

Le renouvellement des équipements électriques, leur extension éventuelle, doit se faire après avoir travaillé sérieusement sur l'amélioration de l'isolation du bâti, ce qui en maison individuelle est assez simple à aborder par expérience, à partir de quelques études de cas-types.

La sécurité des systèmes doit être contrôlée et les mises en conformité proposées. Et finalement, pour un budget identique voire supérieur, mais soutenu par des financements aidés, le client aura un meilleur ressenti, lorsque son projet de rénovation intégrera le renforcement du bâti avec

de nouvelles menuiseries, une ITE et, bien sûr, des équipements de chauffage et de production d'ECS performants. ■

Pour en savoir plus :

<http://www.renovationdemaison.net/renovation-travaux-conseil.html>

Inadaptation de certains dispositifs d'information et d'incitation

Aides à la rénovation

Énergie primaire, énergie finale

Émissions de CO₂, Euros

Maxime Raynaud, Céline Ilias, ingénieurs chercheurs à EDF R&D et

Laurent Grignon-Masse, analyste stratégique à EDF/Direction Développement, Pilotage et Synergies

De nombreux dispositifs d'incitation à la rénovation énergétique des logements reposent uniquement sur des exigences en énergie primaire basées sur l'étiquette Energie du Diagnostic de Performance Energétique ou sur le calcul de la Réglementation Thermique dans l'existant. L'utilisation du référent "énergie primaire" contribue-t-elle bien à l'atteinte des objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Engendre-t-elle pour les ménages des choix optimaux ?

aux différents objectifs nationaux. Enfin nous étudierons, au travers de l'exemple d'un immeuble de logements collectifs, initialement chauffé à l'électricité, les résultats de différentes solutions de rénovation suivant différents indicateurs (consommation d'énergie primaire, émissions de gaz à effet de serre, investissement, facture énergétique) afin d'apporter un éclairage sur l'aspect vertueux ou non, pour les ménages et la collectivité, du seul emploi de l'énergie primaire.

Aujourd'hui, un grand nombre des dispositifs d'information et d'incitation à la rénovation énergétique des logements reposent uniquement sur des indicateurs ou des exigences en énergie primaire basés sur l'étiquette Energie du Diagnostic de Performance Energétique (DPE) ou la consommation calculée par le moteur de la Réglementation Thermique (RT) dans l'existant.

L'énergie primaire ne correspond pourtant à aucun des objectifs énergétiques ou climatiques nationaux. Ces derniers sont en effet définis dans la Loi de Transition Energétique pour une Croissance Verte (LTECV) du 17 août 2015, et concernent :

- la baisse des émissions de gaz à effet de serre (division par 4 entre 1990 et 2050) ;
- la réduction des consommations d'énergie finale (-50 % en 2050 par rapport à 2012) et d'énergie fossile (-30 % en 2030 par rapport à 2012) ;
- l'augmentation de la part des énergies

renouvelables dans la consommation d'énergie finale (23 % en 2020, 32 % en 2030). Un objectif spécifique sur le secteur du bâtiment est également présent dans la LTECV, visant à disposer à l'horizon 2050 d'un parc immobilier entièrement rénové « en fonction des normes bâtiment basse consommation ou assimilées ».

Ainsi nous pouvons nous demander si, d'une part, l'utilisation de la seule énergie primaire dans de nombreux dispositifs informatifs et incitatifs, contribue bien à l'atteinte des objectifs nationaux, et si, d'autre part, elle engendre bien pour les ménages des choix optimaux en termes de coûts d'investissement et de réduction de leur facture énergétique.

