



Charte d'engagement relative à la Garantie de Performance Energétique Intrinsèque (GPEI)

Entre les signataires suivants:

- **BNP Paribas Real Estate**, représentée par Jean-Pierre Auriault, Directeur du Développement Durable ;
- **Cardonnel Ingénierie**, représentée par Christian Cardonnel ;
- **Cequami**, représentée par Patrick Nossent, Président ;
- **Cerqual**, représentée par Antoine Desbarrières, Président ;
- **Certivéa**, représentée par Patrick Nossent, Président ;
- **CINOV Construction**, représenté par Gilles Charbonnel, Président ;
- La **Coprec**, représentée par Jacques Jessenne, Président ;
- Le **CSTB**, représenté par Bertrand Delcambre, Président ;
- La **Fedene**, représentée par Jean-Claude Boncorps, Président ;
- **GDF Suez Cofely Axima**, représentée par Benoît Cogné, Responsable Cellule Energétique ;

- **GDF Suez Cofely Services**, représentée par Jean Roland, Directeur Technique Innovation et Performance ;

- **GRAS SAVOYE**, représentée par Claude Noël, Directeur Développement Construction et Real Estate ;

- **Syntec-Ingénierie**, représenté par Frédéric Moreaux, Président du Bureau Bâtiment ;

- **Verspieren**, représentée par Claude Delahaye, Directeur du pôle Immobilier-Construction et développement durable ;

- **L'Association Apogée**, représentée par Michel Zulberty, Président ;

- Le **Plan Bâtiment Durable**, représenté par Philippe Pelletier, Président.

Il est convenu ce qui suit :

1. Exposé des motifs

Les lois Grenelle de 2009 et 2010 imposent d'améliorer la performance énergétique des bâtiments existants : diminution des consommations d'énergie, diminution des émissions de gaz à effet de serre, amélioration du confort thermique.

Plus récemment, le plan de rénovation énergétique, annoncé le 21 mars dernier par le Président de la République, prévoit notamment la rénovation de 500.000 logements par an d'ici à 2017 :

- 380.000 logements privés rénovés par an, dont 50.000 logements d'occupants en situation de précarité,
- 120.000 logements sociaux par an à partir de 2015.

Les travaux nécessaires sont souvent importants : par exemple de l'ordre de 15.000 à 20.000 euros par logement, - voire plus dans certains cas -, hors autres travaux de réhabilitation.

Il en est de même dans le tertiaire public ou le tertiaire privé.

Qu'il engage ces travaux en une seule fois, ou qu'il préfère échelonner des bouquets de travaux bien hiérarchisés, permettant d'atteindre, en plusieurs étapes, l'efficacité énergétique souhaitée, le maître d'ouvrage qui souhaite investir dans des travaux et/ou des services d'efficacité énergétique, a besoin, pour prendre sa décision, d'avoir des certitudes sur la réalité des économies de consommations qu'il obtiendra à échéance.

Ceci concerne également les bâtiments neufs, pour lesquels les moindres consommations d'énergie annoncées doivent être sécurisées en regard des investissements complémentaires consentis.

D'où la notion de **garantie contractuelle de performance énergétique**, qui a été définie dans le rapport de Caroline Costa et Michel Jouvent sur la garantie de performance énergétique du 5 avril 2012, établi dans la cadre du Plan Bâtiment Durable¹ :

« La garantie de performance énergétique contractuelle (GPE), a pour objet de garantir une efficacité énergétique. Sa mise en œuvre se traduit par l'obligation souscrite par un prestataire d'atteindre des objectifs d'efficacité énergétique fixés.»

Dans ce rapport de 2012, la GPE se décline en deux garanties différentes :

¹ Intitulé alors « Plan Bâtiment Grenelle »

- La garantie de performance énergétique intrinsèque (GPEI), au stade conception et travaux, qui garantit les performances énergétiques intrinsèques ;
- La garantie de résultats énergétiques (GRE), qui incorpore l'exploitation et l'usage et se décline dans la durée.

Par lettre de mission en date du 19 novembre 2012, Philippe Pelletier, Président du Plan Bâtiment Durable a confié à Michel Huet, Avocat, et Michel Jouvent, délégué général d'APOGEE, le soin de présider deux nouveaux groupes de travail :

- Le premier, consacré à l'encadrement légal du risque de mise en jeu de la garantie décennale,
- Le second, consacré à l'établissement d'une méthodologie pratique de la mise en place de la GPEI.

La présente charte concerne l'établissement d'une méthodologie pratique de la mise en place de la GPEI.

Elle est le résultat des travaux menés par le groupe de travail constitué par un ensemble d'acteurs concernés (cf. liste en annexe A), entre novembre 2012 et avril 2013.

Elle décrit les engagements des organismes signataires pour :

- **1. Partager une définition commune de la GPEI,**
- **2. Partager les éléments de terminologie connexes,**
- **3. Mettre en œuvre le guide méthodologique de la GPEI,**
- **4. Mettre en œuvre un outil de simulation énergétique dynamique présentant des caractéristiques fonctionnelles minimales,**
- **5. Sensibiliser et/ou former les intervenants dans le domaine,**
- **6. Faire un suivi annuel de la mise en œuvre de la GPEI.**

Elle limite, dans un premier temps, son champ d'application à la construction d'immeubles à usage tertiaire.

2. Périmètre de mise en œuvre de la Charte

La présente charte à vocation à concerner à terme tous les parcs immobiliers :

- Les logements : maisons individuelles, logements sociaux collectifs ou individuels, copropriétés, investisseurs privés et institutionnels,
- Les bureaux,
- Les commerces,
- Les bâtiments industriels,
- Les bâtiments publics : Etat (et ses opérateurs), régions, départements, communes, et leurs établissements publics, etc.

Et ceci aussi bien pour la construction neuve, que la rénovation. Cependant elle limite, dans un premier temps, son champ d'application à la construction d'immeubles tertiaires.

Tous les acteurs sont concernés :

- maîtres d'ouvrage,
- assistants au maître d'ouvrage, qu'ils soient généralistes ou spécialisés,
- architectes,
- bureaux d'études et d'ingénierie,
- contrôleurs techniques,
- entreprises et artisans,
- exploitants,
- utilisateurs,
- etc.

3. Les engagements des signataires de la Charte

3.1. Engagement n°1 : Partager une définition commune de la GPEI

Les signataires s'engagent à partager la définition suivante de la GPEI, assortie de caractéristiques descriptives.

a) **La Garantie de performance énergétique intrinsèque (GPEI)** a pour objet de garantir, **de façon contractuelle et librement décidée entre les acteurs concernés**, une efficacité énergétique au stade de la conception et des travaux.

Elle a pour objet de garantir un niveau maximal de consommations énergétiques prédéterminé et convenu entre les parties, lié à un scénario d'utilisation fixé par le maître d'ouvrage et adapté aux besoins et à des données choisies pouvant différer des hypothèses prises dans le calcul réglementaire (par exemple données météo).

Les consommations visées sont celles des cinq usages de la réglementation RT 2012 : chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, éclairage, auxiliaires (pompes et ventilateurs). Les autres consommations, telles que ventilation et éclairage des parkings, éclairage extérieur, électroménager, bureautique, etc. ne sont pas visées par la GPEI.

Le niveau de consommations énergétiques garanti est décidé entre les parties.

Il peut se situer en deçà des consommations fixées par les réglementations relatives aux bâtiments neufs et aux bâtiments existants. Il peut se situer également au niveau réglementaire, mais avec un scénario d'utilisation, fixé par le maître d'ouvrage, plus exigeant que celui de la réglementation.

Il s'agit de **consommations calculées au moyen de logiciels**, et non mesurées grâce à des comptages.

b) L'application de la garantie est réalisée en comparant aux consommations garanties les consommations recalculées à la réception selon la méthodologie décrite dans l'accord contractuel à l'issue de la période d'ajustement, notamment lorsque des non-conformités ont été repérées et en tenant compte du niveau de complexité du bâtiment. Elle donne lieu à une attestation de garantie GPEI. La durée de la garantie est fixée entre les acteurs et dépend de la nature des bâtiments concernés et de leur complexité.

c) L'opérateur qui garantit doit déployer tous ses efforts pour respecter ses engagements : si des non-conformités sont constatées, l'opérateur s'engage à les traiter et à réparer au titre de la garantie. Dans le cas où le niveau de

consommation garanti ne peut être respecté in fine, des indemnités peuvent être dues par l'opérateur, sans préjuger des conséquences en matière de non respect de la réglementation, si cette dernière n'est pas respectée.

d) Plusieurs cas de figure sont envisageables selon la nature de l'opération :

- cas 1 - Procédure classique maîtrise d'œuvre : (MOE) et entreprise (ENT) séparées. L'opérateur porteur de la garantie peut être la Maîtrise d'œuvre ou/et l'Entreprise.
- cas 2 - Procédure concepteur-réalisation : Contrat regroupant la Maîtrise d'œuvre et l'entreprise. L'opérateur porteur est le groupement titulaire du marché.
- cas 3 - Procédure contrats globaux associant la conception, la réalisation des travaux, l'exploitation et la maintenance (CREM, REM,...) : L'opérateur porteur de la garantie est le titulaire du contrat global. Dans le cas général, un groupement sera constitué avec maîtrise d'œuvre (concepteur), entreprise et exploitant.
- cas 4- VEFA ou marché de promotion : le vendeur ou le promoteur porte les garanties.

