

Sommaire

Préface de l'Ademe.....	7
Préface de la Fondation Bâtiment-Énergie.....	8
Auteurs.....	9
Avant-propos.....	11
Liste des sigles et abréviations.....	13
Objectifs du projet de recherche sur la garantie de résultats énergétiques (GRE).....	15

Partie I

Le projet de garantie de résultats énergétiques.....	21
1.1 Fondements de la méthodologie.....	23
1.2 Typologie des GRE.....	31
1.3 Étapes clés et principales tâches associées.....	39
1.4 Analyse et prise en compte des risques.....	75
1.5 Financement de projets de GRE.....	79
1.6 Assurabilité des projets.....	89
1.7 Insertion d'un projet de GRE dans une politique de développement patrimonial.....	93

Partie 2

Les outils de la GRE.....	97
2.1 Outil n° 1 : audits et GRE, exigences minimales.....	99
2.2 Outil n° 2 : l'analyse et la gestion des risques.....	129
2.3 Outil n° 3 : le commissionnement.....	141
2.4 Outil n° 4 : mesure et vérification de la performance énergétique.....	159

2.5	Outil n° 5 : outils d'assistance.....	191	
2.6	Outil n° 6 : clausier type.....	205	
Partie 3			
Études de cas			219
3.1	Étude de cas type chez un bailleur social.....	221	
3.2	Services industriels de Genève.....	229	
3.3	ICF Habitat, opération de Schiltigheim.....	233	
3.4	Démarche de la ville de Nîmes.....	237	
3.5	Région Centre, CPE sur 18 lycées.....	243	
	Glossaire.....	253	
	Bibliographie.....	261	
	Index.....	265	
	Table des matières.....	269	



Préface de l'Ademe

Le secteur du bâtiment est une priorité de la loi de transition énergétique pour la croissance verte adoptée en juillet 2015. La loi prévoit en effet que d'ici 2050, l'ensemble du parc immobilier devra avoir fait l'objet d'une rénovation énergétique.

Par anticipation, depuis 2011, suite la mise en œuvre de la réglementation thermique 2012, l'Ademe a réorienté sa stratégie en mettant l'accent sur la rénovation énergétique des bâtiments et sa massification, faisant ainsi écho au plan de rénovation énergétique de l'habitat (PREH).

La garantie de performance énergétique est un des axes de travail de cette nouvelle stratégie de l'Ademe.

Dans cet optique, afin de crédibiliser et de sécuriser les gains de performance énergétique et environnementale attendus sur le parc des bâtiments existants, l'Ademe a soutenu différents travaux. Elle a notamment contribué à la réalisation par le CSTB d'un guide concernant les contrats de performance énergétique dans l'enseignement secondaire. L'Ademe s'est également attachée à l'observation et au suivi des premiers contrats de performance énergétique dans les régions Alsace et Centre. Enfin, elle a accompagné des sociétés de services énergétiques dans

l'adoption d'un protocole de mesure et vérification des économies d'énergie (l'IPMVP).

Dans la même dynamique, le soutien de l'Ademe au financement et à la coordination d'un atelier de recherche sur la garantie de résultats énergétique a donc constitué une réelle opportunité. La Fondation Bâtiment-Énergie, à l'initiative de cet atelier, a su mettre en place une organisation efficace relative à des travaux de recherche complexes mais nécessaires pour l'élaboration d'une méthodologie opérationnelle.

Ces travaux, présentés dans ce guide *Méthodes et outils de la garantie de résultats énergétiques*, sont une contribution importante pour la réussite de la transition énergétique dans le secteur du bâtiment.

De ce fait, l'Ademe soutiendra les premières applications de cette méthode de garantie de résultats énergétiques afin qu'elle devienne un outil largement utilisé à tous les niveaux de la chaîne de décisions et des travaux de rénovation de grands bâtiments.

Bruno Lechevin,
président de l'Ademe

Préface de la Fondation Bâtiment-Énergie

Depuis dix ans, la Fondation Bâtiment-Énergie soutient la recherche d'intérêt public visant à l'amélioration forte de la performance énergétique et environnementale des bâtiments en concentrant, à chaque fois que cela lui est possible, son action en amont et en anticipation des évolutions législatives et réglementaires. Elle organise techniquement et financièrement des programmes de recherche principalement méthodologiques, mis en œuvre par des groupements d'experts issus d'organismes publics et privés sélectionnés par des jurys composés de personnalités qualifiées.

