

Un instrument clé de pilotage de la politique énergétique

L'ORDRE DE PRIORITÉ DES ACTIONS D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Étude réalisée par l'UFE



POURQUOI CETTE ÉTUDE ?

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

La directive européenne « Efficacité Énergétique » qui vient d'être adoptée, confie un rôle important aux fournisseurs d'énergie puisque ces derniers devront désormais s'engager sur une réduction de la consommation de leurs clients. Il est donc légitime que ceux-ci s'interrogent sur les actions à entreprendre en priorité pour mener à bien cette mission.

Les fournisseurs d'énergie ne sont d'ailleurs pas les seuls concernés par cette approche. Dans un contexte politique où la « transition énergétique » met au premier plan l'Efficacité Énergétique, voire la sobriété énergétique, clients et pouvoirs publics sont tout autant au cœur de la démarche :

- le client qui investit, parce que le taux de rentabilité interne (TRI)⁽¹⁾ des actions d'Efficacité Énergétique peut varier de 90 % à -21 % ;
- les pouvoirs publics, pour qui se pose l'alternative suivante : faut-il investir massivement dans des programmes lourds de rénovation thermique du bâti, qui, au final, ne touchent que très peu de bâtiments par an ? Ou faut-il préférer une politique de « petits pas », qui optimise le rapport coût / efficacité ?

La première idée-clé de l'étude présentée par l'UFE à partir des données réelles issues du dépouillement des CEE réalisés est, en effet, de ne pas se limiter à une approche des potentiels « techniquement » accessibles, mais de développer une approche des potentiels économiquement accessibles, toutes énergies confondues, et de mettre en avant les investissements, privés ou publics, qu'il faut mobiliser pour atteindre tel ou tel objectif d'Efficacité Énergétique. Ainsi, à titre d'exemple, pour réaliser 178 TWh d'économie d'énergie dans le bâtiment, résidentiel et tertiaire, il faut investir 162 Mds€ d'ici à 2020, soit plus de 15 Mds€ par an. Pour mobiliser 89 TWh de plus, il faudrait mobiliser 365 Mds€ de plus. Or, malgré ces 527 Mds€, il manquerait encore 13 TWh pour atteindre l'objectif beaucoup trop surestimé du Grenelle dans le bâtiment.

La seconde idée-clé est d'analyser l'impact macroéconomique des choix potentiels de politique publique : emplois créés, coûts par emploi en termes de subventions⁽²⁾, balance des paiements.

Il en ressort les deux enseignements fondamentaux suivants :

1 - Il est nécessaire de cibler les actions d'efficacité énergétique par ordre de priorité décroissant : commencer par celles qui ont le plus grand TRI, autrement dit accessibles sans aide publique, et progresser ensuite vers des actions moins rentables, c'est-à-dire ayant besoin d'un certain niveau d'aide publique pour pouvoir être menées à bien.

2 - Il faut travailler à améliorer le TRI des actions : une politique d'efficacité énergétique sans politique industrielle appropriée perd une grande partie de son impact macroéconomique. Cette étude permet de disposer des bases appropriées pour explorer la voie d'une plus grande Efficacité Énergétique en diminuant les besoins de financement. Quatre questions devront être posées en termes de politique publique :

- a. Comment constituer des filières d'excellence ?
- b. Comment diminuer le coût des actions ?
- c. Comment envoyer un signal prix pertinent aux consommateurs ?
- d. Comment compléter éventuellement le signal prix envoyé aux consommateurs, par un signal croissant dans le temps, qui incite les consommateurs à engager dès à présent les actions nécessaires ?

Enfin, il est essentiel de souligner que cette étude a été réalisée à partir de l'analyse des CEE. Or, ces derniers ne prennent pas en compte les actions comportementales auprès des clients (mieux consommer, moins gaspiller sans forcément investir des sommes conséquentes), ni les automatismes et les services qui permettraient de pallier à une attention insuffisante des consommateurs pour maîtriser leur consommation.

Sachant que, bien souvent, les consommateurs ont tendance à profiter de l'économie réalisée sur leur facture énergétique grâce à l'action d'efficacité énergétique entreprise pour consommer plus (c'est l'effet rebond), on comprend la nécessité de réintégrer le « comportemental » et les « aides aux comportements », générées par des automatismes appropriés dans les « bonnes actions », pour atteindre les objectifs de maîtrise de l'énergie souhaités par les Pouvoirs publics.

(1) Le TRI est le taux de rentabilité d'un investissement qui est destiné à être comparé avec le taux de rentabilité que l'investisseur souhaite obtenir.

(2) Calculées de manière à faire rentrer chaque opération dans un TRI raisonnable (4% pour le public, 10% pour le privé).

SOMMAIRE

Grenelle et efficacité énergétique : l'ambition

L'ambition du Grenelle de l'Environnement se traduit par une cible quantitative : la réduction de la consommation française d'énergie de 17 %

En pratique, la cible du Grenelle vise essentiellement le bâtiment

L'évolution de la consommation d'énergie d'ici 2020 vue par l'UFE

Le scénario UFE montre que les résultats prévisibles en 2020 sont en retrait par rapport aux objectifs

Il faut profiter des opportunités d'amélioration existantes dans les bâtiments résidentiels et tertiaires, ainsi que des possibilités de déclencher des opérations supplémentaires

Il faut caractériser les opérations d'efficacité énergétique selon des critères de rentabilité et de potentiel d'économie d'énergie

Notre démarche générale : l'élaboration d'un « ordre de priorité » des opérations d'efficacité énergétique

6

**EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE
LES POINTS CLÉS
DE L'ÉTUDE**

1^{ÈRE} PARTIE 9

**9 OU EN SONT LES
OBJECTIFS DU
9 GRENELLE DE
10 L'ENVIRONNEMENT
11 EN TERMES DE
13 CONSOMMATION
D'ÉNERGIE ?**

2^{ÈME} PARTIE 15

**15 COMMENT AGIR
17 POUR ATTEINDRE
18 LES OBJECTIFS
« GRENELLE » ?**

SOMMAIRE

3^{ÈME} PARTIE 23

LA RECHERCHE DE GISEMENTS « RENTABLES » DANS LES SECTEURS RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Les gisements d'économies dans les logements initialement chauffés à l'électricité	23
Les gisements d'économies dans les logements initialement chauffés au gaz	25
Les gisements d'économies dans les logements initialement chauffés au fioul	27
Les gisements d'économies d'énergie finale dans le secteur tertiaire	28
Des gisements « rentables » théoriques peu significatifs, ce qui implique de revisiter les priorités de la politique actuelle d'efficacité énergétique	31

4^{ÈME} PARTIE 32

AU-DELÀ DES OPÉRATIONS RENTABLES, QU'EST-IL POSSIBLE DE FAIRE POUR LE RESTE DES GISEMENTS TECHNIQUEMENT DISPONIBLES ?

Du « rentable sous condition » à l'« inaccessible financièrement »	32
Obtenir l'essentiel des économies d'énergie techniquement accessibles sur les segments « résidentiel » et « tertiaire » impliquera un investissement financier considérable	37
Les gisements d'efficacité énergétique techniquement accessibles sont hors de portée des filières	38
L'impact de l'efficacité énergétique sur les émissions de CO ₂	39
Les emplois créés par les actions d'efficacité énergétique	39
L'impact des actions d'efficacité énergétique sur la balance commerciale nationale	40
D'autres secteurs comme le transport peuvent être en capacité d'apporter un surplus d'économies d'énergie à coût modéré	42

43

ANNEXES

Annexe 01 - Principes de calcul	44
Annexe 02 - Ordre de priorité tertiaire (avec effet rebond)	46
Annexe 03 - Économies unitaires	47
Annexe 04 - Gisements résidentiels	49
Annexe 05 - Coûts unitaires des opérations	50
Annexe 06 - Détails des ordres de priorités	52

LES POINTS CLÉS DE L'ÉTUDE

L'Efficacité Énergétique est devenue un enjeu central :

- **en France** dans le cadre, tout d'abord, du Grenelle de l'environnement et, désormais, de celui de la Transition Énergétique et environnementale ;
- **en Europe** dans le cadre de la directive Efficacité Énergétique. Cette directive confie, en particulier, un rôle majeur aux fournisseurs d'énergie qui sont responsables d'induire chez leurs clients une réduction de leur consommation de 1,5% par an.

Dans ce contexte, l'UFE considère qu'il est essentiel de se poser trois questions :

- 1 - Quels sont les potentiels d'efficacité énergétique réellement accessibles, non pas uniquement sous l'angle technique, mais aussi sur les plans économique et financier ?
- 2 - Les niveaux de prix des actions d'efficacité énergétique se situent-ils, en France, à un niveau compatible avec les ambitions définies dans le Grenelle de l'Environnement ?
- 3 - Comment conseiller les clients, à la fois pour orienter leurs investissements vers les actions d'Efficacité Énergétique qui ont la meilleure rentabilité, mais également pour améliorer leur comportement dans ce domaine ?

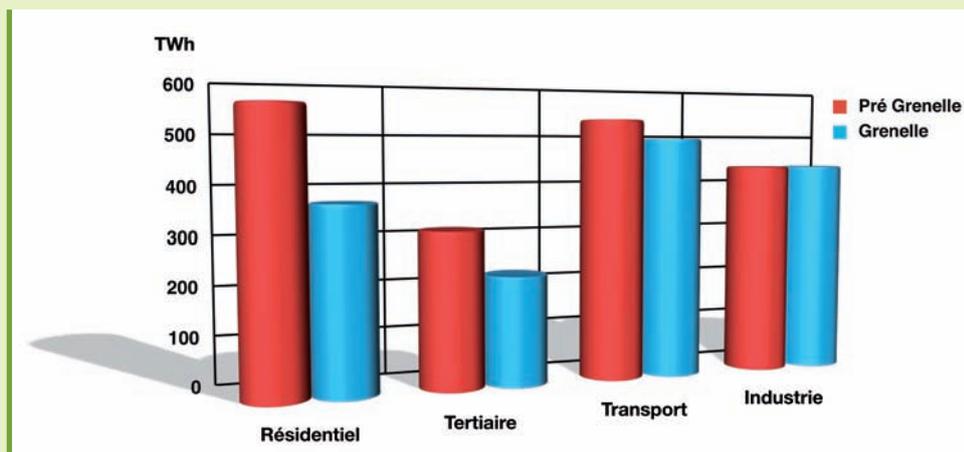
Pour tenter de répondre à ces questions, l'UFE, en partant de l'analyse des CEE déposés ces dernières années, et donc sur une base de chiffres constatés sur le terrain, a mené une étude pour évaluer et hiérarchiser la rentabilité des actions d'efficacité énergétique qui sont réalisables en France, à l'heure actuelle.

Les grands enseignements de cette étude peuvent être résumés de la manière suivante :

1) La répartition des efforts par secteurs d'activité doit être revue

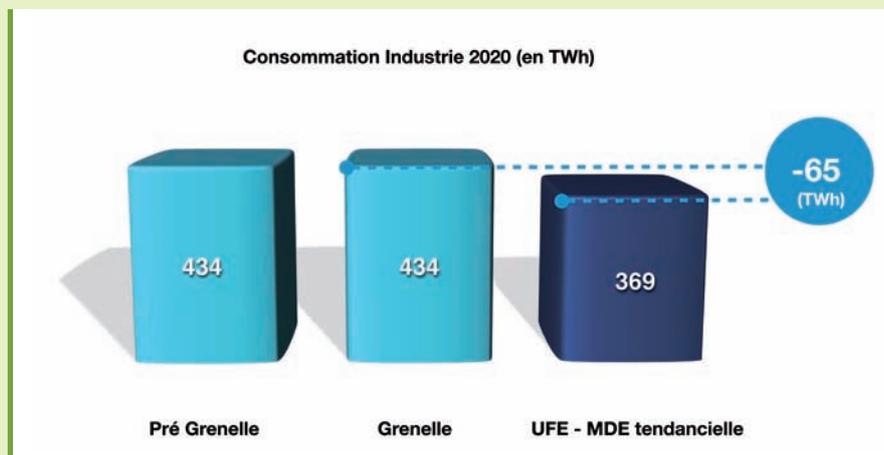
- a. Le Grenelle faisait peser près de 90% de l'effort d'Efficacité Énergétique sur moins de 50 % de la consommation totale d'énergie en France.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE PAR SECTEUR EN 2020 SELON LES SCÉNARIOS « PRÉ-GRENELLE » ET « GRENNELLE » (TWh)



- b. Le transport (33 % de la consommation d'énergie) doit être réintégré dans les priorités d'action, même si les CEE ne sont pas le dispositif approprié pour ce faire.
- c. L'industrie (22 % de la consommation d'énergie) représente un potentiel d'économie annuelle de 65 TWh / an, non pris en compte dans le Grenelle.

COMPARAISON
SCÉNARIO UFE AVEC
« PRÉ-GRENELLE » ET
« GRENELLE » (TWh)



2) Les objectifs d'efficacité énergétique dans le bâtiment doivent être réajustés en fonction de la réalité économique et technique

- a. Dans l'état actuel des politiques publiques, les objectifs de Grenelle ne sont pas atteignables. Compte tenu de l'évolution économique et de l'impact des politiques publiques actuelles, les objectifs fixés dans le cadre du Grenelle surestiment d'environ 140 TWh / an le potentiel accessible tendanciuellement dans le bâtiment (Résidentiel + Tertiaire).
- b. Seuls 34 TWh / an supplémentaires sont accessibles dans le bâtiment par le biais d'actions ayant un Taux de Rentabilité Interne (TRI) supérieur à 4%. Le potentiel non accessible dans des conditions économiques normales est de l'ordre de 90 TWh (avec un TRI inférieur à 4%, voire négatif).

3) Le niveau actuel des prix des énergies (particulièrement du gaz et de l'électricité) ne permettent pas de rentabiliser la plupart des actions d'efficacité énergétique

- a. Il faudrait doubler, voire tripler le prix de l'électricité, pour déclencher les investissements sur les gisements d'efficacité les plus importants.
- b. De la même façon, il faudrait tripler, voire quadrupler le prix du gaz pour déclencher ces mêmes investissements.
- c. Seul le prix du fioul permettrait de dégager immédiatement des gisements significatifs supplémentaires.

4) La question du financement des actions d’Efficacité Énergétique sera donc la question critique

- a. Pour réaliser les actions d’Efficacité Énergétique économiquement efficaces, il faudrait mobiliser 162 Mds€ / an, soit près de 20 Mds€ / an d’ici 2020. Le financement ne peut être assuré que par le client final : collectivités publiques propriétaires des bâtiments publics ; propriétaires privés.
- b. Un dispositif financier ad hoc pourrait permettre de faciliter et de sécuriser ce financement.
- c. Pour obtenir les 90 TWh supplémentaires économiquement non pertinents, il faudrait mobiliser 365 Mds€ d’euros supplémentaires, soit 40 Mds€ par an au total, sans, pour autant, atteindre les objectifs de Grenelle !

5) Compte tenu de la rareté du capital (problème accentué par la crise), il faut avoir une politique qui oriente résolument les actions d’Efficacité Énergétique des décideurs vers celles qui maximisent le rapport Économies d’énergie / Capital mobilisé

6) Il est indispensable d’accompagner la politique d’Efficacité Énergétique nationale par des politiques industrielles sectorielles qui permettront d’éviter la détérioration de la balance commerciale du pays (en développant, en France, la fabrication d’équipements ou de matériaux) et de créer des emplois durables.

OÙ EN SONT LES OBJECTIFS DU GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT EN TERMES DE CONSOMMATION D'ÉNERGIE ?

Grenelle et efficacité énergétique : l'ambition

En matière d'efficacité énergétique⁽¹⁾, le Grenelle de l'Environnement a fixé des objectifs très ambitieux dans certains secteurs de l'économie, tels que :

- le développement accéléré des modes de transport non routier et non aérien
- la maîtrise de la consommation d'énergie dans le bâtiment, à travers :
 - un programme de ruptures technologiques dans le bâtiment neuf, les bâtiments « basse consommation » et les bâtiments à énergie positive devant être généralisés à partir respectivement de 2012 et 2020;
 - un chantier de rénovation énergétique radicale dans l'existant, avec un objectif de réduction de 38 % des consommations d'ici 2020.

Pour atteindre ces objectifs, différentes mesures sectorielles et transverses ont été mises en place⁽²⁾:

- Dans le secteur du transport, il s'agit principalement de mesures pour encourager les reports de trafic vers les modes de transport les moins polluants, pour augmenter l'efficacité des modes de transport utilisés, ainsi que de programmes d'investissements pour l'amélioration des infrastructures.
- Concernant le bâtiment, l'atteinte des objectifs repose aujourd'hui sur plusieurs mesures phares :
 - mesures d'information (Diagnostic de Performance Énergétique ...)
 - mesures d'incitation (Crédit d'Impôt Développement Durable (CIDD), Eco-Prêt à Taux Zéro (EcoPTZ) ...)
 - mesures d'obligation (Réglementation Thermique (RT), Certificats d'Économie d'Énergie (CEE)).

L'ambition du Grenelle de l'Environnement se traduit par une cible quantitative : la réduction de la consommation française d'énergie de 17 %

La Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), et le Commissariat Général au Développement Durable ont lancé une étude sur les scénarios prospectifs « énergie – climat – air » à l'horizon 2030 de la France (publiée en Juillet 2011)⁽³⁾.

Il s'agissait pour la DGEC de représenter :

- ce que deviendrait la situation énergétique de la France à l'horizon 2020 et 2030 dans le cadre d'un scénario *Pré-Grenelle*, c'est-à-dire si aucune politique ou mesure nouvelle, autre que celles déjà en place ou décidées au 1^{er} janvier 2008 (donc, en particulier, avant les mesures issues du « Grenelle de l'environnement »), n'était prise en compte.
- ce que deviendrait la situation énergétique de la France dans le cadre d'un scénario Grenelle dit « *AMS⁽⁴⁾ Objectifs* », c'est-à-dire en prenant en compte l'effet des mesures et l'atteinte des objectifs prévus par les lois Grenelle I et II, à l'horizon 2020 et 2030, de façon à pouvoir en évaluer l'ambition et l'impact.

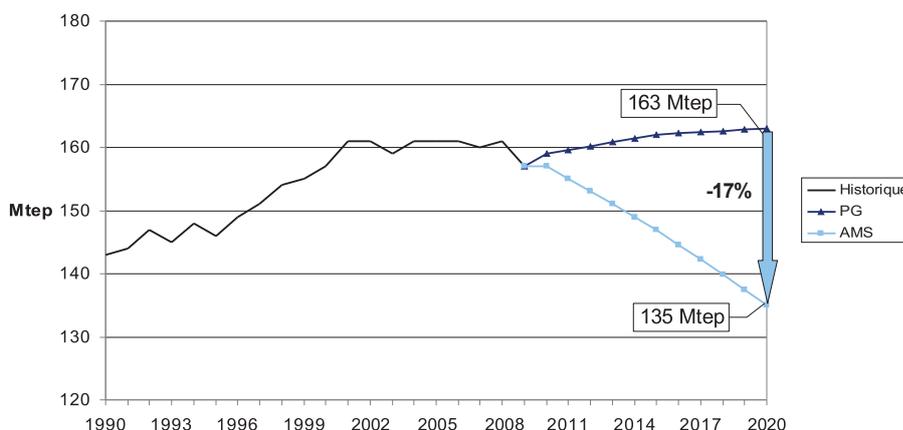
(1) http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/110619_PNAEE.pdf.

(2) Voir le plan d'action de la France en matière d'efficacité énergétique (lien ci-dessus) pour un inventaire exhaustif des mesures.

(3) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Scenarios-prospectifs-Energie.html>

(4) AMS : Avec Mesures Supplémentaires

FIGURE 1
ÉVOLUTION DES
CONSOMMATIONS
D'ÉNERGIE FINALE DE LA
FRANCE ENTRE 1990 ET
2020 SELON LES SCÉNARIOS
« PRÉ-GRENELLE » ET
« GRENELLE »⁽⁵⁾



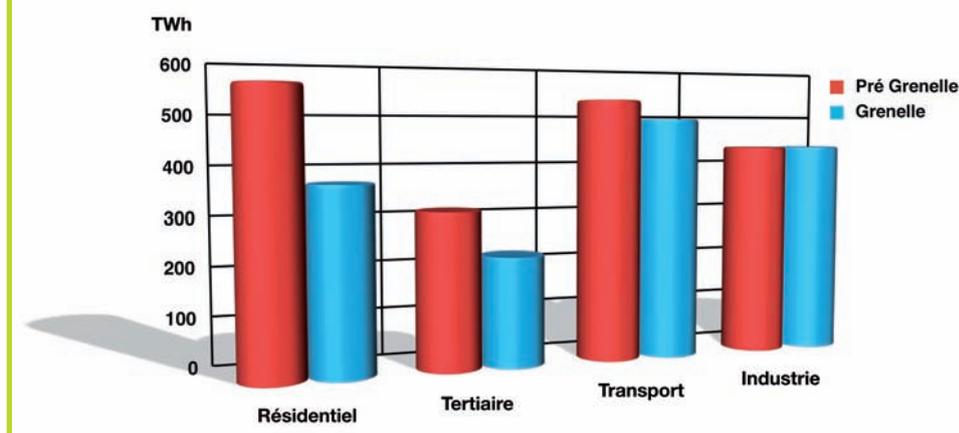
La comparaison donne une cible de 28 Mtep, soit 17 % de la consommation totale.

