

Audit énergétique

Présenté par: Dr. Hatem ELAMINE

Année universitaire 2024-2025



CHAPITRE 3

PROCÉDURE GÉNÉRALE POUR UN AUDIT ÉNERGÉTIQUE DÉTAILLÉ

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.

Étape 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*]

Étape 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.).
- Estimer, à partir de l'occupation, les horaires de besoin d'équipement et d'éclairage.

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).

Les tableaux 1.1 et 1.2 donnent un résumé de la procédure d’audit énergétique préconisée pour les bâtiments tertiaires ainsi que pour les bâtiments industriels. Les audits énergétiques pour les systèmes thermiques et électriques sont traités séparément car les coûts sont différents.

PHASE	SYSTEMES THERMIQUES	SYSTEMES ELECTRIQUES
Analyse des données	<ul style="list-style-type: none"> • Profil énergétique (modèle en régime permanent reconstitué ou signature énergétique du bâtiment) • Ratios énergétiques (par surface, par étudiant pour une école, par repas, etc.) • Distribution des usages énergétiques (chauffage, ECS, process, etc.) • Types de combustibles utilisés • Impact de la météorologie sur la consommation énergétique • Structure tarifaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Profil énergétique électrique (courbe de charge) • Ratios énergétique électrique (par surface, par étudiant pour une école, par repas, etc.) • Distribution des usages énergétiques électriques (refroidissement, éclairage, auxiliaires de distribution, etc.) • Impact de la météorologie sur la consommation électrique • Structure tarifaire, pénalité de dépassement de puissance, etc.)
Relevés sur site	<ul style="list-style-type: none"> • Matériaux de construction (résistance thermique et épaisseur) • Type de systèmes de chauffage ventilation et climatisation • Systèmes de production d'ECS • Eau chaude / vapeur pour le chauffage • Eau froide pour le refroidissement • Eau chaude / vapeur pour ECS • Eau chaude / vapeur pour applications spécifiques (hôpitaux, piscine, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Type de systèmes de chauffage ventilation et climatisation • Type d'éclairage et densité • Type d'équipement et densité • Energie pour le chauffage • Energie pour le refroidissement • Energie pour l'éclairage • Energie pour les équipements • Energie pour le conditionnement d'air • Energie pour la distribution d'eau

PHASE	SYSTEMES THERMIQUES	SYSTEMES ELECTRIQUES
Modèle de référence	<ul style="list-style-type: none"> • Etude des plans architecturaux, mécaniques et de régulation • Développement d'un modèle de référence (méthode simple ou très détaillée) • Calage du modèle de référence (données disponibles ou mesurées) 	<ul style="list-style-type: none"> • Etude des plans architecturaux, mécaniques et de régulation • Développement d'un modèle de référence (méthode simple ou détaillée) • Calage du modèle de référence (données disponibles ou mesurées)
Estimation des économies	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes de récupération de chaleur par échangeurs • Systèmes de chauffage performant (chaudières) • Ralenti de nuit, relance de chauffage • Amélioration des systèmes de conditionnement d'air • Réduction de la demande d'ECS • Cogénération 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité énergétique de l'éclairage • Efficacité énergétique de la bureautique • Efficacité énergétique des moteurs • Amélioration des systèmes de conditionnement d'air et de production d'eau glacée (compresseurs) • Réduction des pics de consommations • Systèmes de stockage thermique • Cogénération • Amélioration du facteur de puissance • Réduction des harmoniques

Tableau 1.1 : Résumé de l'audit énergétique des bâtiments résidentiels et tertiaires

PHASE	SYSTEMES THERMIQUES	SYSTEMES ELECTRIQUES
Analyse des données	<ul style="list-style-type: none"> Analyse des procédés énergétiques spécifiques utilisés 	<ul style="list-style-type: none"> Ratios énergétique électrique par produit Analyse des procédés énergétiques électriques spécifiques utilisés
Relevés sur site	<ul style="list-style-type: none"> Liste des équipements utilisant de l'énergie thermique Réalisation du bilan thermique du process Suivi de l'utilisation de l'énergie pour tout ou partie des équipements Détermination des sous-produits de l'utilisation de l'énergie (émissions et déchets solides) 	<ul style="list-style-type: none"> Liste des équipements qui utilisent l'énergie électrique Réalisation du bilan thermique des usages électriques Suivi de l'utilisation de l'énergie électrique pour tout ou partie des équipements
Modèle de référence	<ul style="list-style-type: none"> Calage du modèle de référence (en utilisant les données disponibles ou mesurées) 	<ul style="list-style-type: none"> Calage du modèle de référence (en utilisant les données disponibles ou mesurées)
Estimation des économies	<ul style="list-style-type: none"> Récupération de chaleur par échangeurs Cogénération (éventuellement avec des déchets solides provenant de la ligne de production) 	<ul style="list-style-type: none"> Efficacité énergétique des moteurs (vitesse variable) Air comprimé Amélioration des systèmes de conditionnement d'air process

Tableau 1.2 : Complément pour les bâtiments industriels