D'autres cas peuvent être envisagés pour porter la garantie GPEI : entreprise générale, société d'ingénierie, AMO, contrôleur technique dans le cadre d'une mission spécifique, contractant général, exploitant, etc...
Dans les cas 1 et 2, l'exploitant (EXP), s'il existe, pourrait collaborer avec le ou les opérateurs.

e) La GPEI ne prend pas en charge :

- Les consommations réelles mesurées par comptage,
- Les consommations liées aux usages qui sont en dehors des cinq usages visés par la RT 2012 et la réglementation sur l'existant globale,
- Les conditions de maintenance et d'exploitation réelles, les conditions d'utilisation réelles, les conditions climatiques particulières réelles, les effets « rebond » relatifs au comportement des utilisateurs, etc.

f) La GPEI facilite le respect de la réglementation, et facilite également la mise en place d'une Garantie de Résultats Energétiques (GRE), sans toutefois couvrir le même périmètre de consommations. Elle peut être une aide à la mise en place d'une annexe environnementale.

3.2. Engagement n°2 : Partager les éléments de terminologie connexes

Les signataires s'engagent à partager les éléments de terminologie connexes suivants, dont les définitions retenues figurent en annexe B :

- Acteurs
- Commissionnement / commissioning
- Consommations calculées, conventionnelles, réglementaires, prévisionnelles, mesurées, réelles, sur périmètre réglementaire, hors périmètre réglementaire
- Efficacité énergétique
- Energie primaire, énergie finale
- Garanties: parfait achèvement, biennale, décennale
- GPEI
- GRE
- Inertie thermique
- IPMVP
- Labels
- Opérateur
- Performance énergétique
- Perméabilité à l'air
- Postes réglementaires
- Réception
- RICT, RFCT
- RT 2012
- RT existant
- Scénario d'occupation
- Simulations dynamiques (thermiques, énergétiques)
- Thermographie infrarouge
- Usages : réglementaires, hors réglementaires

3.3. Engagement n°3 : Mettre en œuvre le guide méthodologique GPEI

a) Afin de mettre en œuvre la GPEI, , les signataires de la présente charte s'engagent , dans la cadre d'un accord contractuel incluant une GPEI, à mettre en œuvre ou faire mettre en œuvre, en tout ou partie, un ensemble de dispositions permettant de s'assurer, tout au long de la conception et des travaux, que la démarche permettra de respecter les engagements pris.

b) Cet ensemble de dispositions, dont la ligne directrice est celle d'une démarche qualité, sont regroupées dans le **guide méthodologique GPEI**, qui figure en annexe C.

N.B. Le guide méthodologique annexé est relatif à la procédure classique évoquée en 3.1. d), et doit être décliné pour les autres cas de figure et adapté au projet concerné.

Ce guide liste 60 actions environ, réparties en 7 phases :

1. Pré-programmation-programmation (11 actions)

Par exemple : action 1.8. Etablissement du protocole ou cahier des charges de la GPEI, etc.

2. Conception (12 actions)

Par exemple : action 2.8. Définition de la check-list des points de contrôle et de vérification en phase chantier

3. DCE et choix des entreprises (6 actions)

Par exemple : action 3.3. Détermination des qualifications d'entreprises requises...

4. Travaux (6 actions)

Par exemple : action 4.6. Traitement des non-conformités en phase travaux

5. Préparation de la réception et de la mise en gestion (6 actions)

Par exemple : action 5.5. Préparation de l'attestation GPEI à signer à réception

6. Réception (11 actions)

Par exemple : action 6.2. Tests sur le bâti dont contrôle de la perméabilité à l'air, selon la norme NF 13829

7. Ajustement (6 actions)

Par exemple : action 7.3. Traitement des non conformités identifiées à la réception

c) Une proposition de répartition des actions entre acteurs a été faite (dans le cas de figure procédure classique maîtrise d'œuvre), en indiquant pour chaque action les acteurs concernés.

d) L'importance de chaque action est cotée, pour information, de « 1. Sensible » « 2. Forte » « 3. Prépondérante ».

3.4. Engagement n°4 : Mettre en œuvre un outil de simulation énergétique dynamique (SED) présentant des caractéristiques fonctionnelles minimales

a) Afin de mettre en œuvre la GPEI, les signataires de la présente charte s'engagent , **dans la cadre d'un accord contractuel incluant une GPEI**, à mettre en œuvre ou faire mettre en œuvre un **outil de simulation énergétique dynamique (SED)**.

b) Cet outil doit prendre en compte :

- les objectifs de performance énergétique souhaités,
- les données climatiques,
- l'environnement du bâtiment,
- les caractéristiques énergétiques du bâtiment et de ses équipements, incluant les équipements de gestion et régulation,
- les équipements « mobiliers » prévus pour être ajoutés après la livraison,
- les scénarios d'occupation et le comportement des occupants.

c) Le logiciel doit permettre de mettre à jour les données à chaque phase du projet et de « tenir le cap » des consommations garanties au fur et à mesure de la conception, puis de la construction du bâtiment, jusqu'à la date d'échéance de la garantie.

d) Le choix du logiciel de SED à utiliser est libre, mais il a été établi une grille des caractéristiques minimales devant respecter les logiciels pouvant être choisis (cette grille figure en annexe D).

En outre, l'outil doit être opposable contractuellement et rappeler les hypothèses de calcul prises.

N.B. Des logiciels tels que TRNSYS, TAS, ENERGY+, etc. pourraient répondre à cette grille minimale.

e) Les énergies renouvelables (EnR) doivent être prises en compte, dans la mesure où elles couvrent tout ou partie du champ des cinq usages couverts par la GPEI.

f) A titre d'information, un exemple de mise en œuvre d'un outil de simulation énergétique dynamique (SED) figure en annexe E.

g) Les personnes chargées de la mise en œuvre de l'outil doivent avoir reçu la formation nécessaire et l'opérateur doit avoir la qualification nécessaire (NF études thermiques, OPQIBI, ou équivalent).

3.5. Engagement n°5 : Sensibiliser et/ou former les intervenants dans le domaine

Les signataires de la présente charte s'engagent à sensibiliser et/ou former à la mise en œuvre de la GPEI et à la mise en œuvre des logiciels de SED les différents intervenants et les parties prenantes de la maîtrise d'ouvrage, l'assistance à la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, les entreprises et les artisans, les exploitants, les contrôleurs techniques, les utilisateurs, etc.

3.6. Engagement n°6 : Procéder à un suivi annuel de la mise en œuvre de la GPEI

Les signataires de la présente charte s'engagent à participer à un **Comité de suivi de la Charte**. Ce comité se réunira au moins une fois par an.

Il sera notamment chargé de :

- suivre l'application de la Charte GPEI,
- dresser un bilan annuel,
- enregistrer les adhésions à la Charte et prononcer les exclusions,
- faire évoluer, en tant que de besoin, la Charte GPEI en fonction des évolutions des exigences, des évolutions technologiques, des évolutions méthodologiques, des évolutions des modèles de simulation thermique dynamique, etc. En particulier, progresser vers la définition d'indicateurs de performances propres à chaque ouvrage ou élément d'ouvrage.
- suggérer, suivre, évaluer les expérimentations de mise en œuvre de la GPEI
- réaliser un suivi économique des conséquences des engagements de la présente charte, notamment au regard des coûts pour les professions,
- au besoin, mettre en place des groupes de travail sur des thèmes spécifiques liés à la charte.

4. Autres dispositions

4.1. Durée

Les engagements fixés dans la présente charte sont valables 3 ans à partir de la date de sa signature par les premiers signataires.

Un point d'étape sera fait à la fin de la première année, afin de faire un bilan d'application.

Les parties décideront de sa reconduction à l'issue de la 3^{ème} année.

4.2. Adhésion - Exclusion

Toute entreprise, tout organisme public ou privé, toute fédération, groupement, association, participant à l'action de construire, a la possibilité d'être signataire de la Charte GPEI.

L'inscription du signataire est gratuite.

Sa participation sera formalisée par un acte séparé d'engagement, enregistré par le Comité de suivi de la Charte GPEI visé à l'article 3.6.

Le non respect, par un signataire, d'un ou de plusieurs engagements de la présente charte entraîne l'exclusion du signataire, prononcée par le Comité de suivi.

