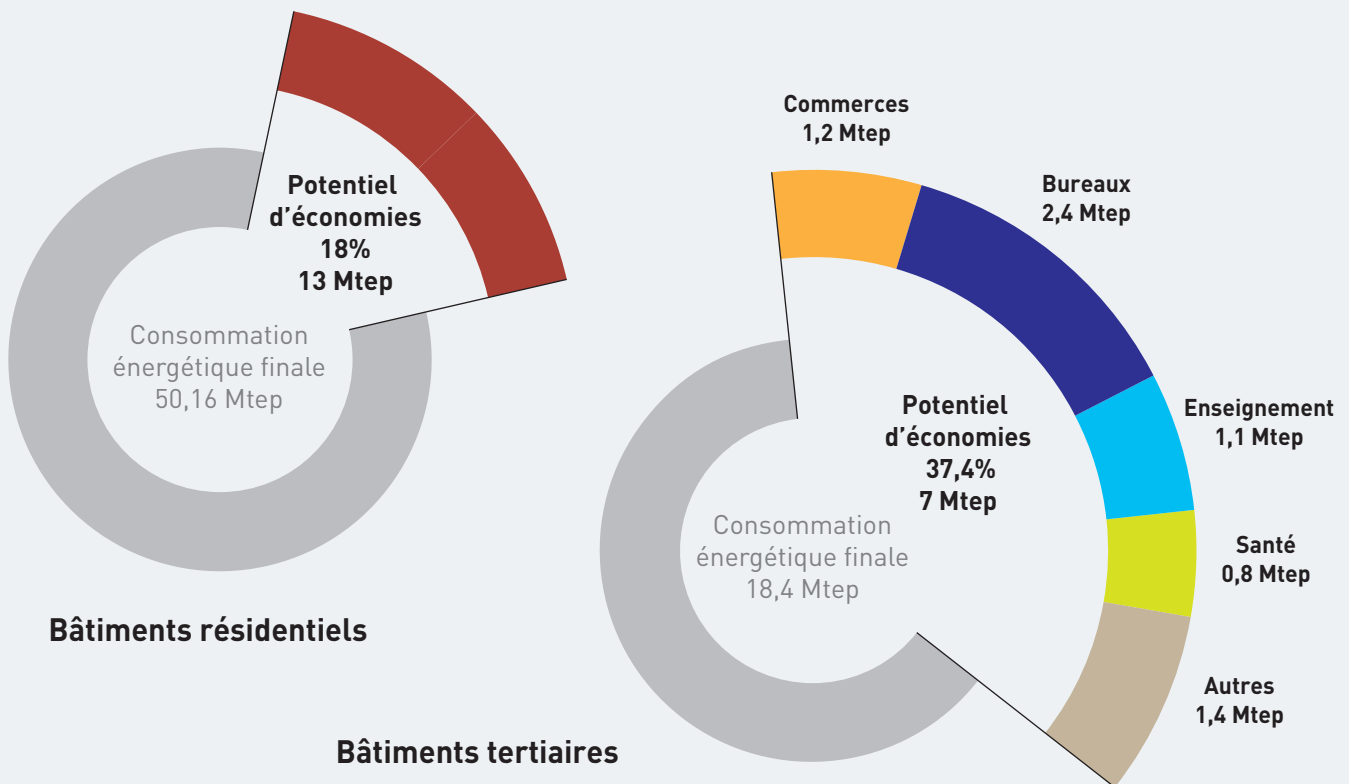
4. Une réduction de 7,5% des émissions annuelles de CO₂ de la France

Un quart des émissions françaises de CO₂ est attribuable au bâtiment, soit 88 millions de tonnes de CO₂ par an¹⁸.

Les solutions d'efficacité énergétique active offrent un potentiel de réduction compris entre un quart et un tiers des émissions de CO₂ des bâtiments.

Il est à noter que ce calcul ne prend pas en compte les effacements de pointe rendus possibles grâce à la pilotabilité des consommations. Comme l'énergie produite en pointe est davantage carbonée que la moyenne, **ces estimations sont donc en fait très conservatrices et ne rendent pas compte de l'intégralité du potentiel réel de réduction des émissions de CO₂.**

Potentiel d'économies d'énergie par l'EE active dans la consommation finale énergétique annuelle des bâtiments français



5. La création de 56 000 emplois pérennes

D'après les données de l'ADEME de 2009, un million d'euros investi dans le secteur de l'efficacité énergétique génère la création de 12 emplois équivalents temps plein¹⁹.

En extrapolant ces données, on estime que les investissements dans l'efficacité énergétique active pourront entraîner la création d'environ 56 000 emplois pérennes.

Ces emplois supplémentaires permettront en outre, dans le cadre des enjeux de politique industrielle, de renforcer une filière d'excellence qui bénéficie d'un écosystème complet de TPE, PME, entreprises de taille intermédiaire et leaders mondiaux. La répartition de ces nouveaux emplois sur l'ensemble du territoire contribuera au renforcement des tissus économiques et industriels dans les régions.

6. La réduction de la pointe par délestage des équipements électriques spécifiques²⁰

Les solutions de pilotage actif des consommations sont les seules mesures qui permettent à la fois une optimisation des consommations, une suppression des gaspillages énergétiques et un effacement des consommations en période de fort appel de puissance à l'échelle du territoire.

En effet, un délestage lors des phases de pointe grâce aux solutions de pilotage des consommations permettrait, par l'agrégation à l'échelle de plusieurs bâtiments ou d'un quartier, de **contribuer significativement à la baisse des appels de pointe et d'assurer ainsi un meilleur équilibre offre / demande et une sécurité accrue de l'approvisionnement en électricité du territoire français.**

¹⁸ Agence européenne de l'environnement.

¹⁹ L'ADEME estime qu'en 2009 la France comptait 159 000 emplois (équivalent temps plein) liés aux services d'efficacité énergétique dans le résidentiel, pour un marché de 13.2 milliards d'euros (<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=74976&p1=02&p2=08&ref=17597>). Ceci représenterait environ 12 emplois ETP par million d'euros dépensé. De nombreuses études, fondées sur les tableaux entrées-sorties des comptes de la nation, existent sur cette question. Voir aux Etats-Unis l'analyse de l'impact de la BBI sur la création d'emplois par PERI Amerhst en 2011. Le chiffre de 12 emplois par million d'euro investi est cohérent avec les approches micro-économiques réalisées par le Gimélec.

