

# Efficacité énergétique

## Systèmes motorisés

### Principaux gisements d'économies d'énergie

Les moteurs électriques sont disponibles dans une large gamme de caractéristiques et de puissances mécaniques, ce qui justifie qu'ils soient parfaitement adaptés à une très large palette d'applications. Les systèmes motorisés représentent 65 % de l'énergie consommée par les industries européennes.

Il en résulte que même une très faible amélioration de rendement aura pour conséquence une réduction importante des consommations électriques à la fois au niveau des entreprises mais aussi au niveau de l'ensemble des industries européennes.

- ◆ Le simple fait d'utiliser des moteurs à hauts rendements permettrait une économie annuelle d'électricité de 202 TWh (EU-25).
- ◆ Cet excédent d'énergie consommée représente un coût opérationnel annuel de 10 milliards d'euros et une quantité émise de CO<sub>2eq</sub> de 79 millions de tonnes/an.
- ◆ Dans la plupart des cas, les systèmes motorisés à haut rendement ont un coût de cycle de vie (CCV) plus faible pouvant aller jusqu'à 35 %.

### **L'institut européen du cuivre (ECI) : une longue tradition pour la promotion des systèmes motorisés à haut rendement**

L'institut européen du cuivre (ECI) participe au programme « Motor Challenge » lancé en 2003. Ce programme volontaire est à l'initiative de la Commission Européenne et a pour but l'amélioration des rendements des systèmes motorisés.

En 2004, l'ECI a publié une étude destinée aux responsables politiques de l'Union Européenne sur les bénéfices qu'offrent les systèmes motorisés à haut rendement.

Le site Leonardo ENERGY, développé par l'ECI, offre un suivi des derniers développements concernant les législations, les normes et les progrès technologiques en la matière.

# Comment les pertes énergétiques Peuvent être minimisées

**Les pertes énergétiques des moteurs électriques sont à classer en plusieurs catégories :**

- ◇ Pertes par effet Joule dues à la résistance électrique des enroulements, des barres du rotor et des bagues de court-circuit ;
- ◇ Pertes magnétiques dues au phénomène d'hystérésis et aux courants de Foucault du champ magnétique dans le noyau de fer feuilleté ;
- ◇ Pertes parasites dues aux imperfections du flux magnétique (fuites, harmoniques, irrégularités, etc.) ;
- ◇ Pertes mécaniques dues aux frottements ;
- ◇ Pertes par contact au niveau des collecteurs.

Les pertes augmentent de façon importante lorsque l'on s'écarte du point de fonctionnement nominal du moteur.

**Plusieurs solutions techniques permettent d'augmenter le rendement énergétique des systèmes motorisés :**

- ◇ Réduire les pertes électriques dans les enroulements en augmentant la surface de la section droite des conducteurs ou en améliorant la technologie des enroulements ;
- ◇ Réduire les pertes magnétiques en utilisant des aciers avec de meilleures caractéristiques magnétiques ;
- ◇ Améliorer les caractéristiques aérodynamiques des moteurs afin d'en réduire les pertes mécaniques ;
- ◇ Réduire les tolérances de fabrication ;
- ◇ Utiliser un système commuté électriquement afin d'éliminer les pertes au niveau des collecteurs ;
- ◇ Mettre en œuvre des variateurs de vitesse si le moteur fonctionne souvent hors du point de fonctionnement nominal (couple, vitesse).

La mise en œuvre de ces différentes techniques permet d'obtenir la meilleure technologie disponible pour un système motorisé correspondant, dans la plupart des cas, au plus faible coût du cycle de vie (CCV).

### Etude de cas : durée de retour sur investissement égale à 1,6 an

Dans une usine de traitement de laiton, cinq moteurs ont été remplacés par des unités à haut rendement. Trois de ces moteurs étaient en fonctionnement permanent alors que les deux autres fonctionnaient sur trois périodes réparties sur 5 jours. Des mesures ont mis en évidence que les nouveaux moteurs ont permis de réaliser une économie à hauteur de 12 MW/an. Une durée de retour sur investissement étant de 1,6 an. C'est un des nombreux exemples d'investissement profitable fait par une entreprise industrielle dans les systèmes motorisés à haut rendement.