4.3. Avenants

La présente charte pourra faire l'objet d'une extension de son champ d'application, par la conclusion d'avenants, décidés à l'initiative du comité de suivi de la charte, visé à l'article 3.6 ci-dessus.

Fait à Paris le 11 juillet 2013,

SIGNATURES :

BNP Paribas Real Estate,
représentée par Jean-Pierre Auriault,
Directeur du Développement Durable



Cardonnel Ingénierie, représentée
par Christian Cardonnel, Président



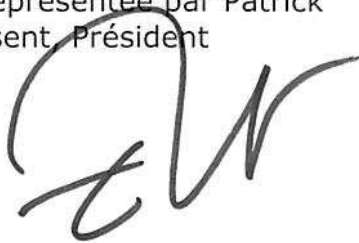
Cequami, représentée par Patrick
Nossent, Président



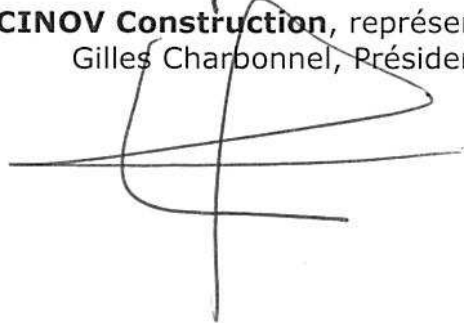
Cerqual, représentée par Antoine
Desbarrières, Président



Certivéa, représentée par Patrick
Nossent, Président



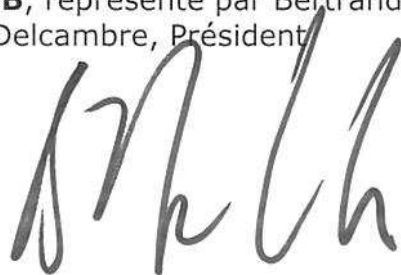
CINOV Construction, représenté par
Gilles Charbonnel, Président



La **Coprec,** représentée par Jacques
Jessenne, Président



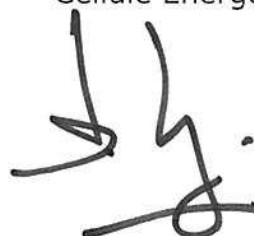
Le **CSTB,** représenté par Bertrand
Delcambre, Président



La **Fedene**, représentée par Jean-Claude Boncorps, Président



GDF Suez Cofely Axima, représentée par Benoît Cogné, Responsable Cellule Energétique



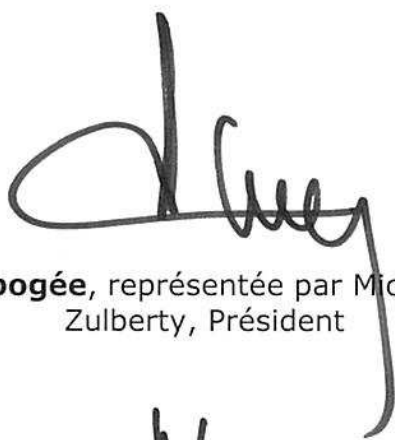
GDF Suez Cofely Services, représentée par Jean Roland, Directeur Technique Innovation et Performance



GRAS SAVOYE, représentée par Claude Noël, Directeur Développement Construction et Real Estate



Syntec-Ingénierie, représenté par Frédéric Moreaux, Président du Bureau Bâtiment



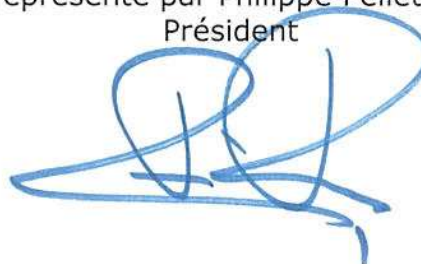
Verspieren, représentée par Claude Delahaye, Directeur du pôle Immobilier-Construction et Développement Durable



Apogée, représentée par Michel Zulberty, Président



Le **Plan Bâtiment Durable**, représenté par Philippe Pelletier, Président



ANNEXES

- A. Liste des membres du groupe de travail GPEI

- B. Éléments de terminologie connexes

- C. Guide méthodologique GPEI

- D. Grille de caractéristiques minimales requises pour les outils de simulation énergétique dynamique (SED)

ANNEXE A

Liste des membres du groupe de travail GPEI

NOM	ORGANISME
Monsieur Eric BUSSOLINO	AA'E
Monsieur Frédéric ROSENSTEIN	ADEME
Monsieur Vincent FIGARELLA	AXA Entreprises / FFSA
Monsieur Michel VAUTHIER	Avocat à la Cour
Monsieur Jean-Pierre AURIAULT	BNP Paribas Real Estate
Monsieur Pierre-Alexandre CLEMENT	BNP Paribas Real Estate
Monsieur Jean-Yves COLAS	CERQUAL
Monsieur Jean CORNET	CINOV Construction
Monsieur Pierre BAUX	CINOV Construction
Monsieur Christian CARDONNEL	CINOV Construction - CARDONNEL INGENIERIE
Monsieur Marc COLOMBARD-PROUT	CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)
Monsieur Jean-Robert MILLET	CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
Monsieur Michel HUET	Cabinet Michel HUET & Associés

Monsieur Philippe POLART	DALKIA
Monsieur Olivier BARDOT Madame Catherine EMON	DALKIA FEDERATION FRANCAISE DU BATIMENT
Monsieur Christophe DELCAMP	FFSA
Madame Frédérique PODER-PEREAUX	GRAS SAVOYE - INTERMEX
Monsieur Pierre ESPARBES	Groupe SMABTP / FFSA
Monsieur Cédric BOREL	IFPEB
Madame Aurélie DAUGER	LEFEVRE PELLETIER & ASSOCIES, AVOCATS
Monsieur Christian ROMON	M.I.Q.C.P.
Madame Nicole SITRUK	M.I.Q.C.P.
Monsieur Michel KLEIN	MAF
Monsieur Gabriel COANON	MEDDE
Monsieur François DURETZ	POSTE IMMO
Madame Laure SCHMIEDER	POSTE IMMO
Monsieur Michel ZULBERTY	Président d'APOGEE
Madame Lisa SULLEROT	QUALITEL - CERQUAL

Monsieur Eric MANGEMATIN

SAINT-GOBAIN HABITAT FRANCE

Monsieur Christophe LONGEPIERRE

Syntec Ingénierie

Monsieur Eric MICHELIN

VERSPIEREN

Monsieur Florent CHATELAIN

VERSPIEREN

ANNEXE B

Eléments de terminologie connexes

A. Acteurs

Les acteurs identifiés pour le Guide sont les suivants :

- Maîtrise d'ouvrage (MOA)
- Assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO)
- Maîtrise d'œuvre (architectes, bureaux d'études) (MOE)
- Contrôleur technique (CT)
- Entreprises de travaux (ENT)
- Utilisateurs (UTI)
- Exploitants (EXP)

S'agissant de l'assistance à maîtrise d'ouvrage, elle peut avoir, selon les cas :

- un rôle d'organisation et de contrôle qualité,
- ou un rôle technique de supervision des équipes techniques intervenant sur le projet.

Le commissionnement/ commissioning (voir ci-dessous) peut être assuré soit par un acteur dédié, soit pas l'un des acteurs ci-dessus (AMO, MOE, voir CT).

- **Commissionnement / commissioning** (source : guide du commissioning des nouveaux bâtiments, édité par Canmet Energies, Canada).

Le commissionnement ou « commissioning » d'un bâtiment représente un processus intensif d'assurance de qualité qui s'étend sur toute la durée des étapes de création, de la conception, de la construction et de la mise en service, y compris pour la première année d'opération. Le processus aide à garantir que les performances du nouveau bâtiment répondent aux attentes du propriétaire pour ce qui est de l'opération et de la consommation d'énergie, d'eau, ainsi que de la qualité de l'environnement intérieur.

- **Consommation conventionnelle**

Consommation conventionnelle d'énergie primaire (**Arrêté du 11 octobre 2011 relatif aux attestations de prise en compte de la réglementation thermique et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments**).

La consommation conventionnelle d'un bâtiment, au sens de la réglementation thermique, est un indicateur exprimé en kilowattheure d'énergie primaire par mètre carré et par an [kWh_{ep}/(m².an)].

Elle prend en compte uniquement les consommations de chauffage, de refroidissement, de production d'eau chaude sanitaire, d'éclairage, des auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire et de ventilation, déduction faite de la production d'électricité à demeure.

Elle est calculée selon les modalités définies par la méthode de calcul Th-BCE 2012, en utilisant des données climatiques conventionnelles pour chaque zone climatique, et pour des conditions d'utilisation du bâtiment fixées, représentant des comportements moyens et s'appuyant sur des études statistiques. Les valeurs réelles de ces paramètres étant inconnues au moment de la réalisation du calcul réglementaire, il peut apparaître des écarts entre les consommations réelles qui seront observées pendant l'utilisation du bâtiment et la consommation conventionnelle calculée.

