

AUDIT ENERGETIQUE

Université Nationale des Sciences,
Technologies, Ingénierie et Mathématiques d'Abomey



Septembre 2024

Table des matières

I. GENERALITE SUR L'AUDIT ENERGETIQUE DANS LE BATIMENT	4
1. Définition	4
2. Objectifs	4
3. Importances	4
4. Différents types d'Audit Energétique	4
a. Audit rapide avec visite du site	5
b. Analyse des coûts énergétiques	5
c. Audit énergétique standard	5
d. Audit énergétique détaillé	6
II. AUDITEUR	7
1. Règles à respecter par l'Auditeur	7
2. Préconisation de l'Auditeur	7
3. Procédure générale de réalisation d'un Audit Energétique dans le bâtiment	7
4. Analyses détaillées de chaque étape	8
III. DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS DEvenu DPE	9
IV. PRESENTATION DE QUELQUES INSTRUMENTS SOPHISTIQUES UTILISE LORS D'UN AUDIT SUR SITE	11
1. Equipement de sécurité pour l'étude dans les industries pas exemple	11
2. Mesure de l'éclairage : Luxmètre	11
3. Mesures de températures	11
a. Thermomètre	11
b. Caméra infrarouge	12
4. Mesures électriques	13
5. Détecteurs de fuite à l'ultrasons	14
V. LE CAHIER DE CHARGE D'UN AUDIT ENERGETIQUE	14
1. Déroulement de la prestation	14
2. Contenu du rapport d'audit	15
a. Partie introductive	15
b. L'état actuel du logement	15
VI. Scenarios de réhabilitation	16
VII. Proposition d'améliorations	17

OBJECTIFS GENERAL

L'objectif principal de ce cours est d'améliorer l'efficacité énergétique à partir de l'analyse de l'ensemble des flux énergétiques d'un système en vue de faire des économies d'énergie.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

De façon spécifique, il s'agit de :

- effectuer la visite de terrain.
- réaliser des simulations thermiques à partir des données recueillies sur site et différents documents collectés.
- évaluer les différentes solutions proposées.
- estimer le gain énergétique opéré.

ÉLÉMENTS DE COURS

Dans cette séquence, les points ci-après seront abordés :

- Principes de base d'une conception bioclimatique.
- Généralité sur l'audit énergétique dans le bâtiment.
- Différents types d'audit énergétique dans le bâtiment.
- Procédure générale d'audit énergétique dans le bâtiment.

I. GENERALITE SUR L'AUDIT ENERGETIQUE DANS LE BATIMENT

1. Définition

L'audit énergétique est un outil d'identification des possibilités d'optimisation des dépenses énergétiques. Il a pour finalité d'améliorer l'efficacité énergétique à partir de l'analyse de l'ensemble des flux énergétiques d'un système et permet de repérer les gisements d'économies d'énergie.

2. Objectifs

L'audit énergétique, objet du présent cahier des charges, doit permettre, à partir d'une analyse détaillée des données du (des) bâtiment(s), de dresser une proposition chiffrée et argumentée de programmes d'économie d'énergie cohérents avec les objectifs du Grenelle de l'Environnement et dans le cadre des textes relatifs à la Transition Energétique et amener le maître d'ouvrage à décider des investissements appropriés.

L'audit s'attache à l'existant mais peut conduire à recommander des études complémentaires pour une modification structurelle importante de l'enveloppe ou d'équipements (étude de faisabilité visant à introduire des énergies renouvelables par exemple).

L'audit doit permettre au maître d'ouvrage de décider, en connaissance de cause, chiffres en main, le programme des interventions que nécessite son (ses) bâtiment(s) pour améliorer sa (leur) performance énergétique.

La prestation d'audit peut comprendre également un accompagnement permettant de préparer la mission de maîtrise d'œuvre et de valider la conformité des solutions et des équipements mis en œuvre. L'audit énergétique est un préalable :

- à un projet sommaire,
- à une mission d'ingénierie,
- nécessaire à la mise en place d'une comptabilité énergétique.

Il revient ensuite au maître d'ouvrage de choisir des intervenants compétents (soit directement l'entreprise dans les cas simples, soit un maître d'œuvre pour élaborer un projet), de faire réaliser les travaux, les réceptionner et enfin de gérer ses consommations énergétiques.

3. Importances

Grace à des tests poussés réalisés par un bureau d'études certifié, l'audit énergétique permet d'évaluer avec précision la consommation énergétique d'un bâtiment. Il apporte des réponses précises quant aux travaux à envisager pour améliorer l'efficacité énergétique d'un logement.

4. Différents types d'Audit Energétique

Le terme « audit énergétique » est largement employé et peut avoir différentes significations suivant les entreprises. On trouve aussi dans les plaquettes des entreprises offrant cette prestation des termes comme : « diagnostic thermique », « expertise des consommations », « expertise et audit approfondi ». Ces interventions sont aussi parties intégrantes du « facilities management ».