²⁰ « Électricité spécifique : électricité consommée par des usages pour lesquels elle est indispensable. » (ADEME, 2008). Parmi les usages domestiques, la production de froid ou l'éclairage en font partie.



E

Efficacité énergétique : pour une approche raisonnée

1. Investir par étapes

De nombreux acteurs insistent sur le risque de « tuer le gisement » si les mesures incitatives des Etats sont insuffisantes : les acteurs économiques n'adoptant des mesures d'efficacité énergétique que tous les vingt ans environ, l'installation de solutions médiocres reviendrait à perdre une occasion d'installer des solutions pleinement efficaces.

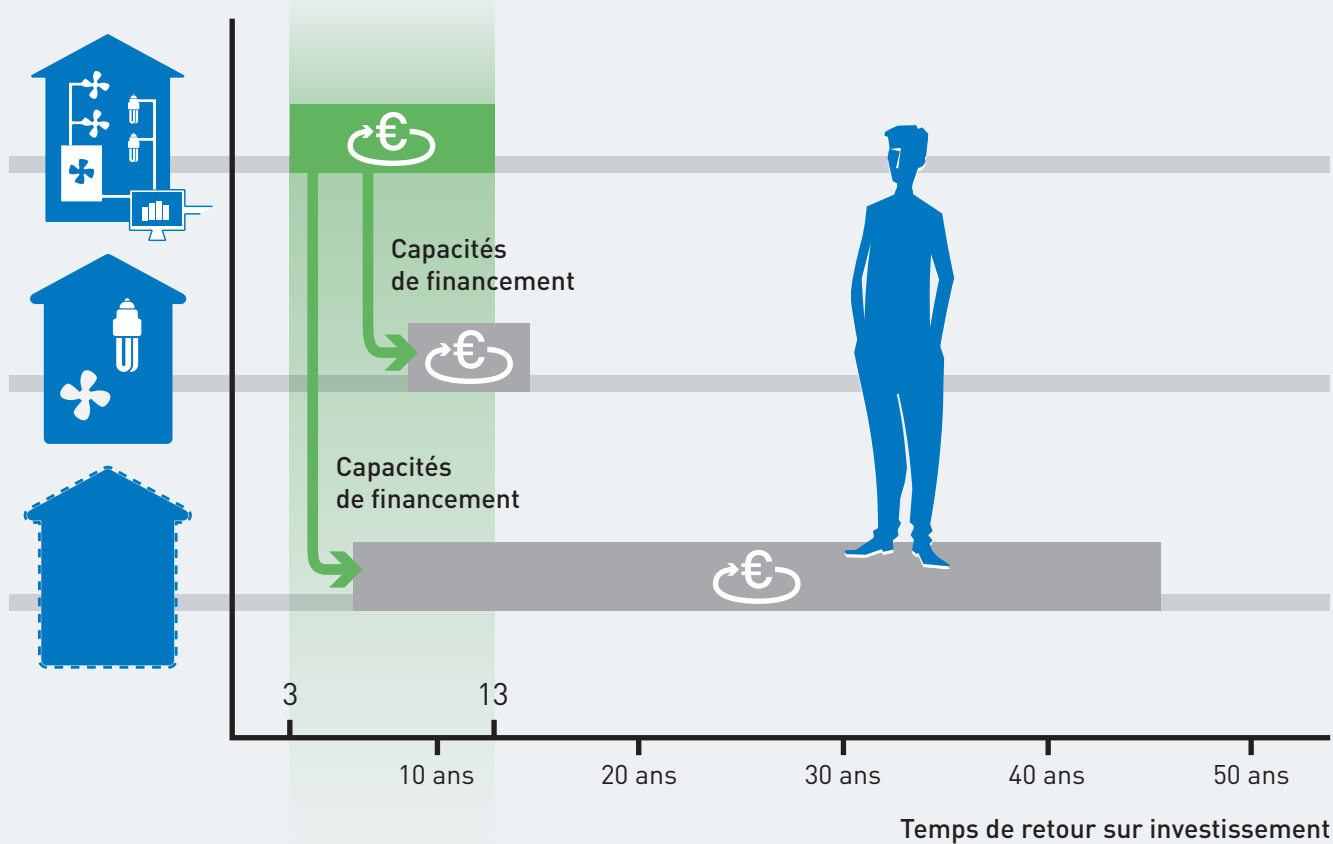
En l'occurrence, il n'en est rien aujourd'hui. En effet, les solutions d'efficacité énergétique active permettent d'éviter cet écueil, grâce à leur temps de RSI court : entre 3 et 13 ans suivant le bâtiment, contre une durée comprise entre 8 et 15 ans pour l'investissement dans des équipements à rendement amélioré²¹ et entre 6 et 45 ans avec subventions²² pour les solutions d'efficacité énergétique passive.

Dans une démarche de progrès, il paraît raisonnable de mettre en place en priorité des mesures d'efficacité énergétique active. Outre leur impact direct sur les consommations, elles dégagent rapidement des capacités de financement nouvelles qui permettent d'investir dans des solutions présentant des temps de retour sur investissement plus longs.

Ceci suppose l'implication de l'ensemble de la filière énergétique, afin d'acculturer l'ensemble des ménages et des entreprises aux différentes méthodes par des rencontres, un investissement et un engagement réguliers.

²¹ Environnement Magazine (n° 1712 de Novembre 2012), Interview d'Olivier Ortega.

²² Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Ile-de-France, 40 questions de propriétaires, temps de retour incluant les subventions et aides publiques



Privilégier dans un premier temps les méthodes d'efficacité énergétique active afin de pouvoir financer l'installation d'équipements performants et les investissements dans l'enveloppe du bâtiment.

2. Cibler en priorité les bâtiments tertiaires

Quand on parle d'efficacité énergétique appliquée aux bâtiments, l'expérience montre qu'il est nécessaire de donner des moyennes ou des fourchettes. Chaque bâtiment ayant un potentiel différent, il progresse par rapport à lui-même. Il n'en reste pas moins que si tous les bâtiments offrent de nouveaux potentiels, le potentiel global est toujours plus important sur des bâtiments non encore optimisés.

Il n'est possible de connaître de façon précise le potentiel d'un bâtiment qu'après un audit complet :

- De sa consommation ;
- De ses usages ;

- De la possibilité de le segmenter en zones différentes en fonction des usages ;
- Du fait qu'il dispose ou non d'équipements pilotables par des solutions automatisées.

