

Les moteurs efficaces

Problématique

La force motrice requise pour opérer les ventilateurs, pompes, refroidisseurs, compresseurs et autres appareils que l'on retrouve en grand nombre dans les édifices et industries, est essentiellement fournie par des moteurs électriques. Ces moteurs, qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique, peuvent représenter jusqu'à 60% de l'énergie électrique consommée dans les industries et 30% dans les édifices à bureaux et hôtels.

Dans de nombreuses applications, les besoins de force mécanique varient selon les besoins de la charge raccordée (ventilateur, pompe, etc.). Un moteur électrique s'adapte bien à ces variations mais au prix d'une baisse marquée de son efficacité et donc d'une augmentation de la dépense d'énergie.

Certaines pratiques de base ainsi que les développements technologiques récents offrent des solutions efficaces pour la transformation de l'énergie et sa modulation en fonction des besoins réels de la charge raccordée. La mise en œuvre de ces pratiques et de ces nouvelles technologies permet de valoriser le potentiel d'économie d'énergie disponible dans la demande de force motrice des édifices et industries.

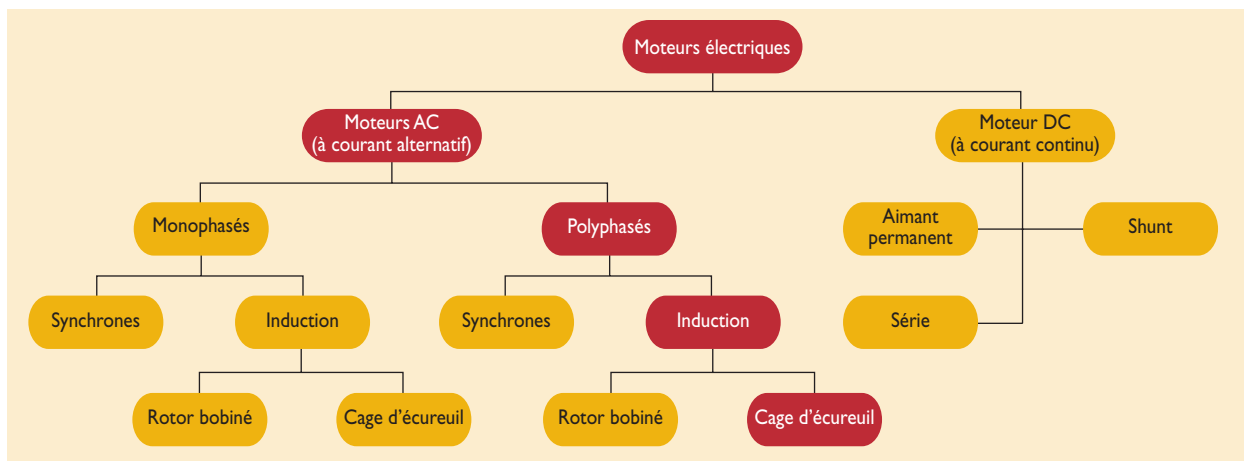
Principes de base

Technologies existantes

Le rôle d'un moteur électrique est de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique utilisée par les appareils des édifices et industries tels que ventilateurs, pompes, refroidisseurs, compresseurs, etc., pour des utilisations diverses (réfrigération, traitement de l'air, ascenseurs, procédés industriels, etc.). Chaque moteur offre des caractéristiques d'opération et de rendement différentes, spécifiées par le constructeur. Plusieurs types de moteurs électriques sont disponibles (figure 1).

- Les moteurs à induction à cage d'écureuil monophasés et triphasés (AC) sont les moteurs électriques les plus utilisés aujourd'hui. Le moteur polyphasé est privilégié pour son efficacité, sa faible dimension, sa simplicité de construction et sa fiabilité.
- Les moteurs synchrones (AC) sont essentiellement réservés aux fortes charges et aux applications à vitesse parfaitement constante.
- Les moteurs à courant direct (DC) sont souvent réservés aux applications où la vitesse doit être contrôlée avec précision.