N.B. Important : Il s'agit d'une consommation calculée et portant sur les usages visés par la réglementation.

- **Consommation mesurée (d'après IPMVP)**

Les consommations réelles sur une période sont mesurées par différence de relevés de compteurs en début et fin de période. La méthode de relevé doit préciser, pour chaque compteur :

- Les caractéristiques de la mesure,
- Le protocole de relevé des compteurs,
- La procédure de mise en service des compteurs,
- Les procédés de calibration périodique,
- La méthode de traitement des données perdues (panne de compteur, par exemple).

- **Efficacité énergétique (proposition Fedene)**

L'efficacité énergétique se réfère au rapport établi entre les résultats, le service, la marchandise ou l'énergie que l'on obtient et l'énergie consacrée pour y parvenir.

- **Energie primaire, énergie finale**

L'énergie primaire est une énergie provenant de sources renouvelables ou non renouvelables, qui n'a subi aucun processus de conversion ni de transformation.

L'énergie finale est l'énergie délivrée « prête à l'emploi » à l'utilisateur final.

Actuellement, en France, le passage des consommations finales à la consommation d'énergie primaire se fait, **par convention**, sur la base des facteurs de conversion suivants :

- facteur 1 pour tous les combustibles (fioul, gaz naturel...),
- multiplication par le facteur 2,58 pour l'électricité, de façon à prendre en compte le rendement de production de l'électricité.

- **Garanties : parfait achèvement, biennale, décennale**

Garantie de parfait achèvement (source FFSA, 2007)

- Objet : réparation de tous les désordres affectant l'ouvrage, quelle que soit leur gravité et ayant fait l'objet de réserves à la réception ou ayant été notifiés,
- Durée : pendant l'année suivant la réception.

Garantie biennale (source FFSA, 2007)

- Équipements : parties d'ouvrages, éléments d'équipement qui permettent à l'ouvrage de fonctionner, d'être utilisé selon sa destination d'origine,
- Garantie : impossibilité ou inaptitude à remplir normalement la fonction annoncée (sous réserve d'un usage et d'un entretien normal),
- Durée : 2 ans à compter de la réception de l'ouvrage,
- Exclusion (Juin 2005) : équipements à usage purement professionnel.

Garantie décennale (source FFSA, 2007)

- Objet : l'ouvrage ou ses équipements indissociables (1792-2) du Code civil,
- Garantie : atteinte à la solidité ou impropriété à destination (totalité de l'ouvrage) de l'ouvrage ou à la solidité des équipements indissociables,
- Durée : 10 ans à compter de la réception de l'ouvrage,
- Exclusion (Juin 2005) : équipements à usage purement professionnel.

- **Garantie de Performance Energétique Intrinsèque (GPEI)**

La GPEI est contractuelle, elle a pour objet de garantir une efficacité énergétique, au stade de la conception et des travaux. Sa mise en œuvre se traduit par l'obligation souscrite par un prestataire d'atteindre des objectifs d'efficacité énergétique fixés.

Les consommations visées sont celles relatives aux usages : chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, éclairage, auxiliaires de chauffage (pompes et ventilateurs).

La garantie porte sur des consommations calculées.

Elle prend fin, selon les projets, au bout d'un an ou de deux ans après réception.

- **Garantie de Résultats Energétiques (GRE)**

La GRE est contractuelle, elle a pour objet de garantir une efficacité énergétique au stade conception, travaux, exploitation, maintenance et utilisation. Sa mise en œuvre se traduit pas l'obligation d'atteindre des objectifs d'efficacité énergétiques fixés.

Les consommations visées sont librement déterminées et peuvent aller au-delà des cinq usages : chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, éclairage, auxiliaires de chauffage (pompes et ventilateurs) : bureautique, appareils électroménagers, etc.

La garantie porte sur des consommations mesurées par comptage.

Elle prend fin plusieurs années après réception (par exemple 8 ou 10 ans).

- **Inertie thermique**

L'inertie thermique d'un bâtiment est sa capacité à emmagasiner puis à restituer la chaleur de manière diffuse. Plus l'inertie d'un bâtiment est forte, plus il se réchauffe et se refroidit lentement.

L'inertie thermique permet d'obtenir un déphasage thermique (décalage dans le temps) par rapport aux températures extérieures.

L'inertie thermique d'un bâtiment dépend de la masse des matériaux qui composent son intérieur (murs, cloisons, planchers...). Plus ces matériaux sont lourds, plus leur inertie thermique est importante.

- **IPMVP**

Méthode mise en œuvre dans le cadre d'un plan de mesure et de vérification. La méthode (International Performance Measurement and Verification Protocol) a été développée par EVO (Efficiency Valuation Organisation). Le plan de mesure et de vérification concerne particulièrement la mise en œuvre des contrats de performance énergétique (CPE).

- **Labels énergétiques (source : Qualitel)**

Les *labels énergétiques* accompagnent depuis maintenant plusieurs années la démarche volontaire des maîtres d'ouvrage désireux de réaliser des opérations de construction ou de rénovation performantes du point de vue énergétique. Ces derniers permettent d'anticiper les exigences futures en matière de réglementation issues du Grenelle de l'environnement, qui s'imposeront en 2013 pour les bâtiments résidentiels neufs et en 2020 pour les bâtiments existants.

Les *labels énergétiques* ne peuvent être délivrés que par des organismes certificateurs, sous convention spéciale avec le ministère en charge de la construction, seul habilité à autoriser la délivrance des *labels* par un tiers.

Permettant de justifier d'un niveau de consommation d'énergie, ceux-ci sont particulièrement utiles pour obtenir ou justifier l'attribution des aides publiques, comme l'éco-prêt à taux zéro ou encore l'éco-prêt logement social.

Les *labels* d'état associés à la réglementation thermique 2012 sont en cours de définition au sein de la DHUP (Direction de l'habitat, de l'Urbanisme et des paysages).

Les labels dans la construction neuve

Cinq niveaux de performance sont définis :

1) HPE 2005 pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 10 % par rapport à la consommation de référence RT 2005 et pour l'habitat au moins 10 % par rapport à la consommation maximale autorisée.

2) HPE EnR 2005, basé sur les exigences du label HPE 2005 accompagnées d'exigences sur l'installation d'équipements d'énergie renouvelable.

3) THPE 2005 pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 20 % par rapport à la consommation de référence RT 2005 et pour l'habitat d'au moins 20 % par rapport à la consommation maximale autorisée.

4) THPE EnR 2005 pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 30% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et, pour l'habitat, au moins 30% par rapport à la consommation maximale autorisée, accompagné d'exigences sur l'utilisation d'équipements d'énergie renouvelable (capteurs solaires

thermiques, capteurs photovoltaïques ou des éoliennes) ou de pompes à chaleur très performantes.

5) BBC 2005 : *bâtiment basse consommation* énergétique. Ce niveau reprend les résultats de l'étude menée dans le cadre du programme de recherche PREBAT, sur financement de l'ADEME, et réalisée par l'Association EFFINERGIE. Ce niveau vise les bâtiments ayant une consommation très nettement inférieure à la consommation énergétique réglementaire avec un niveau d'exigence calé pour le résidentiel à 50 kWh/m².an en énergie primaire en prenant en compte les consommations de tous les usages (chauffage, refroidissement; production d'ECS (Eau chaude sanitaire), ventilation et éclairage) et décliné selon les zones climatiques et l'altitude du projet de construction.

Les labels pour les bâtiments existants

Deux niveaux de performance seulement pour les opérations de rénovation :

- « haute performance énergétique rénovation, HPE rénovation 2009 » qui correspond à une consommation d'énergie primaire de 150 kWh/m².an (modulée selon la zone climatique et l'altitude),
- « bâtiment basse consommation énergétique rénovation, BBC rénovation 2009 » plus performant, qui correspond à une consommation d'énergie primaire de 80 kWh/m².an (modulée selon la zone climatique et l'altitude).

• Opérateur

L'opérateur est l'acteur unique ou le groupement d'acteurs, qui porte et prend en charge la GPEI.

• Performance énergétique

La performance énergétique désigne l'amélioration de l'efficacité énergétique. Elle désigne ainsi le différentiel entre l'efficacité énergétique de la situation de référence et l'efficacité énergétique estimée ou mesurée à un instant « t ».

• Perméabilité à l'air (source : RT-batiment.fr)

Paramètre important pour caractériser une enveloppe de bâtiment, l'étanchéité à l'air du bâti est caractérisée dans la réglementation thermique par un coefficient de perméabilité. Ce dernier représente le débit de fuite par m² de surface déperditive (hors plancher bas) sous une dépression de 4Pa et est exprimé en m³/(h.m²).

La mesure d'étanchéité à l'air des bâtiments conformément à l'arrêté du 24 mai 2006 repose sur des mesures exécutées selon la norme NF EN

13829 « Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments » et son guide d'application GA P50-784.