Les moyens affectés à l'audit énergétique de bâtiments vont de la courte visite des installations suggérant des améliorations jusqu'à l'analyse détaillée avec simulation horaire en passant par la mise en place d'une métrologie plus ou moins détaillée. Indépendamment du cadre que les prestations peuvent prendre, on peut distinguer quatre types d'audit énergétique, brièvement décrits dans les paragraphes suivants.

a. Audit rapide avec visite du site

Cet audit consiste en une courte visite sur site pour identifier les postes où de simples actions peu onéreuses peuvent entraîner des économies immédiates sur les coûts d'exploitation et la consommation d'énergie. Outre la renégociation des contrats, les préconisations portent surtout sur l'abaissement des consignes de température de chauffage, la chasse aux infiltrations, l'isolation des tuyauteries et le réglage du mélange combustible-air des chaudières.

b. Analyse des coûts énergétiques

Le principal but de ce type d'audit est d'analyser avec minutie les coûts d'exploitation de l'installation. Typiquement, les données énergétiques sur plusieurs années sont évaluées pour identifier des profils de consommation d'énergie et notamment les pics de puissance. Pour réaliser cette analyse, il est recommandé que l'auditeur mène une enquête sur site pour prendre connaissance de l'installation et de son système de gestion énergétique. Cela suppose de :

- Vérifier les coûts énergétiques pour s'assurer que les factures mensuelles ne contiennent pas d'erreurs. En effet, la répartition de ces coûts pour les installations commerciales et industrielles peut être très complexe, en incluant notamment des pénalités sur le facteur de puissance.
- Déterminer les frais les plus importants dans les factures énergétiques. Les pointes de puissance, par exemple, peuvent représenter une part importante de la facture énergétique si des pénalités sont appliquées. Des mesures pour écrêter ces pointes peuvent alors être recommandées.
- Voir si l'installation peut bénéficier d'autres tarifs, acheter du combustible moins cher, etc.

De plus, l'auditeur peut apprécier si l'installation se prête ou non à des projets de réhabilitation énergétique en analysant les données. En effet, la consommation d'énergie de l'installation peut être « normalisée » et comparée à des ratios existants (par exemple, la consommation d'énergie par unité de surface au sol pour les bâtiments commerciaux

- Pou par unité de produit
- Pour les bâtiments industriels). Attention, il faut être très prudent quand on compare des ratios (on dispose d'ailleurs souvent de fourchettes larges) en veillant à comparer des choses comparables.

c. Audit énergétique standard

En plus des prestations précédentes, l'audit énergétique standard inclut l'établissement d'une référence pour la consommation d'énergie de l'installation qui sert alors à l'évaluation des économies d'énergie et de charges.

L'audit énergétique standard inclut généralement l'emploi d'instruments de mesure ponctuels (mesures de température instantanées, analyse de fumées de combustion, vitesses d'air).

Généralement, des outils simplifiés sont utilisés dans l'audit énergétique standard pour développer des modèles énergétiques de référence et prévoir les économies engendrées par des mesures d'amélioration énergétique. Parmi ces outils, citons :

- les méthodes analytiques de reconstitution des consommations utilisant des degrés-jours ; analytiques car on cherche à estimer poste par poste les éléments d'un bilan global ;
- et les modèles de régression linéaire souvent appelés « signature énergétique » ; dans ce cas on n'a pas la ventilation par poste. Un calcul du temps de retour sur investissement évalue la rentabilité des mesures d'amélioration

Attention, pour les méthodes analytiques, il est important que le bilan de consommation reconstitué respecte la ventilation par poste consommateur (il est facile de boucler une reconstitution globale en ajustant le poste le moins bien connu infiltrations d'air typiquement).

En effet, faute de cela, les analyses d'amélioration peuvent être radicalement fausses puisqu'elles portent souvent sur un poste particulier. Un exemple : le temps de retour d'un changement du système d'éclairage sera optimiste si les consommations d'éclairage sont surestimées d'un facteur 2 et ce bien que la consommation globale soit bien reconstituée. Il faut donc, autant que possible, recouper les résultats par deux voies différentes.

d. Audit énergétique détaillé

Cet audit, le plus complet, prend beaucoup de temps. L'audit énergétique détaillé suppose l'emploi d'instruments de mesure de la consommation d'énergie pour l'ensemble du bâtiment et/ou de quelques systèmes en particulier (par exemple, l'éclairage, les équipements de bureautique, les ventilateurs, le rafraîchissement, etc.). De plus, des programmes de simulation sont parfois utilisés pour évaluer les solutions.