Figure 1 : Différents types de moteurs électriques



Avertissement au lecteur

Les fiches techniques de PRISME sont classées par thématique, dont l'intitulé apparaît dorénavant sur chaque fiche. Les thématiques pressenties sont:

- Technologies à haute performance énergétique
- Planification énergétique sectorielle
- Politiques de l'énergie

- Diagnostics énergétiques
- Financement de la maîtrise de l'énergie

Les deux fiches techniques de PRISME intitulées L'éclairage efficace et Les systèmes de ventilation et de climatisation constituent les fiches 1 et 2 de la thématique Technologies à haute performance énergétique et doivent donc être classées dans cette thématique.

Principe général de fonctionnement

Dans un moteur à induction, la circulation d'un courant alternatif à travers l'enroulement des fils de l'armature (le stator) produit un champ magnétique tournant, qui crée un courant induit dans le rotor. Ce courant réagit avec le champ tournant et crée un couple d'entraînement du rotor dans le sens de rotation du champ tournant.

Efficacité

L'efficacité d'un moteur est le rapport entre la puissance mécanique fournie par le moteur et la puissance électrique absorbée pour le faire fonctionner.

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Puissance mécanique produite}}{\text{Puissance électrique absorbée}} = \frac{\text{kW sortie}}{\text{kW entrée}}$$

Les pertes dans le moteur sont représentées par la différence entre la puissance absorbée et la puissance fournie.

$$\text{Pertes} = \text{Puissance absorbée (électrique)} - \text{Puissance fournie (mécanique)}$$

L'efficacité du moteur est influencée à la fois par :

- Les éléments internes de sa construction (conducteurs, roulements, ventilation, etc.) qui induisent des pertes internes (pertes dans le fer, pertes d'échauffement, pertes mécaniques).
- Les éléments liés à son utilisation (caractéristiques de la charge et dimensionnement du moteur).

Les moteurs efficaces sont des moteurs à induction dont les composants ont été sélectionnés pour diminuer les pertes internes (choix de l'acier, tôles minces du noyau, conducteurs plus gros dans le stator, paliers plus petits et de meilleure qualité, circulation d'air améliorée, etc.). Les entraînements à vitesse variable permettent, quant à eux, une meilleure adaptation du moteur à la charge demandée.

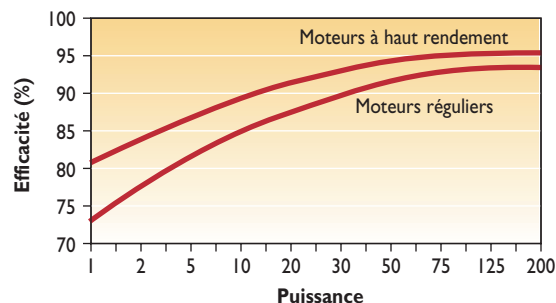
Courbes de charge / Facteur de puissance

Un moteur atteint son efficacité maximale lorsqu'il opère à sa capacité nominale (voir figure 2). L'efficacité est particulièrement réduite si le moteur opère à faible charge, et la consommation d'énergie résultante est alors plus élevée que requise.

La puissance réactive (kVAr) requise pour créer le champ magnétique tournant est à peu près constante, quelque soit la charge. Le facteur de puissance résultant à faible charge (kW) est donc faible (voir figure 3), ce qui peut entraîner des pénalités de la part du fournisseur d'électricité.