À l'issue de l'audit, deux axes sont pris en compte dans la mise en œuvre de l'efficacité énergétique active :

- **La segmentation des espaces** : Lorsque le bâtiment peut être segmenté en plusieurs espaces, le pilotage des consommations peut se faire zone par zone : zones à usages mixtes (par exemple, certains espaces d'accueil sont alternativement ouverts ou fermés sur l'extérieur et utilisés pour des usages administratifs, d'accueil, de stockage de matériel, etc.) ou zones à usages distincts (par exemple, la surface ouverte au public d'un centre commercial est souvent composée d'une surface unique avec des zones froides ou chauffées).

Il est également possible d'améliorer la précision de la gestion de l'énergie, à l'échelle de la pièce (salles de réunions, stockage, bureaux, etc.) **et jusqu'au pilotage par poste de travail**. En particulier, on s'attachera à éclairer, ventiler et chauffer les pièces exposées au soleil de façon différente des pièces exposées au nord.

- **La segmentation temporelle** : L'usage et la consommation du bâtiment peuvent être segmentés de façon automatique en fonction des jours d'ouverture et de fermeture ou des heures de présence. Ces méthodes permettent de lutter efficacement contre le premier des gaspillages : la consommation d'énergie dans les moments d'inactivité (nuit, vacances, week-ends, jours fériés).

Le pilotage peut inclure la détection automatique de la présence d'occupants, afin d'éviter de chauffer, ventiler ou éclairer un étage entier lorsque celui-ci est partiellement voire totalement inoccupé.

Et l'anticipation des usages permet d'affiner encore davantage le pilotage : grâce à leurs outils de gestion des plannings, les directeurs d'école ou les gestionnaires de salles de réunion ont généralement une vision claire de l'occupation prévisionnelle des salles.

Le tableau de la page suivante présente les potentiels d'économies d'énergie atteignables par la mise en œuvre de solutions d'efficacité énergétique active en fonction des caractéristiques de segmentation des espaces et de segmentation temporelle d'un bâtiment.

Ce que permettent de faire les innovations actuellement testées sur des sites pilotes

A+	En fonction de l'occupation quantifiée	35%	42%	55%	58%	60% d'économies d'énergie
A	Quand la présence est détectée	30%	40%	50%	55%	58%
B	En fonction des heures de présence	30%	35%	35%	40%	45%
C	En fonction des jours de fermeture	25%	30%	30%	35%	35%
D	Pas de gestion du temps	Référence 0	5%	5%	5%	6%
▲ Dynamique (le temps)		Le bâtiment est constitué d'une seule zone	Plusieurs zones à usages mixtes	Plusieurs zones à usages distincts	Le zonage se fait par pièce	Le zonage est plus précis que la pièce (station de travail)
▶ Statique (l'espace)		D	C	B	A	A+

A à D : norme européenne EN 15232

A+ : apport des innovations testées par le programme HOMES

Ce que permettent de faire les innovations actuellement testées sur des sites pilotes

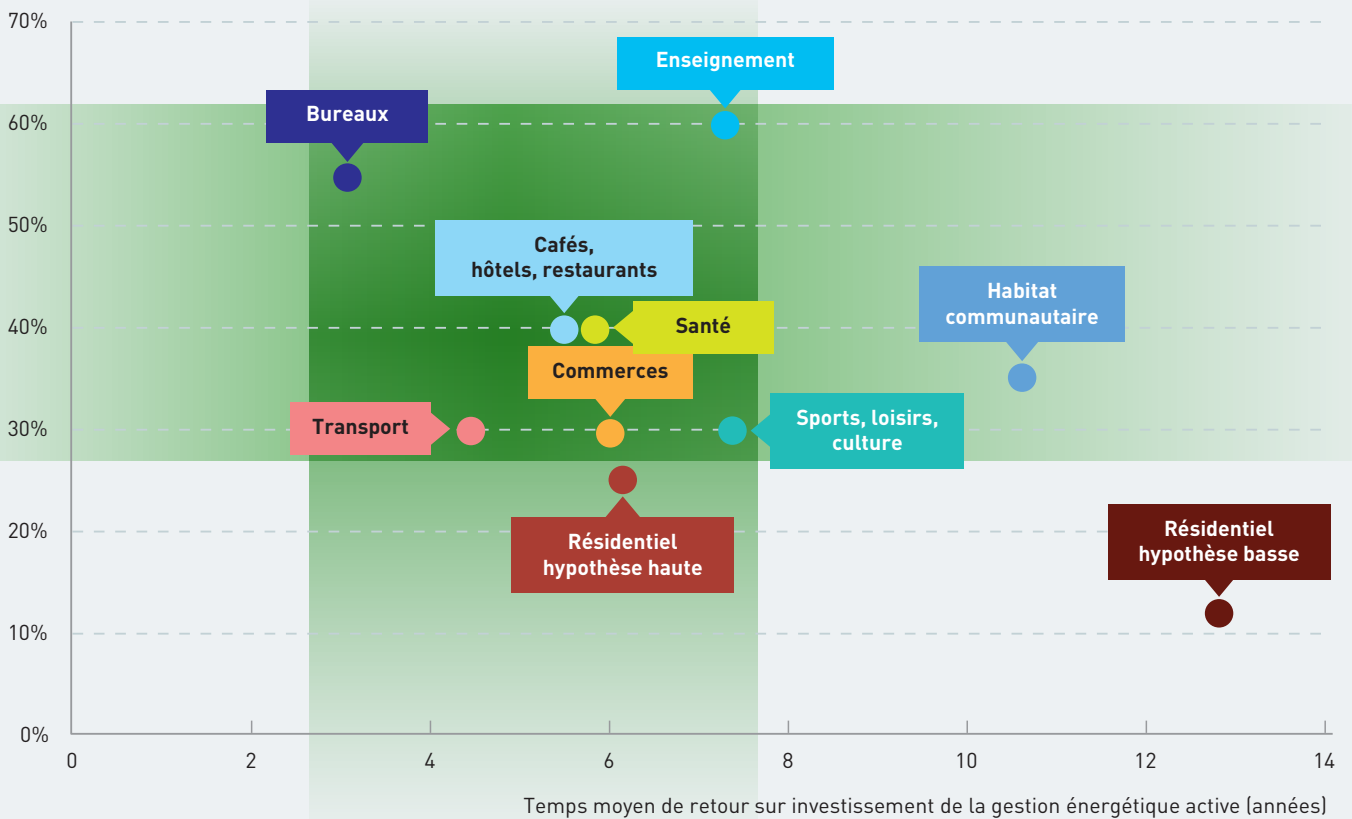
Dans le secteur tertiaire, la possibilité de fragmenter les usages et consommations dans les échelles les plus précises varie selon les activités.