Après un rappel sur l'énergie primaire, le DPE et la RT dans l'existant, nous ferons un point sur les dispositifs actuels d'information et d'incitation, leurs retours d'expériences (REX) concernant les logements chauffés à l'électricité et leur contribution

Rappels sur l'énergie primaire, le DPE et la RT

L'énergie primaire (Ep) peut être définie comme l'énergie contenue dans les ressources naturelles (comme le bois, le pétrole, etc.) avant toute transformation. L'énergie finale (Ef) est, quant à elle, l'énergie consommée et facturée au niveau du logement. Entre les deux est présente la chaîne de transformation d'un stade énergétique à l'autre (transformation de la ressource naturelle, transport, etc.) et ses pertes associées. De manière conventionnelle en France, dans les calculs de consommation d'énergie primaire dans les bâtiments, les coefficients de conversion Ep/Ef retenus sont 2,58 pour l'électricité et 1 pour les autres énergies, à l'exception du bois qui, suivant les méthodes, se voit attribuer

1 (DPE) ou 0,6 (RT dans l'existant). Deux méthodes officielles différentes permettent d'évaluer la consommation d'énergie primaire d'un logement existant, le DPE et le moteur de la RT dans l'existant (moteur Th-C-E ex).

Le DPE (Arrêté du 8 février 2012) renseigne sur la performance énergétique d'un bâtiment en estimant les ratios surfaciques (par m² de surface habitable) de sa consommation annuelle d'énergie primaire (en kWh_{ep}/(m².an)) et de ses émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES, en kg_{éq}CO₂/(m².an)), repositionnés parmi sept classes de A à G pour établir ses étiquettes énergie et climat. Il formule également des recommandations, à titre informatif, sur les travaux de maîtrise de l'énergie qui pourraient être mis en œuvre. La réalisation d'un DPE est obligatoire à l'occasion de la vente d'un bâtiment (résidentiel ou non), lors de la signature d'un contrat de location d'un logement, ainsi que pour les bâtiments neufs. Deux méthodes peuvent être utilisées pour estimer les consommations d'énergie :

- pour les logements construits après 1948 possédant un chauffage individuel, un calcul est effectué selon une méthode conventionnelle, dite « 3CL-DPE », (Arrêté du 17 octobre 2012) ;

- dans les autres cas (logement plus ancien, chauffage collectif, bâtiment tertiaire), l'évaluation se fait à partir des factures.

La méthode conventionnelle estime les consommations au périmètre de trois usages : chauffage, ECS et refroidissement. Le moteur de la RT dans l'existant, dit Th-C-E ex, (Arrêté du 8 août 2008) estime le ratio surfacique (par m² de surface hors œuvre nette, SHON) de la consommation annuelle d'énergie primaire (Cep) d'un logement au périmètre de cinq usages : chauffage, ECS, refroidissement, éclairage et auxiliaires (circulateur, ventilateur, etc.). Les bases de cette méthode et les hypothèses associées, notamment en termes de comportement conventionnel, sont totalement différentes

de celles de la méthode de calcul 3CL-DPE (e.g. méthode au pas de temps horaire pour le moteur Th-C-E ex vs méthode au pas de temps annuel pour la méthode 3CL-DPE ; du lundi au vendredi, réduit de la température de consigne à 16 °C pendant la journée de 10h à 18h pour le moteur Th-C-E ex vs. du lundi au dimanche, réduit de la température de chauffage à 16 °C pendant la nuit de 22h à 6h pour le DPE ; etc.). Ce moteur de calcul est utilisé pour vérifier l'atteinte de l'objectif de performance globale assigné, au travers de la RT dans l'existant « globale » (Arrêté du 13 juin 2008), aux bâtiments faisant l'objet d'une rénovation lourde (SHON > 1000 m², coût des travaux > 25 % la valeur du bâtiment, > 1948). Il est aussi employé pour vérifier l'atteinte des seuils de consommation exigés par les labels de rénovation énergétique (Arrêté du 29 septembre 2009) :

- label « Haute Performance Énergétique rénovation » (HPE Rénovation), qui exige une consommation Ep du projet inférieure ou égale à 150 kWh_{ep}/(m².an), modulée selon la zone climatique et l'altitude (> **tableau 1**) ;
- label « Bâtiment Basse Consommation énergétique rénovation » (BBC Rénovation), qui exige une consommation Ep du projet inférieure ou égale à 80 kWh_{ep}/(m².an), modulés selon la zone climatique et l'altitude (> **tableau 1**).

