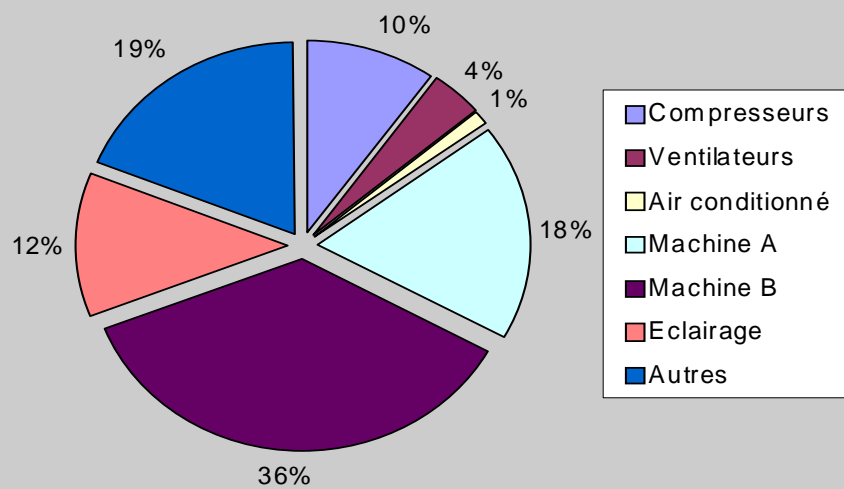
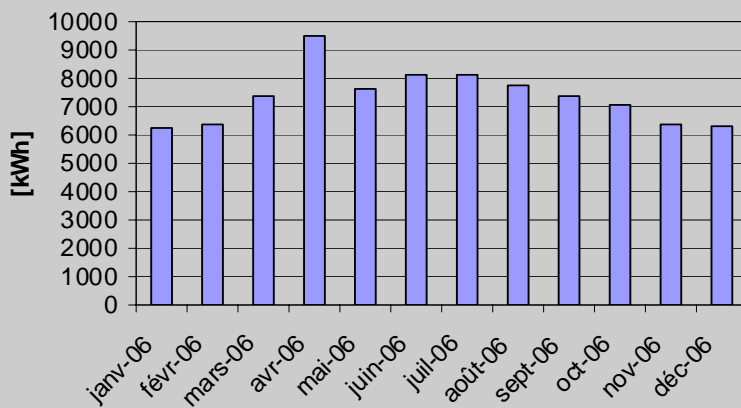


# Efficacité énergétique - Section 7

## LABORELEC

Pieter-Jan Stockmans

Novembre 2008



# Efficacité énergétique

---

fr.leonardo-energy.org

## Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2. Problématique organisationnelle</b>	<b>5</b>
<b>3. Inventaire énergétique</b>	<b>7</b>
3.1 Analyse classique de la facturation.....	7
3.2 Répartition des consommations.....	8
<b>4. Bilan énergétique</b>	<b>10</b>
4.1 Analyse énergétique .....	10
4.2 Inspection des installations .....	10
4.3 Définir des objectifs de performance .....	11
<b>5. Projets d'amélioration du système énergétique</b>	<b>11</b>
5.1 Etudes de mise en oeuvre d'un projet.....	11
5.2 Mise en oeuvre d'un plan d'actions.....	12
<b>6. Evaluer les progrès</b>	<b>13</b>
<b>7. Faire auditer</b>	<b>13</b>
<b>8. Liste des gisements potentiels d'économie d'énergie</b>	<b>14</b>
8.1 Système d'entraînement .....	14
8.2 Chaudières et systèmes à vapeur.....	15

# Gestion de l'énergie : guide d'auto-évaluation

---

fr.leonardo-energy.org

<b>8.3</b>	<b>Systemes d'éclairage .....</b>	<b>15</b>
<b>8.4</b>	<b>Systemes à air comprimé .....</b>	<b>16</b>
<b>8.5</b>	<b>Climatisation des locaux.....</b>	<b>16</b>
<b>8.4</b>	<b>Equipements de refroidissement .....</b>	<b>16</b>
<b>9.</b>	<b><u>Références</u></b>	<b>17</b>

## 1. Introduction

Beaucoup d'industries souhaitent contrôler et améliorer leur performance énergétique pour des raisons aussi bien économiques qu'écologiques. La mise en place de pratiques de gestion de l'énergie peut générer des économies significatives pour les entreprises. Au-delà de la réduction des coûts, il existe d'autres raisons pour mettre en œuvre un système efficace de management de l'énergie ; l'amélioration peut avoir des effets positifs sur la production, le résultat d'exploitation, les méthodes de maintenance, ainsi que sur le plan environnemental.