Les techniques de mesures sont variées. Lors des visites sur site, des instruments portatifs peuvent être utilisés pour déterminer la variation de quelques paramètres des bâtiments comme la température d'air intérieur, le niveau d'éclairement et la consommation d'énergie électrique. Si des mesures sur le long terme sont nécessaires, des capteurs sont soit connectés à un système d'acquisition pour que les données mesurées puissent être enregistrées et accessibles à distance, soit on utilise des sondes pourvues de leur propre système de stockage.

Les programmes de simulation utilisés pour l'audit énergétique détaillé fournissent la distribution de la consommation d'énergie par type d'usage. Ils font appel à une simulation dynamique des bâtiments et des systèmes. Ils demandent en général un haut niveau d'expertise. Ces programmes de simulation vont de l'utilisation des degrés jours ou, aux États-Unis, de la « bin-méthode » jusqu'à ceux qui calculent les besoins thermiques et électriques des bâtiments heure par heure comme le logiciel DOE-2.

Dans un audit énergétique détaillé l'évaluation économique doit être plus rigoureuse que le simple calcul du temps de retour, par exemple en considérant le coût global actualisé.

II. AUDITEUR

1. Règles à respecter par l'Auditeur

En effet pour la réalisation d'un audit sans défaillance, l'auditeur se doit de respecter un protocole. Voici une liste :

- Chiffrer au mieux les économies d'énergie réalisables et préciser les conditions économiques de réalisation.
- Suivre une démarche rigoureuse explicitée et justifiée dans les rapports d'études.
- Être exhaustif dans ses recommandations et fournir toutes les informations objectives nécessaires au maître d'ouvrage pour décider des suites à donner.
- Ne pas privilégier a priori un type d'énergie ni certaines modalités de fourniture d'énergie ou de tout autre utilité (vapeur, froid, chaud, air comprimé,).
- N'adjoindre aucune démarche commerciale concernant des biens ou services (ayant un lien avec les recommandations) au cours de son intervention.
- Au cas où un pré-audit aurait déjà été réalisé, l'auditeur devra valider les préconisations du pré-audit et approfondir, grâce à la mesure, les pistes d'investigation identifiées comme prioritaires lors du pré-audit.
- Maintenir strictement confidentiels toutes les informations, documents et résultats produits en exécution de l'audit, ainsi que toutes les données et informations qui lui auront été communiquées par le maître d'ouvrage.

2. Préconisation de l'Auditeur

Les préconisations sont classées en trois catégories :

- Action immédiate, permettant une économie d'énergie sans nécessiter d'investissement.
- Action prioritaire, à mener à court terme car ayant un niveau de rentabilité élevé.
- Action utile, à mettre en œuvre car de rentabilité certaine mais pouvant être différée du fait d'implications sur le fonctionnement de l'entreprise plus lourdes à gérer ou d'interactions avec des actions prioritaires.

3. Procédure générale de réalisation d'un Audit Energétique dans le bâtiment

L'exécution d'un audit énergétique est un processus plus itératif que linéaire. Une procédure générale peut cependant suffire à en tracer les grandes lignes pour la plupart des bâtiments.

En général un audit énergétique complet est réalisé en quatre étapes :

- ❖ Etapes 1 : analyse de données sur les bâtiments et les installations
- ❖ Etapes 2 : enquête sur site
- ❖ Etapes 3 : modèle de référence de la consommation d'énergie des bâtiments
- ❖ Etapes 4 : Évaluation des mesures d'économie d'énergie

4. Analyses détaillées de chaque étape

❖ Etapes 1 : analyse de données sur les bâtiments et les installations

L'objectif principal de cette étape est d'évaluer les caractéristiques des systèmes énergétiques et des profils de consommation d'énergie du bâtiment. Les caractéristiques du bâtiment peuvent être rassemblées à partir des plans d'architecture/mécaniques/ électriques et/ou à partir des entretiens avec les exploitants des bâtiments. Les profils de consommation d'énergie peuvent être obtenus à partir d'une compilation des factures énergétiques sur plusieurs années. L'analyse de la variation historique des factures énergétiques permet à l'auditeur de déterminer si une saison et la météo ont une forte influence sur la consommation d'énergie des bâtiments. Les tâches à réaliser dans cette étape sont présentées ci- dessous avec les résultats clefs attendus.

- Collecter au moins trois ans de données énergétiques [pour identifier un profil énergétique historique] ;
- Identifier les types de combustible utilisés (électricité, gaz naturel, fioul, etc.) [pour déterminer le type de combustible ayant une influence prépondérante sur la consommation d'énergie] ;
- Déterminer les profils de consommation de combustible par type de combustible [pour identifier les pics de consommation par type de combustible] ;
- Établir la répartition des coûts énergétiques (puissance appelée et consommation) [pour évaluer si le bâtiment est pénalisé pour la puissance appelée et si un combustible moins cher peut être substitué] ;
- Analyser l'influence du climat sur la consommation de combustible [ceci requiert des données météorologiques pour les années considérées] ;
- Réaliser une analyse de consommation d'énergie électrique par type et taille de bâtiment (la signature énergétique du bâtiment peut être déterminée, établir des ratios de consommation d'énergie par unité de surface) [pour comparer à des ratios typiques].

