

Depuis la signature du protocole de Kyoto jusqu'aux récents accords de Paris, l'Union Européenne n'a cessé de fixer des objectifs toujours plus ambitieux en matière de lutte contre le changement climatique. L'audit énergétique, devenu obligatoire pour les grandes entreprises, est un des outils mis en place pour parvenir à remplir ces objectifs. Loin de se résumer à une formalité légale, l'audit énergétique peut générer des économies qui vont bien au-delà de son propre coût et qui permettront de financer le renouvellement des équipements obsolètes.



L'AUDIT ÉNERGÉTIQUE DANS L'INDUSTRIE

Julien L'hoest, Energie et Environnement S.A.



Figure 1 - Nouvelles installations de refroidissement (Eurofoil Dudelange)

L'efficacité énergétique dans l'industrie

Le niveau d'efficacité énergétique atteint par les entreprises est intimement lié à la place qu'occupent les coûts énergétiques dans leurs coûts d'exploitation. Ainsi, la comparaison entre les différents secteurs (industrie, transport, bâtiment,...) du potentiel d'efficacité énergétique déjà valorisé à ce jour et restant à valoriser sur base des estimations de l'agence internationale de l'énergie montre des différences significatives.

Les secteurs de l'industrie et du transport, dans lesquelles l'énergie représente parfois le coût le plus élevé, devant les salaires ou les matières premières, ont développé une culture de l'efficacité énergétique plus importante que le secteur du bâtiment. Pour ces premiers, 40 % du potentiel d'efficacité énergétique prévisible a déjà été exploité à ce jour, contre 20 % en moyenne pour le dernier. Cette différence significative peut également s'expliquer en partie par l'incitation ou l'obligation d'établir un audit énergétique, qui existe depuis de nombreuses années dans le secteur de l'industrie mais qui n'a été instaurée que très récemment dans le secteur du bâtiment (en fonction des résultats du certificat de performance énergétique basé sur la consommation d'énergie mesurée établi suivant le règlement grand-ducal du 31.08.2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels).

Au sein même du secteur industriel, des différences sont observables entre les différentes entreprises selon leur

Energy efficiency potential used by sector in the WEO 2012
New Policies Scenario

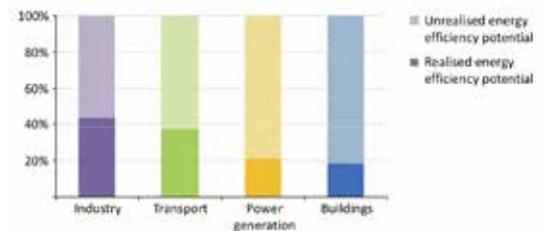


Figure 2 - Potentiel d'efficacité énergétique exploité et disponible jusqu'à 2035

intensité énergétique. La Figure 3, basée sur différents cas analysés par le bureau Energie et Environnement ingénieurs-conseils, représente le potentiel de réduction des coûts énergétiques décelés lors de la réalisation d'un audit énergétique par rapport aux coûts énergétiques annuels de l'entreprise. Un lien très net se dessine entre les deux variables et confirme que le potentiel d'économie d'énergie relatif est significativement plus important dans les procédés d'intensité énergétique faible à moyenne. En valeur absolue, néanmoins, les économies potentielles restent largement plus élevées dans les procédés à haute intensité énergétique. Dans le secteur du bâtiment, en revanche, le potentiel reste important même lorsque les coûts énergétiques annuels augmentent.