Une première étape vers la mise en place d'un système de gestion de l'énergie consiste en une analyse globale des flux énergétiques pour mieux comprendre les possibilités d'amélioration. La collecte d'informations sur la consommation énergétique est un bon point de départ pour les industries qui veulent réduire leur facture énergétique. L'utilisation de l'énergie, dans les sites industriels, se fait sous trois formes : la production directe de marchandises, les systèmes de CVC (Chauffage, ventilation, Climatisation) et les équipements plus généraux tels que l'éclairage.

Une analyse détaillée des sites industriels permet d'identifier la plupart des pistes de réduction de la consommation énergétique. Toutefois, il y a beaucoup à faire en amont de la visite du site pour identifier les possibilités de réduction de consommation d'énergie.

Des techniques élémentaires peuvent :

- quantifier la production, l'adaptation de l'espace et l'usage d'énergie non dédiée à la production ;
- rechercher certaines possibilités d'économie d'énergie ;
- aider au développement de modèles budgétaires et financiers suffisamment fins ;
- mettre en évidence les économies réalisables par une meilleure utilisation de l'énergie.

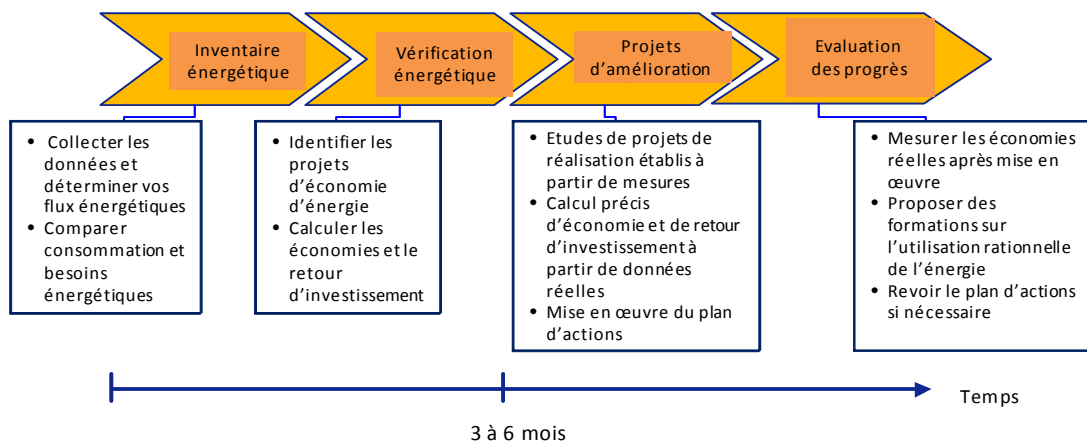


Figure 1 : calendrier pour la mise en place d'économies d'énergie

## 2. Problématique organisationnelle

Le tableau suivant fournit un moyen pour mieux appréhender une approche évolutive des problèmes énergétiques dans une entreprise. Chaque colonne aborde un des six problèmes importants de la gestion de l'énergie. Pour bien comprendre, il faut considérer chaque colonne individuellement. (Tableau d'après BRESCU 1993 Matrice de la gestion de l'énergie).