Au cours de cette période, elle a su développer un mode de travail qui lui est propre afin de favoriser les collaborations multipartenaires pour une efficacité optimale. Après avoir soutenu plusieurs projets visant la rénovation profonde de bâtiments à fort enjeux énergétiques et environnementaux, la Fondation Bâtiment-Énergie a voulu crédibiliser la possibilité d'une massification des rénovations, telles qu'attendues dans le cadre de la transition énergétique en cours.

Pour ce faire, elle a constitué un atelier de recherche dans le but d'élaborer une méthodologie complète permettant

de mettre en place une garantie de résultats énergétiques après travaux de rénovation de bâtiments collectifs ou tertiaires.

Ce mode original de travail en atelier collaboratif entre les meilleurs experts du sujet s'est révélé très productif et très efficace pour élaborer ce guide à l'attention de tous les acteurs concernés (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, assureurs, organismes financiers, etc.). Il permet de conforter leurs décisions d'engagement de programmes de rénovation ambitieux et ainsi sécuriser les investissements financiers engagés.

Les méthodes et les outils, abondamment expliquées et illustrées, peuvent maintenant être largement utilisés.

Je tiens à remercier vivement tous ceux et celles qui ont contribué à cet ouvrage et formule le vœu que la garantie de résultats énergétiques devienne dans un futur proche un instrument généralisé de fiabilisation des investissements d'économies d'énergie dans les bâtiments à rénover.

Alexandre Jeandel,
président de la Fondation Bâtiment-Énergie

Auteurs

L'objectif de l'atelier de recherche, coordonné par Pierre Hérant pour le compte de la Fondation Bâtiment-Énergie et Frédéric Rosenstein pour l'Ademe, était d'élaborer une méthodologie complète pour aller vers une GPE afin de favoriser son développement sur des projets de réhabilitation lourde, si possible jusqu'au facteur 4.

Pour mener à bien ce projet ambitieux, un groupe de recherche, animé par Pierre Nolay, d'Alphééis, a travaillé pendant plus de deux ans afin d'élaborer une méthodologie et des outils d'aide à la mise en œuvre de cette méthode. Ce groupe de recherche était composé de : Bruno Peuportier, Armines ; Frédéric Gal, Julien Suzanne et Cyrille Gassian, Bouygues Bâtiment ; Christophe Beslay, Certop-CNRS ; Myriam Humbert et Sihem Tasca-Guernouti, CETE Ouest ; Rofaïda Lahrech, Jean-Robert Millet et David Da Silva, CSTB ; Cédric Beaumont, Julien Caillet, Costic ; Jean-Dominique Lénard, De Luminae ; Emmanuel Collet, Martin Silvente et Thibaut Vitte, H3C Énergies ; Daniel Magnet, Ibtech ; Alexandre Nassiopoulos, Ifsttar ; Paul Calberg-Ellen, Fanny Gélin, Rémy Vasseur et Aymeric Cléry, Manexi ; Geoffroy de Labrouhe, Schneider Electric ; Guillaume Gautier, SMABTP ; Mohamed Elmtiri, Veolia Environnement ; Florent Chatelain, Verspieren ; Sonia Guldener, FFB.

En plus de ces experts du domaine, un groupe d'utilisateurs a également été constitué afin de suivre le projet

et d'apporter son expérience tout au long des travaux, de faire part des attentes et du point de vue des donneurs d'ordre sur les résultats obtenus. Ce groupe a réuni : Dominique Blanc, Aicha Bouhya, Groupe ICF ; Yann Baduel, région Centre ; Philippe Devers, Ville de Nîmes ; Nathalie Timores, ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ; Renaud Dhont, Julien Allix, ARC ; Jean-Pierre Bosquet, Jacques Paul, Compagnie des architectes.

La rédaction de cet ouvrage a été coordonnée par Pierre Nolay, d'Alphééis, sur la base d'une compilation des résultats de l'atelier de recherche élaborée par : Daniel Magnet, Ibtech ; Julien Suzanne et Frédéric Gal, Bouygues ; Paul Calberg-Ellen, Manexi ; Guillaume Gauthier, SMABTP ; Florent Chatelain, Verspieren. Un complément à cette compilation a été apporté par Michel Jouvent, Apogée.