En pratique, la cible du Grenelle vise essentiellement le bâtiment

Selon le scénario « AMS Objectifs » qui donne une vision des consommations d'énergie finale par secteur compatible avec les objectifs Grenelle, **l'atteinte des objectifs Grenelle nécessiterait de réduire les consommations sectorielles de :**

- **34 % pour le résidentiel** (environ 16,3 Mtep soit 190 TWh),
- **29 % pour le tertiaire** (environ 7,8 Mtep soit 91 TWh),
- **et de 7 % pour le transport** (environ 3,3 Mtep soit 38 TWh).
- **Les consommations industrielles resteraient, quant à elles, identiques dans les deux scénarios.**

FIGURE 2
CONSOMMATION D'ÉNERGIE
FINALE PAR SECTEUR EN
2020 SELON LES SCÉNARIOS
« PRÉ-GRENELLE » ET
« GRENELLE »⁽⁵⁾



Il apparaît donc que l'effort exigé par le Grenelle de l'Environnement, en termes de réduction des consommations d'énergie, repose essentiellement (à 88%) sur le bâtiment résidentiel et tertiaire, alors que ces secteurs ne consomment que 47 % de l'énergie utilisée en France.

(5) Source : plan d'action de la France en matière d'efficacité énergétique.

L'évolution de la consommation d'énergie d'ici 2020 vue par l'UFE

Dans le cadre de sa réflexion sur le système électrique français, à l'horizon 2030, qui a été présentée en fin d'année 2011⁽⁶⁾, l'UFE a cherché à savoir si les objectifs fixés par le Grenelle de l'Environnement étaient réellement atteignables.

Le scénario UFE repose sur une hypothèse de croissance économique modérée et sur un effort de MDE tendancielle comprenant les mesures déjà décidées en 2010

Dans le but d'évaluer la consommation d'énergie finale française à horizon 2020, l'UFE a élaboré un scénario détaillé de la demande énergétique reposant sur une approche bottom-up.

L'UFE a d'abord décomposé la consommation :

- par secteur d'activité (résidentiel, tertiaire, industrie, transport et agriculture),
- par usage (par branche pour l'industrie),
- et enfin par énergie (électricité, gaz, fioul, énergies renouvelables et autres).

Les évolutions suivies par ces différentes fractions de la consommation totale ont été déterminées à partir d'hypothèses effectuées sur les principaux paramètres technico-économiques, dont :

- le nombre de logements,
- les surfaces tertiaires,
- les parts de marché des technologies,
- la part de logements rénovés,
- les gains d'efficacité énergétique par rénovation ...

Ont été également prise en compte certaines hypothèses macro-économiques clés telles que :

- la croissance économique,
- la croissance démographique,
- le coût des énergies et du CO₂,
- l'ambition des politiques publiques...

La détermination de l'évolution de ces grandeurs descriptives a été réalisée à dire d'experts et par analyse de publications de divers centres d'études et de recherches.

En synthèse, le scénario UFE repose sur un contexte macro-économique général dans lequel :

- la croissance économique repart et se stabilise autour de 1,8 %
- le prix des énergies reste modérément élevé (le baril de pétrole atteignant 80 \$ 2010 en 2020).
- l'évolution démographique repose sur les projections INSEE⁽⁷⁾.

Concernant les politiques de MDE, l'UFE considère une évolution « tendancielle » tirée par les actions d'économies d'énergie « autonomes » (progrès technologiques, remplacement de l'existant par du neuf...) et par les politiques déjà décidées antérieurement au 1^{er} janvier 2012 (réglementations thermiques 2012, Grenelle...).

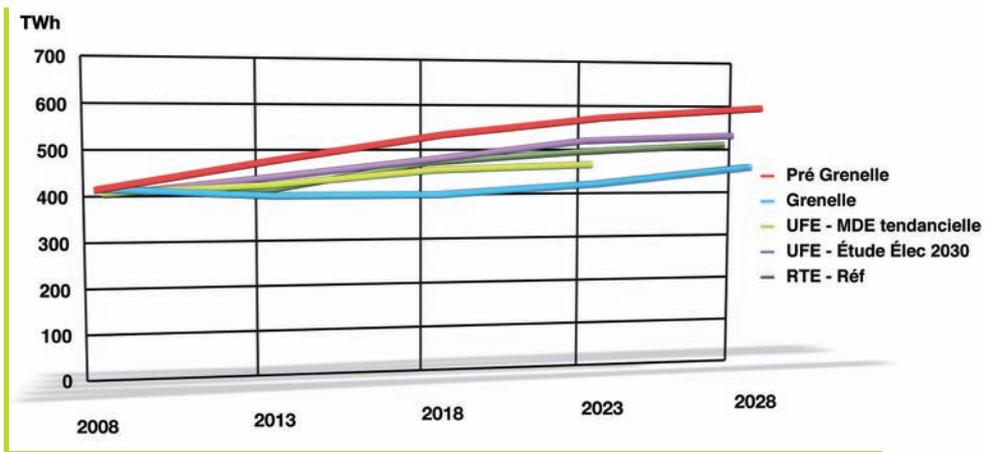
Le scénario UFE est cohérent avec d'autres exercices de prévision qui font référence

- Selon le scénario UFE, la **consommation d'électricité** croît faiblement de 0,8 %/an en moyenne entre 2009 et 2025. Relativement proche du scénario de référence de RTE, elle est encadrée par les scénarios gouvernementaux « Pré Grenelle » et « Grenelle ».

(6) « Electricité 2030 : quels choix pour la France ? »

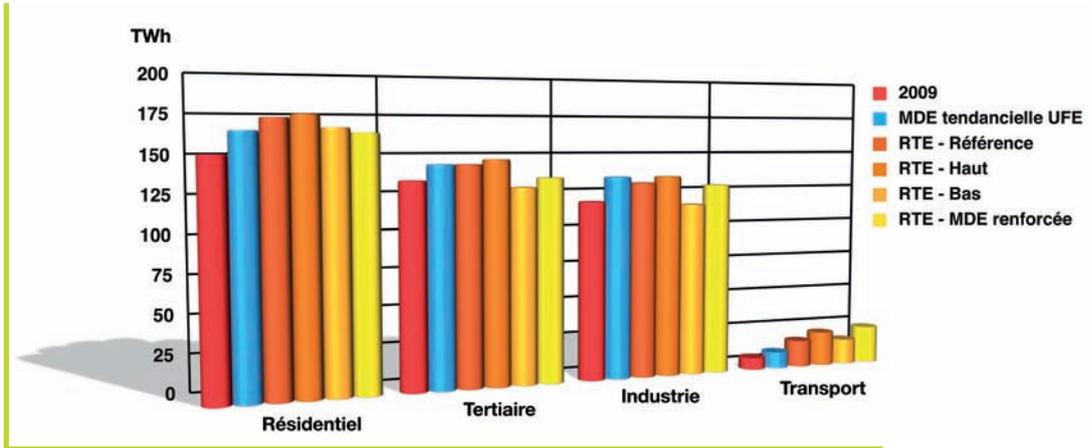
(7) Sources : Insee, estimations de population et statistiques de l'état civil jusqu'en 2007 et projection 2007-2060.

FIGURE 3
COMPARAISON CONSO ÉLECTRICITÉ SCÉNARIOS UFE AVEC « PRÉ-GRENELLE » ET « GRENELLE » (TWh)



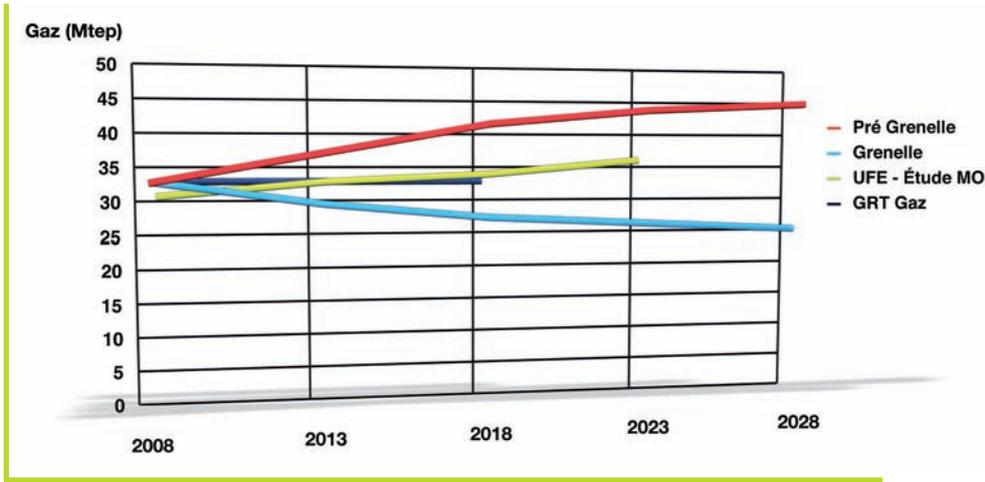
- Une comparaison sectorielle aux scénarios de RTE (figure ci-dessous) montre que le scénario UFE est proche du scénario « RTE – Bas » pour le résidentiel et du scénario de référence pour les secteurs tertiaire et industrie.

FIGURE 4
CONSOMMATIONS D'ÉLECTRICITÉ EN 2020 POUR LE SCÉNARIO UFE ET LES DIFFÉRENTES VARIANTES RTE (TWh)



- Selon le scénario UFE, la **consommation de gaz** croît également faiblement de 0,8 %/an en moyenne entre 2009 et 2025. Relativement proche du scénario de référence de GRT Gaz en 2020, elle est encadrée par les scénarios gouvernementaux « Pré Grenelle » et « Grenelle ».

FIGURE 5
COMPARAISON CONSO GAZ SCÉNARIOS UFE AVEC « PRÉ-GRENELLE » ET « GRENELLE » (Mtep)



EN SYNTHÈSE :

La projection obtenue par l'UFE est cohérente avec celles d'autres institutions pour un contexte macro-économique semblable à celui qui a été retenu. Tant pour l'électricité ou le gaz que pour le total de l'énergie finale (Voir figure 6), elle se situe entre les scénarios Pré Grenelle et Grenelle de la DGEC.

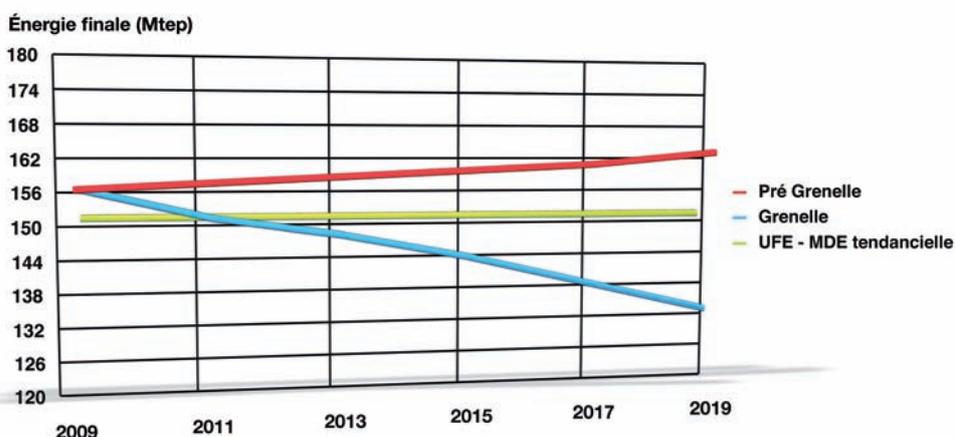
Le scénario UFE montre que les résultats prévisibles en 2020 sont en retrait par rapport aux objectifs

Seuls 35 % de la cible Grenelle de réduction de la consommation d'énergie finale pourraient être atteints en 2020...

Le scénario UFE « MDE tendancielle » débouche sur une stagnation de la consommation d'énergie finale. A l'instar de ce qui a été observé pour l'électricité et le gaz, la consommation d'énergie finale en 2020 est plus faible que celle du scénario « Pré Grenelle » de la DGEC.

Par contre la trajectoire « Grenelle » apparaît inatteignable en l'état. Avec 10 Mtep « économisés » sur 28 en 2020, seuls 35 % de la cible Grenelle pourraient être atteints. L'étude réalisée fin 2011 par le CIRED sur le résidentiel⁽⁸⁾ aboutit d'ailleurs à cette même conclusion.

FIGURE 6
COMPARAISON SCÉNARIO UFE AVEC « PRÉ-GRENELLE » ET « GRENELLE » (Mtep)

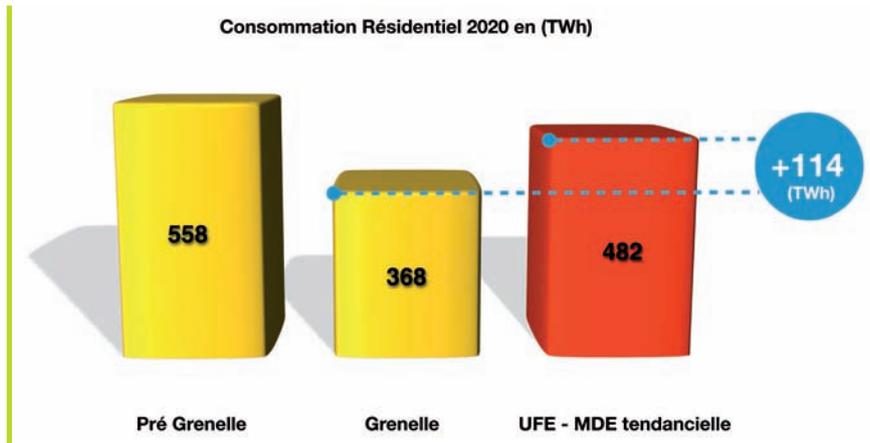


...mais avec une grande diversité de résultats selon les secteurs

Résidentiel

Au regard de l'évolution attendue à 2020 du marché du logement neuf, des destructions, de l'amélioration attendue des logements et des substitutions qui seraient opérées entre énergies, la figure suivante présente les consommations finales résidentielles en 2020 selon le scénario « UFE MDE Tendancielle » et les scénarios gouvernementaux « Pré Grenelle » et « Grenelle ».

FIGURE 7
COMPARAISON SCÉNARIO UFE AVEC « PRÉ-GRENELLE » ET « GRENELLE » (TWh)



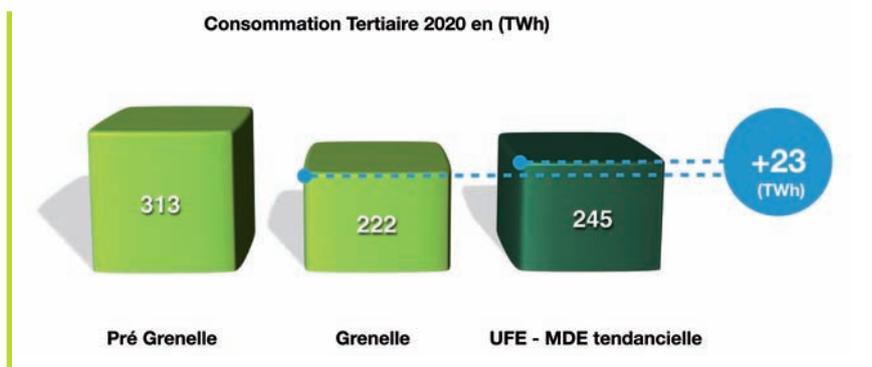
Résidentiel : Il faudrait économiser 113 TWh supplémentaires pour atteindre la cible Grenelle.

(8) COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, n° 58 Novembre 2011, Evaluation des mesures du Grenelle de l'Environnement sur le parc de logements.

Tertiaire

Au regard de l'évolution attendue à 2020 de l'accroissement des surfaces, de la diminution attendue des consommations unitaires et des substitutions qui seraient opérées entre énergies, la figure suivante présente les consommations finales tertiaires en 2020 selon le scénario « UFE MDE Tendancielle » et les scénarios gouvernementaux « Pré Grenelle » et « Grenelle ».

FIGURE 8
COMPARAISON SCÉNARIO
UFE AVEC « PRÉ-GRENNELLE »
ET « GRENNELLE » (TWh)

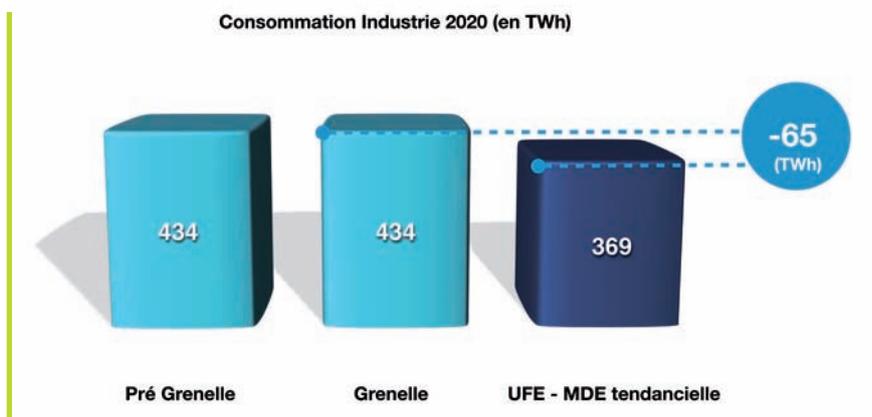


Tertiaire : Il faudrait économiser 23 TWh supplémentaires pour atteindre la cible Grenelle.

Industrie

Au regard de l'évolution attendue à 2020 de l'activité industrielle française (sans relance mais sans nouvelle récession ou crise), de l'amélioration de la productivité industrielle et des substitutions entre énergies, la figure suivante présente les consommations finales de l'industrie en 2020 selon le scénario « UFE MDE Tendancielle » et les scénarios gouvernementaux « Pré Grenelle » et « Grenelle ».

FIGURE 9
COMPARAISON SCÉNARIO
UFE AVEC « PRÉ-GRENNELLE »
ET « GRENNELLE » (TWh)



Le secteur industriel pourrait donc contribuer aux objectifs Grenelle d'économie d'énergie pour 65 TWh.

EN SYNTHÈSE :

Avec les instruments de politique énergétique en place à l'heure actuelle, la baisse des consommations sera insuffisante (il manquera 137 TWh) pour atteindre les objectifs Grenelle 2020 en matière de réduction des consommations d'énergie finale résidentielle et tertiaire⁽⁹⁾, et ceci malgré environ 140 MM€ d'investissements qui seront nécessaires pour atteindre les réductions du scénario UFE tendanciel.

Si cette situation peut être, pour moitié, compensée par une baisse prévisible de la consommation industrielle, une réactualisation des cadres réglementaires et politiques actuels apparaît nécessaire pour pouvoir espérer se rapprocher de la cible.

(9) Ce constat est aussi partagé par le CIREAD (Evaluation des mesures du Grenelle de l'Environnement sur le parc de logements. Commissariat Général au Développement Durable, n° 58 Novembre 2011) qui après avoir évalué les mesures existantes (crédit d'impôt développement durable, éco-prêt à taux zéro, réglementation thermique) à l'aide d'un modèle (Res-IRF) tenant compte des comportements de chauffage des ménages, de l'efficacité énergétique des logements et de leur évolution dans le temps sous l'effet de rénovations, suggère que les politiques actuelles ne suffisent pas à atteindre les objectifs ambitieux fixés par la France.

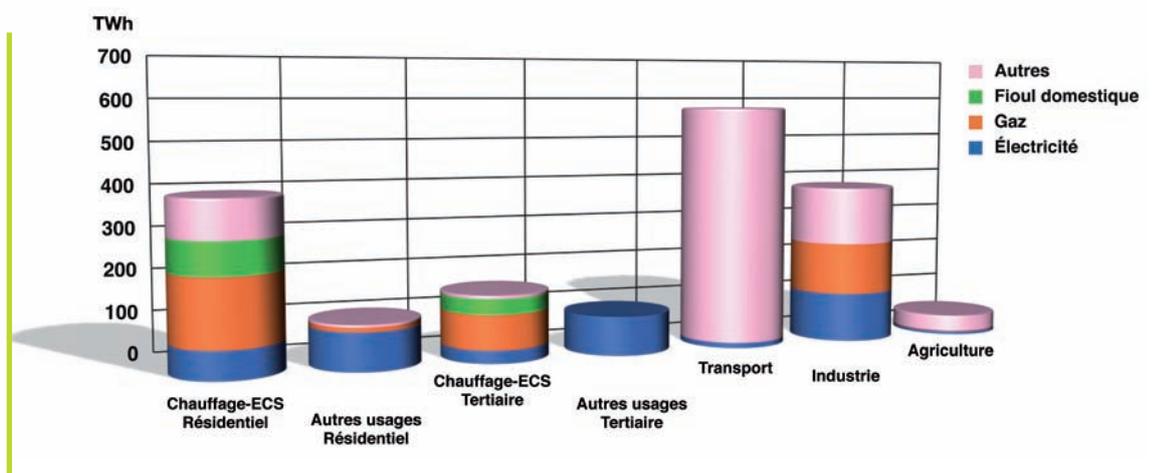
COMMENT AGIR POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS « GRENELLE » ?