# Efficacité énergétique

fr.leonardo-energy.org

Politique de la gestion de l'énergie	Organisation	Motivation du personnel	Systèmes de reporting et de supervision	Sensibilisation du personnel et formation	Investissement
<b>Politique de gestion de l'énergie, plan d'action et bilan régulier ont été définis par la direction comme faisant partie de la stratégie d'entreprise. La gestion de l'énergie est totalement intégrée dans la conduite de l'entreprise.</b>	Une délégation clairement définie, des responsabilités pour la gestion des consommations énergétiques.	Des canaux de communication formels et informels régulièrement utilisés par le responsable et les personnels en charge de l'énergie à tous les niveaux.	Un système complet fixe les objectifs, surveille la consommation, identifie les défauts, quantifie les économies réalisées et fournit des repères budgétaires.	Valorisation de la valeur de l'efficacité énergétique et de l'intérêt de la gestion de l'énergie aussi bien en interne qu'à l'extérieur de l'entreprise.	Discrimination positive en faveur des projets d'économie d'énergie avec une évaluation détaillée de l'investissement pour tous les nouveaux bâtiments et les possibilités de réaménagement et d'équipement.
<b>Politique officielle de gestion de l'énergie mais pas d'implication active de la part de la direction.</b>	Un responsable énergie rend compte auprès d'une commission énergie représentant tous les utilisateurs ; celle-ci est présidée par un membre de l'équipe de direction.	La commission énergie est le principal canal, associé à des contacts directs avec les principaux utilisateurs.	Des rapports de surveillance et d'objectifs sont générés pour chaque action basée sur un sous comptage mais les économies ne sont en fait pas signalées aux utilisateurs.	Programme de formation du personnel, campagnes de prise de conscience et d'information régulières. Des critères de retour d'investissement sont utilisés, comme pour tous les autres investissements.	Evaluation rapide pour un nouvel équipement ou bâtiment et sur les possibilités de réaménagement.
<b>Politique de gestion de l'énergie directement définie par un responsable énergie ou un responsable senior de département.</b>	Un responsable de l'énergie existe, rendant compte à un comité, mais sans véritable ligne de gestion et d'autorité.	Contact avec les principaux utilisateurs via une commission ad hoc présidée par un responsable senior de département	Des rapports de surveillance et d'objectifs réalisés à partir de données mesurées.	Le service énergie est associé dans les choix budgétaires. Mise en place de sensibilisation et de formation adaptée du personnel.	Le seul critère est un retour rapide sur investissement.
<b>Il existe un ensemble de lignes directrices non rédigées. La gestion de l'énergie est de la responsabilité – à temps partiel – d'une personne dont l'influence et l'autorité sont limitées.</b>	Contacts informels entre le responsable énergie et quelques autres utilisateurs.	Surveillance des coûts à partir des informations fournies par les factures.	Le responsable énergie collecte l'information pour usage interne avec les services techniques.	Contacts informels visant à favoriser la qualité de l'énergie.	Réalisation uniquement d'actions à bas coûts.
<b>Aucune politique explicite. Pas de responsable énergie ou d'une quelconque délégation officielle de responsabilité quant à la consommation d'énergie.</b>	Aucun contact avec les utilisateurs.	Pas de système d'information	Pas de prise en compte de la consommation d'énergie.	Pas de valorisation de l'efficacité énergétique.	Pas d'investissement pour améliorer l'efficacité énergétique sur site sur les nouveaux projets.

Le tableau ci-contre permet une rapide évaluation de la gestion de l'énergie dans une entreprise et des buts à atteindre. Il fournit donc une feuille de route sur la façon d'améliorer la gestion de l'énergie dans l'entreprise et les différents aspects de la gestion de l'énergie. Cinq axes importants sont à dégager pour la gestion de l'énergie :

1. Problématiques organisationnelles : elles relèvent de l'implication dans la gestion de l'énergie, d'un responsable de la gestion de l'énergie et des responsabilités.
2. Motivation du personnel : à savoir, les canaux de communication, l'accessibilité aux données.
3. Systèmes de surveillance et de reporting : collecte et analyse des données.
4. Sensibilisation et formation du personnel : influence de l'efficacité énergétique dans la prise de décision.
5. Investissements : influence de l'efficacité énergétique sur les nouveaux investissements.

## 3. Inventaire énergétique

### 3.1 Analyse classique de la facturation

Un premier pas en direction d'une meilleure efficacité énergétique consiste à considérer avec attention les factures d'énergie. L'objectif est d'identifier les plus gros consommateurs d'énergie et les utilisations anormales et manifestes d'énergie.