❖ Etape 2 : enquête sur site

Les résultats de cette étape serviront à déterminer s'il est rentable de recommander des audits énergétiques plus détaillés. Les tâches de cette étape sont les suivantes.

- Identifier les intérêts et besoins du client.
- Vérifier les procédures d'exploitation et de maintenance existantes.
- Déterminer les conditions de fonctionnement des principaux postes consommateurs d'énergie (l'éclairage, le système de ventilation chauffage et climatisation, les moteurs, etc.).

❖ Étape 3 : modèle de référence de la consommation d'énergie des bâtiments

L'objectif de cette étape est de réaliser un modèle de référence qui simule la consommation d'énergie et les conditions d'utilisation existantes de ce bâtiment. Ce modèle sert de référence pour estimer les économies d'énergie envisagées pour les différentes améliorations sélectionnées. Dans cette étape, les tâches principales à réaliser sont :

- obtenir et réviser des plans d'architecture, de réseaux électriques et de fluide, d'installations techniques et de régulation ;
- examiner, tester, et évaluer l'efficacité, la performance des équipements ;

- obtenir tous les plannings d'occupation et les conditions d'utilisation des équipements (y compris l'éclairage et le système de conditionnement d'air) ;
- réaliser un modèle de référence de la consommation d'énergie du bâtiment ;
- étalonner le modèle de référence en utilisant les données énergétiques et/ou les données relevées.

❖ **Étape 4** : évaluation des mesures d'économie d'énergie

Dans cette étape, une liste de mesures rentables est dressée. Pour cela, les tâches suivantes sont préconisées :

- préparer une liste complète des mesures de réduction des consommations d'énergie (en utilisant les informations obtenues par l'enquête sur site) ;
- déterminer les gains résultant des différentes mesures pertinentes d'économie d'énergie du bâtiment en utilisant le modèle de référence réalisé en étape 3 ;
- estimer les coûts d'investissement des solutions ;
- évaluer la rentabilité de chaque mesure d'amélioration de l'efficacité énergétique en utilisant une méthode économique (analyse simple du temps de retour sur investissement ou analyse en coût global actualisé).

III. DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS DEvenu DPE

À partir du 1er novembre 2006, le diagnostic de performance énergétique est devenu obligatoire lors des transactions (le DPE est valable 10 ans). Le DPE5 comporte quatre sections :

- Descriptif : bâtiment ou logement (surface, orientation), constitution des murs, toiture, fenêtres, chaudière, etc. ;
- Consommation annuelle d'énergie exprimée en kWh et en euros ;
- Positionnement en consommation annuelle d'énergie/m² et en émission annuelle de gaz à effet de serre (GES)/m² ;
- Propositions d'amélioration.

La lecture du DPE est facilitée par deux étiquettes à 7 classes d'A à G (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise), comme indiqué sur la Figure 1 :

- l'étiquette énergie pour connaître la consommation d'énergie primaire ;
- l'étiquette climat pour connaître la quantité de gaz à effet de serre émise.

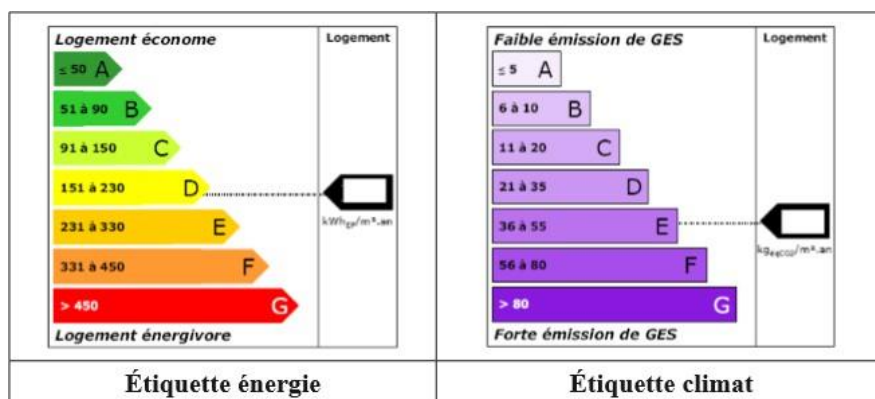


Figure 1: Les 7 classes de A à G pour les étiquettes énergie et climat

Le DPE doit être établi par un professionnel indépendant satisfaisant à des critères de compétences et ayant souscrit une assurance. Des organismes de certification de personnes, accrédités par le COFRAC (comité français d'accréditation), vérifient les Compétences des candidats. Cette certification est obligatoire depuis le 1er novembre 2007. Il existe deux modes d'évaluation :

- soit à partir d'une méthode logicielle (type 3CL-DPE), valable uniquement pour les logements à chauffage individuel quelle que soit leur année de construction ;
- soit à partir des factures énergétiques des trois dernières années pour les autres cas (logements avant 1948, appartements chauffés collectivement, bâtiments Tertiaires).