Il faut profiter des opportunités d'amélioration existantes dans les bâtiments résidentiels et tertiaires, ainsi que des possibilités de déclencher des opérations supplémentaires

Champ de l'étude : le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) des bâtiments résidentiels et tertiaires

Étant donné le gisement d'économies d'énergie très important à rechercher dans le bâtiment résidentiel et tertiaire pour atteindre les objectifs Grenelle, l'étude UFE a choisi de se concentrer sur **les usages « chauffage » et « eau chaude sanitaire », qui représentent, à eux seuls, 75% de l'énergie consommée** dans le bâtiment, soit plus de 30 % de la consommation totale finale française (source CEREN), comme l'indique la figure ci-dessous.

FIGURE 10
CONSOMMATION FINALE
FRANÇAISE 2009 EN TWh
(SOURCE CEREN)



L'étude s'est également focalisée sur le parc de logements résidentiels datant d'avant 1990 (77% du parc total), car celui-ci pèse pour **82% sur l'ensemble des consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire du résidentiel** (source CEREN).

L'étude UFE se concentre sur les postes les plus consommateurs d'énergies du secteur tertiaire et du secteur résidentiel d'avant 1990, à savoir, le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS).

Par contre, l'UFE a choisi de ne pas traiter le champ de la consommation spécifique d'électricité (qui représente environ 25 % de la consommation finale résidentielle et tertiaire), car celle-ci bénéficie déjà d'une réglementation bien développée (Directive EcoConception notamment) sur les performances des équipements et d'un taux de renouvellement important. Les effets de cette réglementation sont donc, a priori, inclus dans les économies tendancielle évoquées au Chapitre I.

Nomenclature des opérations prises en compte

Concernant le secteur résidentiel, les opérations prises en compte ont été classées en fonction du type de logement (maison individuelle (MI) ou logement collectif (LC)) et de l'énergie de chauffage initiale.

	ÉLECTRICITÉ		GAZ		FIOUL	
	MI	LC	MI	LC	MI	LC
Isolation thermique intérieure (ITI)	X	X	X	X	X	X
Isolation thermique extérieure (ITE)	X	X	X	X	X	X
Isolation combles habitables (CH)	X	X	X	X	X	X
Isolation combles non habitables (CNH)	X	X	X	X	X	X
Isolation sous plancher	X	X	X	X	X	X
Doubles vitrages	X	X	X	X	X	X
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	X	X			X	X
Pompe à chaleur air/eau (PAC A/E)			X		X	
Chaudière à condensation (CD) individuelle gaz			X	X	X	X
Chaudière à condensation (CD) collective gaz				X		X
Chaudière à condensation (CD) individuelle fioul					X	
Chaudière à condensation (CD) collective fioul						X
Chaudière individuelle biomasse			X		X	
Robinet thermostatique			X	X	X	X
Eau chaude sanitaire (ECS) solaire	X	X	X	X	X	X
Eau chaude sanitaire (ECS) thermodynamique	X	X	X ^(*)	X ^(*)	X ^(*)	X ^(*)

(*) Si le logement n'est pas équipé d'une chaudière double service.

Pour le secteur tertiaire, les opérations étudiées sont les suivantes :

	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Isolation thermique intérieure (ITI)	X	X	X
Isolation thermique extérieure (ITE)	X	X	X
Isolation toiture	X	X	X
Doubles vitrages	X	X	X
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	X		
Chaudière à condensation (CD) gaz		X	X
Chaudière à condensation (CD) fioul			X
Chaudière biomasse		X	X
Pompe à chaleur air/eau (PAC A/E)		X	X

Il faut caractériser les opérations d'efficacité énergétique selon des critères de rentabilité et de potentiel d'économie d'énergie

Comme nous l'avons vu précédemment, les mesures engagées jusqu'à maintenant ne nous permettront pas d'atteindre les objectifs fixés initialement.

Il est donc nécessaire d'engager de nouvelles mesures ou de revoir les mesures actuelles mais avec, en plus, la contrainte d'une situation de tension financière forte.

En effet, l'enquête réalisée par le Plan Bâtiment Grenelle⁽¹⁰⁾ auprès des ménages montre que ces derniers sont freinés dans leurs démarches pour entreprendre des travaux d'économies d'énergie par les difficultés de financement et le manque de garanties (notamment par rapport aux retours sur investissement et à la qualité des travaux).

Dès lors, des critères d'efficacité économique apparaissent nécessaires afin de prioriser les opérations d'économie d'énergie. Ceux-ci permettront de hiérarchiser les opérations et de cibler d'abord celles susceptibles de réduire la consommation énergétique française tout en limitant les efforts financiers.

Pour réaliser cette étude, l'UFE a choisi de se baser sur les deux critères suivants :

- le ratio : **montant de l'investissement / énergie économisée sur la durée de vie de l'opération (€/kWh)**. Ce ratio a été complété en actualisant les économies d'énergie. Dans ce cas, l'indicateur donne le coût actualisé de la « production » de 1 kWh d'économie d'énergie. Les opérations rentables sont celles pour lesquelles ce ratio est inférieur au coût de l'énergie économisée.
- le **taux de rentabilité interne (TRI)** est le taux d'actualisation qui annule la Valeur Actuelle Nette (VAN)⁽¹¹⁾ de l'investissement. Cela signifie qu'une opération ayant un TRI de 4 % est à réaliser si le taux d'actualisation accepté par l'acteur économique est inférieur ou égal à 4 %. Les opérations ayant les TRI les plus élevés sont donc à favoriser (si l'on se limite à l'aspect purement financier).

Par contre, ces critères ne fournissent aucune information concernant les potentiels d'économies d'énergie accessibles. Ces informations sont pourtant de première importance dans le but d'étudier la faisabilité et le coût des objectifs français en matière d'efficacité énergétique. Une évaluation technique est donc également nécessaire.

Le contexte actuel, très contraint financièrement, nécessite de caractériser les opérations d'efficacité énergétique selon des critères de rentabilité et de réalité des gisements d'économies d'énergie.

(10) Enquête auprès des ménages sur la réduction de la consommation d'énergie dans les logements, Plan Bâtiment Grenelle, Novembre 2011 (<http://www.plan-batiment.legrenelle-environnement.fr>).

(11) Indicateur qui permet de comparer les gains d'un projet à son investissement initial.

Notre démarche générale : l'élaboration d'un « Ordre de Priorité » des opérations d'efficacité énergétique

L'évaluation des gisements nationaux

La réduction de la consommation d'énergie finale à horizon 2020 repose dans l'étude sur trois types d'actions :

- Les actions de MDE « tendancielle » générées par les actions d'économies d'énergie « autonomes » (progrès technologiques, remplacement de l'existant par du neuf...) et par les politiques déjà décidées en 2011 (réglementations thermiques 2012, Grenelle...)
- Les actions d'amélioration de flux des travaux déjà programmés
- Les actions supplémentaires aux flux déjà programmés (actions anticipées)

Le premier effet étant intégré dans notre scénario « MDE tendancielle » (Voir Chapitre I), les gisements présentés par la suite, et notamment dans les courbes d' « Ordre de priorité », résultent donc uniquement des deux derniers effets. Il s'agit de la consommation annuelle qui serait évitée en 2020 (TWh/an) grâce à la réalisation de ces opérations d'amélioration ou supplémentaires.

Plus précisément, le gisement engendré par la réalisation d'opérations d'amélioration est déterminé à partir du flux naturel de ces opérations (par exemple, le nombre annuel de ravalements de façades pour l'ITE) et des économies unitaires de ces opérations.

Concernant le gisement engendré par la réalisation d'opérations supplémentaires, il est considéré qu'à horizon 2020, le geste est réalisé sur l'ensemble du segment considéré (par exemple, les maisons individuelles chauffées au gaz possédant des combles aménageables non isolés).

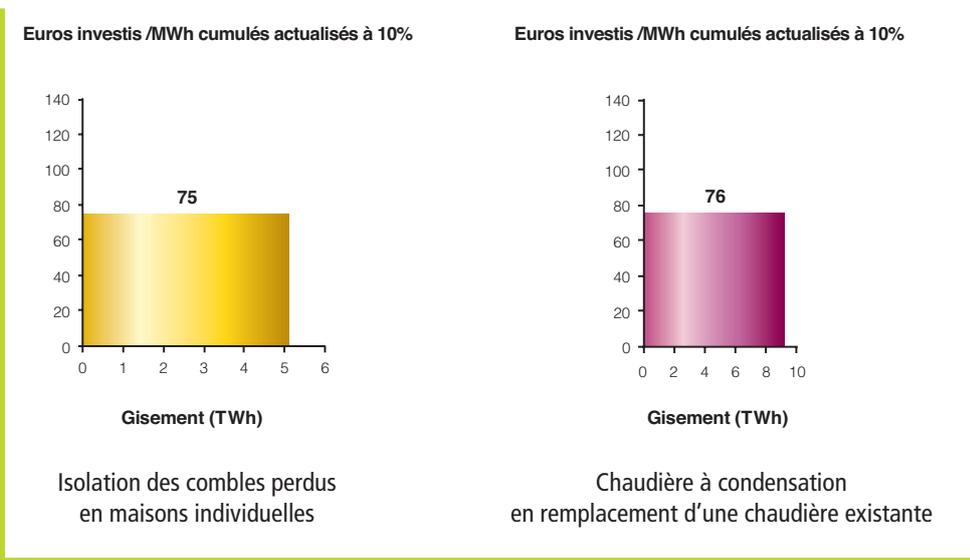
Il n'est pas tenu compte des limites éventuelles de capacité des filières professionnelles concernées, mais la traduction de ces gisements en nombre de gestes annuels permettra, via une comparaison avec la situation actuelle, de proposer des pistes pour certaines filières (voir page 38)

La définition d'un « ordre de priorité des actions d'efficacité énergétique »

Un Ordre de Priorité consiste à exprimer les coûts unitaires de réduction de la consommation d'énergie (€/kWh actualisés et économisés sur la durée de vie) en fonction du potentiel d'économie d'énergie atteignable à l'échelle d'un pays. A titre d'illustration, les figures suivantes forment un Ordre de Priorité permettant la comparaison de deux actions évaluées isolément :

- l'isolation de combles non habitables
- l'installation d'une chaudière à condensation dans une maison individuelle chauffée au gaz.

FIGURE 11
INVESTIS PAR MWH
CUMULÉS ACTUALISÉS
À 10 % POUR DEUX
OPÉRATIONS ÉVALUÉES
ISOLÉMENT

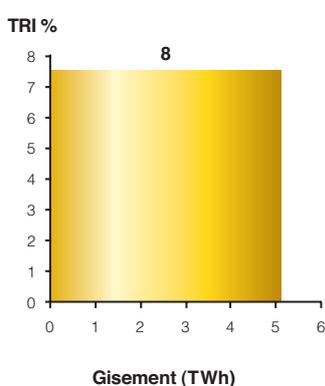


L'analyse de ces figures fait ressortir les informations principales suivantes :

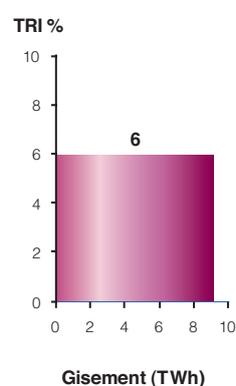
1. L'isolation des combles permet d'économiser 5,1 TWh/an à 2020 contre 9,2 pour le remplacement de chaudières existantes par des chaudières à condensation (voir partie suivante pour la prise en compte de l'effet cumulatif).
2. En supposant un taux d'actualisation de 10 %, l'isolation des combles est rentable lorsque le prix du gaz est supérieur à 75 € / MWh, l'installation d'une chaudière à condensation le devient pour un prix du gaz dépassant 76 € / MWh.
3. L'isolation des combles est l'opération la plus efficace financièrement (ratio € / MWh le plus faible). C'est donc l'opération à réaliser en premier lieu.

Les deux actions peuvent aussi être caractérisées par leur TRI. On retrouve les informations sur les gisements mais le critère de rentabilité change. En effet, on déduit de ces figures que l'isolation des combles est rentable lorsque le taux d'actualisation des ménages est inférieur à 8 %, et que l'installation d'une chaudière à condensation le devient pour un taux ne dépassant pas 6 %.

FIGURE 12
TAUX DE RENTABILITÉ
INTERNE POUR DEUX
OPÉRATIONS ÉVALUÉES
ISOLÉMENT



Isolation des combles perdus
en maisons individuelles



Chaudière à condensation
en remplacement d'une chaudière existante

Le calcul du TRI nécessite, outre des hypothèses sur le coût des opérations et les économies d'énergie associées, des hypothèses sur le coût des énergies. Compte tenu de la forte volatilité des prix du gaz et du fioul, ainsi que de la difficulté à déterminer des scénarios peu discutables d'évolution de prix des énergies (gaz, fioul et électricité) à horizon 2020, l'étude est réalisée à partir des prix des énergies actuels (supposés constants à 2020). La lecture des résultats en TRI doit donc tenir compte de cette hypothèse de prix constant des énergies (Voir page 22).

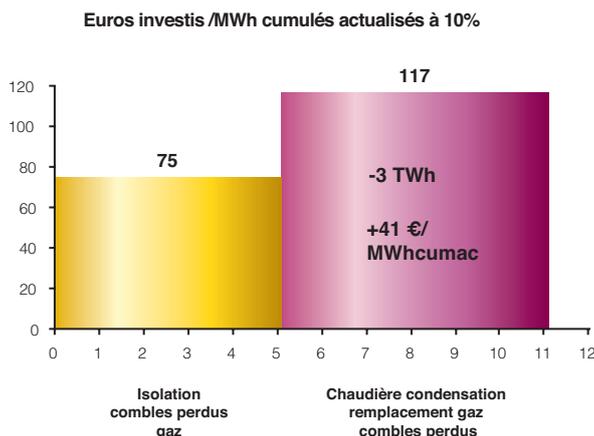
La construction d'un « Ordre de Priorité »

Ordre des opérations et non additionalité des gisements

La pratique habituelle consiste à construire une courbe de priorités en considérant que les mesures sont mises en place par ordre d'efficacité économique. Aussi, dans l'exemple précédent, l'isolation des combles étant l'opération la plus efficace, on considérera qu'elle a été mise en place avant le remplacement des chaudières.

En conséquence (figure ci-après), le gisement d'économies d'énergie de la deuxième opération se réduit et son efficacité économique est moindre que si elle était réalisée seule (gisement en baisse de 3 TWh et avec un coût unitaire augmenté de 41 €).

FIGURE 13
EUROS INVESTIS PAR MWh CUMULÉS ACTUALISÉS À 10 % POUR DEUX OPÉRATIONS ÉVALUÉES AVEC EFFET CUMULATIF



La distinction entre amélioration des flux et augmentation des flux de travaux

Pour évaluer correctement les actions d'efficacité énergétique sur le plan financier, il convient donc de distinguer les actions d'amélioration portant sur des travaux déjà programmés par les utilisateurs, des travaux supplémentaires qui constituent une anticipation par rapport aux besoins réels d'investissement.

LES ACTIONS D'AMÉLIORATION DES FLUX :

Au regard du flux d'opérations d'économies d'énergie attendu d'ici à 2020 (fin de vie de l'appareil existant, obsolescence...), il peut être intéressant **d'orienter certaines de ces opérations vers des opérations plus économes en énergie** : par exemple, au lieu de changer son cumulus électrique par un même cumulus électrique, il peut être intéressant d'opter pour un chauffe-eau thermodynamique. Dans cette étude, sont considérées les opérations programmées suivantes :

- Installation d'une pompe à chaleur air/air lors du remplacement de convecteurs électriques ou d'une chaudière fioul
- Installation d'une chaudière à condensation ou d'une pompe à chaleur air/eau lors d'un remplacement de chaudière gaz ou fioul
- Installation d'eau chaude sanitaire thermodynamique ou solaire lors du remplacement d'un ballon
- Isolation thermique par l'extérieur lors d'un ravalement de façade

LES ACTIONS D'AUGMENTATION DES FLUX :

Il s'agit d'opérations de rénovation d'enveloppe ou d'installation/changement d'appareil qui n'auraient pas été entreprises spontanément par l'investisseur privé mais qui vont être comptabilisées comme susceptibles d'économiser de l'énergie. Ces opérations viennent donc **accroître le flux d'opérations d'économies d'énergie attendu d'ici à 2020**.

Les calculs de coûts d'économies d'énergie et de gisements à l'échelle nationale diffèrent selon le type d'opération :

	OPÉRATION D'AMÉLIORATION	OPÉRATION SUPPLÉMENTAIRE
Coût de l'opération	Surcoût de l'opération par rapport à l'opération qui aurait été réalisée en dehors de préoccupation d'EE	Coût total de l'opération
Économie d'énergie par logement	Économie d'énergie supplémentaire apportée par l'opération par rapport à celle qui aurait été réalisée en dehors de préoccupation d'EE	Économie d'énergie par rapport à la situation existante
Gisement national	Voir paragraphe 2.3.1	

Le problème de « l'effet rebond »

Dans le secteur résidentiel, l'effet rebond peut diminuer jusqu'à 50 % les économies d'énergie attendues par rapport aux hypothèses techniques

L'effet rebond direct correspond à l'utilisation accrue d'un service énergétique induite par la diminution de son prix en raison d'une plus grande efficacité énergétique. Par la suite, nous définissons l'effet rebond comme la part du gain d'économie d'énergie (engendré par une opération d'efficacité énergétique) qui serait annulée par une amélioration du confort énergétique (augmentation de la température intérieure, par exemple).

Dans le secteur tertiaire, on peut supposer que ce phénomène est négligeable car, dans de nombreux cas, le bénéficiaire du service énergétique ne le paie pas, le service n'agit pas ou peu sur le niveau de confort : la température des locaux tertiaires est le plus souvent gérée par des systèmes plus ou moins développés (thermostats, GTB...), gérant les consignes de température des locaux dans lesquels travaillent les salariés, systèmes sur lesquels ces derniers n'ont généralement pas, ou peu, de capacité d'action.

A l'inverse, dans le secteur résidentiel, de nombreuses études ont montré l'importance que pouvait prendre l'effet rebond lorsqu'une opération d'efficacité énergétique était réalisée.

Parmi les plus connues nous pouvons citer :

SOURCES	EFFET REBOND (USAGE CHAUFFAGE EN RÉSIDENTIEL)
Greening (2000) ⁽¹²⁾	Entre 10 et 40 %.
Binswanger (2001) ⁽¹³⁾	Entre 5 et 50 %.
Boardman (2000) ⁽¹⁴⁾	Entre 0 et 50 % selon la température de chauffage initiale.

L'UFE a retenu une valeur moyenne de 30%, sachant toutefois que l'amplitude de l'effet rebond dépend de nombreux paramètres (situation initiale du logement, caractéristiques de l'opération effectuée, richesse du ménage...) et peut donc varier très fortement selon les configurations.

(12) GREENING, L.A. et al, «Energy efficiency and consumption - the rebound effect, a survey» Energy Policy, Volume 28, Issues 6-7, June 2000, Pages 389-401.

(13) BINSWANGER, M., «Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect?», Ecological Economics, Vol.36, Issue 1, p. 119-132, Janvier 2001

(14) BOARDMAN, B. « Making cold homes warmer: the effect of energy efficiency improvements in low income homes » Energy Policy Volume 28, Issues 6-7, June 2000, Pages 411-424

Les hypothèses de coûts retenues dans les calculs

- Pour le calcul du Taux de Rentabilité Interne, l'UFE a retenu les prix des énergies ci-dessous, hors abonnement, au 1^{er} janvier 2012 :

PARTICULIERS TTC

Électricité : 116.62 € / MWh

Gaz : 60.86 € / MWh PCI

Fioul : 97.90 € / MWh PCI

Bois : 35.00 € / MWh

TERTIAIRE HT

Électricité : 67.85 € / Mwh

Gaz : 58.40 € / Mwh PCI

Fioul : 83.80 € / Mwh PCI

- Les calculs sont effectués du point de vue de l'investisseur privé (personne physique : ménage, ou personne morale : entreprise)
- Les prix des investissements sont définis sans subvention ni aide financière. Ils comprennent la TVA en résidentiel, mais sont calculés hors TVA en tertiaire.
- Pour les calculs en €/MWh cumac⁽¹⁵⁾, les calculs sont effectués avec deux taux d'actualisation : 4 % et 10%. Pour déclencher l'investissement privé dans un contexte économique difficile, une actualisation d'environ 10% est considérée comme pertinente⁽¹⁶⁾. Le taux d'actualisation généralement considéré par les pouvoirs publics se situe, quant à lui, plutôt autour de 4 %⁽¹⁷⁾.

(15) Cumulés actualisés.

(16) Dans la synthèse d'évaluation du CIDD rédigée dans le cadre du rapport pour le comité d'évaluation des dépenses fiscales et des niches sociales (avril 2011), les taux d'actualisation utilisés sont : 7 % pour les propriétaires occupants en maisons individuelles et 10 % en logement collectif, 35 % pour les propriétaires bailleurs en maisons individuelles et 40 % en logement collectif.

(17) 4 % est le taux d'actualisation social français défini par le Commissariat Général au Plan (source : Lebègue D., Hirtzman P., Baumstark L., 2005, *Le prix du temps et la décision publique. Révision du taux d'actualisation public*. Rapport du groupe d'experts présidé par Daniel Lebègue pour le Commissariat Général du Plan).