Une analyse classique de la facturation inclut les tâches suivantes :

- Graphes de tendance  
En général, il est beaucoup plus facile d'identifier les régularités et les tendances à partir d'informations graphiques que de tableaux de chiffres. Cela facilite ainsi la recherche d'anomalies dans les données de consommation. Sur la figure 2, par exemple, on identifie immédiatement que la consommation d'avril est anormalement élevée.
- Identifier les éléments tarifaires  
Les éléments tarifaires de la facture électrique peuvent être résumés au coût de l'abonnement, celui de la consommation d'énergie, la puissance maximale souscrite et les pénalités pour une consommation d'énergie réactive trop importante.
- Vérifier les montants facturés

# Efficacité énergétique

fr.leonardo-energy.org

- Identifier les possibilités principales d'économie

Séparer les différents coûts de la facture énergétique permet une bonne vision de la consommation d'énergie et des coûts afférents ; cela détermine, par conséquent, les possibilités significatives d'économie.

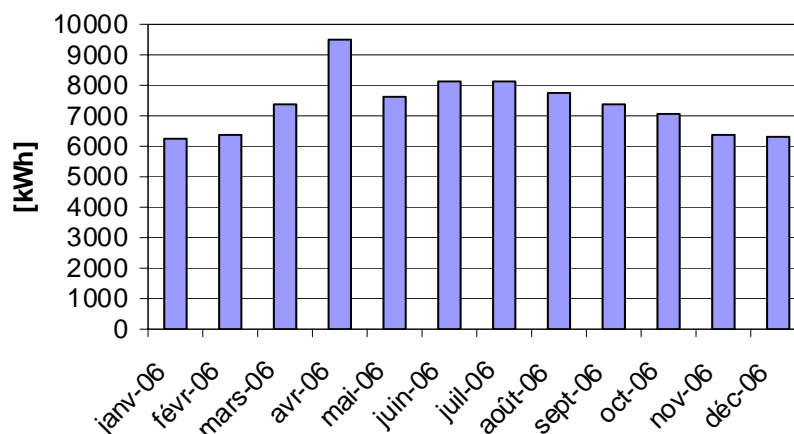


Figure 2 : Consommation électrique mensuelle

## 3.2 Répartition des consommations

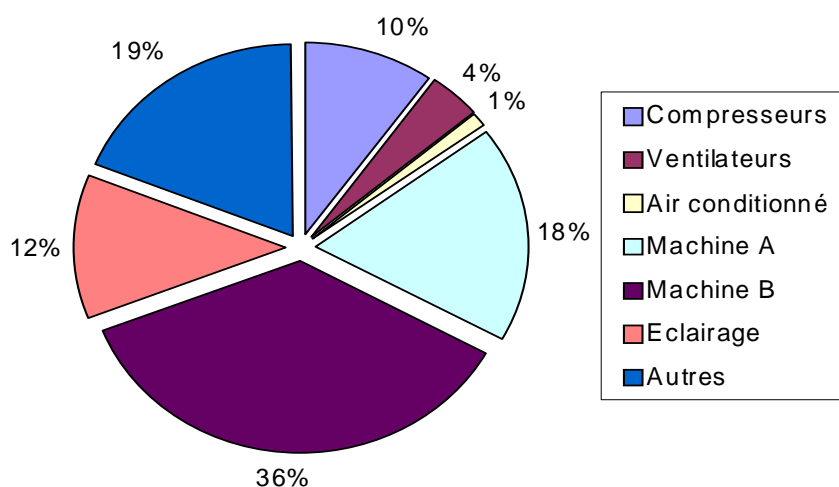
La répartition des consommations d'énergie permet de cibler et de visualiser les pistes d'économie d'énergie. L'étude de la répartition des consommations permet de mieux comprendre où et comment est utilisée l'énergie et permet de créer une carte des flux énergétiques.

Sur la courbe de consommation, il est possible, en première approche, de distinguer la consommation électrique dédiée à la production et celle dédiée à la climatisation en tirant un trait horizontal au-dessus de la consommation en hiver.

La part de la consommation située sous le trait correspond à la production et celle située au-dessus est dédiée à la climatisation.

La consommation d'énergie thermique peut également être répartie en une part dédiée production et une part dédiée chauffage en tirant un trait sous la consommation de gaz en été. En première approche, le gaz consommé sous ce trait sert à la production, celui au-dessus du trait au chauffage.