Les bâtiments d'enseignement et de bureaux peuvent être pilotés en fonction de l'activité de chaque poste de travail et peuvent dégager des potentiels d'économies d'énergie de **55 à 60%**.

En revanche, les bâtiments commerciaux (boutiques, centres commerciaux), de transport (gares, aéroports) ou de loisirs (musées, salles de sport) ne permettent pas un zonage aussi précis : les potentiels de gains d'efficacité énergétique offerts par un pilotage intelligent de ces bâtiments tendent donc aujourd'hui plutôt vers **35%**.

Le graphique ci-dessous montre le pourcentage d'économies d'énergie atteignable sur chaque type de bâtiment par les solutions d'efficacité énergétique active en fonction de leur temps de retour sur investissement.

% d'économie atteignable sur chaque segment de bâtiment en fonction du temps de retour sur investissement

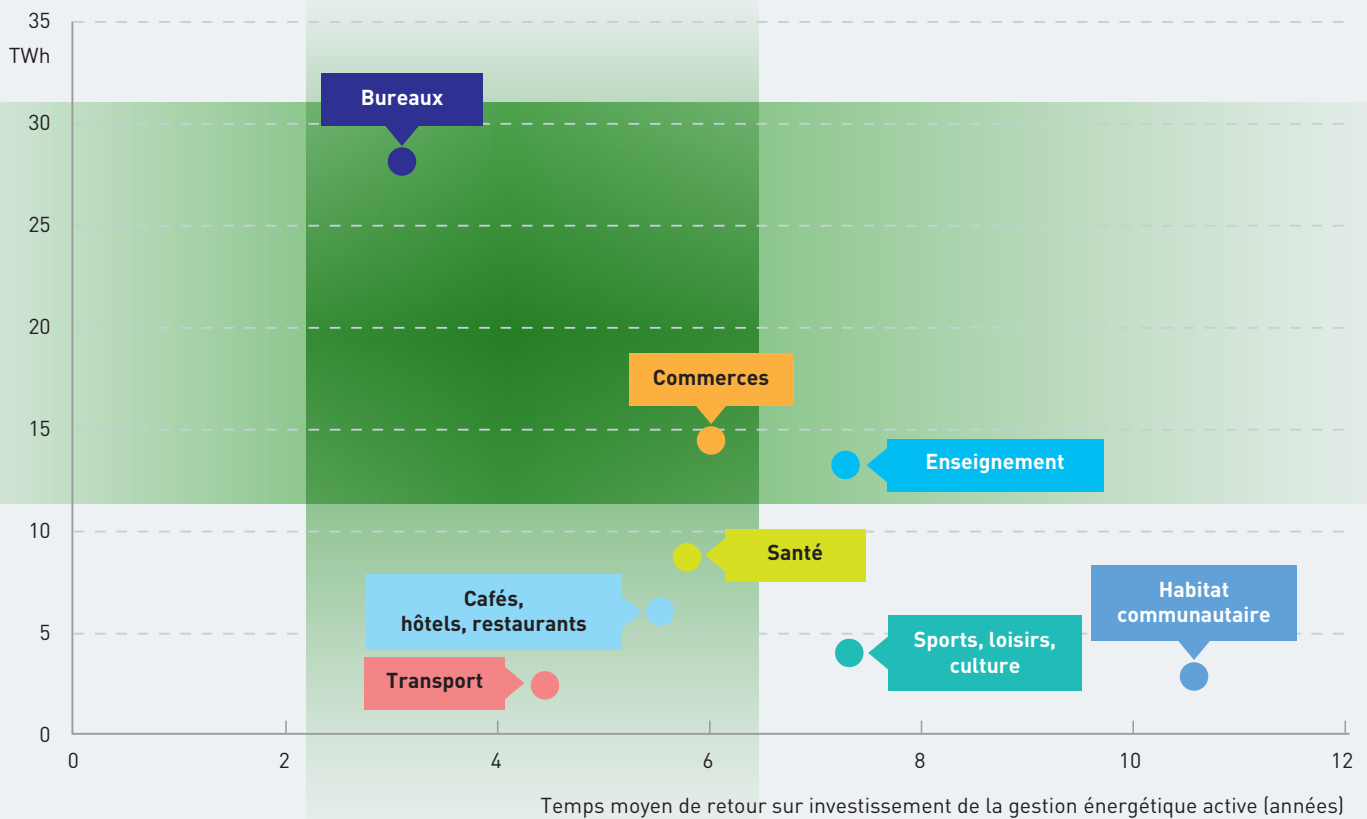


Cibler en priorité les bâtiments tertiaires dans une approche d'efficacité énergétique active, afin de profiter de temps de retour sur investissement courts et de taux d'économies d'énergie particulièrement importants.

Le secteur tertiaire présente donc le plus fort taux potentiel d'économies d'énergie. Au sein de ce secteur, les bâtiments de bureaux, de commerce, d'enseignement et de santé présentent les temps de retour sur investissement les plus courts.

Le graphique suivant montre le potentiel total d'économies d'énergie atteignable sur chaque segment du parc tertiaire existant français par l'efficacité énergétique active en fonction du temps de retour sur investissement.