Un groupe de relecture a également été constitué pour s'assurer de la qualité finale de l'ouvrage. Il était composé de : Pierre Hérant, Frédéric Rosenstein et Hubert Despretz, Ademe ; Pierre Nolay, Alphééis ; Michel Jouvent, Apogée ; Julien Allix, ARC ; Frédéric Gal, Julien Suzanne, Bouygues Bâtiment ; Cédric Beaumont, Costic ; Dominique Blanc, Aicha Bouhya, Groupe ICF ; Daniel Magnet, Ibtech ; Thierry Kremer, Arnaud Bongrand, Éditions du Moniteur ; Yann Baduel, région Centre ; Philippe Chartier, SER ; Philippe Devers, Ville de Nîmes.

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

L'Ademe est l'opérateur de l'État pour accompagner la transition écologique et énergétique. C'est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'Ademe met à disposition des entreprises, des collec-

tivités locales, des pouvoirs publics et du grand public ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

Fondation Bâtiment-Énergie

La Fondation de recherche Bâtiment-Énergie a été créée par quatre acteurs majeurs du secteur du bâtiment et de l'énergie, ArcelorMittal, EDF, ENGIE et Lafarge, avec le soutien financier des pouvoirs publics. Elle a été reconnue d'utilité publique par le décret n° INTA0500059D du 14 mars 2005 paru au Journal officiel le 25 mars 2005. Elle a pour but de soutenir financièrement des opérations de recherche jugées d'intérêt général, réalisées par des groupements comprenant des laboratoires publics ou privés, et d'assurer l'évaluation des travaux soutenus et leur valorisation.

Les actions de la FBE s'inscrivent en amont et en anticipation des évolutions législatives et réglementaires telles que la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, qui vise à réduire d'un facteur 4 les émissions de gaz à effet de serre et d'un facteur 2 les consommations d'énergie à l'horizon 2050. Pour ce faire, la Fondation met en œuvre les moyens d'action suivants :

– organisation d'appels à projets pour soutenir par un financement partiel les projets de recherche et développement d'initiative publique ou privée, sélectionnés par un jury ;

– évaluation des travaux, projets ou programmes qu'elle soutient ;

– diffusion des résultats des recherches, dans des limites de confidentialité qui font l'objet de clauses appropriées dans les contrats passés avec les lauréats de ses appels à projets.

Plusieurs projets de recherche ont été aidés par la FBE, issus de cinq appels à projets successifs :

– onze projets portant sur des méthodologies de rénovation de maisons individuelles (2005-2008), bâtiments tertiaires (2006-2009), logements collectifs sociaux (2007-2010), bâtiments tertiaires d'hébergement (2008-2011) ;

– un projet portant sur une méthodologie de garantie de performance énergétique (2012-2014).

Dans le cadre de ce dernier projet, un atelier de recherche méthodologique a rassemblé 31 organismes experts. Les résultats de ces travaux sont présentés dans ce guide Méthodes et outils de la garantie de résultats énergétiques.

Avant-propos

La rédaction de ce guide s'appuie principalement sur les résultats d'un atelier de recherche, lancé par la Fondation Bâtiment-Énergie dans le cadre de son cinquième appel à manifestation, qui ciblait la GRE, garantie de résultats énergétiques, et se proposait d'expérimenter une nouvelle modalité de travail.

Cet atelier a réuni seize organismes, laboratoires de recherche, bureaux d'études et entreprises, regroupés pour élaborer les méthodes et techniques applicables pour un projet de GRE, visant à :

- évaluer les incertitudes liées à la connaissance de l'existant ;
- modéliser les bâtiments *via* des outils de simulation énergétique dynamique (consommation énergétique, confort intérieur) pour les aspects liés à l'enveloppe, aux systèmes et à la régulation-gestion ;
- calibrer les modèles à partir de données réelles ;
- définir la métrologie utile à la mesure et vérification de la performance ;
- identifier les actions d'ingénierie spécifiques et de commissionnement des installations aux projets de GRE ;
- élaborer un protocole de mesure et vérification (M&V) ;
- définir l'assurabilité et la maîtrise des risques à garantir.