Enfin, l'énergie consommée par un équipement peut être estimée en fonction de la puissance nominale de l'équipement, du niveau de charge et du temps de fonctionnement. Ces estimations initiales de la consommation d'énergie électrique et de gaz pour un équipement devront correspondre à la répartition des consommations respectives identifiées pour la CVC. Cette méthode garantit que l'estimation de l'énergie consommée par équipement ne dépasse pas les quantités effectivement achetées et qu'elle est conforme aux régularités d'utilisation mises en évidence sur les données de la facturation. Ces estimations seront améliorées en utilisant des données historisées.



**Figure 3 :** Exemple de répartition de la consommation d'énergie par type d'équipement

Règles générales pour une surveillance efficace :

- n'enregistrer que les variables les plus significatives ;
- conserver un historique sur au moins les 24 derniers mois ;
- s'assurer que les mesures sont suffisamment précises pour être utiles ;
- s'assurer que les mesures sont suffisamment régulières et fréquentes pour ne pas risquer de perdre des maxima ou des minima et qu'elles sont compatibles avec le rythme auquel des opérations de contrôle sont effectuées ;
- tracer le rapport des maxima aux minima de consommation électrique ;
- tracer la consommation réelle en fonction de la consommation facturée (électricité & gaz) ;
- enregistrer simultanément des données significatives (par exemple, les taux de production) ;
- surveiller les usines de grande taille individuellement.

## 4. Bilan énergétique

### 4.1 Analyse énergétique

Sur la base des acquisitions de données de consommation d'énergie électrique et de gaz, il est possible d'établir des corrélations avec certaines variables importantes. Celles-ci sont généralement des paramètres de production (par exemple, les différentes quantités produites) et la température de l'air extérieur.

Ces corrélations découlent d'une ou deux modélisations paramétriques pour les différents types de consommation (installations dédiées au personnel, conditionnement de l'espace et production). Les modèles vont permettre aux utilisateurs de :

1. Déterminer rapidement et de façon fine la consommation de base de l'énergie.
2. Prédire la consommation d'énergie à venir.
3. Comprendre les facteurs qui influencent cette consommation.
4. Calculer les modifications par rétrofitage.
5. Identifier les problèmes de maintenance et d'exploitation.

Une faible variabilité décrit un contrôle satisfaisant du procédé. Par exemple, un modèle d'utilisation du gaz naturel en fonction de la température de l'air extérieur dans une usine où le traitement de la chaleur est bien maîtrisé doit être à faible variabilité lorsque l'on trace la consommation de gaz en fonction de la température de l'air extérieur.

### 4.2 Inspection des installations

Grâce aux informations collectées, il est possible d'identifier les consommateurs importants et les possibles irrégularités. Une inspection générale de l'installation permettra de définir des projets d'économie d'énergie pour ce type d'installation.

La faisabilité de différents projets d'économie d'énergie identifiés sera déterminée à partir de l'efficacité en termes de coûts. Une estimation approximative des coûts de mise en œuvre et des économies d'énergie prévisibles permet le calcul des mensualités et du niveau du retour sur investissement.

Des listes de vérifications existent pour une analyse de base de la performance des installations. Les éléments suivants devront être abordés au cours du bilan énergétique :

- air comprimé ;
- systèmes de refroidissement ;
- systèmes de chaudière et à vapeur ;
- gestion de la charge ;

- éclairage ;
- ventilation ;
- moteurs et variateurs.

Il faudra s'intéresser aux deux principaux modes de consommation d'énergie :

- un rendement élevé lors de la transmission d'énergie vers l'utilisation ;
- un usage rationnel de l'utilisation dans les procédés industriels.

## **4.3 Définir des objectifs de performance**

Des objectifs de performance conduisent à des actions de gestion de l'énergie et engendrent une amélioration permanente. La définition d'objectifs clairs et quantifiables est critique pour comprendre les résultats escomptés, définir des stratégies efficaces et améliorer l'efficacité énergétique. Communiquer et informer sur les objectifs permet de motiver le personnel à soutenir les efforts en termes de gestion de l'énergie à tous les niveaux de l'entreprise. Cela permet de mesurer les progrès et les échecs sur toute l'installation.