Dispositifs actuels, substitutions d'énergie et contributions aux objectifs nationaux

De nombreux dispositifs actuels d'information et d'incitation à la rénovation énergétique des logements emploient uniquement des indicateurs ou des exigences en Ep :

- DPE (seule l'étiquette Énergie en Ep est obligatoire sur les annonces immobilières (Décret du 28 décembre 2010)) ;
- subventions de l'ANAH (dans le programme Habiter Mieux, -25 % de la consommation en Ep à réaliser (ANAH, 2017)) ;
- tiers-financement pour la réalisation de

travaux de rénovation (-25% de la consommation en Ep exigé (Arrêté du 8 Février 2016, bis)) ;

- Eco-Prêts à Taux Zéro individuel et collectif (exigences après travaux d'un niveau HPE Rénovation si avant travaux > 180 kWh_{ep}/(m².an) ou d'un niveau BBC Rénovation si avant travaux < 180 kWh_{ep}/(m².an) (ECO-PTZ, 2017)) ;

- Eco-prêt pour le logement social (définition de différents seuils max de consommation en Ep suivant la consommation en Ep initiale (ECO-prêt, 2017)) ;

- nombreux dispositifs régionaux (exigence de l'atteinte d'un niveau BBC Rénovation pour le programme Effilogis de la Région Bourgogne-Franche-Comté (Effilogis, 2017), pour le Chèque Eco-Energie de la Région Normandie (Chèque Eco-Energie, 2017), pour l'appel à projets « Bâtiments exemplaires » de la Région Occitanie (Bâtiments exemplaires 2017).

Le seul REX publiquement disponible, à notre connaissance, sur l'un de ces dispositifs (Eco-prêt pour le logement social) n'instruit pas la question des énergies de chauffage des opérations concernées (Caisse des Dépôts, 2016). Il faut regarder du côté des REX des labels de rénovation énergétique, souvent utilisés comme niveau d'exigence dans les dispositifs, pour connaître l'impact de ces derniers en termes de substitution d'énergie.

Un REX des labels Promotelec Rénovation Énergétique (2015) a été réalisé sur leurs données collectées entre janvier 2008 et janvier 2015, soit 1143 dossiers correspondant à 17139 logements ayant obtenu un label ou en cours de certification. Il s'agit à 74 % de logements sociaux et à 60 % de logements collectifs. 61 % des dossiers analysés sont associés à un niveau BBC Rénovation et 24 % à un niveau HPE Rénovation. Sur l'ensemble des dossiers, 31 % ont changé d'énergie de chauffage. Environ la moitié des dossiers avec de l'électricité initialement changent d'énergie dont 36 % vers le gaz (cf. Figure 1). Parmi les dos-

kWh _{ep} /(m ² .an)	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
HPE Réno	195	195	180	165	150	135	135	120
BBC Réno	104	104	96	88	80	72	72	64

Tableau 1 Exigences minimales des labels HPE et BBC Rénovation pour une altitude < 400 m

siers certifiés BBC Rénovation, l'électricité disparaît en quasi-totalité des logements collectifs (3 % des dossiers après travaux) (> **figure 1**).

Ces chiffres sont largement confirmés par les retours de l'observatoire BBC (Efinergie, Ademe, Ministère du Logement et de l'Habitat Durable) concernant les labels BBC Rénovation d'Effinergie (Observatoire-BBC, 2016) : sur l'ensemble des 247 projets analysés en logement collectif (soit 17 623 logements et 80 % des opérations labellisées en résidentiel), 38 % ont changé d'énergie de chauffage et pour les projets concernant les logements chauffés initialement à l'électricité, ce sont 83 % qui changent d'énergie dont 60 % au profit du gaz.