Un groupe d'utilisateurs, représentant des maîtres d'ouvrage et des gestionnaires, a également participé à ce travail de recherche en apportant son expérience, en faisant part de ses attentes et en validant les orientations et les résultats du groupe de recherche.

Le plan bâtiment durable s'est également associé à ce projet en rejoignant le conseil scientifique de la Fondation Bâtiment-Énergie.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

Le présent guide a pour but de conduire le lecteur tout au long du déroulement d'un projet de GRE, essentiellement dans l'édification d'un corpus commun de connaissances et dans la compréhension qu'en auront les différents partenaires contractuels.

- Il a été rédigé dans la perspective de couvrir les besoins :
- des donneurs d'ordre : maîtres d'ouvrage (MOA), propriétaires, gestionnaires d'un bâtiment ou d'un patrimoine immobilier ;
 - des assistants à maître d'ouvrage (AMO) ;
 - des maîtres d'œuvre (MOE) ;
 - des entreprises, impliquées ou désireuses de participer à des projets de GRE, dont les sociétés de services énergétiques (SSE).

Que contient ce document ?

Le présent guide offre des recommandations pour la mise en œuvre de la garantie de résultats énergétiques ou GRE. Il permet au lecteur de comprendre le déroulé général d'un projet. Il explicite les points clés indispensables à sa spécification, notamment les conditions dans lesquelles la garantie de résultats peut s'exercer. Il permet de s'assurer que le dispositif technique d'accompagnement est parfaitement adapté à l'objectif :

- diagnostic énergétique initial, comprenant une simulation énergétique du bâtiment ;
- suivi de réalisation et réception des travaux ;
- protocole de suivi de la performance, etc.

Après les éléments de contexte donnés dans l'introduction, la première partie présente le processus et les fondamentaux de la GRE. Elle détaille les aspects spécifiques de la GRE, qui s'appuient notamment sur la notion de boucle, de manière similaire au cycle « planifier, faire, vérifier, agir » (PFVA) de la norme ISO 50 001, pour décliner le processus de la GRE⁽¹⁾. Cette partie présente également des schémas organisationnels adaptés à la nature des projets et à la stratégie des donneurs d'ordre. Ils prennent également en compte les compétences nécessaires des différents acteurs, notamment de la maîtrise d'ouvrage.

La deuxième partie traite plus particulièrement des spécificités méthodologiques qu'il convient de maîtriser pour la mise en œuvre du processus de GRE. Ainsi, différents outils, issus des travaux du groupe de recherche, sont décrits. Ils visent à servir de matériel de référence sans toutefois prétendre couvrir l'intégralité des tâches qu'ils décrivent. Ils concernent notamment :

- outil n°1 : phase d'audit et caractérisation de la situation initiale ;
- outil n°2 : analyse et gestion des risques ;
- outil n°3 : mise en œuvre du commissionnement et les points de vigilance spécifiques à la GRE ;
- outil n°4 : définition et mise en œuvre du protocole de mesure et de vérification (M&V) ;
- outil n°5 : outils d'assistance ;
- outil n°6 : clausier type.

La troisième partie propose des exemples. Un glossaire à vocation de référence contractuelle pour la terminologie propre à la GRE et une bibliographie complètent l'ouvrage.

De plus, des documents destinés aux spécialistes des outils décrits dans la deuxième partie sont disponibles sur le site de la Fondation Bâtiment-Énergie (www.batiment-energie.org). Ils permettent d'appréhender les apports spécifiques de l'atelier GRE pour chacun des outils.

Comment utiliser ce guide ?

Trois schémas de lecture sont proposés :

- une lecture de premier contact, au cours de laquelle le lecteur parcourra la partie 1 et les exemples de la partie 3 ;
- une lecture approfondie, au travers des renvois de la partie 1 vers les éléments détaillés de la partie 2, permettra de mieux comprendre les contraintes et d'appréhender quelques-unes des solutions proposées à la suite des travaux de recherche du projet de GRE ;
- dans le cadre de la mise en œuvre de projets, le lecteur « expert » pourra télécharger un ensemble de documents, à partir du site de la Fondation Bâtiment-Énergie.

(1) Le recours à la comparaison du cycle PFVA de la norme ISO 50 001 ne signifie pas que les entreprises doivent être certifiées pour conduire un projet de GRE.