Économies d'énergie annuelles (TWh) atteignable sur chaque segment de bâtiment tertiaire



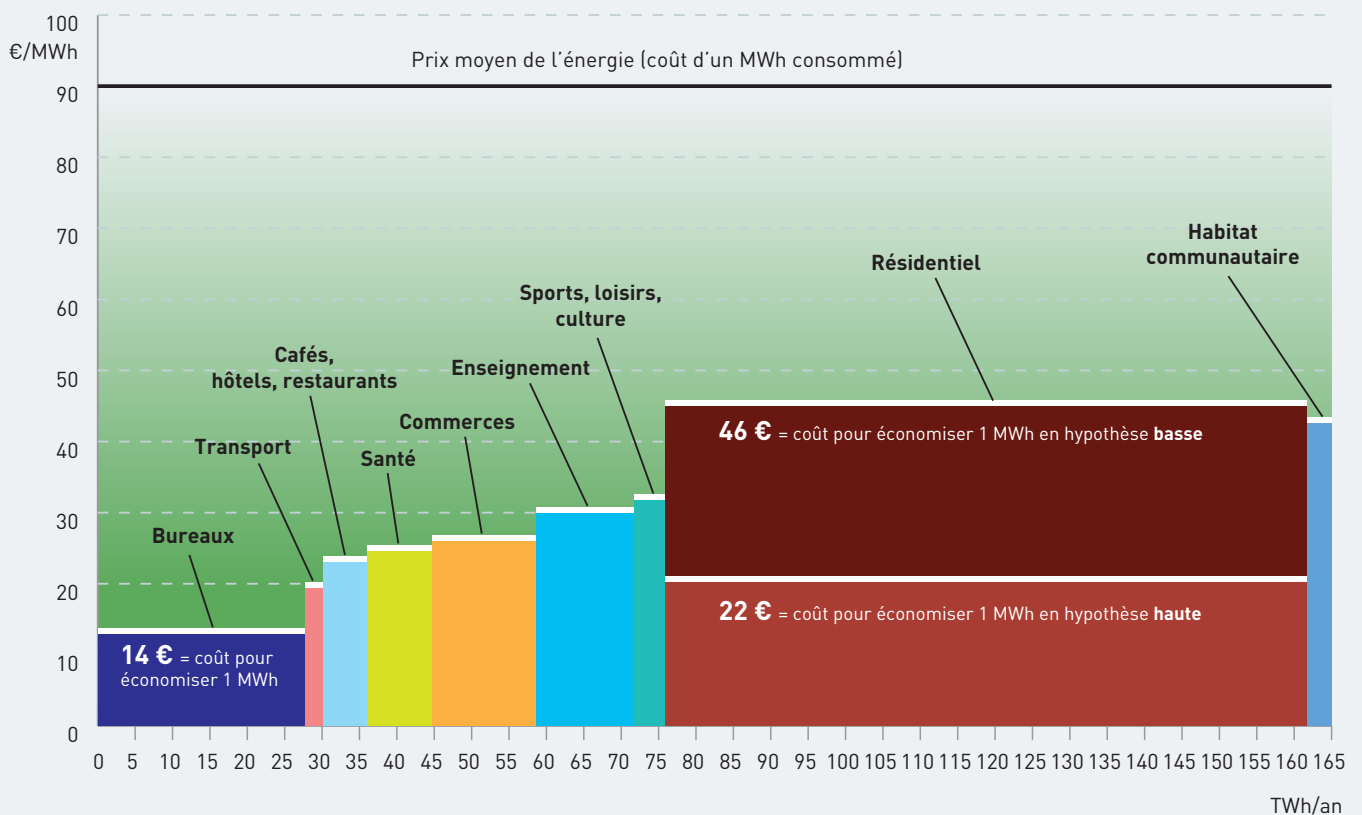
3. Efficacité énergétique active : rentable quelque soit le bâtiment

Au total, l'ensemble du parc tertiaire présente des rentabilités intéressantes et un temps de RSI moyen d'environ 5 ans. Le graphique ci-après montre que les solutions d'efficacité énergétique active sont rentables quelque soit le bâtiment dans lesquelles elles sont mises en place.

Les bureaux apparaissent comme les bâtiments pour lesquels la rentabilité est la plus forte : économiser un MWh d'énergie d'une valeur de 90 € y coûte 14 € et le temps moyen de retour sur investissement des solutions est de 3 ans.

Les **bâtiments résidentiels**, pourtant moins adaptés aux solutions d'efficacité énergétique active et donc **moins prioritaires**, affichent eux aussi une **rentabilité intéressante** : ils nécessitent un investissement de 22 à 46 € pour économiser un MWh d'énergie (d'une valeur de 90 €), et leur temps de RSI moyen est de 10 ans.

Efficacité énergétique active, une solution rentable pour tous les bâtiments



En abscisse : potentiel d'énergie annuel atteignable par le déploiement de l'efficacité énergétique active sur chaque type de bâtiment (TWh/an)

En ordonnée : investissement dans les solutions d'efficacité énergétique active par MWh économisé sur la durée de vie des solutions (€/MWh)

Les types de bâtiments sont classés par ordre croissant de RSI :

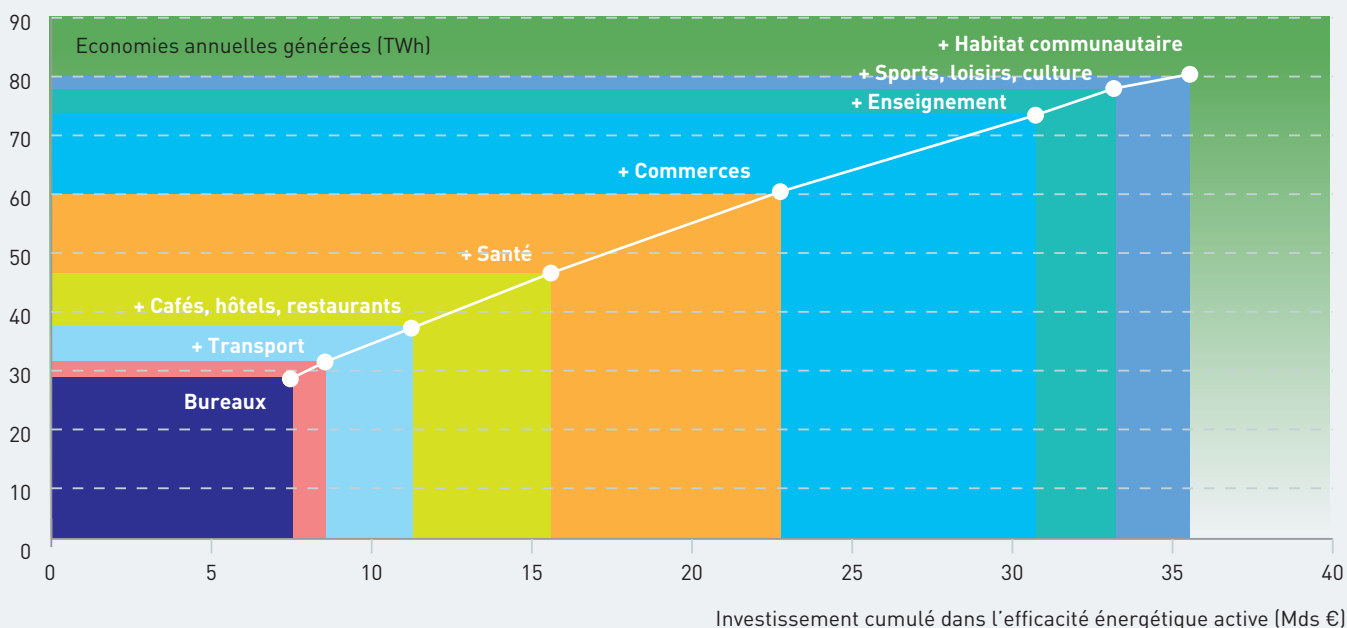
Bureaux :	28,2 TWh/an	(RSI moyen : 3 ans)
Bâtiments de transport :	2,5 TWh/an	(RSI moyen : 4 ans)
Cafés, hôtels, restaurants :	6 TWh/an	(RSI moyen : 6 ans)
Bâtiments de santé :	8,8 TWh/an	(RSI moyen : 6 ans)
Commerces :	14,4 TWh/an	(RSI moyen : 6 ans)
Bâtiments d'enseignement :	13,2 TWh/an	(RSI moyen : 7 ans)
Sport, loisirs, culture :	4,2 TWh/an	(RSI moyen : 7 ans)
Résidentiel moyen :	87,6 TWh/an	(RSI moyen : 10 ans)
Habitat communautaire :	2,8 TWh/an	(RSI moyen : 12 ans)