- **Postes « réglementaires »**

Les postes réglementaires en matière de réglementation thermique sont le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage, les auxiliaires de chauffage de refroidissement d'eau chaude et de ventilation. La production d'électricité à demeure est également prise en compte.

- **Réception**

"La réception est l'acte par lequel le maître de l'ouvrage déclare accepter l'ouvrage avec ou sans réserves. Elle intervient à la demande de la partie la plus diligente, soit à l'amiable, soit à défaut judiciairement. Elle est, en tout état de cause, prononcée contradictoirement. (article 1792-6 du Code civil).

- **RICT, RFCT**

Ces deux rapports sont établis par le contrôleur technique dans le cadre de ses missions :

- Rapport initial de contrôle technique (RICT) : le rapport synthétise les avis établis sur les documents de conception (CCTP, plans d'architecte, étude géotechnique, étude thermique, ...),
- Rapport final de contrôle technique (RFCT) : le rapport regroupe tous les avis établis durant les travaux et n'ayant pas été levés à la réception.

- **RT 2012**

La réglementation thermique 2012 est avant tout une réglementation d'objectifs et comporte :

- 3 exigences de résultats : besoin bioclimatique, consommation d'énergie primaire, confort en été.
- Quelques exigences de moyens, limitées au strict nécessaire, pour refléter la volonté affirmée de faire pénétrer significativement une pratique (affichage des consommations par exemple).

Les exigences de résultats imposées par la RT2012 sont de trois types :

a) L'efficacité énergétique du bâti

L'exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti est définie par le coefficient «Bbiomax» (besoins bioclimatiques du bâti). Cette exigence impose une limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées à la conception du bâti (chauffage, refroidissement et éclairage), imposant ainsi son optimisation indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre.

b) La consommation énergétique du bâtiment

L'exigence de consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire se traduit par le coefficient « Cepmax », portant sur les consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs). Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle 1, la valeur du Cepmax s'élève à 50 kWh/(m².an) d'énergie primaire, modulé selon la localisation géographique, l'altitude, le type d'usage du bâtiment, la surface moyenne des logements et les émissions de gaz à effet de serre pour le bois énergie et les réseaux de chaleur les moins émetteurs de CO₂.

Cette exigence impose, en plus de l'optimisation du bâti exprimée par le Bbio, le recours à des équipements énergétiques performants, à haut rendement.

c) Le confort d'été dans les bâtiments non climatisés

A l'instar de la RT 2005, la RT 2012 définit des catégories de bâtiments dans lesquels il est possible d'assurer un bon niveau de confort en été sans avoir à recourir à un système actif de refroidissement. Pour ces bâtiments, la réglementation impose que la température la plus chaude atteinte dans les locaux, au cours d'une séquence de 5 jours très chauds d'été n'excède pas un seuil.

Parmi les textes officiels importants sur la RT 2012

- Le décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions,
- L'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.

- **Réglementation thermique sur existants**

La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration.

Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

1. Pour les rénovations très lourdes de bâtiments de plus de 1000 m², achevés après 1948, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové.

Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.

Ce premier volet de la RT est applicable pour les permis de construire déposés depuis le 31 mars 2008.

2. Pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. Ce second volet de la RT est applicable pour les marchés ou les devis acceptés depuis le 1er novembre 2007.

- **Scénario d'occupation**

Un scénario d'occupation des locaux définit les données prévisionnelles de présence des occupants ; la présence des occupants est définie en termes de planning horaire d'occupation des locaux par zone, et de nombre d'occupants pendant les plages de présence. Un scénario d'occupation définit également le planning de fonctionnement des équipements, d'occultation des vitrages.

Une façon usuelle de procéder est de définir une semaine type de présence et de compléter par les semaines de fermeture pour congés.

S'y ajoute un scénario de comportement des occupants, relativement aux moyens de contrôle sur les équipements du bâtiment.

- **Simulations énergétique dynamique (source CSTB- Cardonnel Ingénierie)**

La Simulation Energétique Dynamique (SED) permet de modéliser les bâtiments et de mesurer l'impact de chaque paramètre de la construction sur son niveau de performance énergétique. En effet, les bâtiments à très faible consommation d'énergie ne se comportent pas comme les bâtiments traditionnels et une modélisation fine de leur comportement est donc nécessaire pour optimiser leur conception au regard des besoins de chauffage, de refroidissement et du confort d'été.

La SD doit concerner le bâtiment complet, avec un découpage par zones ayant des comportements et des scénarios de confort similaires.

Elle doit permettre d'estimer les différents besoins (chauffage, rafraîchissement, eau chaude sanitaire) puis les consommations d'énergie en intégrant les différentes pertes et apports (émission, gestion et régulation, distribution, stockage, apport EnR, génération, auxiliaires, production d'énergie).

- **Thermographie infrarouge (cf. fiche OR 98 du Guide pratique APOGEE)**

La thermographie infrarouge est un outil de diagnostic permettant de détecter des désordres du bâtiment invisibles à l'œil nu.

Elle permet, avec une image prise au plus près, de détecter des variations thermiques locales, et donc ainsi visualiser et mettre en évidence des défauts d'isolation non soupçonnés jusque-là.

Elle permet de démontrer la présence de défauts qui sont, eux, soupçonnés.

Dans l'existant, elle permet de mettre en évidence les défauts majeurs à traiter en priorité, dans le cadre d'une rénovation par exemple ; elle permet de vérifier l'inconfort, les fuites, les dégradations, etc., dans le cadre de la maintenance et de l'exploitation du bâtiment.

Lors des transactions, elle permet de pré-évaluer les besoins et elle facilite l'estimation des coûts de rénovation.

Dans le neuf, elle peut être un puissant outil de mesure de la qualité d'une réalisation lors de la réception d'un bâtiment.

Néanmoins, les interprétations sont réservées à des spécialistes.

- **Usages : réglementaires, hors réglementaires (proposition Verspieren)**

L'exigence de consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire définie dans la réglementation thermique 2012 se traduit par le coefficient « Cepmax », portant sur les cinq usages suivants correspondant chacun à un poste de consommations: consommations de chauffage, de

refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs).

Certaines consommations ne sont pas couvertes par la réglementation. C'est le cas par exemple de l'éclairage et la ventilation des parkings, ascenseurs, éclairage extérieur, bureautique, électroménager ...

ANNEXE C

Guide méthodologique GPEI

Le **guide méthodologique GPEI** liste 60 actions environ, réparties en 7 phases :

N.B. Le guide méthodologique annexé est relatif à la procédure classique évoquée en 3.1. d), et doit être décliné pour les autres cas de figure et adapté au projet concerné.

1. Pré-programmation-programmation (11 actions)
2. Conception (12 actions)
3. DCE et choix des entreprises (6 actions)
4. Travaux (6 actions)
5. Préparation de la réception et de la mise en gestion (6 actions)
6. Réception (11 actions)
7. Ajustement (6 actions)

L'importance de chaque action est cotée, pour information, de « 1. Sensible » « 2. Forte » « 3. Prépondérante ».

N.B. Afin de perfectionner la méthodologie, des recherches sont à mener sur certains points: niveau global d'isolation, inertie globale, etc.

Document V4 1er juillet 2013

Attention : Ce document concerne la procédure classique: maîtrise d'œuvre et entreprises

MOA: maîtrise d'ouvrage
MOE: maîtrise d'œuvre

CT: contrôle technique
AMO: assistance maître d'ouvrage
ENT: entreprise de travaux
UTI: utilisateur
EXP: exploitation/maintenance

1.PHASE PRE-PROGRAMMATION - PROGRAMMATION		Neuf /Existant/Tout	commentaire	MOA	AMO	MOE	CT	ENT	UTI	EXP	Importance de 1 à 3
1.1	Analyse d'opportunité et de faisabilité	T		●	●						3
1.2	Décision de s'orienter vers une GPEI (plutôt que GRE, ou rien)	T		●	●						3
1.3	Etablissement du pré-programme	T		●	●						2
1.4.1	Audit complet de l'existant (identité/santé/ usages/consos, etc.) avec préconisations/prescriptions			●	●	●					3
1.4.2	Audit complet de l'existant (identité/santé/ usages/consos, etc.) sans préconisations/prescriptions	E		●	●	●	●				3
1.5	Analyse du site (parcelles, altimétrie, exposition, masques, etc.)	T		●	●	●					2
1.5	Rédaction du programme de l'opération	T		●	●						3
1.6	Définition des usages, occupation, équipements mobiliers, du mode de gestion et pilotage des équipements , etc. du projet	T		●							3
1.7	Définition des performances énergétiques attendues et des niveaux de service et de confort à prendre en compte dans le cadre de la garantie (consommations, émission des CO ² , température, ventilation, qualité de l'air, confort, etc.)	T		●	●						3
1.8	Etablissement du protocole ou cahier des charges de la GPEI : enjeux, performances, grandeurs à mesurer, instrumentation, méthodologie , choix de l'outil de calcul, mesures et vérifications, finesse de modélisation, constats, réglages,etc.	T		●	●						3
1.9	Définition de l'ensemble des modalités et des paramètres qui seront pris en compte pour le contrôle final et la mise en œuvre de la garantie	T		●	●						3
1.10	Détermination des qualifications requises pour l'opérateur. Vérification de son assurabilité en regard des caractéristiques de l'opération. Prise en compte dans la sélection, des références, moyens et attestation des maîtres d'ouvrage ayant recours à des garanties similaires ou des niveaux de performance élevés.			●							3