Les jalons, les repères et les indicateurs de la production sont utilisés comme critères pour contrôler l'utilisation de l'énergie et pour évaluer les performances. Lorsque des niveaux de références pour une performance courante ont été définis et acceptés dans la pratique, des objectifs peuvent être fixés afin d'améliorer l'efficacité énergétique. Cependant, il est préférable de fixer ces objectifs après consultation des responsables et des personnes travaillant dans certaines zones plutôt que de les imposer d'en haut. Les améliorations peuvent engendrer des changements des méthodes de production, des modifications sur les bâtiments ou les usines existantes ou impliquer des investissements financiers dans le but d'améliorer l'efficacité énergétique.

## **5. Projets d'amélioration du système énergétique**

### **5.1 Etudes de mise en œuvre d'un projet**

Les possibilités d'économie d'énergie une fois recensées, l'entreprise est en mesure de prendre des décisions en fonction de priorités. Une planification des actions à entreprendre est alors développée. Il est essentiel que cette démarche soit intégrée au fonctionnement de l'entreprise et ne soit pas une action isolée. Il est en effet beaucoup plus efficace d'intégrer le projet énergétique dans la planification stratégique générale et des actions de l'entreprise.

Le plan d'action doit être adapté à la taille de l'entreprise et clairement structuré pour fournir une information claire ; il peut être utilisé facilement comme un document de

# Efficacité énergétique

---

fr.leonardo-energy.org

référence pour le développement du système de gestion de l'énergie. Lors de sa préparation, un responsable énergie doit identifier les préoccupations énergétiques et les zones à problèmes et, si possible, de définir les priorités ainsi que les impacts potentiels, tout en identifiant les faiblesses des pratiques existantes dans la gestion de l'énergie.

Les projets d'économie d'énergie à fort potentiel peuvent être approfondis (si cela est possible) à l'aide de mesures. Ces mesures permettront d'effectuer des calculs précis des économies attendues et des durées de retour sur investissement et ceci, sur la base de données réelles. Il faudra vous assurer que des règles de priorités existent entre les diverses opérations de gestion d'énergie et qu'une planification structurée est construite et suivie.

Un document final aisé et complet devra couvrir les sujets suivants :

- Résumé des historiques de données (par exemple, en utilisant une analyse du site complet, en termes d'énergie, qui peut être utilisée comme base pour le développement du système de gestion d'énergie) ;
- Le but et la portée du plan ;
- Un résumé de cadrage explicitant les informations clé du projet (par exemple, les possibilités d'économie d'énergie et de retour sur investissement, émission de gaz à effet de serre, amélioration de la qualité, supervision des process, économies de maintenance) ;
- Priorités dans les actions à conduire (par exemple, problèmes nécessitant des actions urgentes, problèmes où aucune action immédiate n'est nécessaire mais où un besoin d'amélioration à long terme existe, ainsi que les axes stratégiques pour le développement futur) ;
- La méthode et les moyens pour atteindre les buts et objectif(s) ;
- Le calendrier et les besoins nécessaires ;
- L'affectation des responsabilités ;
- Des méthodes d'évaluation pour déterminer l'efficacité du programme incluant un bilan annuel.

## 5.2 Mise en œuvre d'un plan d'actions

L'obtention de l'accord et de la coopération des personnes clés aux différents niveaux de la hiérarchie est un facteur important pour la réussite de la mise en œuvre du plan d'actions. La réalisation des buts à atteindre dépend souvent de la sensibilisation, de l'implication et des capacités des personnes qui mettent en œuvre les projets. La mise en œuvre d'un plan d'actions prendra du temps.

Pour une telle mise en œuvre, les étapes suivantes sont conseillées :

- développer une information ciblée à destination des publics clés quant au programme de gestion d'énergie.
- s'assurer du soutien de l'ensemble de la hiérarchie quant aux initiatives et aux buts de la gestion de l'énergie.
- en utilisant la formation, l'accès à l'information, ainsi que le partage de pratiques, méthodes et technologies ayant fait leur preuve, il est possible de développer les compétences des personnes impliquées.

## 6. Evaluer les progrès

Evaluer les progrès relève d'une critique explicite des données concernant l'utilisation de l'énergie et des réalisations conduites dans le cadre du plan d'actions en les comparant aux objectifs de performance.