Cet investissement est mis en regard du prix moyen de l'énergie.

Quel que soit le type de bâtiment, les montants investis dans des solutions d'efficacité énergétique active pour économiser 1 MWh sont largement inférieurs au coût de ce MWh s'il était consommé.

De cet ordre de rentabilité illustré par le graphique précédent peut être déduit le graphique suivant qui montre le cumul des économies d'énergie atteignable par l'efficacité énergétique active dans le bâtiment tertiaire **en fonction des investissements successifs qui y sont consacrés.**

Potentiel cumulé d'économies d'énergie de l'efficacité active dans le bâtiment tertiaire (TWh)



4. L'efficacité énergétique active, levier de la transition énergétique

Nous avons établi que, simples à déployer, les mesures d'efficacité énergétique active permettraient enfin d'améliorer à la fois la **compétitivité** des entreprises françaises et le **pouvoir d'achat** des ménages, **maintenant dans des proportions acceptables le coût de la transition énergétique** et les hausses de tarif qu'elle suppose.

En outre, dans le cadre d'une approche par étapes, l'investissement prioritaire dans ces mesures d'efficacité énergétique active **dégage rapidement des capacités de financement nouvelles pouvant être allouées aux autres solutions** qui présentent des temps de RSI plus longs.

L'efficacité énergétique active peut donc être qualifiée de véritable **levier** de la transition énergétique.

Les potentiels d'économies identifiés sont atteignables sans soutien financier public, à condition que les politiques publiques assurent la promotion des différentes solutions d'efficacité énergétique de manière égale et équilibrée.

Un effort particulier a été consenti pour établir la rentabilité intrinsèque des solutions étudiées, ainsi que leur soutenabilité pour les ménages et les entreprises françaises. De telles solutions apparaissent comme étant particulièrement adaptées dans le cadre d'une politique de lutte contre la précarité énergétique : leur souplesse et leur facilité de prise en main par les consommateurs permettent leur déploiement massif sur le parc de bâtiments.

5. Pour une neutralité fiscale et réglementaire de l'Etat

Dès lors, il convient de s'interroger sur les conditions de marché actuelles, qui n'ont pas permis jusqu'à présent de laisser pleinement émerger les solutions d'efficacité énergétique active portées par la filière éco-électrique.

Bien entendu, il appartient aux industriels et au secteur tout entier de poursuivre la pédagogie nécessaire pour rappeler l'attractivité de leurs offres et leur adéquation aux besoins des ménages et des entreprises.

Mais il appartient aussi à l'Etat de conserver une neutralité complète à l'égard des différentes approches, afin de ne pas créer de distorsions entre les acteurs et les solutions. En particulier, les subventions de tous ordres apportées à des solutions qui n'ont pas toujours démontré leur efficacité et qui affichent des temps de retour sur investissement parfois prohibitifs sont de nature à perturber l'adoption des solutions les plus compétitives et donc à retarder l'accès à ces économies.

En modérant les subventions accordées à certaines technologies dont l'efficacité et le RSI restent à démontrer, on permettrait au marché de s'orienter naturellement vers les solutions les plus compétitives et efficaces, tout en redonnant à la dépense publique des marges de manœuvre dans des secteurs où son soutien est requis (précarité énergétique et R&D par exemple).

La simple neutralité de l'Etat à l'égard des approches d'efficacité énergétique accroîtrait fortement l'attractivité de l'efficacité énergétique active.

Cette étude démontre que des marges de manœuvre considérables sont à notre portée. À nous, collectivement, de nous en saisir au plus vite pour réussir la transition énergétique et faire de la France un de ses leaders mondiaux. ■

ANNEXES

1. Les consommations d'énergie finale des bâtiments en France

Afin d'évaluer le plus précisément possible les potentiels d'économies d'énergie atteignables par le déploiement de l'efficacité énergétique active à l'ensemble du parc de bâtiments en France, il est nécessaire, dans un premier temps, d'établir une cartographie précise des consommations en énergie finale de chaque type de bâtiment. Pour cela, cette étude a utilisé les données 2011 du CEREN, qui décomposent le parc existant (tertiaire et résidentiel) en différents types, avec les surfaces totales et les consommations d'énergie finale moyennes par type.

Les deux tableaux suivants présentent ainsi la cartographie des consommations d'énergie finale et des surfaces de chaque type de bâtiment.