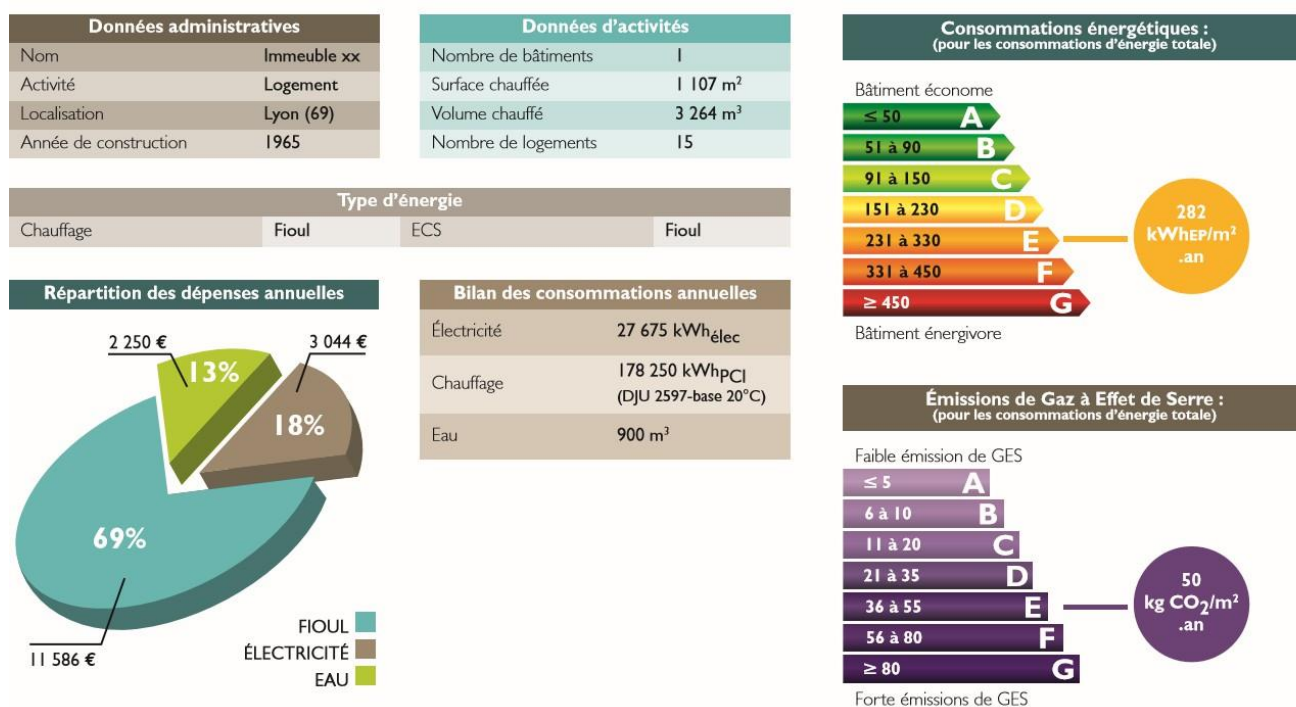


Figure 2: Méthode d'évaluation

IV. PRESENTATION DE QUELQUES INSTRUMENTS SOPHISTIQUES UTILISE LORS D'UN AUDIT SUR SITE

1. Equipement de sécurité pour l'étude dans les industries pas exemple



2. Mesure de l'éclairage : Luxmètre

Le luxmètre est un dispositif qui mesure les niveaux d'éclairement d'une pièce (bureau, couloir, atelier,)



Les valeurs moyennes mesurées seront vérifiées à celles recommandées par les normes d'éclairage.

3. Mesures de températures

a. Thermomètre



Les thermocouples utilisés doivent être soigneusement sélectionnés en fonction de l'application et correctement positionné :

- Pour mesurer la température de l'ambiance,
- Mesurer la température d'une paroi, d'un ballon chaud mal isolé,
- Pour mesurer la température des fumées d'une chaudière.

b. Caméra infrarouge

La Caméra infrarouge permet de visualiser les températures sur une surface de matériaux.



