
Développement d'une méthodologie de diagnostic énergétique dérivée de l'outil réglementaire

Martin AMIEL¹, Gérard SAUCE¹, Catherine BUHE¹, Hervé BOILEAU¹

m.amiel@groupepelletier.fr, gerard.sauce@univ-savoie.fr, catherine.buhe@univ-smb.fr, herve.boileau@univ-savoie.fr

¹ LOCIE – Université Savoie Mont Blanc – Groupe Pelletier

RÉSUMÉ. Les auteurs s'intéressent au diagnostic de bâtiments existants afin d'identifier la meilleure solution de réhabilitation pour au final mettre en place un Contrat de Performance Énergétique, cela dans le contexte spécifique des bâtiments d'habitation saisonniers en montagne. Ils mettent en évidence les insuffisances des outils actuels, essentiellement tournés vers le respect des obligations réglementaires, à savoir une estimation des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre permettant l'information et la sensibilisation de l'acquéreur. Partant de l'outil 3CL-DPE, cette communication présente une analyse critique de cette approche sur les points suivants : les consommations d'énergies liées au chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS). Elle développe les améliorations proposées : une discrétisation mensuelle des calculs, une meilleure prise en compte de l'environnement extérieur, des modes de calcul du chauffage, de l'ECS et la création de modules de calcul permettant de prendre en compte les consommations liées à l'usage spécifique de l'électricité et des auxiliaires. Le tout permettant d'atteindre les objectifs d'établir un diagnostic réel du comportement du bâtiment.

ABSTRACT. The authors are interested in the diagnosis of existing buildings in order to identify the best rehabilitation solution and finally enforce an Energy Performance Contract, in the specific context of seasonal mountain residential buildings. They point out the weakness of current tools mainly intended for regulatory obligations: energy consumption and greenhouse gas emission estimation which permit to sensitized and informed the acquirer. Starting from the 3CL-DPE methodology, this document presents a critical analysis of this approach on the following subjects: energy consumption related to heating and domestic hot water. It develops the following improvements: a monthly calculation discretization, the improvement of external environment integration, news methods for the calculation of energy consumption related to heating, domestic hot water and specific use of electricity. All in order to realize a diagnosis representing the real building's behaviour.

MOTS-CLÉS : Bâtiment, Énergie, Diagnostic, Incertitude, Sensibilité, Contrat de Performance Énergétique.

KEY WORDS: Building, Energy, Diagnosis, Uncertainty, Sensitivity, Energy Performance Contract.

Introduction

La phase de diagnostic de l'existant est un passage obligé et primordial dans le processus de rénovation. Son objectif est d'identifier le plus précisément possible la nature et les causes d'une situation à des fins d'amélioration. Ce besoin de précision prend tout son sens lorsque le bâtiment sujet du diagnostic est situé dans un environnement « atypique », forcément mal pris en compte par des méthodologies générales, classiques. Dans le cas des destinations de montagnes, les spécificités viennent d'un environnement extérieur beaucoup plus rigoureux qu'ailleurs, d'une saisonnalité marquée avec une occupation très variée et variable dans la durée. L'ensemble de ces points font que l'habitat touristique de montagne nécessite une méthodologie particulière.

Actuellement, en France, les diagnostics de performance énergétique sont réalisés à partir de la méthodologie réglementaire 3CL-DPE. Les résultats obtenus ne représentent pas la performance réelle du bâtiment mais une consommation liée à un usage standardisé permettant de comparer différents bâtiments entre eux. Il paraît évident que cette standardisation des usages dans le bâtiment ne peut pas être transposée aux spécificités des destinations de montagne. L'objectif ici n'est pas de comparer les bâtiments entre eux mais bien de connaître le plus précisément possible l'état actuel en vue de l'améliorer. Il n'existe à ce jour aucune méthode de diagnostic énergétique spécifique aux destinations de montagne. Outre la spécificité du contexte, les outils de diagnostic ne sont pas assez riches en informations proches de la réalité du comportement effectif du bâtiment pour l'orienter efficacement. De plus dans un contexte de CPE (Contrat de Performance Énergétique), ce n'est pas la réglementation qui est au cœur du problème, mais bien le fonctionnement réel. Il existe cependant énormément d'outil de diagnostic [RAG 14], [BRO 14], [HEO 11]. Malheureusement ces différents outils, adaptés de méthodologies réglementaires (Diagnostic 3CL-DPE et/ou Réglementation Thermique sur l'existant), sont fermées et leur utilisation en l'état ne permet pas de répondre au besoin de précision demandé par le sujet d'étude. La méthodologie réglementaire 3CL-DPE [MIN 12], accessible librement, constitue une base de travail avec une

méthodologie robuste et des bases de données scientifiques solides et éprouvées. A partir du corps de calcul disponible il est possible d'adapter/modifier la méthodologie aux besoins de ces travaux.