LA RECHERCHE DE GISEMENTS « RENTABLES » DANS LES SECTEURS RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Les résultats de cette recherche sont présentés ci-après sous forme graphique et selon deux logiques :

- La première donne les €/kWhcumac actualisés à 10% en fonction des gisements nationaux. Les prix des énergies hors abonnement sont aussi mentionnés sur ces figures.
- La seconde donne les Taux de Rentabilité Internes (TRI) des opérations en fonction des gisements nationaux. A titre de comparaison, le taux d'actualisation de 10 % est également mentionné.

Ces figures sont présentées à la fois pour les opérations d'amélioration et pour les opérations supplémentaires.

Les calculs ne tiennent pas compte de « l'effet rebond » (Voir page 21), d'éventuelles malfaçons ou inadaptations techniques, des baisses de rendement dues au vieillissement des matériels et enfin des réinvestissements nécessaires lors du renouvellement des équipements arrivés en fin de vie.

Les gisements d'économies dans les logements initialement chauffés à l'électricité

Accroître les économies d'énergie lors d'opérations d'amélioration d'efficacité énergétique ou de rénovation

Aucune opération d'amélioration n'apparaît comme rentable.

Seule la mise en place de pompes à chaleur air/air en remplacement de convecteurs dans le logement collectif (LC) est proche du seuil de rentabilité (TRI de 8 %). Cette action représente un gisement d'environ 1,2 TWh/an en 2020.

L'action suivante (PAC air/air en maison individuelle) est proche du seuil de rentabilité. Un taux d'actualisation de 5 % au lieu de 10 % permettrait d'atteindre un gisement de 4,5 TWh environ.

Pour les logements chauffés à l'électricité, profiter d'un ravalement de façade pour effectuer une ITE n'est pas rentable.

N.B. : il faudrait doubler le prix de l'électricité pour déclencher l'investissement privé dans les opérations à forts gisements. De fait, le prix de l'électricité ne pourra, d'ici à 2020, justifier les décisions d'investissements dans les opérations d'amélioration.

FIGURE 14
OPÉRATIONS
D'AMÉLIORATION : €
INVESTIS PAR MWH
CUMULÉS ACTUALISÉS
À 10 % EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020

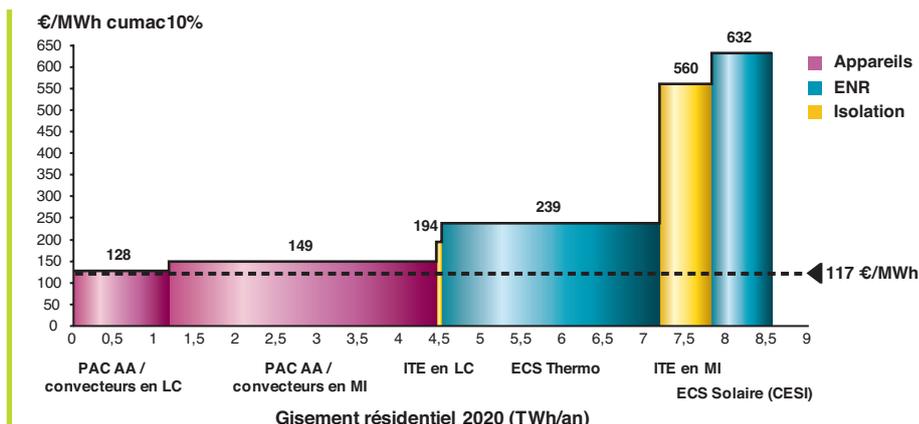
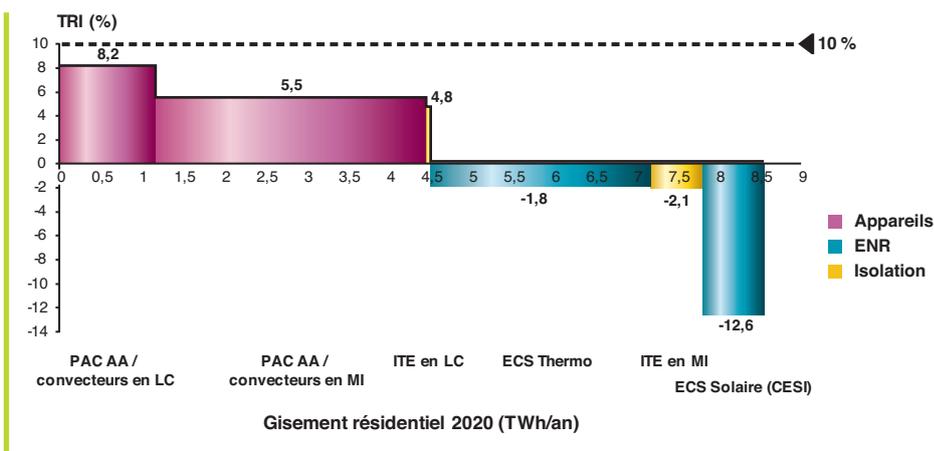


FIGURE 15
OPÉRATIONS
D'AMÉLIORATION :
TRI EN FONCTION DU
GISEMENT À HORIZON
2020



Déclencher des opérations supplémentaires d'efficacité énergétique

Une seule opération supplémentaire est rentable : l'isolation des combles (perdus et habitables) en logement collectif (LC). Gisement : environ 1 TWh.

L'isolation des combles perdus en maisons individuelles (MI) est proche de la rentabilité. L'acceptation d'un taux d'actualisation de 5,5 % au lieu de 10 % permettrait d'atteindre un gisement de 2,6 TWh environ.

N.B. : il faudrait tripler le prix de l'électricité pour déclencher l'investissement privé dans les opérations à forts gisements. De fait, le prix de l'électricité ne pourra, d'ici à 2020, justifier les décisions d'investissements dans les opérations anticipées d'efficacité énergétiques.

FIGURE 16
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES :
€ INVESTIS PAR MWH
CUMULÉS ACTUALISÉS
À 10 % EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020

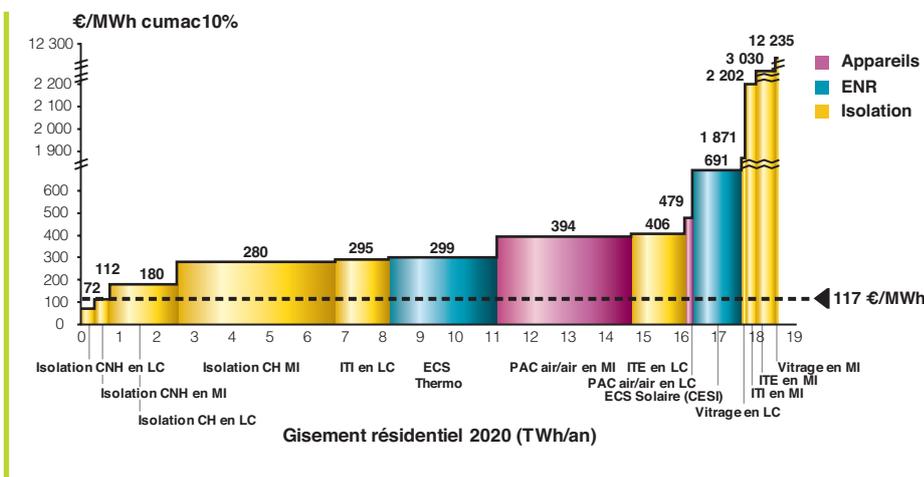
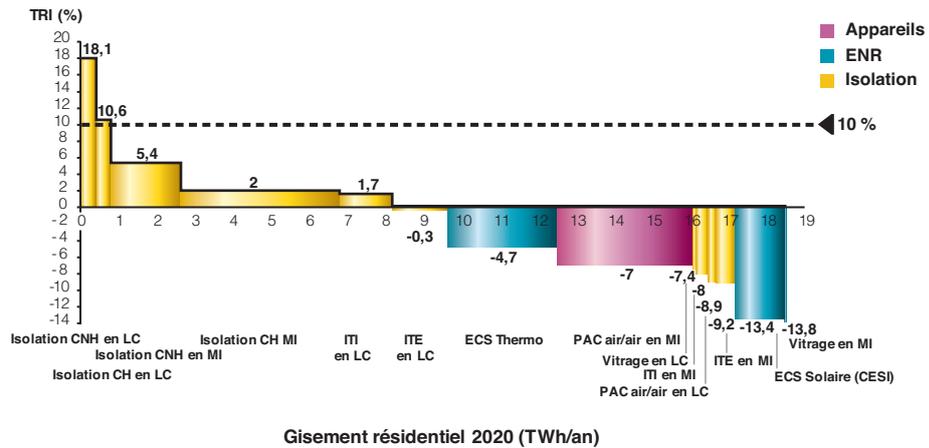


FIGURE 17
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES :
TRI EN FONCTION DU
GISEMENT À HORIZON
2020



Les gisements d'économies dans les logements initialement chauffés au gaz

Accroître les économies d'énergie lors d'opérations d'amélioration d'efficacité énergétique ou de rénovation

Aucune opération d'amélioration n'apparaît comme rentable.

L'isolation par l'extérieur en logements collectifs (LC) est proche de la rentabilité. Cette action représente un gisement relatif faible d'environ 0,5 TWh/an en 2020.

Les opérations de mise en place de chaudières à condensation en lieu et place de chaudières basse température n'apparaissent pas comme rentables.

N.B. : il faudrait tripler, voire quadrupler, le prix du gaz pour déclencher l'investissement privé dans les opérations à forts gisements. De fait, le prix du gaz ne pourra, d'ici à 2020, justifier les décisions d'investissements dans les opérations d'amélioration d'efficacité énergétique.

FIGURE 18
OPÉRATIONS
D'AMÉLIORATION : €
INVESTIS PAR MWH
CUMULÉS ACTUALISÉS
À 10 % EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020

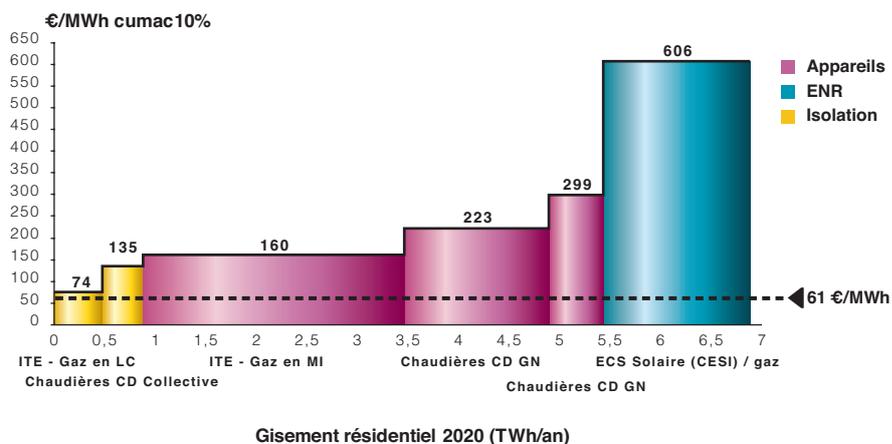
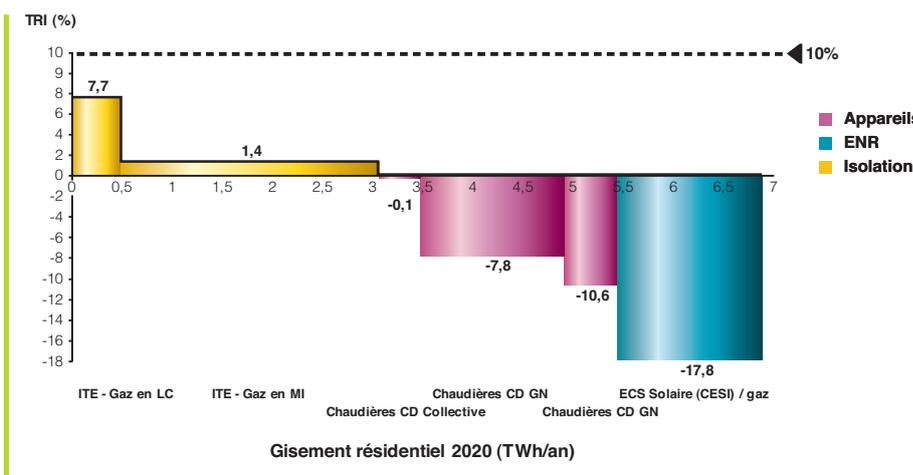


FIGURE 19
OPÉRATIONS
D'AMÉLIORATION :
TRI EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020



Déclencher des opérations supplémentaires d'efficacité énergétique

Deux opérations supplémentaires sont rentables : l'isolation des combles perdus et habitables en logements collectifs. Ces actions représentent un gisement d'environ 4,7 TWh/an en 2020.

Les deux opérations suivantes, l'installation de chaudières à condensation collective et l'isolation des combles perdus en maisons individuelles, sont proches de la rentabilité. L'acceptation d'un taux d'actualisation de 7,5 % au lieu de 10 % permettrait d'atteindre un gisement de 14 TWh environ.

N.B. : il faudrait tripler le prix du gaz pour déclencher l'investissement privé dans les opérations à forts gisements. De fait, le prix du gaz ne pourra, d'ici à 2020, justifier les décisions d'investissements dans les opérations supplémentaires.

FIGURE 20
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES :
€ INVESTIS PAR MWH
CUMULÉS ACTUALISÉS
À 10 % EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020

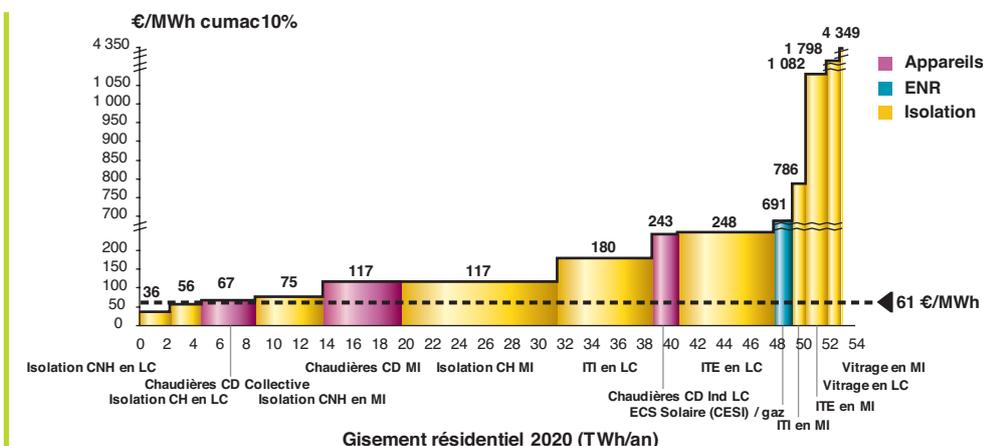
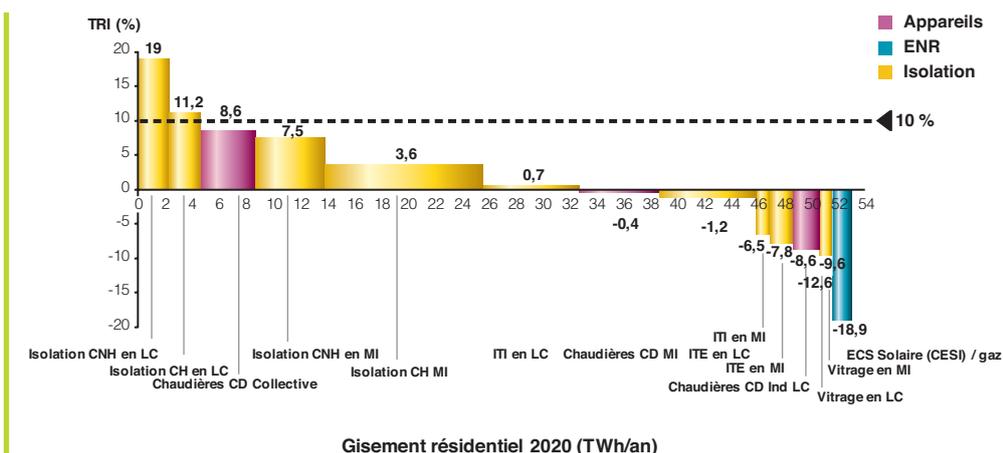


FIGURE 21
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES :
TRI EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020



Les gisements d'économies dans les logements initialement chauffés au fioul

Accroître les économies d'énergie lors d'opérations d'amélioration d'efficacité énergétique ou de rénovation

La figure ci-dessous présente les TRI des opérations d'amélioration dans les logements initialement chauffés au fioul. Dans ce cas de figure, des opérations de substitution sont rentables et le gisement est donc exprimé en énergie finale (fioul, gaz et électricité) et non uniquement en fioul.

La mise en place de chaudières gaz à condensation est extrêmement rentable tant en maisons individuelles qu'en logements collectifs. Cependant, le gisement afférent est relativement faible : environ 0,6 TWh.

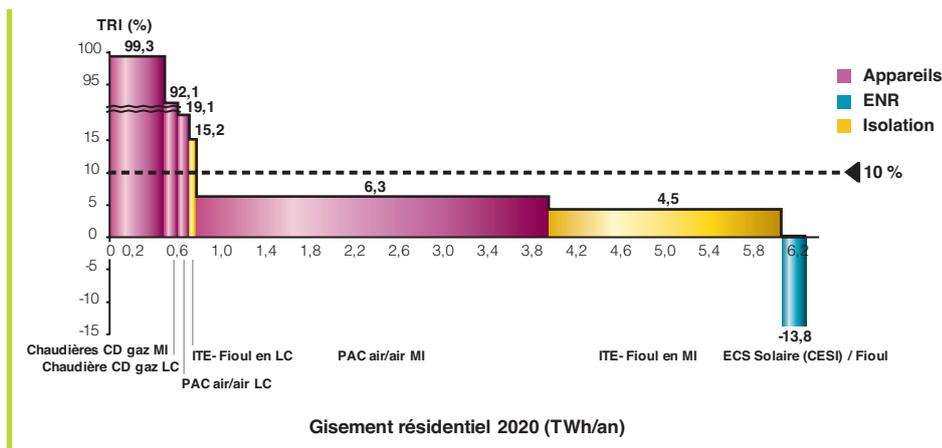
Dans les zones non desservies en gaz, la PAC air/air en collectif affiche un taux de rentabilité interne élevé de 20 % environ. Le gisement est cependant très faible : environ 0,1 TWh environ.

L'isolation par l'extérieur des logements collectifs chauffés au fioul est également rentable mais le gisement associé est faible (0,06 TWh).

Dans les zones non desservies en gaz, la PAC air/air en maisons individuelles affiche un gisement de 3.2 TWh et un taux de rentabilité interne de 6.3 % environ, soit un taux supérieur à celui de la chaudière fioul à condensation qui, de fait, n'est pas mentionnée sur la figure.

Le graphique en €/MWh cumac actualisé à 10% n'est pas présenté car, portant sur des opérations en substitution d'énergie, il n'est pas pertinent.

FIGURE 22
OPÉRATIONS
D'AMÉLIORATION :
TRI EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020



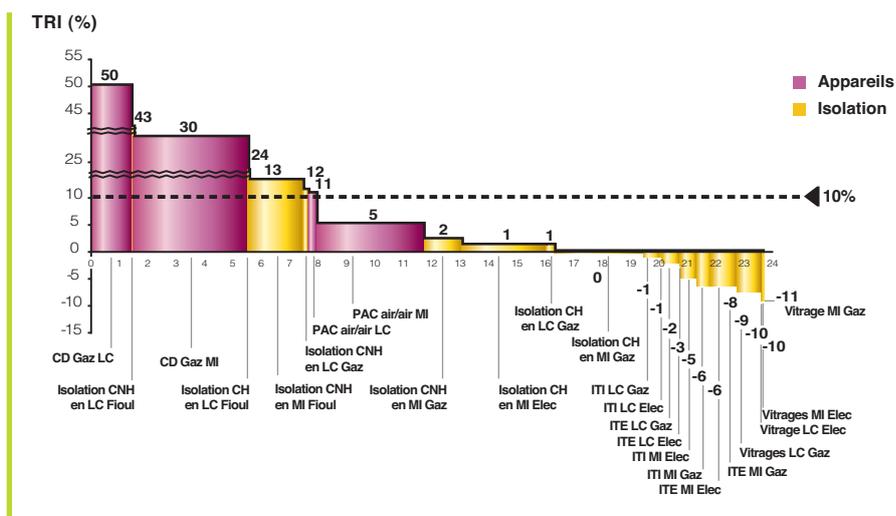
Déclencher des opérations supplémentaires d'efficacité énergétique

La figure ci-dessous présente les TRI des opérations supplémentaires dans les logements initialement chauffés au fioul. Comme expliqué dans la partie précédente, dans le cas du fioul, des opérations de substitution sont rentables et le gisement est donc exprimé en énergie finale (fioul, gaz et électricité) et non uniquement en fioul.

Sept actions supplémentaires sont rentables :

- La chaudière gaz à condensation en maisons individuelles (gisement : 4 Twh)
- L'isolation des combles perdus en maisons individuelles fioul (gisement : 1,92 TWh)
- La chaudière gaz à condensation en logements collectifs (gisement : 1,4 TWh)
- La PAC air/air en logements collectifs non desservies en gaz (gisement : 0,32 TWh)
- L'isolation des combles perdus en logements collectifs gaz lorsque le fioul a été substitué (gisement : 0,16 TWh)
- L'isolation des combles perdus en logements collectifs fioul (gisement : 0,03 TWh)
- L'isolation des combles habitables en logements collectifs fioul (gisement : 0,03 TWh)

FIGURE 23
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES :
TRI EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020



Les gisements d'économies d'énergie finale dans le secteur tertiaire

Le secteur tertiaire a été volontairement étudié de manière moins détaillée et plus normative que le résidentiel. En effet, le secteur Tertiaire est un secteur très disparate : les surfaces vont de quelques dizaines de m² à plusieurs milliers de m², et les secteurs d'activité sont également très différents en termes, notamment, de durée d'utilisation de l'énergie pour un usage donné.