2. PHASE CONCEPTION		Neuf /Exis tan/T out	commentaire	MOA	AMO	MOE	CT	ENT	UTI	EXP	Importance de 1 à 3
2.0	Détermination des qualifications requises pour les équipes de conception et autres partenaires : Reconnue Grenelle Environnement, etc. Et prise en compte dans la sélection, des références, moyens et attestation de maîtres d'ouvrage ayant recouru à des garanties similaires ou de niveaux de performance élevés			●							3
2.1	Pour mémoire, étude de faisabilité technique et économique d'approvisionnement en énergie des bâtiments neufs ou des projets de rénovation de plus de 1 000 m ² , préalablement au dépôt de la demande de permis de construire (arrêté du 18/12/2007).	T		●	●	●					1
2.2	Etude énergétique et simulations énergétiques des consommations et détermination des valeurs prévisionnelles des consommations et des autres paramètres faisant l'objet de la garantie	T			●	●					3
2.3	Justification des éléments pris en compte dans l'outil de calcul; notamment toutes les performances intrinsèques des éléments constitutifs du bâtiment et de ses équipements techniques & les paramètres influents ; par ex. valeur des ponts thermiques, étanchéité à l'air	T			●	●					3
2.4	Caractérisation de l'inertie thermique (méthode en projet)	T			●	●	●				2
2.5	Analyse des variantes et impacts	T			●	●					2
2.6	Pour mémoire : Attestation de la prise en compte de la RT au moment de la demande de PC	N		●	●	●	●				3
2.7	Définition des appareils de mesure et d'enregistrement des consommations et du Plan de mesure et de vérification du type IPMVP (optionnel, si l'on s'oriente ensuite vers une GRE)	T			●	●	●				1
2.8	Définition de la check-list de points de contrôle et de vérification en phase chantier	T			●	●	●				3
2.9	Validation des études par un contrôleur technique missionné Th (absence d'avis défavorable dans le RICT)	T					●				2
2.10	Intégration des données résultant des études détaillées et recalcul de la consommation conventionnelle actualisée; synthèse comparative	T			●	●					2
2.11	Elaboration d'une matrice des risques qui va encadrer la GPEI	T		●	●	●					3

3. PHASE DCE ET CHOIX DES ENTREPRISES		Neuf /Existant/Tout	commentaire	MOA	AMO	MOE	CT	ENT			Importance de 1 à 3
3.1	Contrôle de conformité entre les descriptions et hypothèses de l'outil de calcul et les descriptifs (CCTP) et plans de consultation des entreprises (DCE)	T			●		●				3
3.2	Détermination des qualifications requises : Reconnue Grenelle Environnement, Qualibat, etc. Vérification de leur assurabilité en regard des caractéristiques de l'opération	T		●	●	●		●			2
3.3	Dans le CCTP, imposer aux entreprises une procédure d'autocontrôle	T		●	●	●		●			3
3.4	En plus des qualifications générales et spécifiques, prise en compte dans la sélection des candidats des références, moyens et attestations de maîtres d'ouvrages ayant recouru à des garanties similaires ou des niveaux de performance élevés	T		●	●	●					3
3.5	Analyse des variantes proposées par les entreprises , et des impacts	T		●	●	●		●			3
3.6	Au besoin, recalcul de la consommation prévisionnelle et des autres paramètres (indispensables si des variantes ont été proposées)	T			●	●		●			2

4. PHASE TRAVAUX		Neuf /Existant/Tout	commentaire	MOA	AMO	MOE	CT	ENT	UTI	EXP	Importance de 1 à 3
4.1	Autocontrôles par l'entreprise, tels que prévus au cahier des charges	T						●			3
4.2	Validation des études d'exécution par un intervenant spécialisé missionné par la maîtrise d'ouvrage	T		●		●	●				3
4.3	Vérification en phase chantier, de la présence des équipements, des composants et du bâti, aux emplacements prévus, identification et reprise des non conformités, validation des caractéristiques réelles des équipements techniques et des éléments constitutifs du bâtiment	T				●	●	●			3
4.4	Collecte des éléments de référence des tests, mise en exergue de leur niveau de performance dans le point de fonctionnement nominal du bâtiment	T		●	●	●		●			2
4.5	Intégration des nouvelles données recueillies dans la simulation et recalcul de la consommation conventionnelle actualisée; synthèse comparative (nécessaire en cas de traitement différencié des non conformités)	T			●	●		●			2
4.6	Traitement des non conformités en phase travaux	T						●			3
4.7	Vérification du traitement des non conformités	T				●	●				3

5. PREPARATION DE LA RECEPTION ET DE LA MISE EN GESTION		Neuf / Existant / Tout	commentaire	MOA	AMO	MOE	CT	ENT	UTI	EXP	Importance de 1 à 3
5.1	<i>Pour mémoire: Préparation du contrat de maintenance-exploitation - attribution et mise en mains, consultation et choix du mainteneur exploitant</i>	T		●	●	●		●		●	3
5.2	<i>Pour mémoire: Elaboration du carnet de recommandations et de suivi</i>	T		●	●	●		●	●		3
5.3	<i>Pour mémoire: Livret destiné aux utilisateurs, information et sensibilisation</i>	T		●	●	●		●	●		2
5.4	Elaboration d'un carnet de recommandations pour le bon fonctionnement énergétique et le suivi des consommations	T			●	●		●			2
5.5	Préparation de l'attestation GPEI à signer à la réception : consommations et autres paramètres	T				●		●			3
5.6	DOE : volet énergétique	T				●		●			2

6. RECEPTION		Neuf /Exis tan/T out	commentaire	MOA	AMO	MOE	CT	ENT	UTI	EXP	Importance de 1 à 3
6.1	Inspections et contrôles visuels de conformité au cahier des charges du bâtiment et de ses équipements : présence des équipements aux emplacement prévus, obtention des éléments de référence de tests ou de justification de valeurs prises dans l'outil de calcul	T				•	•				3
6.2	Tests sur le bâti				•	•	•	•			3
	Contrôle de perméabilité à l'air selon la norme NF EN 13829	T			•	•	•	•			3
	Mesure de l'isolation globale du bâti et de l'inertie thermique (méthode en projet)	T			•	•	•	•			3
6.3	Tests sur les systèmes énergétiques	T			•	•	•	•		•	3
	Mesure de débit aux bouches de ventilation	T				•	•	•		•	3
	Mesure d'étanchéité des conduits	T					•	•		•	3
6.4	Test sur les systèmes thermiques (chauffage, ECS, refroidissement) mise en eau et fonctionnement	N			•	•	•	•		•	3
6.5	Tests des systèmes de gestion régulation	T			•	•	•	•		•	3
	Vérification des fonctionnalités des liaisons	T			•	•	•	•		•	2
	Vérification de la conformité du réglage initial à celui défini dans l'outil de calcul	T				•				•	2
	Vérification du service rendu : conditions de fonctionnement conforme au cahier des charges	T				•				•	1
6.6	Autres tests spécifiques	T				•				•	1
	Mesure des consommations des ventilateurs (soufflage et reprise)	T				•	•	•		•	2
	Mesure de la qualité de lumière naturelle	T				•	•	•		•	1
	Vérification des systèmes de gestion de l'éclairage	T				•	•	•		•	1
	Mesure de la consommation des pompes de distribution hydraulique	T				•	•	•		•	2
6.7	Intégration dans la simulation des données recueillies, en phase réception, et recalcul de la consommation prévisionnelle actualisée; synthèse comparative; idem pour les autres paramètres ,CO ² etc.	T			•	•		•			2
6.8	Gestion de écarts et analyse, puis traitement des non conformités par rapport au cahier des charges	T			•	•		•			3
6.9	Mise à jour de la matrice des risques et recalage éventuel et des modalités et des paramètres qui seront pris en compte pour le contrôle final et la mise en œuvre de la garantie	T		•	•	•					3
6.10	Signature de l'attestation de GPEI , éventuellement complétée par des réserves à lever pendant la période d'ajustement				•						3
6.11	<i>Pour mémoire : Attestation de la prise en compte de la RT à l'achèvement des travaux</i>	T		•		•	•				2
6.12	<i>Pour mémoire: Attestion de conformité au label, s'il y a lieu</i>	T		•		•					2