Dans la suite du document, une première partie sera consacrée à la présentation de la méthodologie existante et de ses limites. Une seconde partie permettra de présenter les modifications apportées pour répondre aux manques mis en évidence auparavant. L'article sera clôturé par une conclusion et ouverture sur ces travaux.

1. Présentation de l'outil 3CL-DPE et de ses limites

L'outil réglementaire initial permet de donner une consommation standardisée sur les seuls usages de chauffage, refroidissement et d'ECS. Les consommations liées à la ventilation, les auxiliaires, l'éclairage et l'usage spécifique de l'électricité ne sont pas pris en compte. Il est présenté ci-dessous la méthodologie utilisée pour ces postes ainsi que leurs limites dans le cadre d'une adaptation aux problématiques de ces travaux.

1.1. Chauffage

Principe : Le calcul des consommations de chauffage est basé sur un bilan thermique du bâtiment. Les différentes déperditions sont estimées à partir de la composition des parois (surfaiques), des ponts thermiques (linéiques) et du système de ventilation (aéraiiques). La méthodologie intègre une base de données permettant de caractériser ces paramètres. De ce premier besoin de chauffage sont déduits les apports gratuits (solaires et internes). Ces paramètres sont déterminés de manière annuelle et forfaitaire en fonction de la localisation du bâtiment (département). Ce besoin, combiné à une rigueur climatique (valeur forfaitaire en degrés heure suivant la localisation), permet de finaliser le besoin de chauffage. Pour obtenir la consommation finale une base de données permet de renseigner le rendement de l'installation de chauffage en fonction de ses caractéristiques.

Analyse : Cette méthode comporte beaucoup trop de valeurs forfaitaires et ne permet pas de prendre en compte l'environnement extérieur ainsi que les usages réels dans le bâtiment. Le pas de temps annuel pour les différentes valeurs forfaitaires et le résultat ne permet pas d'atteindre le degré de précision souhaité. Certaines méthodologies de caractérisation de l'enveloppe et des équipements sont pertinentes mais l'utilisateur, au travers de son savoir expert, doit pouvoir avoir la main sur les valeurs proposées et les modifier si elles ne lui semblent pas pertinentes.

1.2. Eau chaude sanitaire (ECS)

Principe : Les consommations d'énergies liées à la production d'ECS sont calculées en deux temps. Dans un premier temps un besoin est estimé en fonction de la surface habitable du logement et de la température d'eau froide, ensuite une consommation est déterminée en estimant le rendement de l'installation.

Analyse : Cette méthode sous-entend un besoin identique quelle que soit la saison. Pour les destinations de montagne, l'occupation est non régulière et les besoins ne sont pas constants sur la période de chauffe. Le rapprochement entre surface et consommation d'eau n'est pas adapté aux bâtiments touristiques de montagne.

1.3. Refroidissement

Les besoins de refroidissement ne seront pas présentés dans ce document car les bâtiments de montagne ne présentent pas d'installation de refroidissement et sont principalement confrontés à des problèmes de chauffage.

2. Présentation de l'outil modifié

2.1. Les attendus de l'outils

En l'état l'outil de diagnostic réglementaire n'apporte pas de valeur scientifique et technique suffisantes pour répondre aux spécificités des destinations de montagnes. Nous avons besoins d'améliorer la précision des résultats en ayant des consommations mensuelles et plus représentative de la réalité. Pour cela, la prise en compte de la saisonnalité et des usages est indispensable. De plus l'outil doit permettre la simulation de nouvelles actions de rénovation et d'en estimer les gains. Dans ce contexte, les incertitudes liées à la rénovation (état de performance de l'enveloppe et des équipements) doivent être pris en compte.

2.2. Chauffage

Une des principales modifications apportées est la prise en compte de l'environnement extérieur réel notamment au travers de la température extérieure (station météo ou instrumentation sur site) et de l'ensoleillement reçu (plateforme PVGIS¹). Le calcul des déperditions aéraiiques mal prises en compte dans la méthodologie initiale a été modifié et adapté de la méthodologie PHPP.

¹ PVGIS : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Il a aussi été permis à l'utilisateur, au travers de son savoir expert, de modifier certaines valeurs proposées par la méthodologie initiale. Cela permet une meilleure prise en compte des effets de vieillissement que ce soit sur les équipements ou les éléments d'enveloppe.