Seules les branches Bureaux, Enseignement, Commerces, Habitats Communautaires, CaHoRe (Café, Hôtels, Restaurants) et Santé, qui représentent les plus grandes surfaces du Tertiaire, sont considérées.

Concernant le secteur tertiaire, seules les opérations supplémentaires sont présentées ici. En raison d'une plus grande rationalité des agents économiques et des obligations de travaux, le scénario MDE tendancielle est déjà très optimiste et prend en compte le fait qu'une très grande majorité des actions d'amélioration seront réalisées. Plus précisément, ces opérations d'amélioration ne portent que sur 40 % du parc pour les opérations de remplacement d'appareils de chauffage, sur 60 % du parc pour les opérations d'isolation (ITE/ITI : 50/50) et sur 30 % du parc pour le remplacement des vitrages.

A l'instar du résidentiel, les résultats sont présentés pour les bâtiments initialement chauffés à l'électricité, puis pour ceux chauffés au gaz, et enfin, au fioul.

Parc tertiaire initialement chauffé à l'électricité

Les figures ci-dessous présentent les TRI et les €/kWh cumac 10% des opérations supplémentaires. Le prix de l'électricité hors abonnement est aussi mentionné (68 €/MWh).

Seule la mise en place de pompes à chaleur air/air est rentable. Le gisement engendré par cette opération est de l'ordre de 2,5 TWh.

FIGURE 24
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES
EN TERTIAIRE : €/MWH
CUMULÉS ACTUALISÉS
À 10 % EN FONCTION DU
GISEMENT À HORIZON
2020

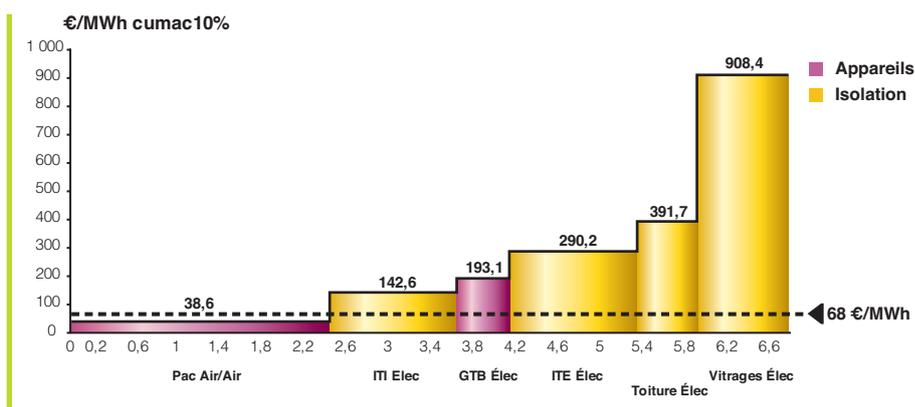
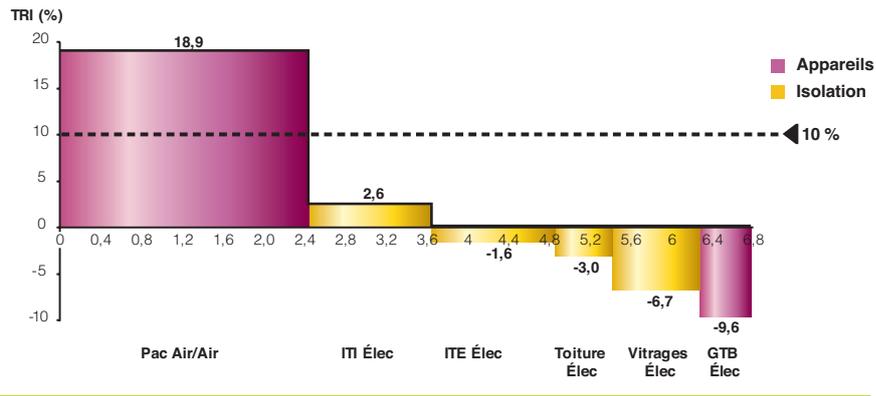


FIGURE 25
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES
EN TERTIAIRE :
TRI EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020



Parc tertiaire initialement chauffé au gaz

Les figures ci-dessous présentent les TRI et les €/kWhcumac 10% des opérations supplémentaires. Le prix du gaz hors abonnement est aussi mentionné (58 €/HT/MWh).

Seule la mise en place de chaudières à condensation est rentable. Le gisement engendré par cette opération est de l'ordre de 5,5 TWh.

FIGURE 26
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES
EN TERTIAIRE: €/MWH
CUMULÉS ACTUALISÉS
À 10 % EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020

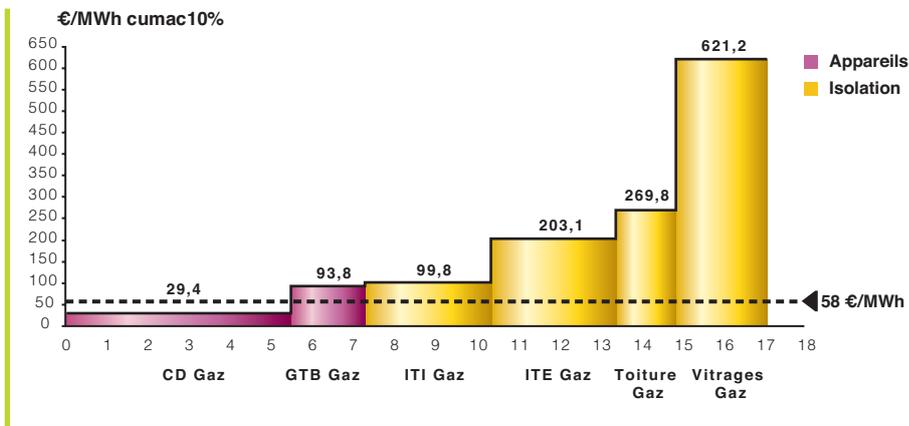
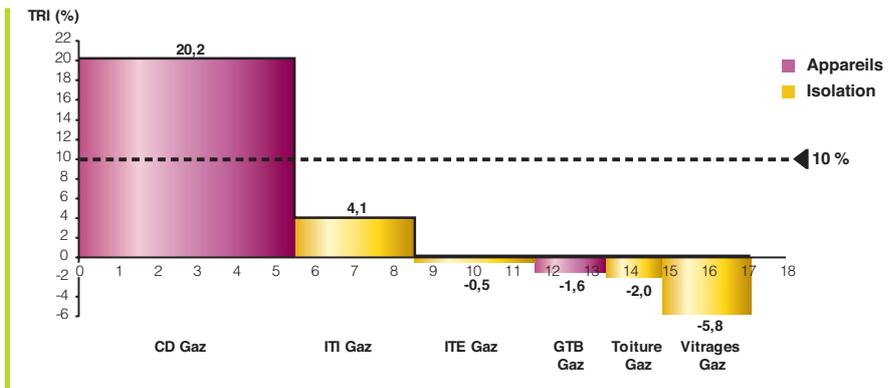


FIGURE 27
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES
EN TERTIAIRE :
TRI EN FONCTION DU
GISEMENT À HORIZON
2020

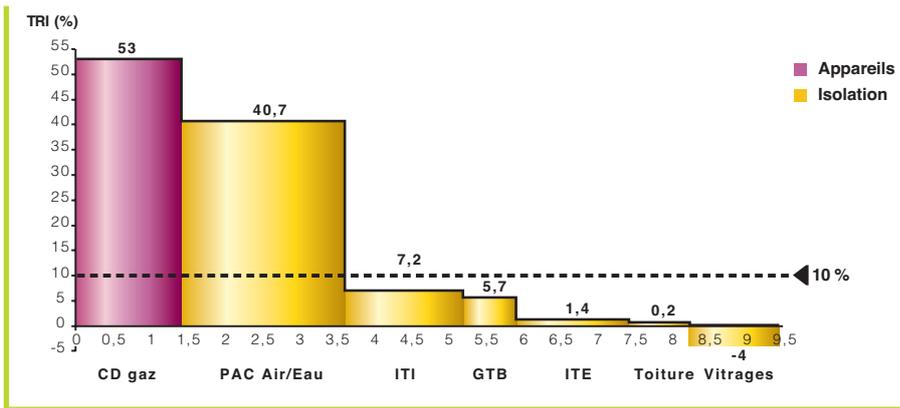


Tertiaire chauffé au fioul

La figure ci-dessous présente les TRI des opérations supplémentaires dans les bâtiments tertiaires initialement chauffés au fioul. Dans ce cas de figure, des opérations de substitution sont rentables et le gisement est donc exprimé en énergie finale (fioul, gaz et électricité) et non uniquement en fioul. La PAC air/eau et la chaudière condensation gaz sont plus avantageuses que la chaudière fioul à condensation. Nous supposons que le parc de chaudières fioul est remplacé par ces deux technologies à 50/50.

Pour un gisement d'environ 3,6 TWh, deux opérations sont nettement rentables : la chaudière gaz à condensation et la pompe à chaleur air/eau. L'isolation par l'intérieur apparaît comme rentable pour un taux d'actualisation de 7% : le gisement supplémentaire est de 1,6 TWh.

FIGURE 28
OPÉRATIONS
SUPPLÉMENTAIRES
EN TERTIAIRE :
TRI EN FONCTION
DU GISEMENT À HORIZON
2020



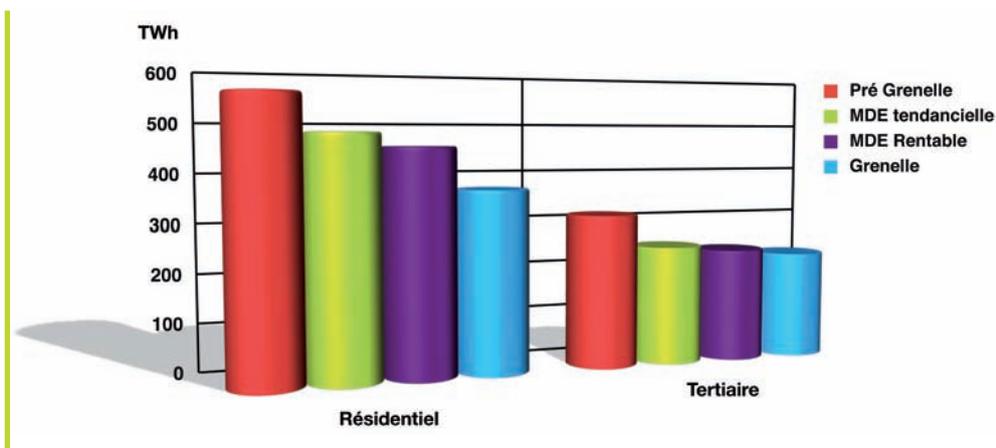
Le graphique en € / MWh cumac actualisé à 10% n'a pas été présenté car, portant sur des opérations en substitution d'énergie, il n'est pas pertinent.

Des gisements « rentables » théoriques peu significatifs, ce qui implique de revisiter les priorités de la politique actuelle d'Efficacité Énergétique

Qu'en est-il des gisements rentables ?

La figure suivante présente les consommations d'énergie finale Résidentielle et Tertiaire en 2020 selon les scénarios gouvernementaux « Pré Grenelle » et « Grenelle » et les scénarios UFE « MDE tendancielle » et « MDE rentable ». Ce dernier est construit à partir du scénario UFE « MDE tendancielle » en supposant que toutes les opérations identifiées comme rentables, dans les parties précédentes, ont été réalisées.

FIGURE 29
CONSOMMATIONS
D'ÉNERGIE FINALE
RÉSIDENTIELLE ET
TERTIAIRE EN 2020
SELON LES SCÉNARIOS
GOUVERNEMENTAUX
« PRÉ GRENELLE » ET
« GRENELLE » ET LES
SCÉNARIOS UFE
« MDE TENDANCIELLE »
ET « MDE RENTABLE »



Résidentiel : le gisement rentable est de l'ordre de 14 TWh. Il faut donc trouver 100 TWh supplémentaires pour atteindre l'objectif Grenelle sur ce secteur.

Tertiaire : le gisement rentable s'évalue à 11,5 TWh, soit 50 % du gisement recherché. Il reste donc à économiser 11,5 TWh pour atteindre l'objectif Grenelle 2020 sur ce secteur.

Nature des opérations rentables à favoriser en priorité

Six opérations rentables ont été identifiées en Résidentiel :

- Isolation des combles (perdus et habitables) dans les logements collectifs chauffés à l'électricité, au gaz ou au fioul
- Isolation des parois par l'extérieur dans les logements collectifs chauffés au fioul
- Isolation des combles perdus dans les maisons individuelles au fioul
- Installation de chaudières collectives gaz à condensation dans les logements chauffés au fioul et situés dans une zone desservie en gaz
- Installation de chaudières gaz à condensation dans les maisons individuelles chauffées au fioul et situées dans une zone desservie en gaz
- Installation de pompes à chaleur air/air dans les logements collectifs chauffés au fioul en zone non desservie en gaz

Trois opérations rentables ont été identifiées en Tertiaire :

- Mise en place de pompes à chaleur air/air dans le parc équipé de chauffage électrique classique dit à « effet joule »
- Mise en place de chaudières gaz à condensation dans le parc chauffé au gaz ou au fioul
- Mise en place de pompes à chaleur air/eau dans le parc chauffé au fioul

Pour ces opérations rentables pour l'investisseur privé, des mesures contraignantes pourraient être envisagées, sous réserve:

- d'organiser l'offre de travaux (structuration filières, technique et économique, en qualité et en volume) et l'offre de financement (y compris pour les populations précaires),
- de disposer des moyens d'application effective des dites mesures contraignantes (détection a priori et/ou contrôle a posteriori...)

AU-DELÀ DES OPÉRATIONS RENTABLES, QU'EST-IL POSSIBLE DE FAIRE POUR LE RESTE DES GISEMENTS TECHNIQUEMENT DISPONIBLES ?

Pour répondre à cette question, l'UFE a réalisé la synthèse des calculs effectués dans la 3^{ème} partie de l'étude, ce qui a permis d'obtenir deux ordres de priorités d'action pour les particuliers et pour le tertiaire.

Du « rentable sous condition » à l'« inaccessible financièrement »

Les « Ordres de priorité », présentés ci-après, segmentent les gisements Résidentiel et Tertiaire en 3 groupes :

- Le domaine **rentable** ou accessible, qui regroupe les opérations ayant un taux de rentabilité interne supérieur à 10 %
- Le domaine **rentable sous conditions**, qui regroupe les opérations rentables à condition d'accepter un taux d'actualisation compris entre 4% et 10 %
- Le domaine **non rentable financièrement**, qui regroupe les opérations à taux d'actualisation inférieur à 4% et les opérations présentant un taux d'actualisation négatif

Comme explicité précédemment, les gisements évalués au chapitre 3 sont des gisements théoriques car ils n'intègrent pas l'effet rebond, le vieillissement des matériaux et des rendements des appareils ainsi que d'éventuelles malfaçons.

Afin d'approcher la réalité des gisements techniquement accessibles du domaine Résidentiel, l'étude a donc comparé les valeurs sans effet rebond et les valeurs obtenues avec un effet rebond de 30% (fourchette moyenne communément admise de cet effet).

Par contre, **sur le domaine tertiaire, l'étude a fait l'hypothèse qu'il n'y avait pas d'effet rebond** : les consignes de température des locaux tertiaires sont le plus souvent gérées par des systèmes plus ou moins sophistiqués (thermostats, GTB...), systèmes sur lesquels les salariés n'ont généralement pas, ou peu, d'action.

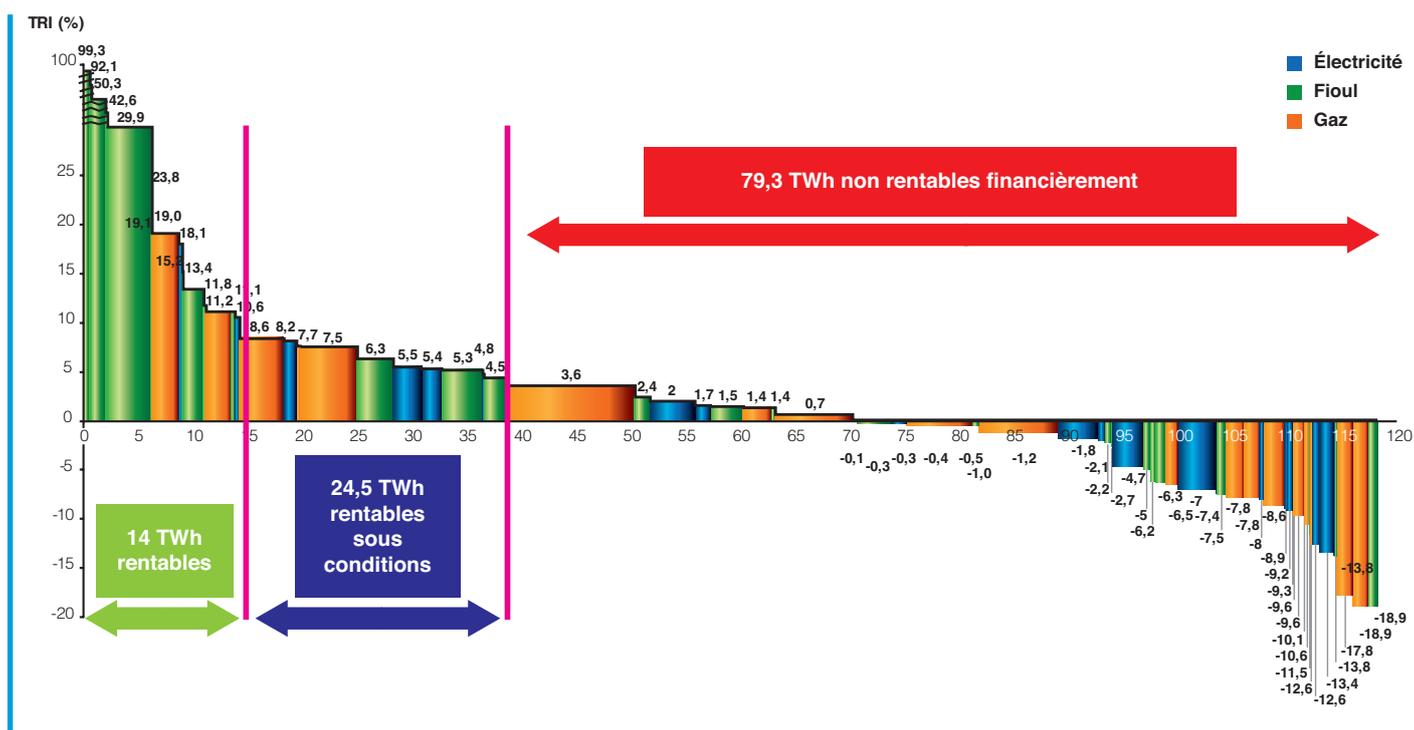
Il est d'ailleurs à noter qu'avec un effet rebond tertiaire de 5%, le gisement techniquement atteignable ne se réduit que de seulement 1 TWh (cf. Annexe 2 p. 44).

En tenant compte d'un effet rebond de 30%, le gisement techniquement accessible du Résidentiel est évalué à 89 TWh, pour un gisement cible de 114 TWh.

Par contre, avec un gisement techniquement accessible de 33 TWh, le secteur tertiaire dispose d'un gisement supérieur de 10 TWh à l'objectif assigné par Grenelle.

En considérant le bâtiment dans son ensemble (Résidentiel + Tertiaire), le gisement techniquement accessible s'évalue donc à 122 TWh (89 TWh du Résidentiel + 33 TWh du Tertiaire), pour un gisement recherché de 137 TWh.

Au regard des Ordres de Priorité Résidentiel et Tertiaire présentés ci-après, il apparaît que le Résidentiel dispose d'un gisement techniquement accessible de 89 TWh/an pour un gisement cible de 114 TWh, alors que le Tertiaire dispose d'un gisement supérieur de 10 TWh au gisement recherché (33 TWh/an pour un gisement cible de 23 TWh).