### Nouvelle norme internationale pour le rendement moteur

Une nouvelle norme internationale a été introduite en 2008 concernant les rendements des moteurs électriques. Cette norme IEC 60034-30 a pour but d'améliorer la transparence entre les marchés européens, américains et asiatiques. Un étiquetage a été défini avec des nombres croissants en fonction du rendement (IE1, IE2, IE3, IE4), ce qui permettra de créer de nouvelles classes plus élevées dans le futur avec les évolutions technologiques.

Ce système contraste avec le système d'étiquetage européen dont les nombres décroissent avec le rendement moteur (Eff3, Eff2, Eff1). La plus faible catégorie de rendement de l'étiquetage international correspond approximativement à la catégorie de rendement moyen (Eff 2) de l'étiquetage européen.

## Avantages environnementaux, économiques et géopolitiques

Mettre en place les meilleures technologies disponibles pourrait permettre d'économiser 202 TWh/an d'énergie électrique, ce qui correspond à un équivalent en puissance de 45 000 MW, soit :

- ◆ 45 centrales nucléaires (de 1 000 MW chacune) ;
- ◆ 130 centrales thermiques fuel (de 350 MW chacune) ;
- ◆ 3,8 fois la capacité de production électrique de l'ensemble du parc éolien européen en 2007 (56 531 MW avec un facteur moyen de capacité de 0,21 %).

Les bénéfices pour l'Union Européenne sont de nature économique, environnementale et géopolitique, avec :

- ◇ une réduction de 79 millions de tonnes des émissions de CO<sub>2eq</sub> ;
- ◇ des réductions significatives des émissions de NOx, de SO<sub>2</sub>, de métaux lourds et de particules ;
- ◇ une économie annuelle de 10 milliards d'euros sur les coûts de fonctionnement, ce qui permettrait une amélioration de la compétitivité des industries européennes ;
- ◇ une réduction de 50 milliards des investissements en capitaux pour le développement de nouvelles capacités de production ;
- ◇ une réduction des dépenses liées à l'importation des énergies fossiles.

## Obstacles à l'intégration de systèmes motorisés à haut rendement

Les moteurs à haut rendement (Eff1) ne représentent que 12 % de la totalité du marché européen. Comment expliquer ce faible pourcentage d'intégration dans la mesure où les moteurs à haut rendement présentent le plus faible coût du cycle de vie (CCV) ? Des études montrent que de nombreuses barrières freinent leur intégration :

- ◇ **Priorités** : les différences de rendement entre deux moteurs sont relativement faibles. De plus, en apparence, le remplacement d'un seul moteur est une décision qui semble mineure et cela concourt au choix le plus facile en l'absence d'une politique d'efficacité énergétique forte au sein de l'entreprise. Il apparaît plus facile de remplacer l'existant par un modèle équivalent plutôt que de choisir une solution alternative plus efficace. De plus, les moteurs sont souvent perçus comme des éléments non prioritaires par les décideurs non techniciens.
- ◇ **Manque d'information** : la définition de rendement moteur est ambiguë, mais les récentes normes ont permis de clarifier cet état de fait.
- ◇ **Budgets séparés** : au sein de l'entreprise, les départements responsables de l'achat du moteur d'une part et ceux du paiement des frais de fonctionnement d'autre part sont souvent différents. Il résulte de cette situation que la plupart des moteurs sont achetés par les intégrateurs (OEM) en tant que sous-éléments d'un système de production. Minimiser le prix d'achat constitue, la plupart du temps, leur principale priorité au détriment d'autres facteurs. De la même manière, au sein d'une entreprise, les budgets pour l'acquisition des équipements et ceux pour la consommation énergétique sur le cycle de vie de l'équipement sont très souvent séparés.
- ◇ **Stocks existants** : en cas de casse sur un moteur, la plupart des entreprises ont en stock des moteurs de rechange de type équivalent et possédant les mêmes rendements. Pour des raisons pratiques, l'unité en défaut est le plus souvent réparée plutôt que remplacée, même si un remplacement permettrait de réduire le coût du cycle de vie.