Ainsi, nous constatons que les dispositifs qui se basent uniquement sur l'Ep favorisent l'abandon de l'électricité et ceci

majoritairement au profit du gaz, une énergie fossile ayant un coefficient de conversion Ep/Ef beaucoup plus faible mais un facteur d'émissions de GES plus élevé et une part d'énergies renouvelables moindre dans sa production. A ce titre, ces dispositifs ne contribuent pas pleinement aux objectifs nationaux sur la réduction des émissions de GES, sur la baisse des consommations d'énergie fossile et sur l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale.

Cas d'étude et limites de l'utilisation de la seule Ep pour les ménages et la collectivité

Comme le montre notre cas d'étude d'un immeuble chauffé initialement à l'électricité construit dans les années 70 en région parisienne et non rénové depuis,

la seule substitution de l'électricité par du gaz peut permettre, sans même effectuer un seul geste d'isolation, de réduire mécaniquement de 45 % la consommation d'Ep d'un logement pour le chauffage et la production d'ECS (> **tableau 2**). Ainsi, cette rénovation serait par exemple éligible au programme "Habiter Mieux" de l'Anah (exigence de - 25 % sur la consommation d'Ep) alors que la seule isolation des murs ne le serait pas (- 17 % sur la consommation d'Ep) alors que celle-ci présente un investissement inférieur de 35 % et après travaux, une facture énergétique similaire pour les ménages et des émissions trois fois moindre de CO₂.

Contrairement à la substitution de l'électricité par le gaz, incitée par les dispositifs employant uniquement l'Ep, la meilleure solution pour rénover les logements chauffés à l'électricité, que ce soit pour les ménages ou pour la collectivité, serait premièrement de rénover l'enveloppe et deuxièmement de remplacer les anciens convecteurs par des émetteurs modernes performants. C'est ce que montre la comparaison de nos deux scénarios de rénovation lourde (> **tableau 2**) : rénover en conservant l'électricité conduit à investir 15 % de moins, à faire baisser la facture énergétique pour les ménages de 10 % de plus et à émettre quatre fois moins de CO₂ qu'en substituant l'électricité par le gaz. Cette dernière opération faisant gagner trois classes énergétiques DPE, soit une de plus que la rénovation conservant l'électricité, est pourtant celle favorisée par les dispositifs actuels.

Conclusion

Comme nous avons pu le voir, le seul emploi d'indicateurs ou d'exigences en énergie primaire au sein de nombreux dispositifs d'information et d'incitation à la rénovation des logements (aides régionales, subventions ANAH, éco-prêts, ...) favorise la substitution de l'électricité par du gaz. Cela n'est vertueux ni pour les ménages ni pour la collectivité en augmentant les investissements et en se privant de baisses plus importantes des factures énergétiques et des émissions de CO₂, objectif national pourtant prioritaire dans la lutte contre le réchauffement climatique.