Processus de l'audit énergétique

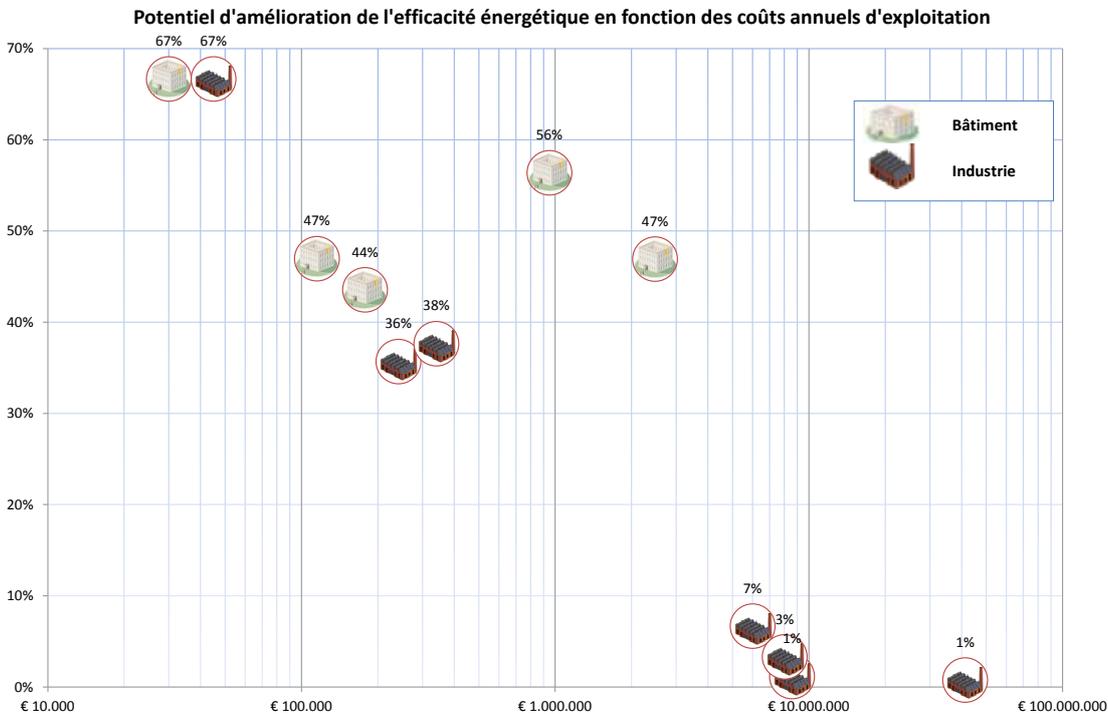
L'audit énergétique se déroule habituellement selon les étapes suivantes, reprises à la Figure 7:

1. Prise de contact préliminaire

L'objet de cette première étape est, sur base d'une description sommaire du site et du procédé, de définir le périmètre d'application, les objectifs ainsi que le degré d'approfondissement de l'audit énergétique. Ces informations sont essentielles pour l'élaboration d'une proposition technique et financière par l'auditeur.

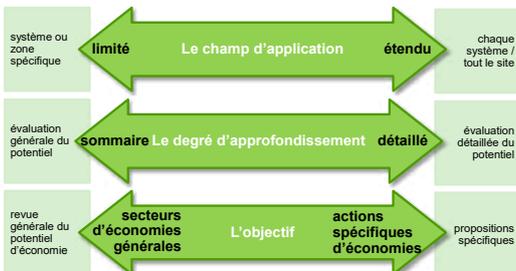
En ce qui concerne les audits obligatoires pour les grandes entreprises, la loi du 5 juillet 2016 indique que « les audits énergétiques doivent:

- se fonder sur des données opérationnelles actualisées, mesurées et traçables concernant la consommation d'énergie et, pour l'électricité, les profils de charge;
- comporter un examen détaillé du profil de consommation énergétique des bâtiments ou groupes



_Figure 3 - Potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique en fonction des coûts annuels d'exploitation

- de bâtiments, ainsi que des opérations ou installations industrielles, notamment le transport;
- c_ s'appuyer, dans la mesure du possible, sur une analyse du coût du cycle de vie plutôt que sur de simples délais d'amortissement pour tenir compte des économies à long terme, des valeurs résiduelles des investissements à long terme et des taux d'actualisation;
- d_ être proportionnés et suffisamment représentatifs pour permettre de dresser une image fiable de la performance énergétique globale et de recenser de manière sûre les possibilités d'amélioration les plus significatives.»



_Figure 4 - Champ d'application, degré d'approfondissement et objectif

2. Réunion d'ouverture

La réunion d'ouverture permet d'informer toutes les parties prenantes des objectifs et du planning de l'audit énergétique ainsi que des actions attendues de chacune d'entre elles.