Principe de fonctionnement

- Tout corps dont la température est supérieure au zéro absolu (0 Kelvin) émet un rayonnement électromagnétique.
- Plus la température augmente, plus l'agitation augmente et le rayonnement émis devient visible lorsque sa longueur d'onde correspond à celle de la couleur Rouge (10μm).
- Pour des niveaux de température courants sur terre (de -50°C à 2000°C environ) les ondes émises naturellement par les matériaux le sont dans un domaine qui s'appelle l'INFRAROUGE THERMIQUE.

Exemples :

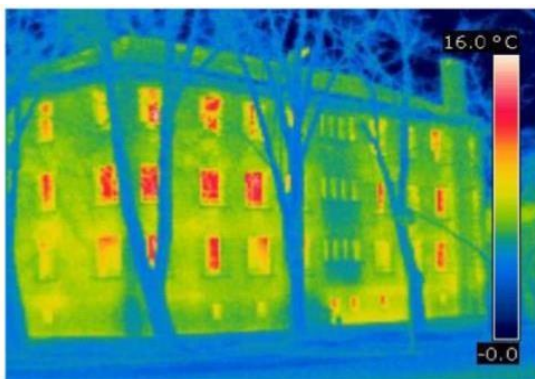


Figure 3: Enveloppe du bâtiment

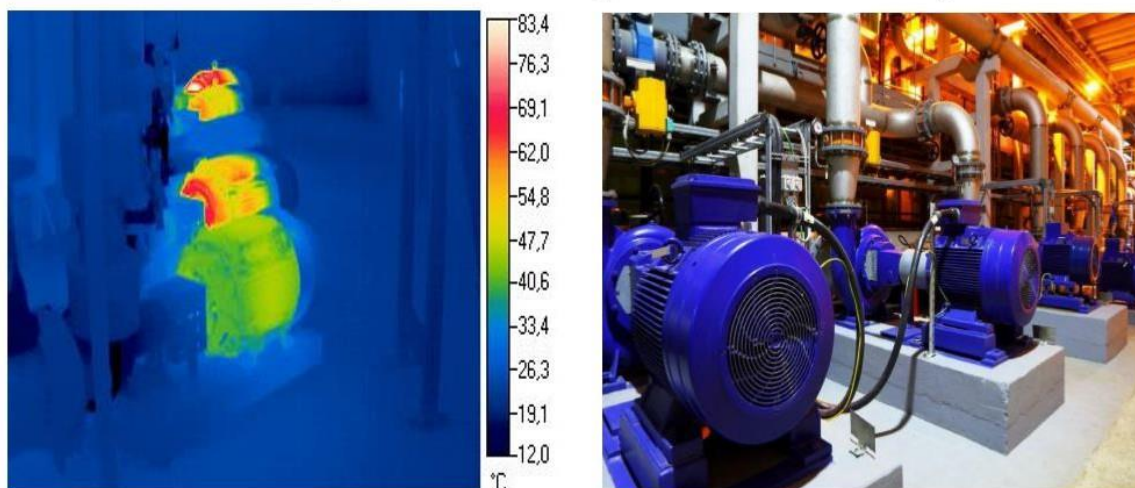


Figure 5: Systèmes électriques : Surcharge des moteurs, défaillance...

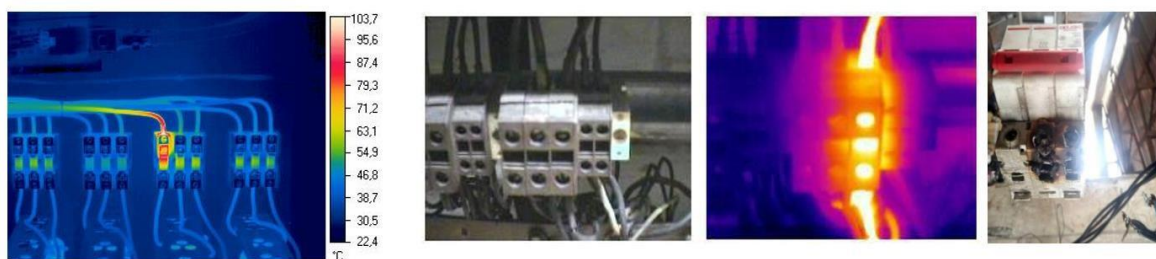


Figure 4: Systèmes électriques : mauvais serrage

4. Mesures électriques

Pince multimètre

La pince multimètre dernière génération peut effectuer plusieurs mesures à la fois : V, A, les trois puissances active, réactive et apparente et le facteur de puissance de système.



Figure 6: Mesure de données électriques

- Mesurer les puissances instantanées et de faire un bilan de puissance de départs,
- Mesurer la puissance à vide et en charge d'un compresseur d'air comprimé ou d'un moteur,
- Mesure la puissance fournie d'une batterie de condensateur fixe et de la comparée la valeur obtenue à sa valeur nominale, pour s'assurer de son fonctionnement...etc.