Bâtiments tertiaires

Consommation totale TWh	Typologie	Part du parc %	Surface totale par typologie millions de m ²	Consommation moyenne kWh/m ² /an
214	Commerces	23	204,7	235
	Bureaux	21	186,9	274
	Enseignement	20	178,0	124
	Santé	12	106,8	206
	Sports, loisirs, culture	8	71,2	195
	Cafés, hôtels, restaurants	7	62,3	241
	Habitat communautaire	6	53,4	151
	Transport	3	26,7	311
TOTAL :		100	890	211,97

Bâtiments résidentiels

Consommation totale TWh	Nombres de logements	Surface moyenne m ²	Surface totale millions de m ²	Consommation moyenne kWh/m ² /an
584	32 200 000	84,2	2711,24	215

2. Prix des énergies

Pour calculer les factures énergétiques moyennes dans chaque secteur du bâtiment, il convient d'établir un prix moyen de l'énergie. À cet effet, nous avons utilisé les données du Service de l'Observation et des Statistiques du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie¹. Un prix moyen de l'énergie a pu être calculé en tenant compte des parts de gaz et d'électricité dans les consommations d'énergie dans le tertiaire et le résidentiel.

Prix 2010 (€/MWh)		
Gaz	Résidentiel	69,6
	Tertiaire	41,8
Electricité	Résidentiel	134,3
	Tertiaire	88
Prix moyen des énergies pondéré par le mix :		90

Ce prix moyen de l'énergie a été évalué à 90 €/MWh (soit 9 c€/kWh) pour les calculs présentés dans cette étude. C'est une hypothèse qui, bien que réaliste pour l'année 2011, peut être qualifiée de conservatrice, car la tendance de ces prix est nettement à la hausse (raréfaction des ressources fossiles à l'échelle mondiale, mise en conformité ou maintien en condition opérationnelle des centrales de production existantes sur le territoire français).

En mettant en perspective les résultats de cette étude avec cette hypothèse, nous pouvons affirmer que les potentiels d'économies financières présentés ici sont appelés à croître dans un futur proche au rythme de la hausse du prix des énergies.

¹ Prix du gaz et de l'électricité dans l'Union européenne en 2011. Accessible ici : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/CS366.pdf>

3. Pourcentage d'économies d'énergie atteignable par la mise en place de l'efficacité énergétique active dans chaque type de bâtiment

La diversité des bâtiments au sein d'une même catégorie est telle qu'il est très difficile voire impossible de parler de solution unique d'efficacité énergétique. Les réalisations récentes de démonstrateurs par la filière éco-électrique sur tous les types de bâtiments, variés en terme d'usages, de date de construction et de performance initiale, permettent cependant de faire ressortir des tendances et d'énoncer des niveaux de potentiels d'économies d'énergie atteignables pour chaque type de bâtiment.

À partir des résultats observés sur ces exemples, le tableau suivant présente les potentiels d'économies d'énergie atteignables par la mise en œuvre de solutions d'efficacité énergétique active en fonction des deux principes suivants :

- Plus l'occupation d'un bâtiment est fragmentable dans le temps (c'est-à-dire qu'en fonction du moment de la journée, le bâtiment va être plus ou moins occupé), plus les systèmes de chauffage, d'éclairage et de ventilation peuvent être modulés en fonction de la présence des occupants.
- Plus l'occupation d'un bâtiment est fragmentable dans l'espace (c'est-à-dire qu'à un même moment, seules certaines salles sont occupées), plus les systèmes de chauffage, d'éclairage et de ventilation peuvent être modulés en fonction de la présence des occupants.

A+	En fonction de l'occupation quantifiée	35%	42%	55%	58%	60% d'économies d'énergie
A	Quand la présence est détectée	30%	40%	50%	55%	58%
B	En fonction des heures de présence	30%	35%	35%	40%	45%
C	En fonction des jours de fermeture	25%	30%	30%	35%	35%
D	Pas de gestion du temps	Référence 0	5%	5%	5%	6%
▲ Dynamique (le temps)	Le bâtiment est constitué d'une seule zone		Plusieurs zones à usages mixtes	Plusieurs zones à usages distincts	Le zonage se fait par pièce	Le zonage est plus précis que la pièce (station de travail)
▶ Statique (l'espace)		D	C	B	A	A+

L'aptitude à la segmentation en temps et en espace varie fortement selon le type de bâtiment, ce qui conduit à une modulation des potentiels d'économies d'énergie atteignables :

Economies d'énergie générées par l'efficacité énergétique active		
Tertiaire	Commerces	30%
	Bureaux	55%
	Enseignement	60%
	Santé	40%
	Sports, loisirs, culture	30%
	Cafés, hôtels restaurants	40%
	Habitat communautaire	35%
	Transport	30%
Résidentiel	Hypothèse haute	25%
	Hypothèse basse	12%

4. Modélisation du potentiel national d'économies d'énergie par le déploiement de l'efficacité énergétique active à l'ensemble du parc de bâtiment existant

À partir de la cartographie des surfaces et des consommations d'énergie moyennes de chaque type de bâtiment, du prix moyen de l'énergie ainsi que des potentiels d'économies d'énergie atteignables par les solutions d'efficacité énergétique active, il est possible de projeter ces données à l'ensemble du parc français.

Le tableau suivant (en deux parties) présente les calculs effectués sur ces données à partir des investissements initiaux et des coûts de services associés moyens (maintenance dans le temps) que la filière éco-électrique a pu observer sur les réalisations qu'elle a mises en œuvre, afin de modéliser les temps de retour sur investissement ainsi que le coût du MWh économisé correspondant à chaque type de bâtiment.