Figure 2:
Courbes d'efficacité
et de charge nominale des moteurs

Efficacité nominale des moteurs



Charge nominale des moteurs

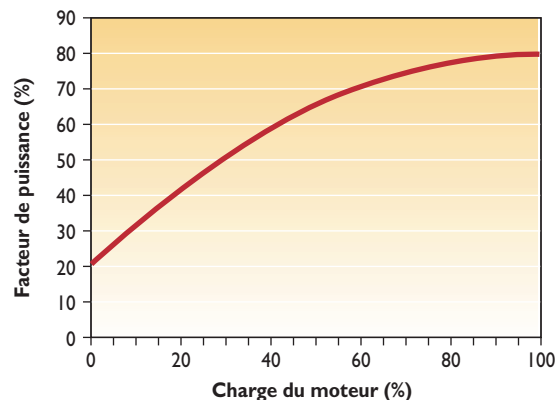
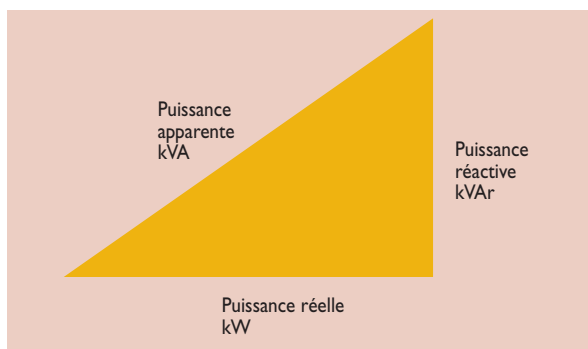


Figure 3:
Facteur de puissance



$$\text{Facteur de puissance} = \frac{\text{Puissance réelle}}{\text{Puissance apparente}}$$

Entraînements à vitesse variable

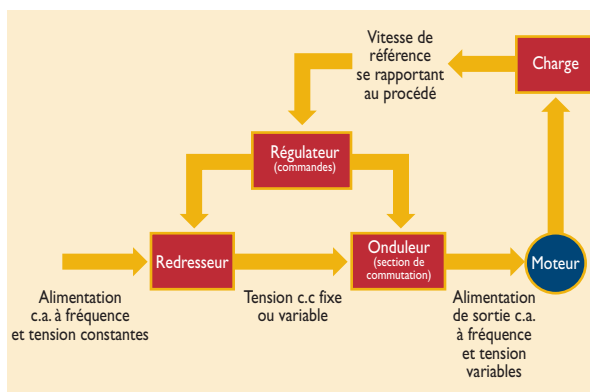
La puissance requise pour les applications de ventilation et de pompage (à pression constante) est proportionnelle au carré du débit. Le débit est quant à lui proportionnel à la vitesse de la pompe ou du ventilateur. Par conséquent, une simple réduction de 10 % du débit d'une pompe ou d'un ventilateur réduit de 20 % la puissance requise. Une réduction de 50 % du débit correspond à une réduction de 75 % de la puissance. En contrôlant la vitesse du moteur, on peut donc effectuer de grandes économies d'énergie en contrôlant avec précision les procédés.

Un entraînement à vitesse variable est un appareil électronique de puissance qui fait varier la fréquence de l'énergie électrique fournie à un moteur à courant alternatif. La vitesse du moteur étant liée à la fréquence de l'énergie électrique fournie, la variation de fréquence se traduit directement en variation de vitesse du moteur. L'entraînement à vitesse variable permet donc de contrôler avec précision la puissance fournie à un procédé et remplace les contrôles mécaniques qui sont normalement utilisés pour dissiper un surplus d'énergie dans le procédé (soupapes de contrôle sur des circuits hydrauliques, registres de sortie sur un ventilateur).

Les composantes électroniques en utilisation aujourd'hui convertissent l'énergie électrique alternative du réseau (50 ou 60 Hz) en courant continu qui est ensuite transformé en courant alternatif au niveau de fréquence requis pour le procédé. Comme cette double transformation est effectuée par des éléments électroniques, son efficacité est très élevée (typiquement 97 %).

Les composantes de l'entraînement à vitesse variable sont contenues dans un boîtier de contrôle de dimensions variables qui peut être localisé à proximité ou à distance du moteur. Une boucle de contrôle permet d'ajuster la vitesse du moteur en fonction des besoins réels du procédé (voir figure 4).

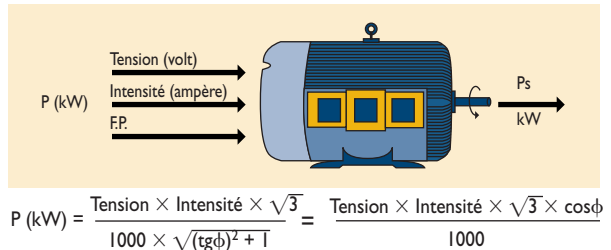
Figure 4:
Boucle d'ajustement de la vitesse du moteur



Évaluation des besoins

Pour connaître les caractéristiques requises lors du remplacement d'un moteur, il est important de connaître la charge actuelle du moteur en place. La puissance peut être mesurée directement (avec un wattmètre) ou indirectement par la mesure de la tension, de l'intensité du courant et du facteur de puissance (voir figure 5).