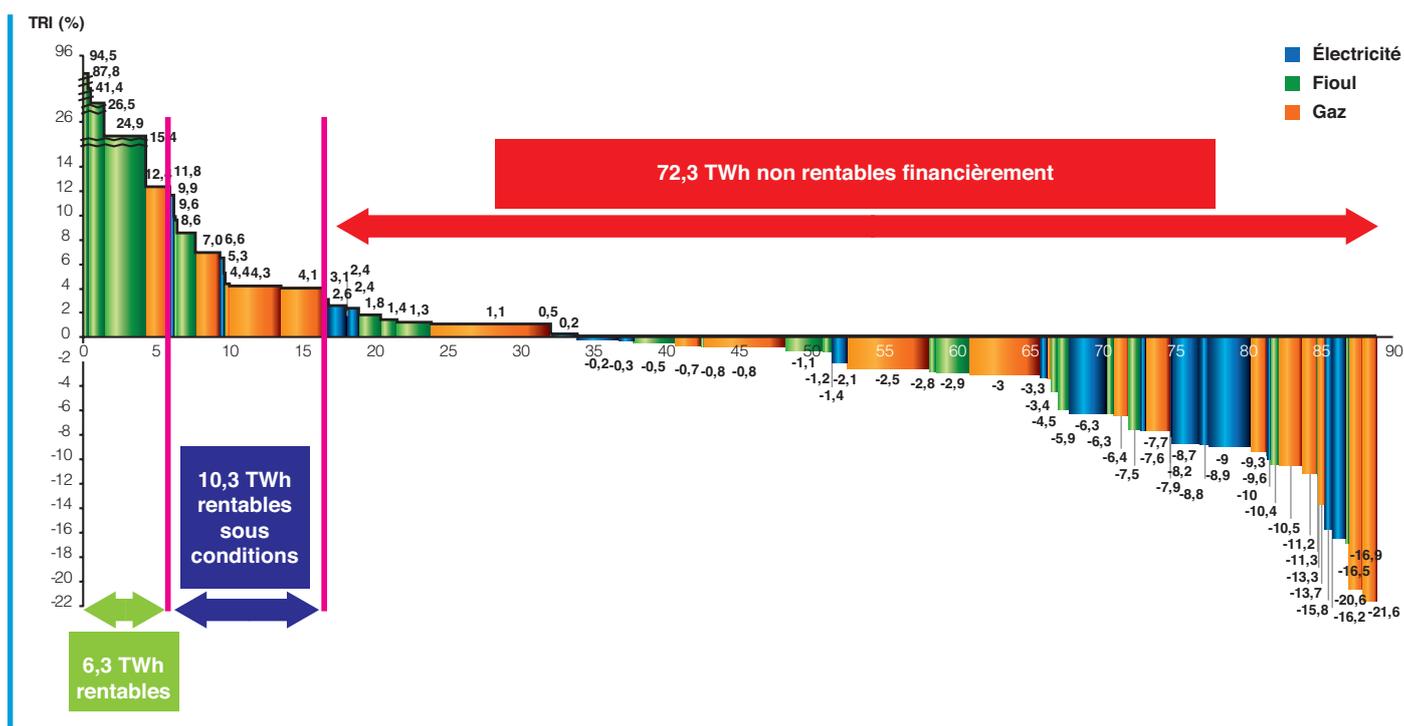
GISEMENT 2020 EN RÉSIDENTIEL, SANS EFFET REBOND (GRAPHIQUE EN TRI). VOIR DÉTAIL PAGE 52.

Le schéma ci-dessus représente :

- En ordonnée, le taux de rentabilité interne lié à chaque type d'opération (changement de chaudière, isolation des combles, etc...), ce taux variant de + 100 % à - 20% (rentabilité considérée jusqu'à + 4%)
- En abscisse, le volume de TWh économisé par an pour l'ensemble des opérations cumulées, de 0 à 114 TWh.
- En vert, figurent les volumes accessibles pour un TRI sup à 10 %
- En orange, figurent les volumes accessibles pour un TRI entre 10 et 4%
- En bordeaux, figurent les volumes pour un TRI inférieur à 4 % ou négatif

Ainsi, par exemple, la 3^{ème} colonne bleu clair, à gauche, montre que le remplacement des chaudières fioul par des chaudières à condensation gaz dans les maisons individuelles permet d'économiser 4,0 TWh de fioul avec un TRI de + 30,0 %. En revanche, la 1^{ère} colonne bleu clair de droite révèle que le remplacement de l'eau chaude fioul par des chauffe-eau solaires individuels permet d'économiser 1,4 TWh, mais avec un TRI de - 18,9 %.

AU-DELÀ DES OPÉRATIONS RENTABLES, QU'EST-IL POSSIBLE DE FAIRE POUR LE RESTE DES GISEMENTS TECHNIQUEMENT DISPONIBLES ?



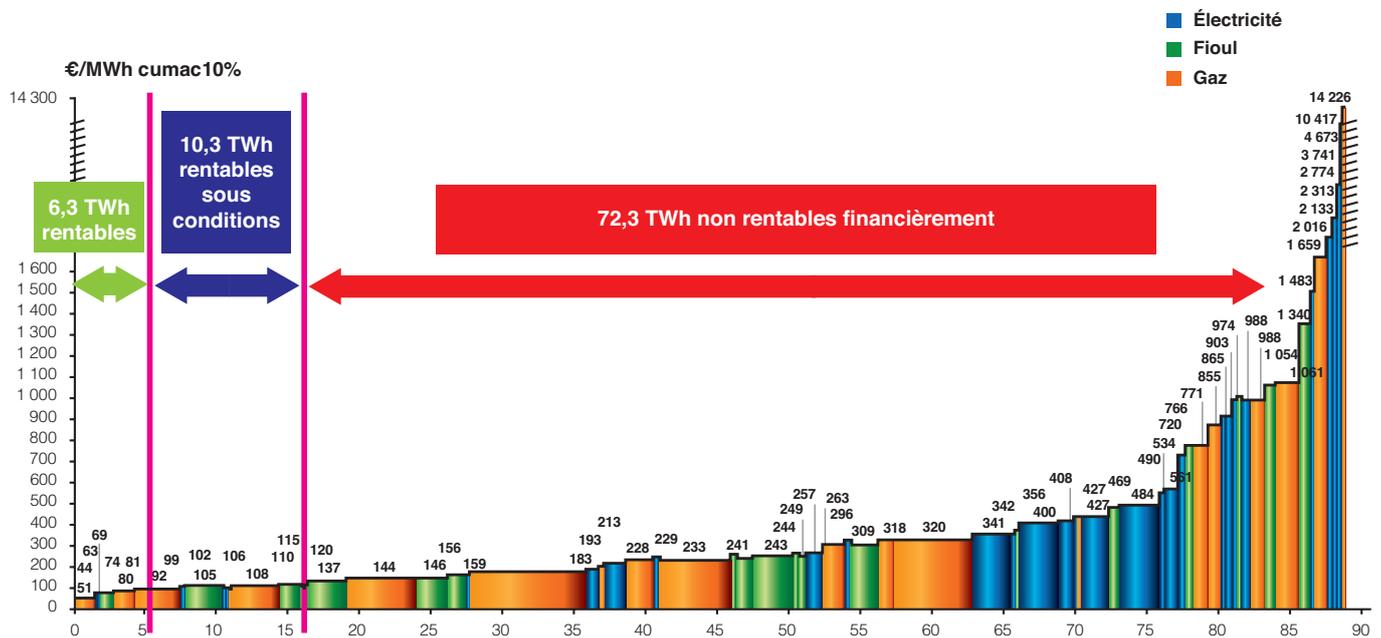
GISEMENT 2020 EN RÉSIDENTIEL, AVEC EFFET REBOND DE 30% (GRAPHIQUE EN TRI). VOIR DÉTAIL PAGE 53.

Le schéma ci-dessus représente :

- En ordonnée, le taux de rentabilité interne lié à chaque type d'opération (changement de chaudière, isolation des combles, etc...), ce taux variant de + 100 % à - 22% (rentabilité considérée jusqu'à + 4%).
- En abscisse, le volume de TWh économisé par an pour l'ensemble des opérations cumulées, de 0 à 90 TWh
- En vert, figurent les volumes accessibles pour un TRI sup à 10 %
- En orange, figurent les volumes accessibles pour un TRI entre 10 et 4%
- En bordeaux, figurent les volumes pour un TRI inférieure à 4 % ou négatif

Ainsi, par exemple, la 3^{ème} colonne bleu clair, à gauche, montre que le remplacement des chaudières fioul par des chaudières à condensation gaz en maisons individuelles permet d'économiser 2,8 TWh de gaz avec un TRI de + 24,9 %. En revanche, la 1^{ère} colonne bleu clair de droite révèle que le remplacement de l'eau chaude fioul par des chauffe-eau solaires individuels permet d'économiser 1,0 TWh, mais avec un TRI de - 21,8 %.

Euros investis / MWh cumulés actualisés à 10%



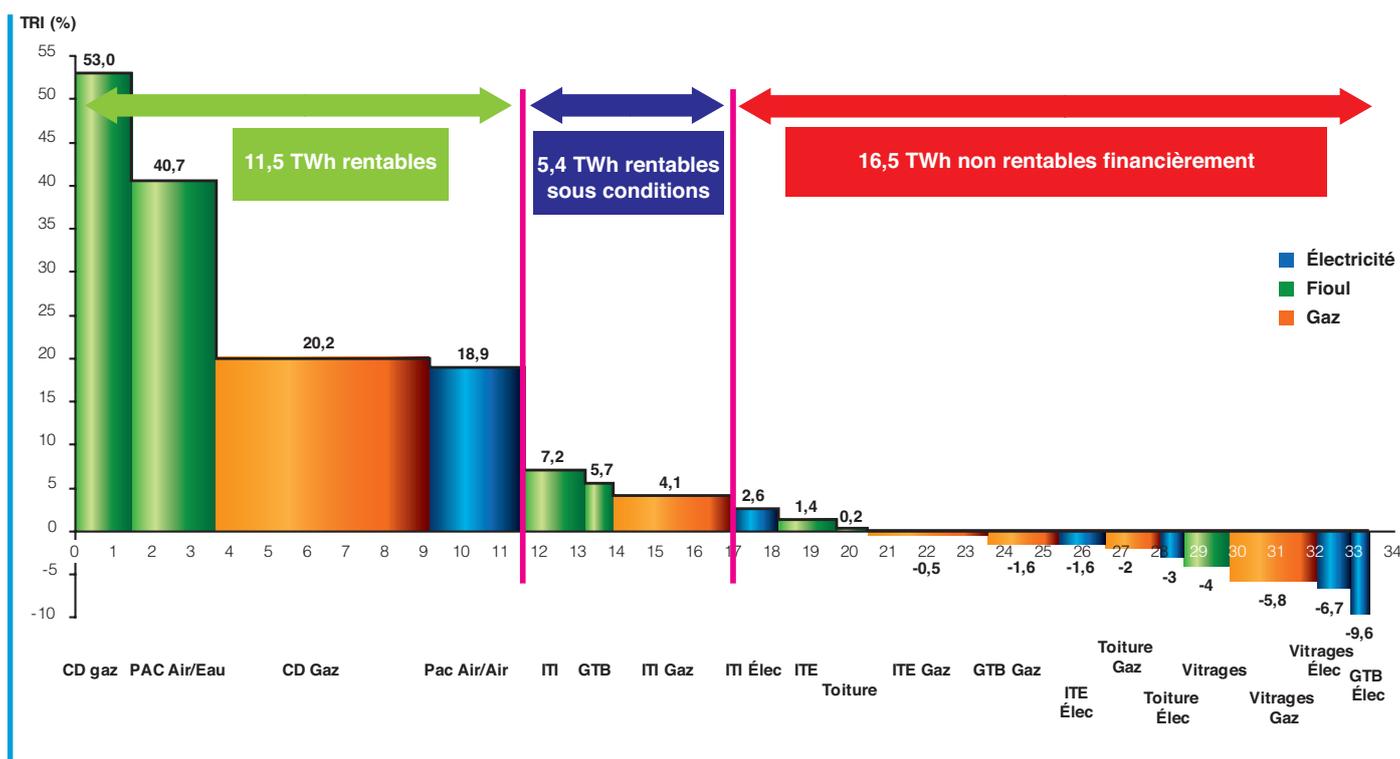
GISEMENT 2020 EN RESIDENTIEL, AVEC EFFET REBOND DE 30% (GRAPHIQUE EN €/MWH CUMAC 10%). VOIR DÉTAIL PAGE 54.

Le schéma ci-dessus représente :

- En ordonnée, le montant à investir en euros pour économiser un MWh pour chaque type d'opération (changement de chaudière, isolation des combles, etc...), ce montant variant de 44 € à 14200 €).
- En abscisse, le volume de TWh économisé par an, par chaque opération, de 0 à 90 TWh.
- En vert, figurent les volumes accessibles pour un TRI supérieur à 10 %
- En orange, figurent les volumes accessibles pour un TRI entre 10 et 4%
- En bordeaux, figurent les volumes accessibles pour un TRI inférieur à 4 % ou négatif

Ainsi, par exemple, la 1^{ère} colonne orange à gauche montre que l'isolation des combles non habitables dans les logements collectifs chauffés au gaz permettrait d'économiser 1,64 TWh avec un coût de 51€ par MWh économisé (rentable avec un prix du gaz se situant actuellement à 60 €/ MWh). En revanche, la 1^{ère} colonne orange de droite révèle que le remplacement de vitrages classiques par des vitrages isolants dans des locaux collectifs chauffés au gaz permet d'économiser 1,0 TWh, mais avec un coût de 1659 € par MWh économisé (opération non rentable au vu du prix du gaz).

AU-DELÀ DES OPÉRATIONS RENTABLES, QU'EST-IL POSSIBLE DE FAIRE POUR LE RESTE DES GISEMENTS TECHNIQUEMENT DISPONIBLES ?



GISEMENT 2020 EN TERTIAIRE (GRAPHIQUE EN TRI). VOIR DÉTAIL PAGE 54.

Le schéma ci-dessus représente :

- En ordonnée, le taux de rentabilité interne lié à chaque type d'opération (changement de chaudière, isolation des combles, etc...), ce taux variant de +53% à -10% (rentabilité considérée jusqu'à 4%).
- En abscisse, le volume de TWh économisé par an, pour l'ensemble des opérations cumulées, de 0 à 34 TWh.
- En vert, figurent les volumes accessibles pour un TRI supérieur à 10 %
- En orange, figurent les volumes accessibles pour un TRI entre 10 et 4%
- En bordeaux, figurent les volumes accessibles pour un TRI inférieurs à 4 % ou négatif

Ainsi par exemple, la 1^{ère} colonne orange, à gauche, montre que le remplacement des chaudières gaz par des chaudières à condensation gaz permet d'économiser 5,5 TWh de gaz avec un TRI de + 20,2%. En revanche, la 1^{ère} colonne orange de droite révèle que le remplacement de vitrages classiques par des vitrages isolants dans des locaux chauffés au gaz permet d'économiser 2,2 TWh, mais avec un TRI de - 5,8 %.

Obtenir l'essentiel des économies d'énergie techniquement accessibles sur les segments Résidentiel et Tertiaire impliquera un investissement financier considérable

Les figures suivantes en Résidentiel et en Tertiaire présentent, en fonction du gisement théorique cumulé, l'investissement cumulé et la part de subvention nécessaire pour assurer un TRI de 10% aux ménages et aux entreprises.

La part d'aide publique à l'investissement privé, requise pour assurer la rentabilité des opérations d'efficacité énergétique, augmente rapidement avec la profondeur d'exploitation du gisement. La part cumulée de subvention dépasse 50% du total investi :

- Pour le Résidentiel : à partir de 35 TWh, sur un gisement réaliste de 89 TWh ;
- Pour le Tertiaire : à partir de 23 TWh, sur un gisement réaliste de 33 TWh ;

Sur le Résidentiel, l'investissement total, d'ici 2020, pour atteindre les 89 TWh d'économies d'énergie réalisables, s'évalue à près de 320 milliards d'€, soit environ 35 milliards d'€/an, plus de deux fois l'investissement total de l'année 2008 dans des opérations liées à l'efficacité énergétique, année qui avait constitué un record (source : Open). Par rapport à ce montant, un TRI de 10% impliquerait un niveau de subventions de 257 MM€, tandis qu'un TRI de 4% conduirait à 212 MM€ de subventions

Le gisement total du secteur résidentiel apparaît donc inatteignable financièrement.

En ce qui concerne le secteur tertiaire, il serait nécessaire d'investir 66 MM€ pour capter l'ensemble du gisement techniquement accessible (avec un subventionnement à hauteur de 49 MM€ pour un TRI de 10%, et de 38 MM€ pour un TRI de 4%).

De fait, l'objectif Grenelle assigné au bâtiment Résidentiel et Tertiaire est, a priori, hors de portée.

Ainsi, avec un effet rebond de 30% sur le Résidentiel, les économies d'énergies techniquement accessibles dans les secteurs Résidentiel (89TWh/an) et Tertiaire (33 TWh/an) nécessiteraient un investissement total de 390 MM€, ce qui, ajouté aux investissements de MDE tendancielle évoqués plus haut (1^{ère} partie page 14) d'un montant de 140 MM€, porterait l'effort total à 530 MM€.

FIGURE 30
INVESTISSEMENT
CUMULÉ ET SUBVENTION
NÉCESSAIRE POUR
ASSURER DES TRI DE 4
ET 10 % AUX MÉNAGES
(Mds€)

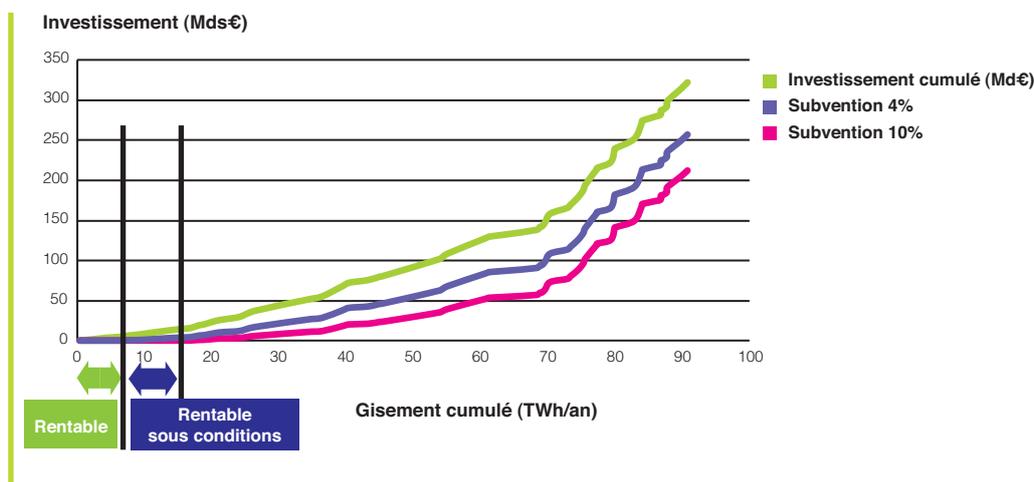
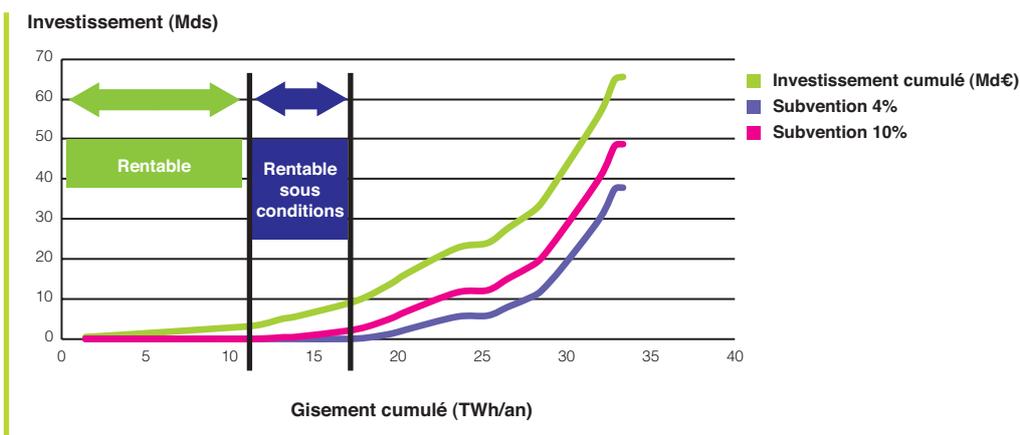


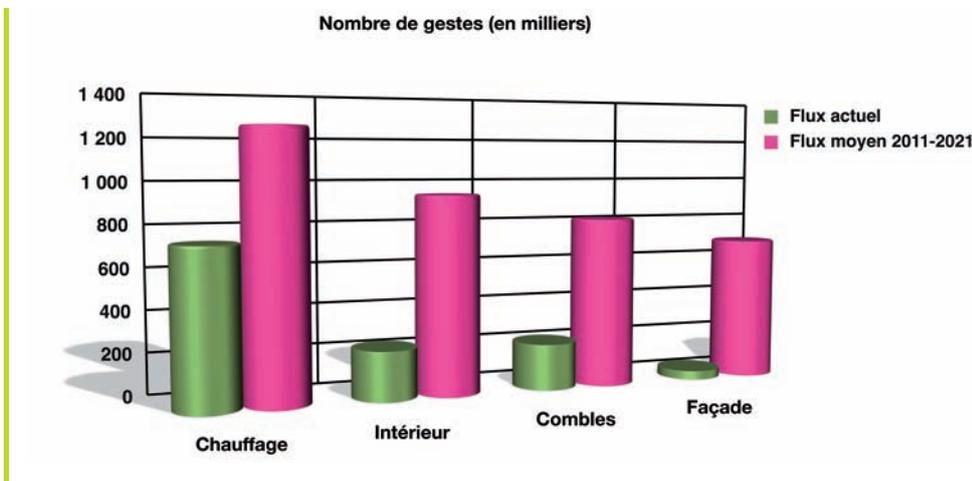
FIGURE 31
INVESTISSEMENT CUMULÉ ET SUBVENTION NÉCESSAIRE POUR ASSURER DES TRI DE 4 ET 10 % DANS LE SECTEUR TERTIAIRE (Mds€)



Les gisements d'Efficacité Énergétique techniquement accessibles sont hors de portée des filières

Au regard des enseignements des ordres de priorités Résidentiel et Tertiaire présentés ci-dessus, il s'avère que les flux de travaux qui seraient nécessaires pour atteindre les objectifs Grenelle 2020, sont sans commune mesure avec les capacités d'intervention des filières correspondantes (cf. graphique ci-dessous figure 32)

FIGURE 32
COMPARAISON DU NOMBRE DE GESTES ACTUELS (MILLIERS) ET DU NOMBRE DE GESTES CORRESPONDANT À L'ATTEINTE DU GISEMENT TOTAL RÉSIDENTIEL (GESTES EN MILLIERS)



Il apparaît notamment que les capacités des filières Isolation (combles, ITI, ITE) sont très insuffisantes pour répondre aux gestes d'économies d'énergies escomptées d'ici 2020.