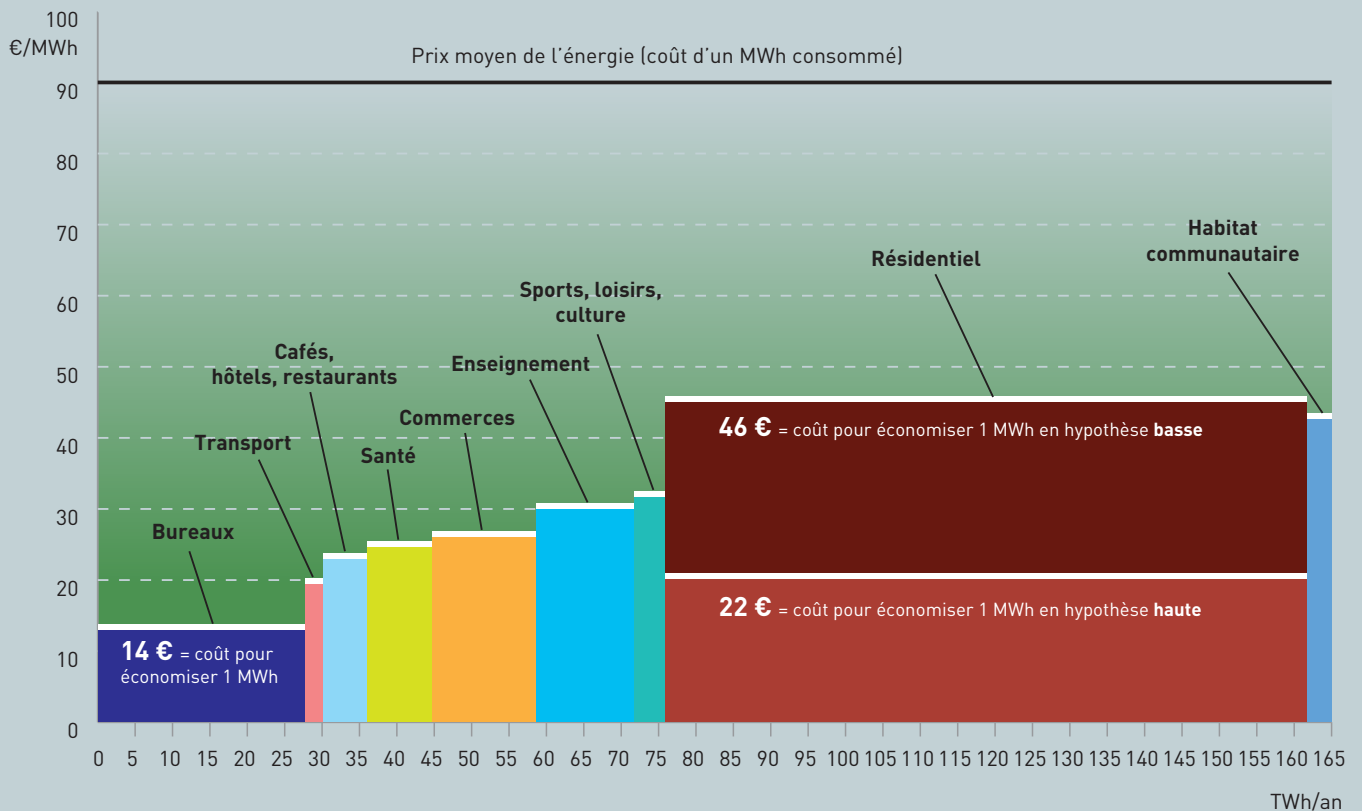
	Commerces	Bureaux	Enseignement	Santé	Sports, loisirs, culture
Facture énergétique (€/m ² /an)	21,1	24,6	11,1	18,5	17,5
Investissement initial en solution de gestion énergétique active (€/m ²)	35	40	45	40	35
Coûts de services associés (€/m ² /an)	0,5				
Économies d'énergie générées par la gestion active (%)	30%	55%	60%	40%	30%
Temps de retour sur investissement (années)	6	3	7	6	7
Coût du MWh économisé (€/MWh)	27	14	31	25	32
Prix de l'énergie (cf. annexe 2) (€/MWh)	90,0				
Économies d'énergie annuelles sur parc (TWh/an)	14,4	28,2	13,2	8,8	4,2

	Cafés, hôtels, restaurants	Habitat communautaire	Transport	Résidentiel hypothèse haute	Résidentiel hypothèse basse
Facture énergétique (€/m ² /an)	21,6	13,5	27,9	19,3	
Investissement initial en solution de gestion énergétique active (€/m ²)	45	45	35	30	
Coûts de services associés (€/m ² /an)	0,5			0	
Économies d'énergie générées par la gestion active (%)	40%	35%	30%	25%	12%
Temps de retour sur investissement (années)	6	11	4	6	13
Coût du MWh économisé (€/MWh)	24	44	20	22	46
Prix de l'énergie (cf. annexe 2) (€/MWh)	90,0				
Économies d'énergie annuelles sur parc (TWh/an)	6,0	2,8	2,5	145,9	70,0

5. Economies d'énergie générées par le déploiement de l'efficacité énergétique active en fonction de l'investissement

Les différences entre les coûts du MWh économisés pour chaque type de bâtiment font apparaître un ordre de rentabilité du déploiement de l'efficacité énergétique active. De plus, en fonction de la surface totale que représente chaque type de bâtiment, la somme du potentiel d'économies d'énergie atteignables est très différente en fonction du type considéré. Le graphe suivant offre une représentation de ces deux paramètres :

- La hauteur du rectangle correspond à l'investissement nécessaire pour économiser 1 MWh dans le type de bâtiment considéré ;
- La largeur du rectangle correspond au potentiel total d'économies d'énergie atteignables par les solutions d'efficacité énergétique active dans le type de bâtiment considéré.



En abscisse : potentiel d'énergie annuel atteignable par le déploiement de l'efficacité énergétique active sur chaque type de bâtiment (TWh/an)

En ordonnée : investissement dans les solutions d'efficacité énergétique active par MWh économisé sur la durée de vie des solutions (€/MWh)

Les types de bâtiments sont classés par ordre croissant de RSI :

Bureaux :	28,2 TWh/an	(RSI moyen : 3 ans)
Bâtiments de transport :	2,5 TWh/an	(RSI moyen : 4 ans)
Cafés, hôtels, restaurants :	6 TWh/an	(RSI moyen : 6 ans)
Bâtiments de santé :	8,8 TWh/an	(RSI moyen : 6 ans)
Commerces :	14,4 TWh/an	(RSI moyen : 6 ans)
Bâtiments d'enseignement :	13,2 TWh/an	(RSI moyen : 7 ans)
Sport, loisirs, culture :	4,2 TWh/an	(RSI moyen : 7 ans)
Résidentiel moyen :	87,6 TWh/an	(RSI moyen : 10 ans)
Habitat communautaire :	2,8 TWh/an	(RSI moyen : 12 ans)

Cet investissement est mis en regard du prix moyen de l'énergie.

Quel que soit le type de bâtiment, les montants investis dans des solutions d'efficacité énergétique active pour économiser 1 MWh sont largement inférieurs au coût de ce MWh s'il était consommé.

De cet ordre de rentabilité illustré par le graphique précédent peut être déduit le graphique suivant qui montre le cumul des économies d'énergie atteignable par l'efficacité énergétique active dans le bâtiment tertiaire en fonction des investissements successifs qui y sont consacrés.