Figure 5:
Calcul de la puissance électrique du moteur



La puissance de sortie du moteur (la puissance réellement utilisée par la charge raccordée) se déduit alors facilement :

$$P_s = \text{Puissance produite} = \text{Puissance absorbée} \times \text{Efficacité}$$

Comme l'efficacité d'un moteur à induction régulier est plus faible à charge réduite qu'à charge nominale, il faut utiliser un facteur correctif, selon le rapport de charge du moteur (Voir tableau I). Cette correction n'est pas requise pour un moteur efficace. La puissance requise par le procédé sera alors :

$$\text{Puissance fournie (non corrigée)} = \text{Puissance absorbée} \times \text{Efficacité}$$

$$\text{Rapport de charge} = \text{Puissance fournie (non corrigée)} / \text{Puissance nominale}$$

$$\text{Puissance fournie (corrigée)} = \text{Puissance absorbée} \times \text{Efficacité} \times \text{Facteur de correction}$$

Exemple I : Quelle est la puissance requise pour opérer une pompe centrifuge, si on mesure une puissance de 15 kW sur un moteur de 50 kW (efficacité moyenne de 85 %) ?

$$\text{Puissance fournie (non corrigée)} = 15 \times 0,85 = 12,75 \text{ kW}$$

$$\text{Rapport de charge} = 12,75 / 50 = 0,255$$

$$\text{Facteur de correction (voir tableau I)} = 0,915$$

$$\text{Puissance fournie (corrigée)} = 15 \times 0,85 \times 0,915 = 11,7 \text{ kW}$$

Tableau I : Facteur de correction de l'efficacité d'un moteur à induction à charge partielle

Rapport de charge (kW/kW nominal)	Puissance nominale du moteur (kW)							
	25	50	100	150	250	500	1,000	1,500
0.10	0.728	0.812	0.864	0.899	0.923	0.940	0.953	0.963
0.15	0.757	0.836	0.884	0.915	0.936	0.951	0.962	0.970
0.20	0.782	0.856	0.900	0.928	0.947	0.960	0.969	0.976
0.25	0.794	0.866	0.908	0.934	0.952	0.964	0.973	0.979
0.30	0.808	0.878	0.917	0.942	0.958	0.969	0.977	0.982
0.35	0.826	0.891	0.928	0.950	0.964	0.974	0.981	0.985
0.40	0.841	0.903	0.937	0.957	0.970	0.978	0.984	0.988
0.45	0.849	0.909	0.941	0.960	0.973	0.980	0.986	0.990
0.50	0.970	0.976	0.981	0.984	0.986	0.989	0.991	0.992
0.55	0.976	0.981	0.985	0.987	0.989	0.991	0.993	0.994
0.60	0.980	0.985	0.988	0.990	0.991	0.993	0.995	0.995
0.65	0.984	0.988	0.990	0.992	0.993	0.995	0.996	1.000
0.70	0.987	0.990	0.992	0.993	0.995	0.996	1.000	1.000
0.75	0.989	0.992	0.994	0.995	0.996	1.000	1.000	1.000
0.80	0.991	0.993	0.995	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000
0.85	0.992	0.994	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.90	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.95	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Problèmes observés et solutions techniques

Les moteurs électriques sont des éléments de construction robuste, à longue vie utile (il est courant de trouver des moteurs de vingt ans et plus lors de visites techniques) et dont le coût de remplacement est élevé. Les propriétaires et opérateurs de bâtiments sont donc souvent réticents à remplacer un moteur qui fonctionne encore bien, par un nouveau moteur, plus moderne et plus efficace. On verra que dans ce contexte, le remplacement du moteur en fin de vie est une opportunité à envisager.