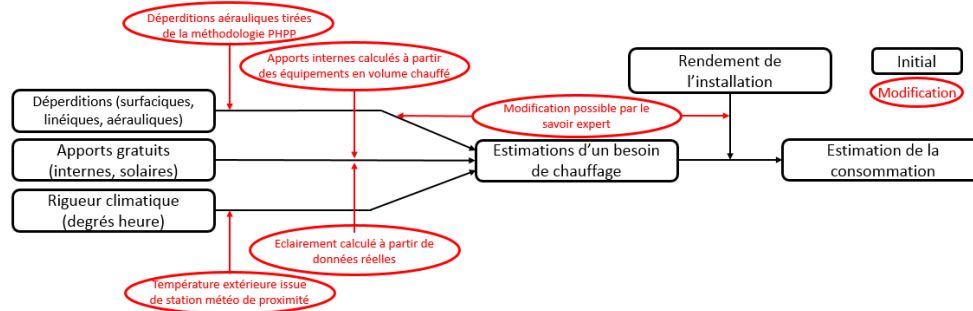


Figure 1. Schéma descriptif de la méthode de calcul des consommations de chauffage modifiée.

2.3. Eau chaude sanitaire (ECS)

Afin d'apporter plus de précision au calcul de l'énergie nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire, une partie de la méthode initiale a été revue. La nouvelle méthode se base sur une estimation du besoin d'ECS par personne ainsi que du nombre de personne présente. A partir de ce besoin, un appoint réalisé à partir d'Energie Renouvelable (ENR) peut être pris en compte (Exemple : panneau solaire thermique). Ensuite, tout comme pour le besoin de chauffage, le rendement de l'installation proposé par la méthode initiale peut être modifié par le savoir expert. L'utilisation d'une méthodologie basée sur un besoin d'ECS par personne au lieu d'un ratio de surface permet de mieux prendre en compte le taux d'occupation variable au cours de la saison de chauffe.

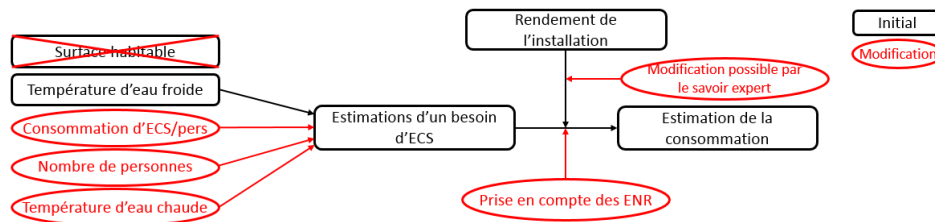


Figure 2. Schéma descriptif de la méthode de calcul des consommations d'ECS modifiée.

2.4. Usage spécifique de l'électricité

L'usage spécifique de l'électricité (y compris l'éclairage) non pris en compte dans l'outil initial a été intégré sous la forme d'un bilan de puissance. Chaque équipement électrique (i) présent dans le volume chauffé est listé, sa puissance (P) relevée et une durée d'utilisation lui est affectée (D). De cette manière une consommation est estimée. Ces résultats sont aussi utilisés pour caractériser les apports internes avec pour hypothèse l'équivalence en un watt électrique est comptabilisé comme un watt thermique [CHE 10]. La même méthodologie est appliquée aux auxiliaires.

$$Conso_{elec} = \sum_i P_i * D_i \quad [1]$$

2.5. Ventilation

Une partie de la nouvelle méthode de calcul des déperditions aérodynamiques basé sur une estimation du taux de renouvellement d'air, de la perméabilité à l'air du bâtiment (Valeur N₅₀) et du volume chauffé (Vol) permet de calculer les consommations relatives au système de ventilation. En effet, une consommation normalisée (Conso_{norm}) de l'équipement en fonction du taux de renouvellement d'air (Renouv) est utilisée.

$$Conso_{vent} = 365 * 24 * Conso_{norm} * Renouv * Vol \quad [2]$$

2.6. Intégration de la saisonnalité et de l'occupation

L'intégration de la saisonnalité s'est faite en discrétisant l'ensemble des calculs de façon mensuelle. Les valeurs forfaitaires annuelles relatives aux degrés heures, à l'ensoleillement ont été supprimées et recalculées.

L'occupation et les apports internes associés aux équipements peuvent être renseignés au travers de scénarios d'usages et de présence. Le pas de temps relatif à ces scénarios peut varier de la journée à l'année suivant la disponibilité de l'information.