L'impact de l'efficacité énergétique sur les émissions de CO₂

Une estimation des émissions de CO₂ évitées a été réalisée en utilisant les « contenus carbone » suivants :

- **Électricité** : 210 g/kWh⁽¹⁸⁾
- **Gaz** : 205 g/kWh⁽¹⁹⁾
- **Fioul** : 271 g/kWh⁽²⁰⁾

Résidentiel & Tertiaire :

Les gains CO₂ des segments « Rentable » et « Rentable sous condition » s'évaluent à 9,2 Mt CO₂, soit 10,5 % des émissions totales de CO₂ des secteurs Résidentiel et Tertiaire.

Les gains CO₂ du segment « Non rentable financièrement » s'évaluent à 19,5 Mt CO₂, soit 22 % des émissions totales de CO₂ du Résidentiel et du Tertiaire.

Sur l'ensemble des 123 TWh du gisement techniquement accessible Résidentiel et Tertiaire, le coût de la réduction des émissions de CO₂ s'évalue à 13 500 € / tCO₂ dont 10 700 € / tCO₂ d'aide publique à 10% (8 700€ / tCO₂ d'aide publique à 4%).

Sur les 33 TWh des gisements rentables et rentables sous condition, ce même coût s'évalue à 2 000 € / tCO₂ dont 330 € / tCO₂ d'aide publique à 10%.

L'étude permet donc de constater que si l'efficacité énergétique a un impact non négligeable sur les émissions de CO₂, les coûts d'obtention de ce résultat sont en revanche extrêmement élevés.

Les emplois créés par les actions d'efficacité énergétique

Une estimation du nombre d'emplois créés en équivalent temps plein a été réalisée en utilisant les « contenus emplois » suivants⁽²¹⁾ :

- **Solaire thermique** : 8,3 Équivalents Temps Plein (ETP) par M€ investis en France
- **PAC domestiques** : 7,7 ETP / M€
- **Amélioration énergétique des logements existants** : 13,3 ETP / M€
- **Chaudière à condensation** : 9,4 ETP / M€

Résidentiel & Tertiaire :

30 000 ETP seraient générés sur les segments « Rentable » et « Rentable sous condition ».

450 000 ETP seraient générés sur le segment « Non rentable financièrement ».

Sur l'ensemble des 123 TWh du gisement techniquement accessible Résidentiel et Tertiaire, le coût relatif aux emplois créés s'évalue à 80 000 € / ETP, dont 62 000 € / ETP d'aide publique à 10% (52 000 € / ETP d'aide publique à 4%).

Sur les 33 TWh des gisements rentables et rentables sous condition, ce même coût s'évalue à 95000 € / ETP, dont 24 000 € / ETP d'aide publique à 10%.

(18) Source : Note Ademe 2012. Évaluation du contenu en dioxyde de carbone (CO₂) des différents usages de l'électricité distribuée en France métropolitaine entre 2008 et 2010.

(19) Source : Bilan Carbone de l'Ademe. 2007.

(20) Idem ci-dessus.

(21) Source Rapport niches fiscales 2011 (<http://www.economie.gouv.fr/economie/rapport-comite-d%E2%80%99evaluation-des-depenses-fiscales-et-des-niches-sociales>).

Remarque :

- Les emplois liés à l'évolution des consommations énergétiques (baisse des consommations mais aussi substitution du fioul vers le gaz ou l'électricité) ne sont pas pris en compte.
- Il est considéré que les opérations d'amélioration sont neutres en termes d'emplois puisque ces opérations ne sont qu'une réorientation du flux d'opérations attendues d'ici à 2020 vers des opérations plus économes en énergie et rentables.
- Le coût relatif à un ETP créé est paradoxalement plus élevé pour les gisements rentables que pour les gisements non rentables, du fait que les premiers utilisent moins de main d'œuvre dans leur réalisation.

L'impact des actions d'efficacité énergétique sur la balance commerciale nationale

Les soldes commerciaux des principales filières concernées par cette étude sont donnés dans le Rapport niches fiscales 2011⁽²²⁾.

Seules les filières « solaire thermique » et « bois énergie » présentent un solde positif. Les autres contribuent à la dégradation de la balance commerciale française.

Ainsi, les importations françaises (nettes des exportations) en chaudières à condensation et en pompes à chaleur s'élèvent respectivement à 173 M€ et 479 M€.

Les filières relatives à l'isolation thermique des parois opaques et vitrées présentent une balance commerciale négative de l'ordre de 213 M€.

Contrairement aux pompes à chaleur principalement importées d'Asie, la dépendance de la France en chaudières à condensation et en matériaux d'isolation thermique (parois et vitrages) est beaucoup plus marquée vis-à-vis des pays européens (Belgique, Allemagne, Suède).

A partir des données contenues dans le rapport interministériel de 2011 sur l'évaluation des dépenses et niches fiscales, il est possible d'estimer l'impact sur la balance commerciale française d'un million d'euros consommé dans une filière donnée (cf. dernière colonne du tableau ci-dessous) :

	Production [M€] (*)	Importation [M€] (*)	Exportation [M€] (*)	Impact sur la balance commerciale française en M€/M€ consommé
Solaire thermique	628	82	134	0,07
Solaire PV	660	176	136	-0,05
PAC domestiques	1 900	570	91	-0,19
Bois énergie domestique	2 236	56	70	0,01
Amélioration énergétique des logements existants (isolation et pose des ouvertures)	8 585	341	128	-0,02
Chaudières à condensation	1 012	235	62	-0,14

(*) Source : Rapport Niches Fiscales

L'utilisation des indicateurs ci-dessus (Impact sur la balance commerciale française en M€/M€ consommé) et la connaissance du montant des investissements à consentir dans les différentes filières d'efficacité énergétique, permet d'estimer l'impact de l'atteinte des gisements d'économies d'énergie sur la balance commerciale nationale (hors consommation d'énergie).

(22) Source : Rapport niches fiscales 2011 (<http://www.economie.gouv.fr/economie/rapport-comite-d%E2%80%99evaluation-des-depenses-fiscales-et-des-niches-sociales>).

Le tableau suivant montre l'impact brut des principales opérations d'efficacité énergétique analysées dans cette étude, sur la balance commerciale française.

Md€	Solaire thermique	Pompes à chaleur domestiques	Isolation et pose des ouvertures	Chaudières à condensation	Total
Rentable	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,5
Rentable sous conditions	0,0	0,0	-0,2	-0,4	-0,5
Non rentable financièrement	1,7	-2,8	-6,3	-2,1	-9,6

Pour évaluer ensuite l'impact net des opérations d'efficacité énergétique en tenant compte de la baisse induite de la facture énergétique française, les valeurs suivantes ont été utilisées⁽²³⁾ :

- Prix moyen des produits pétroliers raffinés importés : 492,8 € / t
- Cours moyen spot du gaz NBP : 5,1 (€ / MBtu)
- Prix estimé de l'électricité exportée : 4,46 € / kWh

Ensuite, plutôt que d'analyser l'impact sur la balance commerciale de la consommation (ou de l'économie) d'1kWh d'électricité en termes d'importations de combustibles fossiles, d'uranium, il a été considéré que ce kWh pouvait être valorisé à l'export au prix ci-dessus (i.e. 1 kWh économisé est valorisé comme une recette supplémentaire pour la France et non comme une dépense en moins).

Le tableau ci-dessous évalue l'impact sur la facture énergétique française des opérations d'efficacité énergétique :

Md€	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL	TOTAL
Rentable	-0,02	-0,24	1,35	1,1
Rentable sous condition	0,01	0,20	0,16	0,4
Non rentable financièrement	0,91	0,87	0,76	2,6

Au total, en intégrant leurs impacts en termes de facture énergétique, seules les opérations d'efficacité énergétique du segment rentable améliorent la balance commerciale française d'ici à 2020 (impact annuel) :

- Gisement rentable = amélioration de la balance de 0,6 Md€
- Gisement rentable sous conditions = dégradation de la balance de 0,16 Md€
- Gisement non rentable financièrement = dégradation de la balance de 7,05 Md€

(23) Base de données PEGASE. Valeurs 2010. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

D'autres secteurs comme le Transport peuvent être en capacité d'apporter un surplus d'économies d'énergie à coût modéré

Comme déjà explicité précédemment, l'effort du Grenelle repose essentiellement sur le secteur du bâtiment Résidentiel et Tertiaire (88%), et peu sur le Transport (12%).

Or, nous venons de voir que les objectifs Grenelle 2020 sur les secteurs Résidentiel et Tertiaire sont inatteignables, sauf à engager des opérations très onéreuses dont la plus grosse partie devrait être fortement subventionnée.

Il apparaît donc pertinent de rechercher si d'autres secteurs ne pourraient pas être mis plus fortement à contribution sur des opérations moins onéreuses que celles susmentionnées.

A titre d'exemple, dans le Transport, une opération à coût quasi-nul - la réduction de la vitesse de 10 km/h sur autoroutes et routes nationales - amènerait plus de 10 TWh de gisement d'économies d'énergie.

Il est à noter que l'intérêt de ce type d'opérations (réduction de la vitesse, report modal...) a été souligné par la Commission Européenne dans l'étude « Impact assessment » du 8 mars 2011 (cf. graphique ci-dessous).

Cette étude fait ressortir des gisements Transport rentables, notamment comportementaux, très supérieurs à ceux dont dispose le Résidentiel ou le Tertiaire.

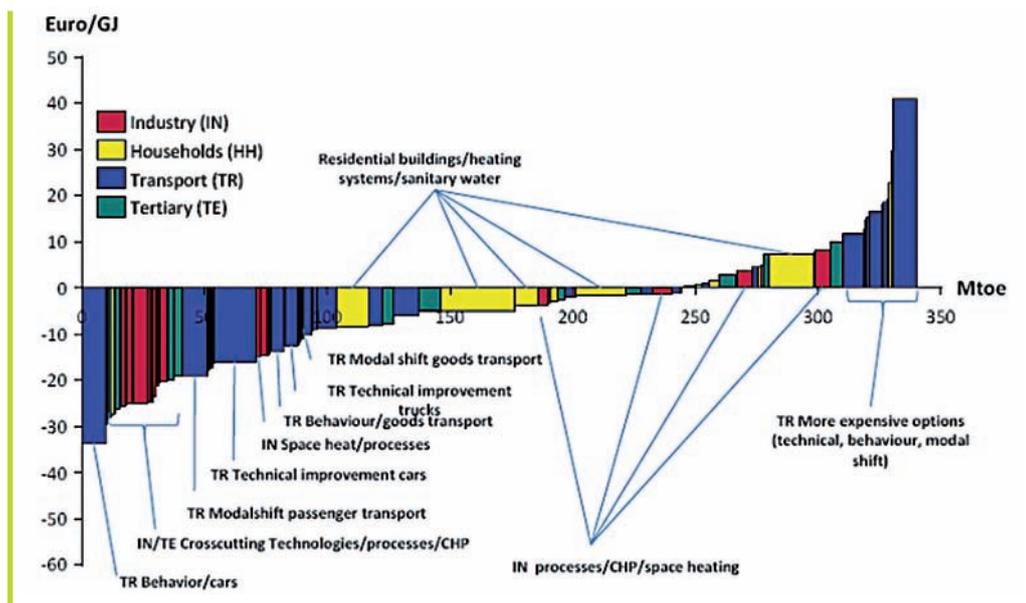


FIGURE 33
OVERALL COST-CURVE FOR ENERGY EFFICIENCY OPTIONS OF END-USE SECTORS IN THE EU27 IN 2020. ENERGY SAVINGS ARE EXPRESSED IN FINAL ENERGY UNITS. ENERGY SAVINGS (X-AXIS) ARE RELATIVE TO THE BASELINE (SOURCE: ECF STUDY BASED ON FRAUNHOFER ET AL., 2009).

SEXUAL ABUSE

01 ANNEXE

EXPLICATION DU PRINCIPE DE CALCUL DE L'ORDRE DE PRIORITÉ EN EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

A OBJECTIFS

Une politique d'efficacité énergétique (EE) dans le bâtiment implique la réalisation d'actions (dites encore « gestes ») qui se traduisent, concrètement, soit par des installations de matériel (par exemple, des chaudières plus efficaces), soit par la modification de l'enveloppe du bâtiment (par exemple, l'isolation des combles de ce bâtiment).

Or, il apparaît maintenant assez clairement qu'une politique d'efficacité énergétique ambitieuse impliquera nécessairement la mobilisation de moyens matériels, humains et financiers considérables.

De ce fait, il semble donc logique que, pour optimiser les investissements, les décideurs puissent disposer d'une méthode permettant de choisir les actions les plus efficaces et les moins coûteuses... c'est l'objectif poursuivi par **la détermination d'un ordre de priorité en efficacité énergétique**.

B PRINCIPES DU CALCUL

Une action d'EE implique nécessairement de dépenser une somme, on parle d'investissement en EE.

Par exemple, acheter et installer une chaudière à condensation gaz, c'est investir 4000 €.

Par contre, cet achat est supposé générer ensuite une économie, c'est-à-dire que, pour un niveau de confort identique, la chaudière à condensation consommera moins de gaz que la chaudière à basse température, ou que la chaudière à fioul, qu'elle remplace.

Ainsi, une chaudière à condensation permettrait à l'investisseur, et au prix actuel du gaz, d'économiser environ 400 € par an.

A partir de là, deux types de calculs sont possibles :

- Soit rapprocher le coût de l'investissement du montant de l'économie réalisée, ce qui donne une valeur en € / MWh du coût nécessaire pour économiser une unité énergétique ;
- Soit totaliser le montant des économies annuelles jusqu'à ce qu'elles atteignent la valeur de l'investissement, ce qui donne un résultat en nombre d'années : par exemple, si l'économie annuelle est de 400 € et que l'investissement a coûté 4000 €, le temps de retour sur investissement sera de 10 ans.

C DÉTERMINATION DE LA RENTABILITÉ

- Si le premier calcul donne par exemple, une valeur de 76 € / MWh, alors que le prix du gaz se situe à 80 € / MWh, l'action est rentable.
- Pour le second calcul, si l'équipement installé a une durée de vie de 15 ans, l'action est rentable puisque l'investissement est récupéré sur 10 ans.

Néanmoins, les exigences des mathématiques financières conduisent à compliquer un peu ce raisonnement très simple en introduisant la notion d'actualisation des flux, le principe étant de considérer que pour un investisseur, 100 € en 2012 n'ont pas la même valeur que 100 € en 2020.

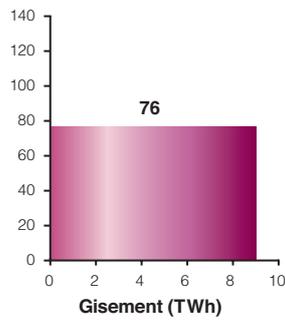
Les valeurs successives des économies d'énergie ont donc été calculées en leur appliquant un taux d'actualisation (compris dans l'étude entre 4 et 10 %), ce qui a permis de calculer un taux de rentabilité interne (TRI) pour chaque opération.

D PRINCIPES DU CLASSEMENT

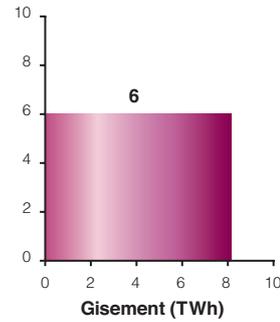
Les deux classements (€/MWh et TRI) sont repris dans l'approche « ordre de priorité » car ils permettent de donner un éclairage différent sur la pertinence des actions, soit en les positionnant par rapport au coût de l'énergie, soit par rapport à leur rentabilité mesurée par rapport à la durée de vie, le classement se faisant dans l'ordre de l'efficacité économique.

Le classement devient tout à fait complet quand, pour la valeur de rentabilité attribuée à chaque technologie, on lui affecte le gisement d'économie total que cette technologie peut réaliser en France (exprimé en TWh).

EXEMPLE D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION EN REMPLACEMENT CHAUDIÈRE CLASSIQUE



€ investis par MWh économisé



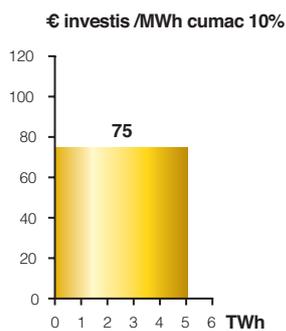
Taux de rentabilité interne (act à 10%)

PRINCIPAUX COMPLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES

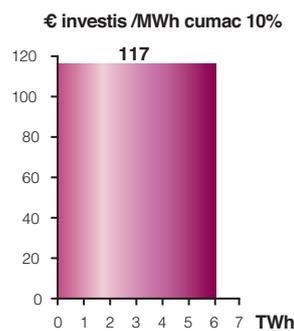
E Principe de non-additionnalité

Lorsqu'une opération d'efficacité est réalisée, cela réduit d'autant le gisement auquel l'opération suivante peut accéder. Ainsi une chaudière à condensation qui, prise isolément, serait rentable à partir de 76 € / MWh, ne sera plus rentable qu'à 117 € si une opération d'isolation des combles est faite avant (gisement en baisse mais investissement identique).

EUROS INVESTIS PAR MWh CUMULÉS ACTUALISÉS À 10 % POUR DEUX OPÉRATIONS ÉVALUÉES AVEC EFFET CUMULATIF



Isolation
combles perdus
gaz



Chaudière condensation
remplacement gaz
combles perdus

F PROBLÈME DE L'EFFET REBOND (ET SUBSIDIAREMENT DE MALFAÇONS, D'USURE OU DE BAISSÉ DE RENDEMENT)

Une efficacité énergétique accrue induit, logiquement, pour le bénéficiaire, une baisse de consommation et donc une amélioration de sa facture. Face à cette situation, il est pourtant courant de voir, par exemple, le niveau de confort thermique du client augmenter en moyenne de 30%. Ainsi un équipement qui doit permettre, techniquement, d'économiser 3 MWh à 75 €, soit 225 €, ne permettra d'économiser, par le comportement même de l'utilisateur, que 2 MWh, soit 150 € / an.

G DONNÉES UTILISÉES DANS LE CALCUL DE L'ORDRE DE PRIORITÉ :

Les prix des énergies sont les prix au 1^{er} janvier 2012.

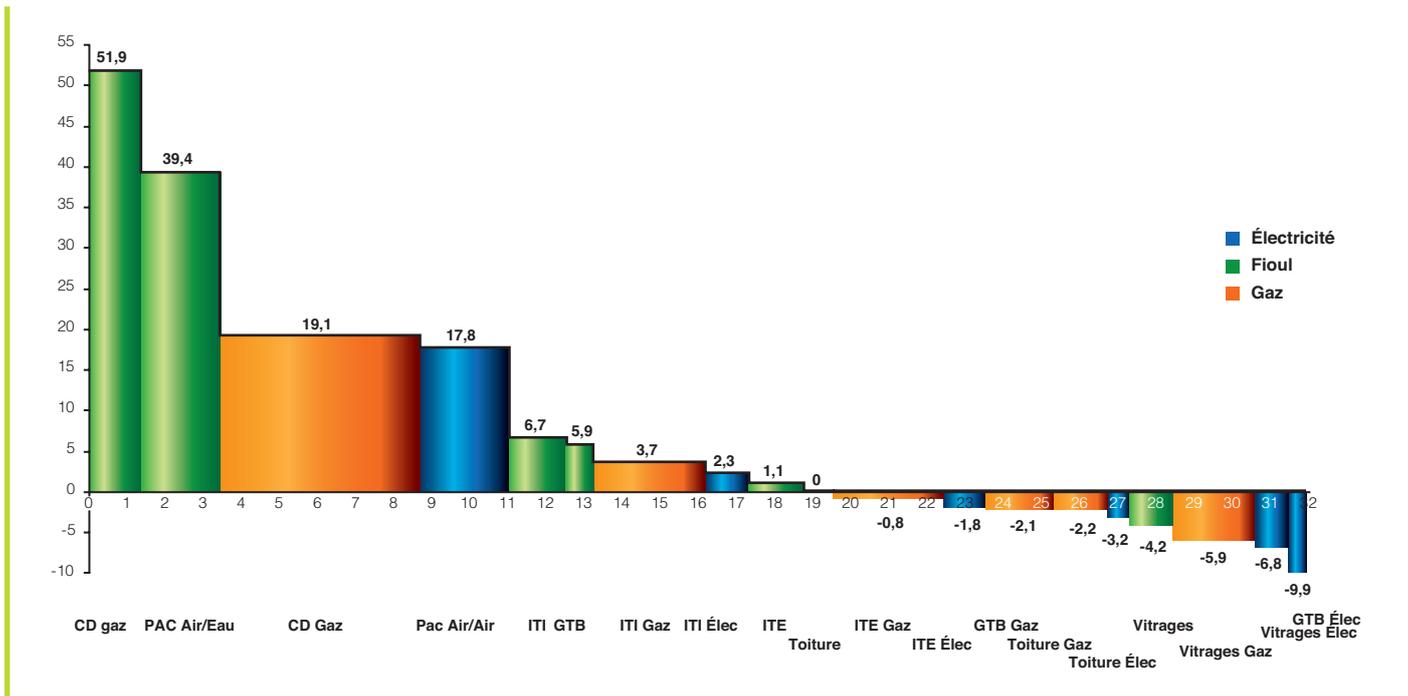
Les coûts des investissements sont les coûts qui ont été relevés dans le cadre des CEE réalisés avant 2012.