Résultats des mesures :

- passer en revue les données relatives à l'utilisation de l'énergie et aux coûts (dépenses d'immobilisation et d'exploitation) ;
- analyser les résultats obtenus en termes d'efficacité énergétique sur la base des indicateurs de performance établis ;
- comparer la performance énergétique avec l'utilisation de base de l'énergie et/ou celle attendue à partir des modèles de simulation qui ont été développés.

Critique du plan d'actions :

- recueillir l'opinion des différents acteurs ;
- juger de la sensibilisation du personnel et de la hiérarchie ;
- mesurer les effets résultants tels que la réduction des dépenses d'exploitation et de maintenance ou l'augmentation de productivité ;
- célébrer les objectifs atteints.

## 7. Faire auditer

Des consultants externes peuvent aussi réaliser une évaluation complète de l'utilisation de l'énergie et établir des pistes d'amélioration de la situation existante. Un audit de la qualité de l'énergie peut tout aussi bien consister en une étude systématique qu'en une surveillance pour définir comment l'énergie est utilisée dans un bâtiment ou une usine, et identifier les sources d'économie d'énergie. L'audit de la qualité de l'énergie fournit au responsable énergie les informations essentielles sur combien, où et comment l'énergie est utilisée dans l'entreprise. L'approche est comparable à celle des paragraphes précédents :

- Etape 1 : disposer d'une liste des consommateurs énergétiques
- Etape 2 : visiter les installations et collecter plus d'informations
- Etape 3 : établir une liste des projets d'économie potentielle d'énergie
- Etape 4 : effectuer les calculs
- Etape 5 : faire un pré rapport
- Etape 6 : présenter le rapport définitif

On distingue deux types d'audits, à savoir préliminaire ou détaillé. Un audit rapide ou préliminaire consiste en une visite sur site d'une demi journée ou d'une journée à l'issue de laquelle un simple rapport s'appuyant sur des constatations visuelles et la collecte d'informations historiques pendant la visite. Les conclusions apporteront un commentaire général à partir de règles communes, des meilleures méthodes de gestion d'énergie et des données constructeurs. Un audit détaillé proposera diverses solutions techniques ainsi qu'une analyse économique de la gestion de l'usine pour définir la mise en place d'un projet et des priorités. Une étude de faisabilité sera nécessaire pour déterminer la viabilité de chacune des options.

## **8. Liste de gisements potentiels d'économie d'énergie**

La liste suivante peut servir de base à l'identification des premières pistes d'économie d'énergie. Il est important de consulter ceux qui travaillent avec les équipements listés ci-dessous pour évaluer les avantages et les inconvénients des mesures proposées au cas par cas.

### **8.1 Systèmes d'entraînement**

- déterminer l'efficacité globale des courants moteurs et évaluer les effets d'un remplacement par un moteur à haut rendement.
- étudier les possibilités de mise en place de systèmes de contrôle des moteurs (par exemple marche/arrêt, démarreurs), particulièrement pour les moteurs ne fonctionnant pas à pleine charge
- examiner les possibilités de mise en œuvre de variateurs de vitesse (ou au moins de moteurs à plusieurs vitesses) pour les moteurs ne fonctionnant pas à pleine charge
- comparer les caractéristiques nominales des moteurs et celles des charges. Envisager de remplacer les moteurs surdimensionnés.
- vérifier que l'entraînement choisi est adapté (à savoir par courroie trapézoïdale, crantée, lisse, etc.)

## 8.2 Chaudières et systèmes à vapeur

- minimiser les besoins en eau chaude et favoriser la surpression ;
- mettre en place ou améliorer l'étanchéité sur les canalisations d'eau chaude et de vapeur ;
- envisager la décentralisation de la production de chaleur pour les utilisateurs éloignés ;
- réexaminer les brûleurs à gaz en place face aux avantages de brûleurs neufs et plus efficaces avec des unités de contrôle adaptant la puissance et la gestion de la combustion (à l'aide de mesures de CO et/ou d'oxygène dans le flux gazeux) ;
- vérifier et optimiser les niveaux d'air trop importants pour les fixer au minimum ;
- vérifier les fuites de vapeur depuis la chaudière jusqu'aux valves de pression ainsi que sur tout le système de distribution ;
- vérifier l'étanchéité de la chaudière ;
- étudier la faisabilité d'une réduction de la pression de la vapeur sur le réseau de distribution pour réduire la température de la vapeur (et en conséquence, les pertes de chaleur afférentes) ;
- vérifier l'étanchéité des conduits de retour du condensat, les niveaux de pression (haute pression pour les hautes températures) et les niveaux de retour ;
- évaluer les possibilités d'un système de purge à récupération des pertes de chaleur ;
- évaluer les possibilités de récupération de chaleur des incinérateurs ;
- évaluer les possibilités de récupération de la chaleur de détente ;
- évaluer les possibilités de cogénération.