3. Collecte des données

L'auditeur énergétique doit notamment rassembler les données concernant les procédés de fabrication, les caractéristiques et qualité des produits, les conditions de fonctionnement, les contraintes spécifiques et les données relatives à l'énergie (énergie consommée et produite, comptage, diagramme de charge, etc.). Une bonne coordination avec les responsables sur site est à cette étape essentielle pour assurer le bon déroulement de l'audit énergétique.

4. Travail sur place

L'auditeur doit visiter le site et inspecter les procédés audités. Il peut en outre effectuer des mesurages supplémentaires afin de consolider les informations collectées, relever des données sur les temps de fonctionnement ou s'entretenir avec des opérateurs.

5. Analyse

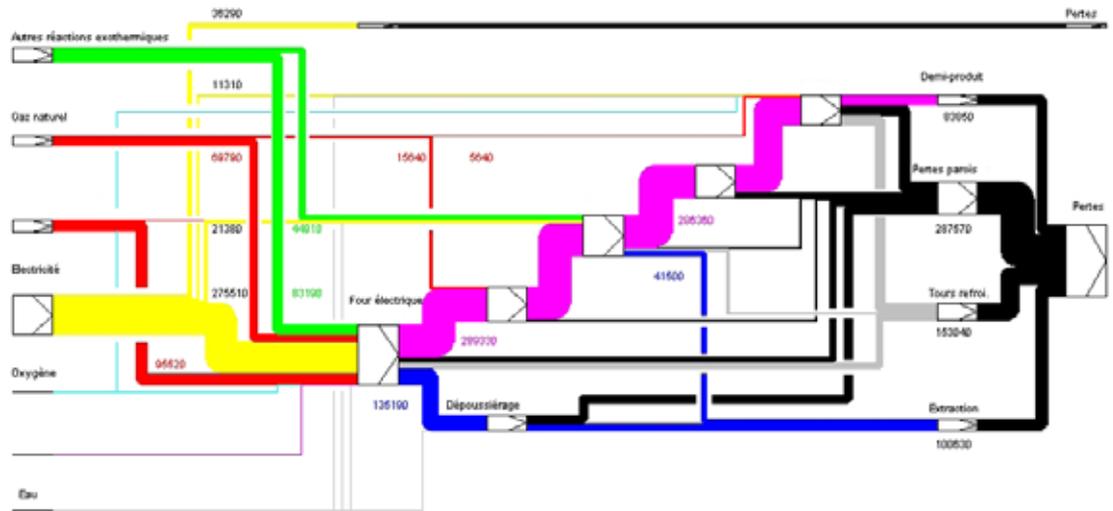
L'analyse énergétique peut être décomposée en trois phases: l'analyse de l'usage et de la consommation énergétique, l'identification des domaines d'usages et de consommation énergétique significatifs et enfin l'identification des opportunités d'amélioration de la performance énergétique.

La première étape consiste à déterminer, par mesure, estimation ou calcul, pour quel usage et avec quelle intensité l'énergie est utilisée dans l'entreprise ou le site étudié. Le bilan est établi pour chaque vecteur énergétique (gaz naturel, électricité, combustibles liquides, vapeur, etc.) en réduisant toujours plus le périmètre analysé: site entier, procédé, usage et si possible équipement. La consommation est mise en relation avec la production, le climat, le type de produit où d'autres paramètres pertinents afin de dégager un ou plusieurs modèles représentatifs du bilan énergétique du site. Le bilan est généralement représenté sous forme de diagramme de Sankey qui permet de visualiser les flux d'énergie et de matière selon une échelle définie.

Sur base du bilan énergétique détaillé, les usages prépondérants peuvent être identifiés et analysés. L'analyse consiste d'une part en l'évaluation de la performance intrinsèque des équipements et d'autre part en l'identification des facteurs pertinents ayant un impact sur la consommation de cet usage. Il peut notamment s'agir des paramètres physiques de fonctionnement, tels que la température, la pression ou le débit, ou encore du climat, du comportement de l'opérateur ou du niveau de charge du procédé.