Les montants des économies d'énergie sont issus des calculs de l'Anah.

L'ensemble des calculs a été réalisé en € constants, dans l'état actuel des technologies disponibles.

02

ANNEXE



ORDRE DES PRIORITÉS TERTIAIRE AVEC UN EFFET REBOND DE 5 %. (EN TRI)

03

ANNEXE

Les tableaux suivants regroupent les économies unitaires des principales opérations supplémentaires dans le secteur Résidentiel. Les consommations unitaires moyennes de chauffage (parc d'avant 1990, source CEREN) sont les suivantes :

Consommation de chauffage [kWh/logement]	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Maisons individuelles	5 723	14 317	16 032
Logements collectifs	3 641	9 236	10 679

Économies unitaires des principales opérations supplémentaires en maisons individuelles⁽²⁴⁾ (ces économies sont calculées à partir des fiches de calcul des CEE ainsi que de données ANAH).

Opérations	ÉCONOMIES UNITAIRES (KWH/LOGEMENT)		
	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Isolation thermique intérieure (ITI)	1 145	2 865	3 205
Isolation thermique extérieure (ITE)	1 430	3 580	4 010
Isolation combles	2 000	5 011	5 610
Doubles vitrages	285	715	800
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	3 615		11 640
Chaudière à condensation (CD) individuelle gaz		6 570	6 770
Chaudière à condensation (CD) individuelle fioul			6 415

Économies unitaires des principales opérations supplémentaires en logements collectifs⁽²⁵⁾ (ces économies sont calculées à partir des fiches de calcul des CEE ainsi que de données ANAH).

Opérations	ÉCONOMIES UNITAIRES (KWH/LOGEMENT)		
	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Isolation thermique intérieure (ITI)	1 620	4 120	4 745
Isolation thermique extérieure (ITE)	1 490	3 785	4 360
Isolation combles	360	915	1 060
Doubles vitrages	365	925	1 080
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	2 427		7 755
Chaudière à condensation (CD) gaz		3 290	4 510
Chaudière à condensation (CD) fioul			6 415

(24) Voir page 45 pour l'additionalité des économies d'énergie.

(25) Voir page 45 pour l'additionalité des économies d'énergie.

Économies unitaires des principales opérations d'amélioration en maisons individuelles⁽²⁶⁾ (ces économies sont calculées à partir des fiches de calcul des CEE ainsi que de données ANAH).

Opérations	ÉCONOMIES UNITAIRES (KWH/LOGEMENT)		
	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Isolation thermique extérieure (ITE)	1 145	2 865	3 205
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	3 815		6 970
Chaudière à condensation (CD) individuelle gaz		1 045	885
Chaudière à condensation (CD) individuelle fioul			885

Économies unitaires des principales opérations d'amélioration en logements collectifs⁽²⁷⁾ (ces économies sont calculées à partir des fiches de calcul des CEE ainsi que de données ANAH).

Opérations	ÉCONOMIES UNITAIRES (KWH/LOGEMENT)		
	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Isolation thermique extérieure (ITE)	1 490	3 785	4 360
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	2 427		4 640
Chaudière à condensation (CD) gaz		780	590
Chaudière à condensation (CD) fioul			590

Dans le secteur tertiaire, les consommations de référence sont de 75 kWh/m² pour les bâtiments chauffés à l'électricité et de 125 kWh/m² pour ceux chauffés au gaz ou au fioul. Les économies d'énergie engendrées par les différentes opérations d'EE sont données dans le tableau ci-dessous.

Économies unitaires des principales opérations supplémentaires en tertiaire (ces économies sont calculées à partir des fiches de calcul des CEE ainsi que de données ANAH).

Opérations	ÉCONOMIES UNITAIRES (KWH/M ²)		
	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Isolation thermique intérieure (ITI)	18,5	26,5	26,5
Isolation thermique extérieure (ITE)	18,5	26,5	26,5
Isolation de la toiture	9	9	9
Doubles vitrages	20	28	28
GTB	11,2	18,8	18,8
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	28		
Chaudière à condensation (CD) individuelle gaz		35,7	35,7
PAC Air/Eau (PAC A/E)			54,7

(26) Voir page 45 pour l'additionalité des économies d'énergie.

(27) Voir page 45 pour l'additionalité des économies d'énergie.

04

ANNEXE

Hypothèses principales utilisées pour le calcul des gisements résidentiels à l'échelle nationale

	FLUX NATUREL (LOGEMENTS/AN)	PART DU PARC POUVANT BÉNÉFICIER DE L'OPÉRATION
Isolation thermique intérieure (ITI)	151 800 en MI 552 000 en LC	50 % du parc
Ravalement de façade	275 000 en MI 25 000 en LC	
Isolation thermique extérieure (ITE)	42 000 en MI 4 000 en LC	50 % du parc
Isolation combles habitables (CH)	125 000 en MI 27 500 en LC	70 % du parc en MI 50 % du parc en LC
Isolation combles non habitables (CNH)	53 400 en MI 27 500 en LC	30 % du parc en MI 50 % du parc en LC
Doubles vitrages	760 000	100 % du parc
Eau chaude sanitaire effet joule	280 000	
Eau chaude sanitaire thermodynamique	80 000	65 % du parc
Eau chaude sanitaire solaire	40 000	30 % du parc en MI
Chauffage électrique à effet joule	220 000	
Pompe à chaleur air/air	70 000	90 % du parc en MI Électrique et Fioul 50 % du parc en LC Électrique et Fioul
Chaudière gaz (hors condensation)	150 000 en MI 175 000 en LC	
Chaudière condensation gaz	100 000 en MI 120 000 en LC	100 % du parc de MI et LC gaz 55 % du parc de MI fioul et 90 % du parc de LC fioul

05

ANNEXE

Coûts unitaires des principales opérations dans les logements chauffés à l'électricité⁽²⁸⁾ (source EdF-GdF Suez).

Opérations	MAISONS INDIVIDUELLES [€TTC/LGT]	LOGEMENTS COLLECTIFS [€TTC/LGT]
Isolation thermique intérieure (ITI)	8 100	4 560
Isolation thermique extérieure (ITE)	13 930	5 760
Isolation combles habitables	5 960	430
Isolation combles non habitables	3 825	275
Isolation du plancher (par le sous-sol)	3 935	275
Doubles vitrages	9 000	4 500
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	8 400	5 000
Eau chaude sanitaire solaire	7 000	
Eau chaude sanitaire thermodynamique		3 000

Coûts unitaires des principales opérations dans les logements chauffés au gaz⁽²⁹⁾ (source EdF-GdF Suez).

Opérations	MAISONS INDIVIDUELLES [€TTC/LGT]	LOGEMENTS COLLECTIFS [€TTC/LGT]
Isolation thermique intérieure (ITI)	8 400	5 750
Isolation thermique extérieure (ITE)	14 450	7 260
Isolation combles habitables	6 230	540
Isolation combles non habitables	4 005	347
Isolation du plancher (par le sous-sol)	4 080	345
Doubles vitrages	9 000	5 400
Chaudière condensation individuelle		4 300
Chaudière condensation collective		2 000
PAC air/eau	13 500	
Eau chaude sanitaire solaire	7 000	

(28) L'estimation des coûts repose en partie sur la définition de bâtiments de référence (EDF-GdF Suez). Des différences de caractéristiques existent (notamment en termes de surface habitable, de surface d'enveloppe) et justifient que les coûts des opérations de rénovation d'enveloppe diffèrent faiblement selon le segment résidentiel considéré.

(29) Idem (28).

Coûts unitaires des principales opérations dans les logements chauffés au fioul⁽³⁰⁾ (source EdF-GdF Suez).

Opérations	MAISONS INDIVIDUELLES [€TTC/LGT]	LOGEMENTS COLLECTIFS [€TTC/LGT]
Isolation thermique intérieure (ITI)	9 700	5 750
Isolation thermique extérieure (ITE)	16 685	7 260
Isolation combles habitables	7 140	540
Isolation combles non habitables	4 590	347
Isolation du plancher (par le sous-sol)	4 700	345
Doubles vitrages	9 900	5 400
Chaudière condensation individuelle fioul	5 500	
Chaudière condensation individuelle gaz	4 300	
Chaudière condensation collective gaz		2 000
PAC air/air	8 400	5 000
PAC air/eau	13 500	
Eau chaude sanitaire solaire	7 000	

Coûts unitaires des principales opérations en tertiaire (source EdF-GdF Suez).

Opérations	COÛTS UNITAIRES (€HT/M ²)		
	ÉLECTRICITÉ	GAZ	FIOUL
Isolation thermique intérieure (ITI)	28	28	28
Isolation thermique extérieure (ITE)	57	57	57
Isolation de la toiture	18	18	18
Doubles vitrages	128	128	128
GTB	10	10	10
Pompe à chaleur air/air (PAC A/A)	9		
Chaudière à condensation (CD) individuelle gaz		10	
PAC Air/Eau (PAC A/E)		10	14

(30) Idem (28).

06

ANNEXE

GRAPHIQUE DE LA PAGE 33

GISEMENT 2020 EN RÉSIDENTIEL, SANS EFFET REBOND

	GISEMENT TWH	TRI				GISEMENT TWH	TRI		
		ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL			ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL
Chaudières CD gaz MI	0,496			99%	Chaudières CD MI	5,952		0%	
Chaudière CD gaz LC	0,115			92%	ITI LC gaz	0,619			-1%
CD gaz LC	1,439			50%	ITI LC élec	0,033			-1%
Isolation CNH en LC Fioul	0,032			43%	ITE en LC	7,243		-1%	
CD gaz MI	4,045			30%	ECS Thermo en MI	3,638	-2%		
Isolation CH en LC Fioul	0,032			24%	ITE en MI	0,633	-2%		
PAC air/air LC	0,101			19%	ITE LC gaz	0,627			-2%
Isolation CNH en LC	2,347		19%		ITE LC élec	0,033			-3%
Isolation CNH en LC	0,382	18%			ECS Thermo	2,886	-5%		
ITE - Fioul en LC	0,065			15%	ITI MI Elec	0,581			-5%
Isolation CNH en MI Fioul	1,920			13%	ITI MI gaz	0,504			-6%
Isolation CNH en LC Gaz	0,166			12%	ITE MI Elec	0,934			-6%
Isolation CH en LC	2,347		11%		ITI en MI	1,034		-7%	
PAC air/air LC	0,324			11%	PAC air/air en MI	3,557	-7%		
Isolation CH en LC	0,382	11%			Vitrage en LC	0,083	-7%		
Chaudières CD Collective	4,054		9%		ITE MI gaz	0,810			-8%
PAC AA / convecteurs en LC	1,169	8%			ITE en MI	1,661		-8%	
ITE - Gaz en LC	0,475		8%		Chaudières CD GN	1,436		-8%	
Isolation CNH en MI	5,145		8%		ITI en MI	0,316	-8%		
PAC air/air MI	3,194			6%	Chaudières CD Ind LC	1,929		-9%	
PAC AA / convecteurs en MI	2,668	6%			PAC air/air en LC	0,197	-9%		
Isolation CNH en MI	1,828	5%			ITE en MI	0,509	-9%		
PAC air/air MI	3,756			5%	Vitrages LC gaz	0,029			-9%
ITE en LC	0,059	5%			Vitrage LC élec	0,002			-10%
ITE - Fioul en MI	2,096			4%	Vitrage en LC	1,004		-10%	
Isolation CH MI	11,759		4%		Vitrages MI Elec	0,074			-10%
Isolation CNH en MI Gaz	1,356			2%	Chaudières CD GN	0,535		-11%	
Isolation CH MI	4,179	2%			Vitrage MI gaz	0,059			-12%
ITI en LC	1,420	2%			Vitrage en MI	0,010		-13%	
Isolation CH en MI Elec	2,941			1%	ECS Solaire (CESI)	0,741	-13%		
ITE - Gaz en MI	2,589		1%		ECS Solaire (CESI)	1,317	-13%		
Isolation CH en LC Gaz	0,328			1%	Vitrage en MI	0,041	-14%		
ITI en LC	7,146		1%		ECS Solaire (CESI) / Fioul	0,222			-14%
Chaudières CD Collective	0,408		0%		ECS Solaire (CESI) / gaz	1,446		-18%	
Isolation CH en MI Gaz	3,100			0%	ECS Solaire (CESI) / gaz	1,347		-19%	
ITE en LC	1,439	0%			ECS Solaire (CESI) / gaz	0,894		-19%	

**GRAPHIQUE
DE LA PAGE 34**

GISEMENT 2020 EN RÉSIDENTIEL, AVEC EFFET REBOND DE 30%

	GISEMENT TWH	TRI				GISEMENT TWH	TRI		
		ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL			ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL
Chaudières CD gaz MI	0,347			94%	ITE en LC	1,041	-2%		
Chaudière CD gaz LC	0,081			88%	ITE en LC	5,604		-3%	
CD gaz LC	1,007			41%	ITE LC gaz	0,553			-3%
Isolation CNH en LC Fioul	0,022			26%	PAC air/air MI	2,236			-3%
CD gaz MI	2,831			25%	Chaudières CD MI	4,839		-3%	
Isolation CH en LC Fioul	0,022			15%	ITE en MI	0,492	-3%		
Isolation CNH en LC	1,643		12%		Chaudières CD Collective	0,285		-3%	
Isolation CNH en LC	0,267	12%			ITI MI Elec	0,475			-4%
ITE - Fioul en LC	0,046			10%	ITE MI Elec	0,764			-6%
Isolation CNH en LC Gaz	0,142			10%	ECS Thermo en MI	2,547	-6%		
Isolation CNH en MI Fioul	1,344			9%	ITI MI gaz	0,499			-6%
Isolation CH en LC	1,643		7%		ITI en MI	1,054		-6%	
Isolation CH en LC	0,267	7%			ITE MI gaz	0,803			-8%
PAC air/air LC	0,071			5%	ITI en MI	0,346	-8%		
ITE - Gaz en LC	0,332		4%		ITE en MI	1,695		-8%	
Isolation CNH en MI	3,601		4%		Vitrage LC élec	0,002			-8%
Chaudières CD Collective	2,931		4%		Vitrage en LC	0,067	-8%		
PAC air/air LC	0,234			3%	ECS Thermo	2,020	-9%		
Isolation CNH en MI	1,280	3%			ITE en MI	0,556	-9%		
ITE en LC	0,044	2%			Vitrages LC gaz	0,032			-9%
PAC AA / convecteurs en LC	0,819	2%			PAC air/air en MI	2,892	-9%		
ITE - Fioul en MI	1,467			2%	Vitrage en LC	1,088		-9%	
Isolation CNH en MI Gaz	1,157			1%	Vitrages MI Elec	0,063			-10%
Isolation CH en MI Elec	2,318			1%	PAC air/air en LC	0,177	-10%		
Isolation CH MI	8,231		1%		Chaudières CD Fioul MI	0,631			-10%
ITI LC élec	0,042			0%	Chaudières CD Ind LC	1,581		-11%	
PAC AA / convecteurs en MI	1,724	0%			Chaudières CD GN	1,005		-11%	
Isolation CH MI	2,925	0%			Vitrage MI gaz	0,065			-11%
ITI en LC	1,027	0%			Vitrage en MI	0,048	-13%		
PAC air/air MI	2,797			0%	Chaudières CD GN	0,374		-14%	
ITE - Gaz en MI	1,812		-1%		ECS Solaire (CESI)	0,519	-16%		
Isolation CH en LC Gaz	0,280			-1%	Vitrage en MI	0,039		-16%	
ITI en LC	5,529		-1%		ECS Solaire (CESI)	0,922	-17%		
Isolation CH en MI Gaz	2,645			-1%	ECS Solaire (CESI) / Fioul	0,155			-17%
ITI LC gaz	0,546			-1%	ECS Solaire (CESI) / gaz	1,012		-21%	
ITE LC élec	0,043			-1%	ECS Solaire (CESI) / gaz	0,943		-22%	

**GRAPHIQUE
DE LA PAGE 35**

GISEMENT 2020 EN RÉSIDENTIEL, AVEC EFFET REBOND DE 30%

	GISEMENT TWH	€/MWH				GISEMENT TWH	€/MWH		
		ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL			ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL
Isolation CNH en LC Fioul	0,022			44,10	Chaudières CD GN	1,005		317,79	
Isolation CNH en LC	1,643		51,17		ITE en LC	5,604		320,06	
Isolation CNH en LC Gaz	0,142			62,60	ECS Thermo en MI	2,547	341,49		
Isolation CH en LC Fioul	0,022			68,60	ITE LC gaz	0,553			342,34
CD gaz LC	1,007			73,63	ITI LC élec	0,042			356,39
Isolation CH en LC	1,643		79,59		Isolation CH MI	2,925	400,01		
PAC air/air LC	0,071			80,94	ITI en LC	1,027	407,81		
Chaudières CD Collective	2,931		92,21		Chaudières CD GN	0,374		426,63	
ITE - Fioul en LC	0,046			98,99	ECS Thermo	2,020	426,86		
Isolation CNH en LC	0,267	102,38			Chaudières CD Fioul MI	0,631			468,79
CD gaz MI	2,831			105,45	PAC air/air en MI	2,892	484,06		
ITE - Gaz en LC	0,332		106,27		ITE LC élec	0,043			490,39
Isolation CNH en MI	3,601		107,63		PAC air/air en LC	0,177	533,57		
Isolation CNH en MI Fioul	1,344			110,15	ITE en LC	1,041	561,14		
PAC air/air LC	0,234			115,04	ITE en MI	0,492	720,44		
Isolation CH en LC Gaz	0,280			120,04	ITI MI gaz	0,499			765,95
PAC air/air MI	2,797			136,51	ITI en MI	1,054		770,94	
Chaudières CD MI	4,839		143,85		ECS Solaire (CESI) / gaz	1,012		865,01	
PAC air/air MI	2,236			145,55	ECS Solaire (CESI) / Fioul	0,155			865,01
Isolation CNH en MI Gaz	1,157			156,37	ECS Solaire (CESI)	0,519	903,11		
Isolation CH en LC	0,267	159,26			ITI MI Elec	0,475			973,91
Isolation CH MI	8,231		167,42		ECS Solaire (CESI)	0,922	987,78		
PAC AA / convecteurs en LC	0,819	183,15			ECS Solaire (CESI) / gaz	0,943		987,78	
Chaudières CD Collective	0,285		192,97		ITE MI gaz	0,803			1053,95
PAC AA / convecteurs en MI	1,724	213,19			ITE en MI	1,695		1060,82	
ITE - Gaz en MI	1,812		228,09		ITE MI Elec	0,764			1340,10
Chaudière CD gaz LC	0,081			229,20	Vitrages LC gaz	0,032			1489,04
ITI en LC	5,529		232,60		Vitrage en LC	1,088		1659,47	
ITE - Fioul en MI	1,467			240,96	ITI en MI	0,346	2015,65		
Isolation CH en MI Gaz	2,645			243,24	Vitrage LC élec	0,002			2133,00
Chaudières CD gaz MI	0,347			243,77	Vitrage en LC	0,067	2313,45		
ITI LC gaz	0,546			248,79	ITE en MI	0,556	2773,54		
Isolation CNH en MI	1,280	257,15			Vitrage MI gaz	0,065			3741,26
ITE en LC	0,044	263,19			Vitrages MI Elec	0,063			4672,75
Chaudières CD Ind LC	1,581		296,10		Vitrage en MI	0,048	10416,82		
Isolation CH en MI Elec	2,318			309,28	Vitrage en MI	0,039		14226,27	

**GRAPHIQUE
DE LA PAGE 36**

GISEMENT 2020 EN TERTIAIRE

	GISEMENT TWH	TRI				GISEMENT TWH	TRI		
		ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL			ÉLECTRICITÉ	GAZ	FILOUL
CD gaz	1,434			53%	ITE Gaz	3,053		0%	
PAC Air/Eau	2,197			41%	GTB Gaz	1,835		-2%	
CD Gaz	5,497		20%		ITE Elec	1,207	-2%		
Pac Air/Air	2,445	19%			Toiture Gaz	1,452		-2%	
ITI	1,593			7%	Toiture Elec	0,565	-3%		
GTB	0,716			6%	Vitrages	1,216			-4%
ITI Gaz	3,053		4%		Vitrages Gaz	2,234		-6%	
ITI Elec	1,207	3%			Vitrages Elec	0,863	-7%		
ITE	1,518			1%	GTB élec	0,501	-10%		
Toiture	0,791			0%					



Union Française de l'Électricité

L'Électricité, c'est l'avenir !

www.ufe-electricite.fr

3, rue du Quatre Septembre - 75 002 Paris