## 8.3 Systèmes d'éclairage

- évaluer les possibilités de remplacement des ballasts existants par des ballasts récents à faibles pertes ;
- s'assurer que les niveaux d'éclairage satisfont le besoin ;
- prendre en considération les différents types d'éclairage et leurs caractéristiques (temps de vieillissement moyen, efficacité, température de couleur et rendu des couleurs) ;
- envisager les possibilités de réduction d'éclairage, de diminution de la tension d'alimentation, de mise en œuvre de détecteurs de mouvement, de capteurs de lumière, de timers, de meilleures surfaces de réflexion, et d'un meilleur éclairage naturel ;

# Efficacité énergétique

---

fr.leonardo-energy.org

- décourager l'usage de lampes très basse consommation du fait du coût total, des remplacements fréquents et leur effet sur les coûts de traitement de l'air.

## 8.4 Systèmes à air comprimé

- vérifier l'absence de fuites sur le réseau de distribution d'air ;
- vérifier que la pressurisation est à la valeur la plus basse tout en restant adaptée aux besoins des différentes applications ; envisager la décentralisation et et/ou la mise en œuvre de régulateurs de pression en fonction du besoin ;
- envisager la possibilité d'abaisser la température de l'air en entrée (à savoir, déplacer l'entrée d'air) ;
- n'utiliser des outils à air comprimé que là où cela est nécessaire, envisager d'autres possibilités ;
- vérifier l'adéquation en puissance du compresseur et de la régulation à la demande réelle : s'interroger sur la mise en service d'un compresseur entraîné par un variateur de vitesse ;
- utiliser des pompes à vide plutôt qu'un système à Venturi.

## 8.5 Climatisation des locaux

- vérifier l'isolement des plafonds et le réaliser ou l'améliorer si nécessaire ;
- choisir le système de chauffage le plus adapté (rayonnement plutôt que convection) ;
- vérifier que les filtres sont entretenus et remplacés en temps et en heure pour éviter les chutes de pression excessives ;
- vérifier les possibilités de récupération de chaleur et le recyclage de l'air ;
- régler les thermostats de chauffage pour obtenir les températures appropriées ;
- vérifier le bon positionnement des systèmes de climatisation ;
- décourager l'utilisation de radiateurs et de ventilateurs personnels ;
- réaliser un contrôle dans le temps du fonctionnement du système ;
- s'interroger quant à l'entraînement par variateur de vitesse des ventilateurs.

## 8.6 Equipements de refroidissement

- vérifier l'étanchéité du système de distribution et des cuves de

stockage ;

- vérifier la méthode de régulation de la puissance de compression (à savoir variation de vitesse comparée à du tout ou rien) ;
- étudier les possibilités de régulation flottante de la température du condenseur ;
- vérifier le réglage de la température de refroidissement ;
- étudier les avantages et les inconvénients d'équipements de refroidissement centralisés ou décentralisés ;
- optimiser le confinement des chambres froides en fermant les parties inutilisées.

## 9. Références

- [1] Benchmarking Approaches : An Alternate Method to Determine Best Practice by Examining Plant-Wide Energy Signatures, Y. Patil and J. Seryak (Energy and Resource Solutions), K Kissock (University of Dayton), ACEEE Summer Study on Energy in Industry, NY
- [2] Developing an energy management system - State Government of Victoria, June 2002
- [3] Lean Energy Analysis : Identifying, Discovering and Tracking Energy Savings Potential, K. Kissock (University of Dayton), Proceedings of Society of Manufacturing Engineers : Advanced Energy and Fuel Cell Technologies Conference, Livonia, MI, 2004
- [4] A Total Concept, a Total Solution. Energy Management, Laborelec, [www.laborelec.com](http://www.laborelec.com)