_Figure 5 - Campagnes de mesure électrique



_Figure 6 - Diagramme de Sankey

La troisième étape qui est également la finalité de l’audit énergétique est d’identifier les opportunités d’amélioration de la performance énergétique. Il peut s’agir d’actions comportementales, d’actions techniques ou d’actions liées à l’organisation, notamment:

- _réduction ou récupération des pertes d’énergie (améliorer l’isolation, réduire les fuites d’air comprimé, récupérer la chaleur perdue)
- _remplacement, modification ou ajout d’équipements (chaudières à haut rendement, moteurs à vitesse variable, éclairage efficace sur le plan énergétique)
- _fonctionnement plus efficace et optimisation continue (procédure de fonctionnement, automatisation des procédés et des utilités, optimisation de la logistique et de l’aménagement, ajustement des points de réglage, maintien des équipements installés en état de performance optimale)
- _amélioration de la maintenance (planification de la

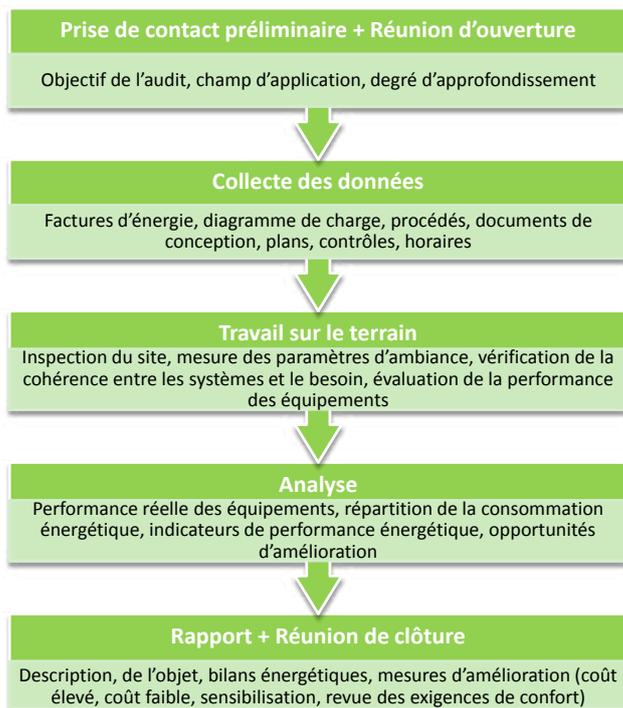
maintenance, formation du personnel d’exploitation et de maintenance)

_déploiement de programmes destinés à changer les comportements (formation, campagnes de sensibilisation aux enjeux énergétiques)

6. Rapport et réunion de clôture

Le rapport doit notamment contenir un document de synthèse, l’historique, l’analyse des consommations énergétiques, les opportunités d’amélioration de l’efficacité énergétique, l’analyse économique appropriée et les conclusions.

À la réunion de clôture, l’auditeur remet le rapport de l’audit énergétique et présente les résultats de l’audit énergétique de manière à faciliter les prises de décision de l’organisme.



_Figure 7 - Processus de l’audit énergétique

Le point sur la législation

La loi du 5 juillet 2016, qui transpose la Directive Européenne 2012/27/JE sur l’efficacité énergétique, introduit l’obligation pour les grandes entreprises de réaliser un audit énergétique.

Sont concernées:

- _les entreprises qui occupent plus de 250 personnes;
- _les entreprises avec un chiffre d’affaires supérieur à 50 millions € et un bilan supérieur à 43 millions €.

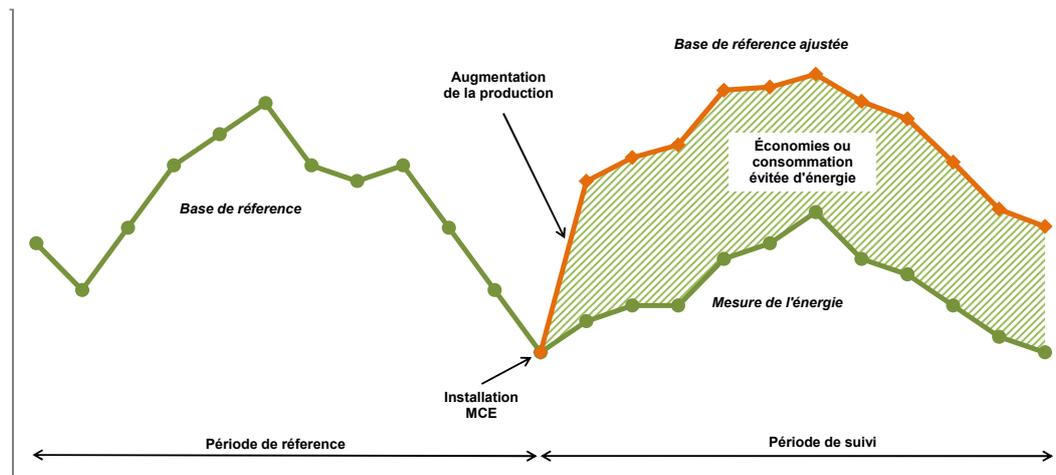
Le premier audit énergétique doit être réalisé avant le 12 décembre 2016, il doit ensuite être renouvelé tous les quatre ans.