7. PERIODE D'AJUSTEMENT (1 an ou 2 ans selon type de projet)			commentaire	MOA	AMO	MOE	CT	ENT	UTI	EXP	Importance de 1 à 3
7.1	Suivi du bon fonctionnement du système énergétique et identification des dysfonctionnements	T		●	●	●		●		●	3
7.2	Thermographies infrarouge (attention à l'efficacité variable de la méthode sur certains bâtiments et nécessité de chauffer le bâtiment)	T			●	●	●	●			1
7.3	Traitement des non conformités par rapport au cahier des charges et réserves	T				●		●			3
7.4	Intégration des éventuelles nouvelles données sur bâtiment et équipements (hors usage et climat réel) recueillies dans la simulation et recalcul de la consommation prévisionnelle actualisée; synthèse	T		●	●	●		●			3
7.5	Etablissement du document justificatif de la période après réception: énergie primaire, énergie finale et tous autres paramètres faisant l'objet de la garantie	T		●	●	●		●			3
7.6	A échéance de la période , document de contrôle final et quitus	T		●		●	●	●			3

ANNEXE D

Grille de caractéristiques minimales requises pour les outils de simulation énergétique dynamique (SED)

GPEI / les outils SD de simulation dynamique **Fonctionnalités des outils de calcul pour les usages RT2012**

Ch. Cardonnel (CARDONNEL Ingénierie) JR Millet (CSTB)

1. GENERALITES

La Simulation Dynamique (SD) permet de modéliser les bâtiments et de mesurer l'impact de chaque paramètre de la construction sur son niveau de performance énergétique. En effet, les bâtiments à très faible consommation d'énergie ne se comportent pas comme les bâtiments traditionnels et une modélisation fine de leur comportement est donc nécessaire pour optimiser leur conception au regard des besoins de chauffage, de refroidissement et du confort d'été.

La SD doit concerner le bâtiment complet, avec un découpage par zones ayant des comportements et des scénarios de confort similaires.

Elle doit permettre d'estimer les différents besoins (chauffage, rafraîchissement, eau chaude sanitaire)¹ puis les consommations d'énergie en intégrant les différentes pertes et apports (émission, gestion et régulation, distribution, stockage, apport EnR, génération, auxiliaires, production d'énergie). On peut alors parler de **SED** Simulation Energétique Dynamique.

C'est bien l'axe de travail de la GPEI (Garantie de Performance Energétique Intrinsèque) qui s'oriente vers un calcul prévisionnel des coûts et consommations énergétiques d'un bâtiment en fonction du comportement réel des usagers, des équipements en fonction du climat.

La SED simule au pas de temps horaire le « métabolisme » du bâtiment en fonction de la météo et des scénarii d'occupation des locaux et la performance des équipements. La simulation permet donc de déterminer heure par heure les températures de chacun des locaux, les besoins de chauffage/climatisation, les apports solaires et internes, etc. Elle permet de mieux prendre en compte le climat, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener ainsi des études plus précises que les études réalisées grâce aux logiciels réglementaires.

La SED permet donc d'identifier et de quantifier de manière intelligente et précise l'impact des différents postes de dépense énergétique afin de valider les concepts et solutions techniques retenues.

1.1 METHODOLOGIE D'UTILISATION

La Simulation Dynamique a pour objet d'analyser certains éléments du projet :

- Les conditions de confort thermique en été et en hiver,
- Les besoins, consommations et dépenses énergétiques,
- Les opportunités d'améliorations techniques permettant d'optimiser l'efficacité énergétique.

Pour ce faire, la méthodologie d'utilisation à suivre est :

- Modélisation du bâtiment :
 - Saisie graphique du projet,
 - Prise en compte des masques proches et lointains,
 - Saisie des caractéristiques géométriques des bâtiments et découpage en zones thermiquement homogènes,

¹ On peut appeler STD simulation thermique dynamique les outils SD se limitant au calcul des besoins de chauffage et refroidissement et éventuellement au confort d'été.

- Saisie des compositions des parois,
 - Saisie des scénarii d'occupation des différentes zones et planning d'occupation, de fonctionnement des équipements, d'occultation des vitrages.
- Simulation du comportement thermique, sur une année représentative, au regard des conditions météorologiques prévisionnelles.
 - Détermination des caractéristiques thermiques et hygrothermiques du bâtiment.
 - Besoins énergétiques en chauffage ou en climatisation,
 - Confort d'été sur l'année pour chaque zone en déterminant le taux d'inconfort,
 - Périodes critiques génératrices d'inconfort.
 - Optimisation du bâtiment par la recherche de solutions d'amélioration.
 - Sur la structure du bâtiment
 - Protections solaires (murs rideaux, verrières,...)
 - Isolation par type de parois et avec proposition de plusieurs solutions
 - Influence des masses, etc.
 - Sur les scénarios pouvant être envisagés :
 - Travail sur la programmation de la ventilation
 - Diminution des apports internes, etc.

Cette simulation permet donc de quantifier les solutions complètes afin de rechercher le meilleur compromis entre l'aspect technique et l'aspect financier.

1.2. LIMITE DE CERTAINS OUTILS

Certains outils de simulation dynamique ne permettent pas l'intégration des systèmes techniques dans la modélisation, ou avec une grande complexité. Ceci limite donc les résultats aux valeurs de besoins énergétiques. La mise en œuvre de systèmes innovants est donc parfois peu valorisable par ce type de calculs.

Il est à noter que les résultats obtenus dans ces simulations sont en relation directe avec les scénarii choisis et permettent donc d'avoir des valeurs plus proches des conditions futures que les données conventionnelles réglementaires. Le moteur de calcul de la Réglementation Thermique RT 2012 n'est pas un outil apte à prendre en compte ces aspects puisque ces données ne sont pas modifiables¹.

Le calcul au pas horaire, permet une bonne vision de l'évolution des puissances et des consommations d'énergie, la consommation finale d'énergie pouvant être convertie en énergie primaire, rejet CO₂, coût.

¹ Cependant, la prise en compte de la méthode de calcul THBCE 2012 élaborée dans la cadre de la RT 2012 par le CSTB est une base cohérente et détaillée. La mise en place et l'ouverture de la méthode THBCE 2012 avec par exemple des scénarii de confort « souhaités », des fichiers climatiques au pas horaire représentatif du site pourrait ainsi constituer une base de calcul utilisable.

2. FONCTIONNALITES DES OUTILS DE SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE SED POUR LES USAGES ET PRODUCTIONS RT

On définit ci-après les fonctionnalités des outils requises pour le calcul prévisionnel des 5 usages RT : chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires, les productions locales d'énergie, ainsi que pour le confort d'été.

On considère comme une fonctionnalité commune le fait que l'ensemble des calculs est effectué sur une base de temps horaire, ou inférieure à l'heure, et que les différents modules sont interconnectés à chaque pas de temps pour les phénomènes en interaction (par exemple les consommations d'éclairage se traduisent par des apports de chaleur impactant les consommations de chauffage, de refroidissement et le confort d'été)

3. DESCRIPTION DES MODULES DE CALCUL

On décrit ci-après les principaux modules en distinguant :

- Les modules généraux, représentant les différents phénomènes physiques pris en compte, et les données prévisionnelles de scénarios et de comportement des occupants,
- Les modules relatifs aux systèmes énergétiques liés aux 5 usages,
- Les modules liés aux systèmes de gestion régulation de ces systèmes ainsi que des baies.

3.1. MODULES GENERAUX

3.1.1. MODULE THERMIQUE

Il permet de calculer les besoins de chauffage et de refroidissement en fonction des températures de consigne et l'évolution des températures intérieures (d'air et résultante) en absence de chauffage et de refroidissement.

Sur cet aspect, les normes EN15265 (consommations d'énergie) et EN ISO 13792 (confort d'été) ont défini des classes de précision : par ordre décroissant de précision : A, B, C pour la première, et 1, 2, 3 pour la seconde.

3.1.2. MODULE AERAIQUE

Il permet de calculer les débits passant par l'enveloppe (défauts d'étanchéité et ouvertures spécifiques) en fonction du vent extérieur et des débits des systèmes de ventilation spécifique.

3.1.3. MODULE ECLAIREMENT NATUREL

Il permet de calculer l'éclairage naturel dans les locaux en fonction des caractéristiques du bâti et de données météorologiques d'éclairage.

3.1.4. MODULE HYDRIQUE

Il permet de calculer l'humidité intérieure en fonction de l'humidité extérieure, des apports internes d'humidité et du fonctionnement des systèmes énergétiques

3.1.5. MODULE APPORTS INTERNES

Il permet de définir les apports internes de chaleur et d'humidité dus aux équipements mobiliers et aux occupants.

3.1.6. MODULE SCENARIOS DE PRESENCE

Il permet de définir les données prévisionnelles de présence des occupants. Les scenarios de présence des occupants sont définis en termes de scenarios horaires de présence, et de nombre d'occupants pendant les plages de présence. Une façon usuelle de procéder est de définir une semaine type de présence et de compléter par des semaines de vacances.