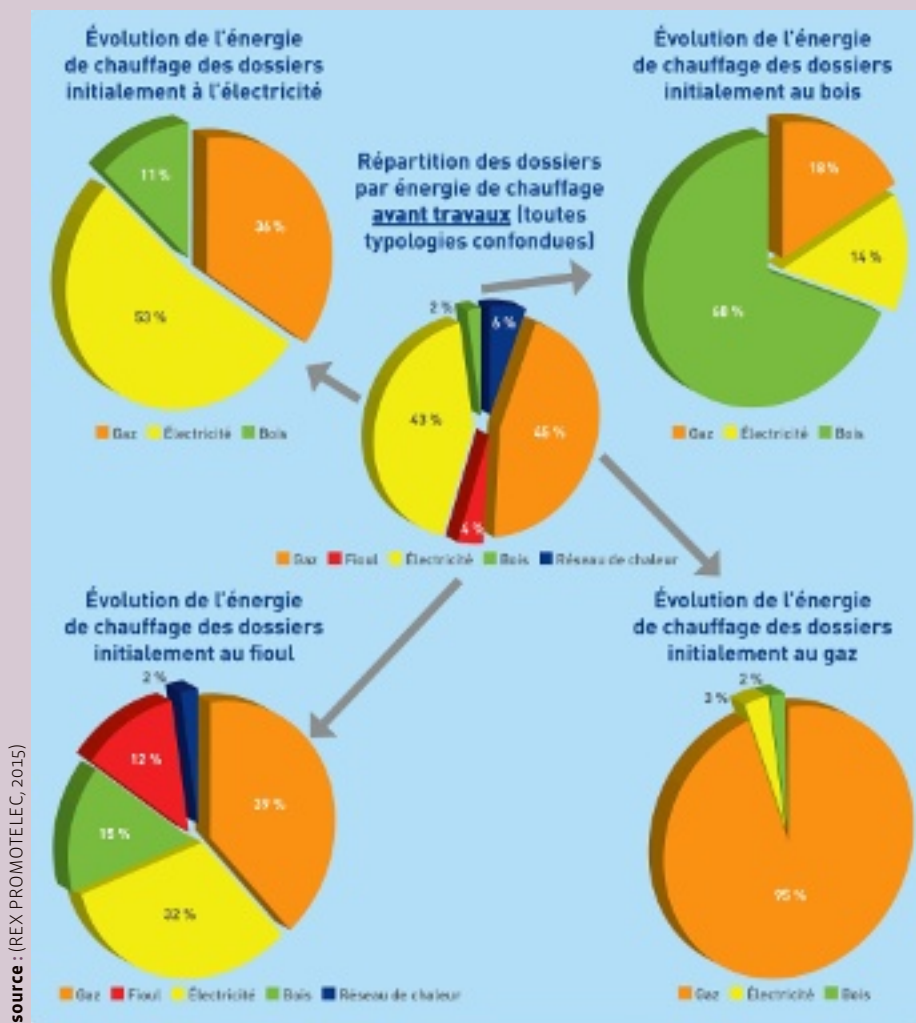


Figure 1 Evolution des énergies de chauffage parmi les projets analysés dans le REX Promotelec

Résultats ¹ pour la zone H1a	Situation initiale électrique	Isolation des murs seule ²	Rénovation lourde ³ + émetteurs smart Joule ⁴ + chauffe-eau électrique	Chaudière condensation gaz individuelle double usage sans autres travaux	Chaudière condensation gaz individuelle double usage + rénovation lourde ³
Ubât (W/(m ² .K))	1,8	1,3	0,75	1,8	0,75
Consommation d'énergie primaire chauffage/ECS (kWhep/(m ² .an))	364	302	163	201	102
Etiquette Energie DPE	F	E	D	D	C
Investissement (€ _{TTc} /logement)	-	5419	19146	8440	22546
Facture tous usages + maintenance (€ _{TTc} /(logement.an))	1754	1525	967	1546	1148
Emissions CO ₂ chauffage/ECS (kgCO ₂ /(m ² .an))	20	16	6	47	24
Etiquette Climat DPE	C	C	B	E	D

¹ Résultats obtenus à partir de la méthode 3CL-DPE, d'une consommation d'électricité spécifique de 28 kWhep/(m².an) issue du CEREN (valeur 2015), de tarifs de l'énergie (abonnement, 9 kVA bleu option heures creuses pour logement électrique et B1 et 6 kVA bleu option base pour logement gaz, et prix des kWh) issus de la base PEGASE (tarifs 2015) et de coûts d'investissement et de maintenance (150 € pour chaudière) recoupant des données de bureaux d'étude, des données de constructeurs et des données d'experts.

² Umur=0,3 W/(m².K)

³ ITE (Umur=0,3 W/(m².K)) + isolation toiture (Utoit=0,19 W/(m².K)) + changement fenêtres (Uw=1,4 W/(m².K)) + installation VMC hygro B

⁴ Emetteurs correspondant à une classe NF 3* œil engendrant un gain énergétique de 16,2 % (valeur utilisée dans la fiche CEE, BAR TH 158, qui leur est associée) par rapport à des appareils de niveau NF Electricité performance catégorie C (exigence actuelle de la RT dans l'existant élément par élément et globale).