Sont exemptées de cette obligation les entreprises qui adoptent un système de management de l’énergie certifié (p. ex. ISO 50001). Les audits énergétiques doivent être réalisés par des experts agréés, voire par un auditeur interne étranger à l’activité auditée, bénéficiant d’une indépendance totale et pouvant faire la preuve des qualifications techniques adéquates.

Exploiter le potentiel d’efficacité énergétique – le management de l’énergie selon ISO 50001

L’audit énergétique débouche sur une liste de mesures d’amélioration de l’efficacité énergétique hiérarchisées en fonction de leur investissement et de leur impact sur les coûts d’exploitation.

Cette analyse représente la première étape et la base sur laquelle pourra être mis en place un Système de



_Figure 8 - Méthodologie IPMVP

Management de l'Énergie (SMÉ). Un SMÉ comprend différents niveaux d'actions dont l'objectif global est d'exploiter au mieux le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique disponible.

Pour être efficace, le SMÉ doit être soutenu par la direction de l'entreprise qui doit s'engager officiellement à poursuivre une démarche d'amélioration continue de l'efficacité énergétique. Des objectifs généraux associés à des cibles énergétiques plus précises doivent être définis de façon cohérente avec le plan d'action résultant de l'audit énergétique. Un Responsable Energie sera affecté à la gestion du SMÉ et sera éventuellement entouré d'une équipe pour mettre en œuvre et suivre le SMÉ. Le Responsable Energie s'assurera que le plan d'action est suffisamment détaillé, que les responsabilités sont bien affectées et que les budgets sont disponibles pour rendre effectives les mesures d'amélioration sélectionnées.

L'organisme doit s'assurer que l'objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique est intégré à tous les niveaux. Aussi, les activités d'achat, voire éventuellement de conception devront comprendre des critères d'efficacité énergétique. Les fournisseurs devront également être informés que leurs offres seront en partie évaluées sur base du critère de l'efficacité énergétique. Du point de vue des actions comportementales, les opérateurs, et de manières générales tout le personnel interne et externe de l'entreprise doit être sensibilisé sur l'effet concret de ses actions sur la consommation d'énergie

Enfin, dans un esprit d'amélioration continue, le SMÉ lui-même devra être périodiquement évalué sur base de son fonctionnement et de ses résultats concrets. Les consommations d'énergie devront ainsi être suivies par comptage, mesures ponctuelles ou tout autre moyen nécessaire pour vérifier si les objectifs fixés sont bien atteints. Aucune contrainte n'existe par rapport à l'atteinte réelle des objectifs mais une analyse critique est toujours requise. Les SME peut faire l'objet d'une certification (selon la norme ISO 50001 notamment), auquel cas il devra être largement documenté mais cela n'est pas une obligation.

Exemples de mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique

Secteur d'activité: fabrication de composants électroniques
Mesure d'amélioration: Modification du concept de refroidissement des fours, utilisation étendue du free-cooling.

Coût d'investissement pour la mesure: 200.000€

Réduction des coûts d'exploitation: 100.000€/a

Secteur d'activité: fabrication de composants électroniques
Mesure d'amélioration: modification de la centrale de production de chaleur et de froid.

Coût d'investissement pour la mesure: 600.000€

Réduction des coûts d'exploitation: 400.000€/a

Secteur d'activité: industrie des métaux non ferreux
Mesure d'amélioration: optimisation de la gestion de l'évacuation des fumées.

Coût d'investissement pour la mesure: 12.000€

Réduction des coûts d'exploitation: 110.000€/a

Secteur d'activité: hall industriel

Mesure d'amélioration: rénovation de l'installation d'éclairage.