3.1.7. MODULE COMPORTEMENT DES OCCUPANTS

Il permet de définir de façon prévisionnelle les comportements des occupants relativement aux moyens de contrôle sur les équipements du bâtiment.

On peut par exemple citer les réglages des points de consigne de la température intérieure (chauffage et refroidissement), des ouvertures et fermetures des baies et protections mobiles, de la gestion manuelle de la ventilation dans l'habitat (systèmes à deux ou plusieurs débits) de l'éclairage, de la fourniture d'eau chaude sanitaire.

3.2. MODULES SYSTEMES ENERGETIQUES

3.2.1. SYSTEME DE CHAUFFAGE DE REFROIDISSEMENT

Il permet de calculer les consommations d'énergie afférentes tant pour la production que pour les auxiliaires sur la base du module thermique. Il est organisé en émission, distribution, génération.

3.2.2. SYSTEME D'ECS

Il permet de calculer les consommations d'énergie afférentes tant pour la production que pour les auxiliaires sur la base du module comportement des occupants pour les besoins d'ECS. Il est organisé en émission, distribution, génération.

3.2.3. SYSTEME DE VENTILATION

Il permet de calculer les débits d'air et ses caractéristiques (température et humidité) et les consommations d'énergie afférentes, y compris les ventilateurs.

3.2.4. SYSTEME D'ECLAIRAGE

Permet le calcul des consommations d'éclairage en fonction des résultats du modèle d'éclairage naturel, des caractéristiques du système d'éclairage, et des contrôles manuels et automatiques.

3.2.5. SYSTEMES DE PRODUCTION LOCALE D'ENERGIE

Adapté au type de production (par exemple photovoltaïque, cogénération...).

3.3. SYSTEMES DE GESTION REGULATION

On peut regrouper les fonctions de gestion régulation par type de système énergétique. La liste des fonctions ci-après est basée sur la norme EN 15232 (hormis la gestion automatique des baies non référencée dans cette norme). Pour chaque fonction, la norme distingue 4 niveaux de D à A par ordre croissant d'efficacité

3.3.1. CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT

Les fonctions prises en compte sont les suivantes en chauffage et en refroidissement : régulation de l'émission, régulation de la température des réseaux de distribution, commande des pompes, régulation de l'intermittence, commande des générateurs, priorité des générateurs. S'y ajoute la gestion simultanée du chauffage et du refroidissement.

3.3.2. EAU CHAUDE SANITAIRE

Les fonctions prises en compte sont les suivantes : température de stockage, commande des pompes de circulation.

3.3.3. VENTILATION ET CLIMATISATION

Les fonctions prises en compte sont les suivantes : débits d'air au niveau des pièces, débits d'air en centrales, protection contre le gel, récupération de chaleur, refroidissement gratuit, température air introduit, humidification de l'air.

3.3.4. ECLAIRAGE

Les fonctions prises en compte sont les suivantes : commande basée sur l'occupation, régulation en fonction de la lumière naturelle.

3.3.5. BAIES

Les fonctions prises en compte sont les suivantes : commande des stores, commande des baies.

4. PROPOSITION DE PRESENTATION DES FONCTIONNALITES DES OUTILS DE CALCUL

Sur la base des éléments précédents, il serait envisageable de définir les fonctionnalités d'un logiciel de calcul par le tableau ci-dessous.

Ceci permettrait de faciliter le choix d'un logiciel en fonction de la demande du Maître d'ouvrage et de la nature des bâtiments et de ses équipements (par exemple un bâtiment non climatisé ne nécessite pas un logiciel apte à traiter cette fonction).

Identification des fonctionnalités d'un logiciel de calcul de simulation énergétique dynamique pour les 5 usages RT2012		oui 1 non 0	si oui classe ou 0 si non classé	commentaire éventuel	
MODULES GENERAUX	thermique	consommation d'énergie (1)			
		confort d'été (2)			
	aéraulique				
	éclairage naturel				
	hydrique				
	apports	chaleur			
	internes	vapeur d'eau			
	scenarios de présence				
	comportement des occupants		points de consigne chaud et froid		
			ouverture et fermeture des baies		
			protections mobiles des baies		
			éclairage		
			eau chaude sanitaire		
		débites de ventilation			
				
Modules systèmes énergétiques	chauffage	émission			
		distribution			
		génération			
	refroidissement	émission			
		distribution			
		génération			
	ECS	émission			
		distribution			
		génération			
	ventilation	ventilation seule			
		traitement de l'air			
	éclairage				
	production locale d'énergie	photovoltaïque			
cogénération					
autre					
systèmes de gestion régulation (3)	Chauffage	émission			
		température des réseaux de distribution			
		Commande des pompes			
		intermittence			
		Commande des générateurs			
	Priorité des générateurs				
	Refroidissement	émission			
		température des réseaux de distribution			
		Commande des pompes			
		intermittence			
		Commande des générateurs			
	Priorité des générateurs				
	Asservissement chauffage/refroidissement				
	Eau chaude	Température de stockage:			
		Commande de la pompe			
	Ventilation et climatisation	Débites d'air au niveau des pièces			
		Débites en centrales			
		Protection contre le gel			
		Récupération de chaleur			
		Refroidissement gratuit			
		Température air introduit			
	Eclairage bati	Humidification			
		en fonction sur l'occupation			
	en fonction de la lumière naturelle				
Commande des stores :					
	commande des baies				

(1) classement 1,2,3 suivant norme NF EN15265

(2) classement A,B,C suivant norme EN ISO 13792

(3) classement A,B,C,D suivant norme NF EN 15232

5. ILLUSTRATION

On illustre sur un exemple l'utilisation d'un logiciel de SD qui permet de :

- gérer les surchauffes estivales en phase conception,
- concevoir le bâtiment et l'optimisation des besoins énergétiques,
- Optimiser des performances des menuiseries extérieures.

5.1. LES DONNEES DE CALCUL

Elles sont les suivantes :

- Données climatiques au pas horaire (dito fichier RT 2012 par département à minima)
- Scénario de confort sur une semaine type et par zone, décomposé au pas horaire (température ambiante (hiver /mi saison/été), niveau HR, débit d'air neuf minima, besoin ECS, occupation, niveau de lumière,)
- Détails des performances des équipements dans les conditions nominales et réelles de fonctionnement.

5.2. LES RESULTATS DE CALCUL

Les résultats peuvent être analysés sur différentes bases temporelles (par heure, jour, semaine, mois, année), avec des sorties en tableaux ou graphiques des différents postes de besoins (déperditions, apports, besoins de chauffage rafraîchissement, ventilation, éclairage et ECS) et des consommations avec les détails des différentes pertes (besoins, pertes émission, gestion, distribution, stockage, génération, apport EnR, auxiliaires)

5.3. ECONOMIES REALISABLES

- Modélisation du bâtiment permettant d'optimiser l'enveloppe thermique au regard de l'enveloppe financière.
 - Ex : Passage d'une résistante thermique R de 2,85 à 3,10 m².K/W pour un isolant de type laine de verre : environ 6 €/m² à 10 €/m² (prix public sans main d'œuvre).
 - Petit immeuble de 4 étages pour environ 30 logements
 - Environ 900 m² de surface déperditives pour les murs
 - Pour un R : 2.85 m².K/W, investissement de 5 400 €HT
 - Pour un R : 3.10 m².K/W, investissement de 9 000 €HT
 - Gain : Environ 3 600 €HT
- Modélisation du bâtiment permettant de contrôler les surchauffes estivales par des dispositifs passifs
 - Ex : Maîtrise des températures intérieures en été (T°<28°C) dans un logement type T3
 - Climatisation par split système à condensation par air :
 - Investissement : 2 500 €HT
 - Consommations énergétiques : 200 €HT/an
 - Maintenance : 75 €HT/an
 - Durée de vie : 15 ans
 - Coût global sur 30 ans sans tenir compte de l'inflation du prix de l'énergie : 13 250 €HT
 - Mise en place d'un brise soleil orientable :
 - Investissement : 2 400 €HT pour 4 équipements
 - Consommations énergétiques : 0 €HT/an
 - Maintenance : 100 €HT pour 5 ans (nettoyage/entretien/peinture)
 - Durée de vie : 30 ans
 - Coût global sur 30 ans sans tenir compte de l'inflation du prix de l'énergie : 3 000 €HT

La solution passive du brise soleil simulée est donc d'un coût global 4 fois inférieur.

6. REFERENCES

EN ISO 13792 Performance thermique des bâtiments - Calcul des températures intérieures en été d'un local sans dispositif de refroidissement mécanique

NF EN 15232 Performance énergétique des bâtiments - Impact de l'automatisation de la régulation et de la gestion technique du bâtiment

NF EN 15265 Performances thermiques des bâtiments Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux Critères généraux et procédures de validation.