Tableau 2 Résultats de rénovations pour un immeuble de 64 appartements de 67 m² en moyenne

Pour corriger les effets contre-productifs du seul emploi de l'énergie primaire, un signal explicite sur le CO₂ en exploitation dans les différents dispositifs réglementaires et incitatifs permettrait d'assurer une cohérence d'ensemble en allouant les fonds publics, notamment pour le logement social, à des opérations réellement vertueuses. ■

Bibliographie

ANAH, « Etre mieux chauffé ». Avril 2017. <http://www.anah.fr/proprietaires/proprietaires-occupants/etremieux-chauffe/>

ARRETE 8 FEVRIER, Arrêté du 8 février 2012 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine // Journal officiel de la République française. 15 mars 2012.

ARRETE 8 FEVRIER bis, Arrêté du 8 février 2016 pris pour l'application de l'article R. 381-10 du code de la construction et de l'habitation définissant la diminution minimale de la consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment dans le cadre de prestations de tiers-financement pour la réalisation de travaux de rénovation énergétique des logements. // Journal officiel de la République française. 11 février 2016.

ARRETE 13 JUIN, Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants // Journal officiel de la République française. 8 août 2012.

ARRETE 8 AOUT, Arrêté du 8 août 2008 portant approbation de la méthode de calcul Th-C-E ex prévue par l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants // Journal officiel de la République française. 24 septembre 2008.

ARRETE 29 SEPTEMBRE, Arrêté du 29 septembre 2009 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique rénovation » // Journal officiel de la République française. 1^{er} octobre 2009.

ARRETE 17 OCTOBRE, Arrêté du 17 octobre 2012 modifiant la méthode de calcul 3CL-DPE introduite par l'arrêté du 9 novembre 2006 portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine // Journal officiel de la République française. 10 novembre 2012

BATIMENTS EXEMPLAIRES, « Appel à projet Bâtiments exemplaires pour une Région à Energie positive – Les services – Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée ». Avril 2017. <http://www.laregion.fr/Appel-a-projets-Batiments-exemplaires-pour-une-Region-a-Energie>

CAISSE DES DEPOTS, La réhabilitation énergétique des logements sociaux de 2010 à 2014. Zoom sur les opérations bénéficiant de l'Éco-prêt. // éclairages –

étude n°14. Juin 2016

CHEQUE ECO-ENERGIE, « Chèque éco-énergie Normandie – Aide « Travaux Niveau 3 - BBC Rénovation » - Cofinancé par l'Union européenne ». Avril 2017. <http://bn-aides.normandie.fr/index.php/2-amenagement-du-territoire-developpement-durable-transport-et-solidarites/38-economies-denergie/268-cheque-eco-energie-basse-normandie-aide-travaux-niveau-3-bbc-renovation>

DECRET 28 DECEMBRE, Décret du 28 décembre 2010 relatif à la mention du classement énergétique des bâtiments dans les annonces immobilières // Journal officiel de la République française. 30 décembre 2010.

ECO-PRET, « Eco-prêt Logement social – Prêt sur fonds d'épargne ». Avril 2017. <https://www.prets.caissedesdepots.fr/eco-pret-logement-social.html>

ECO-PTZ, « Eco-prêt à taux zéro (éco-PTZ) | service-public.fr ». Avril 2017. <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F19905>

EFFILOGIS, « Particuliers – Effilogis ». Avril 2017. <http://www.effilogis.fr/particuliers/>

LOI 17 AOUT, LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte // Journal officiel de la République française. 18 août 2015

OBSERVATOIRE-BBC, Effinergie, ADEME, Ministère du Logement et de l'Habitat Durable. Observatoire BBC, Retour d'expérience, La rénovation basse consommation. Octobre 2016

REX PROMOTELEC, Promotelec Service et Association Promotelec. Retour d'expérience Label Rénovation Énergétique – Edition 2015. 2015.