2.7. Intégration des analyses d'incertitude et de sensibilité

Les données d'entrées de la méthode et les résultats sont déterministes et considérés comme certains, cependant lors de la caractérisation d'un bâtiment existant de nombreuses incertitudes existent comme par exemple la performance réelle des éléments d'enveloppe, les rendements des équipements, l'efficacité de la régulation, l'usage électrique et l'environnement extérieur difficilement quantifiable. [MAC 01], [SPI 11]. C'est pour cela que des études d'incertitude et de sensibilité sont intégrées à la méthode et menée systématiquement pour chaque audit.

Seules certaines variables jugées incertaines et/ou sur lesquelles le degré de connaissance est jugé faible ont été prises en compte pour ces études. Parmi ces variables on peut citer : la température extérieure, les apports internes, les apports solaires, les rendements, les températures de consignes, les durées d'utilisation des équipements. Les incertitudes affectées à ces paramètres sont réalisées sous la forme de distribution normale autour de la valeur de référence. En ce qui concerne l'analyse de sensibilité, les indices de Sobol sont calculés.

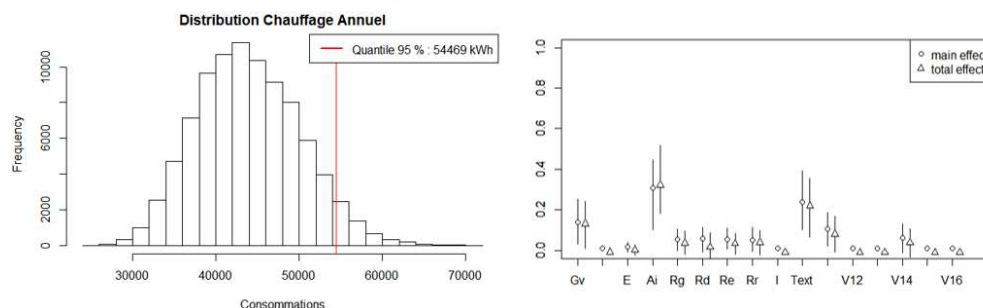


Figure 3. Exemple de résultats des analyses d'incertitude (à gauche) et de sensibilité (à droite) pour les consommations de chauffage.

3. Conclusion

La méthodologie développée permet de réaliser un audit énergétique pour un bâtiment à occupation saisonnière sur l'ensemble des usages du bâtiment et ainsi avoir une image de sa performance réelle contrairement à l'outil DPE-3CL qui ne couvre que les usages de chauffage, eau chaude sanitaire et refroidissement. L'adaptation de la méthodologie réglementaire permet de repartir d'une méthodologie ouverte et éprouvée. Le corps de calcul étant facilement modifiable, l'intégration des spécificités de la destination de montagne se fait sans contraintes. L'ajout des analyses de variabilité et d'incertitude apporte une vraie expertise au processus de diagnostic et permet de mettre en évidence des pistes d'améliorations.

4. Bibliographie

- [MIN 12] MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, ADEME, Méthode 3CL-DPE V1.3, Octobre 2012, Paris
- [RAG 14] RAGE (REGLE DE L'ART GRENELLE ENVIRONNEMENT 2012), Appréciation des logiciels d'évaluation énergétique des bâtiments d'habitation, Février 2014, Paris
- [CHE 10] CHENAILLER H., WURTZ F., PLOIX S., JOUSSELIN F., BONTEMPS A., « Etude pour quantifier la part des apports internes dans le bâtiment tertiaire BBC. Application au bâtiment de PREDIS », *IBPSA*, Novembre 2010, Moret-sur-Loing
- [VOR 14] VORGER E., « Etude de l'influence du comportement des occupants sur la performance énergétique des bâtiments », Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2014
- [BRO 14] BROUNS J., « Développement d'outils numériques pour l'audit énergétique des bâtiments », Thèse de doctorat, Université Paris Est, 2014
- [HEO 11] HEO Y., CHAUDHARY R., AUGENBROE G.A., « Calibration of building energy model for retrofit analysis under uncertainty », *Energy Buildings*, Energy Buildings 47 (2012) 550-560 doi:10.1016/j.enbuild.2011.12.029.
- [SPI 11] SPRITZ C., MORA L., JAY A., WURTZ E., « Analyse de sensibilité et d'incertitude du comportement thermique d'un logement », Société Française de Thermique, Perpignan, 2011
- [MAC 01] Macdonald I., Stanchan P., « Practical application of uncertainty analysis », *Energy Buildings*, Energy Buildings Vol 33, p. 219-227