- ◆ **Longue durée de vie** : la durée type de fonctionnement d'un moteur peut être de 20 ans, et le remplacement de moteurs toujours en fonctionnement ne présente que rarement un avantage économique. Cela signifie, par ailleurs, qu'un mauvais choix à l'achat aura un impact négatif pour les 20 prochaines années.

## Etiquetage, information et formation

Même si le nouvel étiquetage imposé par les normes IEC permet de clarifier les notions de rendement moteur, des campagnes d'information doivent être menées pour mieux diffuser les avantages et bénéfices inhérents aux systèmes motorisés à haut rendement.

## Normes pour un rendement minimum et autres législations

Aux Etats-Unis, grâce, d'une part aux normes mettant en exergue des niveaux de rendement et de performance minimaux (MEPS) par l'EPAct et, d'autre part, grâce à l'étiquetage volontaire promu par le NEMA, des résultats probants ont été notés. A ce jour, l'Union Européenne s'est contentée de mettre en place des programmes volontaires, résultant en un faible pourcentage de moteurs à haute performance mis sur le marché. Cette situation pourrait être améliorée en introduisant des niveaux de rendement et de performance minimaux à terme pour remplacer les catégories à plus faible rendement (catégories IE1 et certains moteurs de la catégorie IE2). La mise en place de telles mesures permettrait une économie annuelle de 18 TWh à l'échelle de l'Europe. Cela permettrait, en outre, de stimuler l'innovation des fabricants qui profiteraient d'investissements R&D, ainsi que de relancer l'emploi dans ce secteur industriel.

## Mécanismes de support financier

Des mécanismes de supports financiers indirects permettant de stimuler une adoption plus rapide des systèmes motorisés à haut rendement pourraient être rentables économiquement pour les gouvernements nationaux.

Nous citerons, pour exemples : des dégrèvements fiscaux, des aides pour les distributeurs favorisant la présentation des moteurs à haut rendement, des contrats spéciaux de leasing, des opérations spéciales de reprises des anciens moteurs, et l'introduction d'un système commercial d'échanges basé sur des crédits alloués aux améliorations énergétiques.

## Aides à la R&D pour les fabricants

La création de centrales d'achats pour l'acquisition de produits est une pratique intéressante pour stimuler la R&D. De telles centrales d'achats offrent aux fabricants la garantie d'un marché à condition de pouvoir développer de nouveaux produits en fonction de certaines spécifications.



## Assistance technique

La mise en place par les gouvernements de mécanismes pour la réalisation d'audits énergétiques indépendants est source de retours intéressants. Un autre type d'assistance est la promotion d'outils d'aide à la décision tels que la base de données des moteurs électriques EuroDEEM. De tels outils sont particulièrement intéressants pour les PME.

## Promouvoir l'évaluation du coût de cycle de vie

La promotion du critère coût du cycle de vie (CCV) pour l'achat d'équipement constitue une bonne pratique ayant comme effet indirect la promotion des systèmes motorisés à haut rendement. En effet, ces types de systèmes ont le plus souvent les CCV les plus faibles. Afin d'étendre le critère CCV, l'entreprise peut l'intégrer aux critères de l'EMAS (Eco management et audit). Les pratiques de l'entreprise en termes de CCV seront alors évaluées lors de l'audit de certification EMAS. De la même façon, la certification ISO 50001 pour la gestion de l'énergie pourrait aussi inclure un chapitre sur les pratiques en termes de CCV.

Si vous désirez recevoir notre rapport ECI sur les Systèmes Motorisés à Haut Rendement, merci de contacter Hans de Keulenaer, Program Manager Electricité et Energie.