5. Détecteurs de fuite à l'ultrasons

Un détecteur de fuites à ultrasons est un instrument qui permet de détecter les fuites d'air par ultrasons.



Détecter les fuites dans les systèmes de :

- De réfrigération et de climatisation/chauffage,
- Purgeurs de vapeur,
- Les systèmes air comprime.

Cet appareil est utile pour vérifier les fuites d'air autour des portes et fenêtres et joints, fuites d'eau dans les toits et fuites dans les cuves à vide.

V. LE CAHIER DE CHARGE D'UN AUDIT ENERGETIQUE

1. Déroulement de la prestation

Le bureau d'étude réalisera sa prestation de la manière suivante :

- Etablissement d'un devis pour la réalisation d'un audit énergétique ;
- Après signature du devis par le maître d'ouvrage, visite du logement et analyse du bâti et des équipements, échange avec le maître d'ouvrage sur l'usage, le confort du logement, les attentes de la rénovation, les moyens financiers disponibles, les pistes d'actions à envisager ;
- Réalisation des calculs suivant les deux méthodes sur l'état initial et scénarisation des travaux à réaliser pour atteindre l'objectif de performance fixé ;
- Rédaction du rapport d'audit pédagogique et synthétique comprenant les éléments décrits ci-après.

2. Contenu du rapport d'audit

Le rapport d'audit sera remis au propriétaire. Ce rapport soulignera la performance thermique de l'existant et proposera différents scénarios. Le rapport sera pédagogique et didactique, avec de courts paragraphes permettant une compréhension sans support oral et incitant à la rénovation. Les éléments détaillés ci-après doivent être systématiquement abordés. Le rapport mentionnera :

a. Partie introductive

- Attentes du propriétaire vis-à-vis du projet de rénovation. Le maître d'ouvrage exprimera ses souhaits et contraintes concernant les travaux de rénovation : impossibilité d'isolation, préférence en termes d'énergie...
- Comportement et besoins des particuliers. Les usages spécifiques des occupants (température de consigne, régulation, occupation, équipement électrique, besoin en eau chaude sanitaire...), le ressenti dans l'habitat, les éventuelles problématiques de confort (thermique, acoustique, visuel, humidité...).

b. L'état actuel du logement

➤ *Description générale du logement*

- Photographies (intérieures et extérieures) permettant d'avoir une vision globale du bâtiment, de son état et de sa situation ;
- Localisation, orientation, altitude, zone climatique ;
- Année de construction, principe constructif, éventuels travaux de rénovation, source d'énergie utilisée, ...

➤ *Description du bâti (composition de l'enveloppe)*

- Schéma métré du logement (dans le cas où les plans ne sont pas fournis ou sont incomplets) permettant d'obtenir les surfaces en m² de toutes les parois déprédatives (parois opaques, parois vitrées...) ;
- Epaisseurs et compositions de chaque paroi opaque et vitrée Capacité à bénéficier des apports solaires gratuits...

➤ *Description des équipements*

- Systèmes de chauffage principal et secondaire : génération, réseaux, émetteurs, appoints ;
- Équipements de production d'eau chaude sanitaire ;

- Equipements techniques assurant le renouvellement d'air du bâtiment : extraction et entrée d'air, groupe VMC, sortie toiture et tout autre organe participant au renouvellement d'air du logement ;
- Eventuels systèmes de climatisation ;
- Eventuels systèmes de régulation des équipements ;
- Appareils ayant une consommation d'électricité et/ou eau chaude élevée... ;
- Production d'énergie d'origine renouvelable (pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire ou la production d'électricité...) ;
- ***Pathologies et contraintes relevées (architecturales, humidité, étanchéité à l'air, Cahier des charges audit énergétique de la Rénovation Globale Performante Ponts thermiques, etc.)***
- ***Historique des consommations énergétiques facturées sur 3 années (en € et en kWh_{ef}) lorsque les données sont disponibles ;***
- ***Fiche de synthèse de l'état initial présentant***
- Déperdition : la répartition par poste en % et les déperditions totales du logement en kW par -7°C ;
- L'étiquette énergétique (kWh_{ep}/m².an) et GES (kgéq CO₂/m².an) obtenue grâce à la méthode THCE ex. Il sera important de préciser que la méthode utilisée pour établir ces étiquettes ne tient pas compte des comportements, qu'elle n'est pas équivalente à celle du DPE, et de préciser les consommations prises en compte ;
- la répartition par postes et total :
 - Des consommations en énergie primaire (kWh_{ep})
 - Des consommations en énergie finale (kWh_{ef})
 - Des dépenses énergétiques (€)
 - Des émissions de gaz à effet de serre (kgéq CO₂),

Ces informations sont calculées à partir d'une méthode comportementale prenant en compte les postes de consommation suivants : chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, auxiliaires, éclairage et autres usages. Elles devront être cohérentes avec les factures à 10% près ou expliquées.