Coût d'investissement pour la mesure: 300.000€

Réduction des coûts d'exploitation: 50.000€/a

Secteur d'activité: industrie des métaux non ferreux
Mesure d'amélioration: recherche et réparation des fuites d'air comprimé

Coût d'investissement pour la mesure: 60.000€

Réduction des coûts d'exploitation: 25.000€/a

Secteur d'activité: industrie du verre

Mesure d'amélioration: valorisation de la chaleur du procédé pour le chauffage des halls

Coût d'investissement pour la mesure: nc

Réduction des coûts d'exploitation: 50.000€/a

Secteur d'activité: Bâtiment

Mesure d'amélioration: modification de la centrale de production de froid

Coût d'investissement pour la mesure: 160.000€

Réduction des coûts d'exploitation: 40.000€/a



Suivre l'efficacité énergétique, évaluer les économies d'énergie, méthodologie IPMVP

Suite à la mise en œuvre d'une mesure d'amélioration de l'efficacité énergétique (ou Mesure de Conservation de l'Energie – MCE), il peut être nécessaire de quantifier de façon objective l'évolution du niveau d'efficacité énergétique d'une entreprise ou d'un site. La méthodologie IPMVP, ou Protocole International de Mesure et de Vérification de la Performance énergétique, a été développée pour répondre à ce besoin. Elle a pour objectif de juger de l'impact réel d'une démarche d'amélioration de la performance énergétique en spécifiant des méthodes communes pour mesurer et évaluer les consommations passées et futures.

Il s'agit d'analyser le bilan énergétique historique afin de déterminer quels sont les facteurs qui ont une influence sur les indicateurs de performance énergétique mais qui ne sont par ailleurs pas liés à l'efficacité énergétique de l'entreprise ou du procédé. On distingue deux types de variables:

- 1_ Les variables «périodiques» dont l'évolution dans le temps est significative: Le niveau de production, la répartition des différents types de produits, les données climatiques, le temps d'exploitation, etc.
- 2_ Les variables «statiques» qui peuvent être considérées comme constantes sur les périodes de mesure: le procédé, la surface et le volume du site, etc.

Le degré d'influence de ces facteurs est déterminé par une analyse statistique qui mène à la définition d'équations qui sont ensuite utilisées pour corriger la consommation d'énergie mesurée dans la période de suivi de la mise en place des mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique.

Pour une période donnée, les économies sont égales à l'énergie de la période de référence ajustée, diminuée de l'énergie consommée pendant la période de suivi (cf. figure X).

L'exemple le plus courant est la correction des consommations de chauffage en fonction des données climatiques. Après une mesure d'isolation thermique, la consommation annuelle pour le chauffage diminue de 20%. Par ailleurs, le climat de l'année est 10% plus froid que lors de la période de référence.

L'amélioration du niveau d'efficacité énergétique est alors en réalité d'environ 28% et non 20%. Ce raisonnement

peut s'appliquer à toutes les variables identifiées lors de l'analyse du bilan énergétique.

La méthodologie IPMVP fournit enfin un cadre objectif d'évaluation des mesures d'économie d'énergie et peut être audité par un tiers. Elle peut ainsi être utilisée pour encadrer un contrat de performance énergétique ou pour justifier l'amélioration de l'efficacité énergétique d'une entreprise dans le cadre d'un accord volontaire éventuel.

Aspects financiers

Le budget à considérer pour la réalisation d'un audit énergétique varie très largement en fonction du site mais également du champ d'application, du degré d'approfondissement et des objectifs fixés (cf. Figure 4).

Les honoraires seront habituellement compris entre 5.000€ pour un petit atelier à plus de 20.000€ pour les plus importants sites industriels. Des aides étatiques pouvant s'élever à maximum 50% des coûts éligibles sont prévues par la loi du 30 juin 2004 en cas de recours à un conseil externe en vue de réaliser des progrès dans le domaine de la protection de l'environnement et de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles. Ces aides ne sont cependant octroyés qu'aux Petites et Moyennes Entreprises (PME), l'audit énergétique étant devenu obligatoire pour les grandes entreprises.

www.enerenvi.lu