- un indicateur permettant de qualifier le degré de confort et de qualité de l'air (homogénéité de la chaleur, phénomènes de parois froides, infiltrations ou fuites d'air, taux d'humidité, surchauffe estivale...)

VI. Scenarios de réhabilitation

Au minimum deux programmes de travaux permettant d'atteindre le niveau BBC rénovation doivent être proposés. Ces scénarios sont détaillés sous forme de fiches synthèse après travaux qui doivent contenir :

- La description des travaux à engager précisant les critères de performance à respecter mais n'orientant pas vers un matériau en particulier. Les conditions de mise en œuvre de chaque type de travaux devront être détaillées (ex : lors du remplacement des menuiseries des entrées d'air doivent être installées dans les pièces de vie mais pas dans les pièces d'eau...)

- la répartition par postes et total :

- Des consommations en énergie primaire (kWh_{ep}) o des consommations en énergie finale (kWh_{ef}) o des dépenses énergétiques (€)
- Des émissions de gaz à effet de serre (kg_{éq} CO₂),
- Du gain énergétique total par rapport à l'état initial
- Du gain financier par rapport à l'état initial Ces informations sont calculées à partir d'une méthode comportementale prenant en compte les postes de consommation suivants : chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, auxiliaires, éclairage et autres usages

- Une estimation du coût d'investissement

➤ **Cahier des charges audit énergétique de la Rénovation Globale Performante**

- Des informations sur le comportement pris en compte dans cette simulation après travaux et des conseils permettant de réduire encore la consommation. Ces conseils pourront être établis en collaboration avec les conseillers rénovation.
- Les informations permettant d'envisager les travaux par étape. Les points de vigilance à respecter pour éviter toute pathologie (ex : le remplacement des menuiseries est indissociable de l'installation d'une VMC) et l'ordonnancement de travaux (ex : réfection de l'électricité et installation d'une VMC avant l'isolation des combles)

➤ **Synthèse**

Evolution des dépenses en coût global (investissement + dépenses énergétiques) sur 20 ans suivant un ou plusieurs taux d'inflation à préciser permettant de définir le temps de retour en comparant l'évolution des courbes de dépenses :

- Sans intervention
- Après travaux scenario 1
- Après travaux scenario 2

VII. Proposition d'améliorations

Sur la base du travail précédent, la dernière grande phase de l'audit énergétique et technique passe par la formulation de préconisations comportementales, techniques, fonctionnelles ou organisationnelles dans les domaines suivants :

- Bâti : amélioration des performances globales de l'enveloppe : isolation des façades ou des planchers, reprise des menuiseries extérieures, ...
- Chauffage : rénovation de chaufferie, remplacement des émetteurs, reprise de la régulation, expertise éventuelle...

- Ventilation : mise en place d'une VMC si inexistante, simple ou double flux selon les cas...
- Eau : mise en place de robinets mitigeurs, de simples dispositifs type mousseurs, chasses d'eau double capacité...
- Équipements électriques : sources d'éclairage économes...
- Gestion des énergies : paramétrage de la régulation du chauffage en adéquation avec les besoins, gestion de l'éclairage selon les usages, temporisation du fonctionnement de certains équipements...
- Contrats d'entretien/exploitation : mise en place si nécessaire de contrat de maintenance intégrant des objectifs d'économies d'énergie, clause d'intéressement, garantie totale des équipements, contrats de performance énergétique, etc.
- Énergies renouvelables : évaluation de l'intérêt et de la pertinence de la mise en œuvre d'une étude d'opportunité technico-économique solaire thermique ou PV, biomasse, géothermie...

Afin d'aiguiller au mieux le maître d'ouvrage, chacune de ces préconisations doit être illustrée par les éléments suivants :

- Investissement prévisionnel,
- Économie annuelle potentielle, à la fois en termes énergétique et économique,
- Temps de retour sur Investissement,
- Valorisation ou aide envisageable (CEE, crédit d'impôt...),
- « Pertinence » de l'action (action urgente et indispensable, action permettant des économies sans investissement significatif, action prioritaire avec temps de retour < 5 ans, action utile dont la mise en œuvre peut être différée...).

Conclusion

L'audit thermique des bâtiments permet d'apporter des éléments de réponse quant aux possibilités d'améliorer la performance énergétique de l'immeuble, point de départ de la réalisation de cet audit. L'Audit énergétique n'est pas une tâche facile à réaliser. Pour mener à bien une telle opération il est nécessaire le mieux possible le bâtiment à auditer et commencé par effectuer une description complète et précise du bâtiment.