Dans le cadre d'une démarche d'efficacité énergétique, il est donc important d'identifier les moyens les moins coûteux de valoriser le potentiel d'économie d'énergie, et d'évaluer correctement les situations qui peuvent justifier le remplacement d'un moteur existant par un moteur efficace, l'ajout d'un entraînement à vitesse variable ou la combinaison des deux mesures.

Diminution de la charge et diminution des heures d'opération

L'énergie la plus facile à économiser est celle qui n'est pas consommée. La première étape dans la démarche d'efficacité énergétique est donc d'identifier les charges qui peuvent être réduites et celles qui peuvent être arrêtées.

Les systèmes de ventilation sont un bon exemple de ces deux approches. La conversion d'un système à volume d'air fixe en système à volume d'air variable (VAV) rend possible la modulation de la charge de ventilation pour la faire coïncider avec les besoins réels. Il en résulte une réduction de la charge pour la majorité des heures d'opération. En contrepartie, si les besoins de ventilation sont relativement constants durant les heures d'occupation et qu'ils sont inexistantes en inoccupation, il est aussi possible d'arrêter les systèmes lorsque le bâtiment est inoccupé. Il en résulte alors une réduction des heures effectives d'opération des moteurs.

Dans le cas où ni la charge ni les heures d'opération ne peuvent être réduites, l'augmentation d'efficacité du moteur est alors une option à considérer.

Protection du moteur

Des dispositifs de protection adéquats doivent être installés pour protéger les moteurs des surintensités et surcharges. Un dispositif de coupure doit aussi être installé pour permettre l'ouverture des conducteurs d'alimentation du moteur à des fins d'entretien.

Des protections additionnelles sont aussi disponibles pour protéger le moteur des chutes de tension et des défaillances de phases sur le circuit d'alimentation.

Entretien des moteurs

Les moteurs électriques requièrent peu d'entretien. La fréquence des opérations d'entretien dépend des conditions d'opération du moteur :

- Les heures de fonctionnement;
- Le taux de charge du moteur;
- La variabilité de la charge;
- La fréquence des arrêts-départs;
- Les conditions ambiantes de température et de saleté;
- L'importance des fonctions de la charge entraînée dans l'immeuble ou l'unité de production.

Des vérifications simples permettent cependant d'identifier les problèmes avant qu'un bris ne survienne. Ainsi, l'apparition de vibrations ou un échauffement anormal du moteur sont des signes précurseurs à identifier. Le fabricant du moteur peut aussi recommander les fréquences d'entretien et de lubrification applicables.

Dimensionnement

Un moteur surdimensionné est peu efficace (l'efficacité est maximale pour une utilisation de 75 à 100% de la charge). Il est donc essentiel de vérifier que le moteur est adapté à la charge *réelle et actuelle* entraînée, d'autant plus que les besoins d'un immeuble ou d'une usine évoluent dans le temps et que les moteurs ont souvent été surdimensionnés par rapport aux besoins, notamment en matière de circulation d'air. Cette vérification se traduit par l'évaluation des besoins réels de charge lors de l'étude préliminaire au remplacement d'un moteur. La maximisation de l'investissement dans un moteur efficace dépend du choix d'un moteur dont la capacité sera la plus proche possible de la charge.

Remplacement d'un moteur

En cas de bris d'un moteur ou de modifications d'un procédé, il est opportun de considérer l'installation d'un moteur efficace (voir tableau 2). Une évaluation détaillée du type de charge entraînée (profil de charge dans le temps) et des besoins réels de puissance par un spécialiste du procédé entraîné (pompage, ventilation, etc.) est indispensable. Les moteurs installés à l'origine sont en effet souvent surdimensionnés; de plus, si le procédé a évolué, il est possible que la puissance requise ait dimi-

nué. Si l'analyse du profil de charge dans le temps démontre de fortes variations, l'installation d'un entraînement à vitesse variable pourrait être justifiée (voir tableau 2).

Les autres avantages des moteurs efficaces sont leur plus longue durée de vie, leurs moins grandes pertes de chaleur (économies d'énergie sur le plan de la climatisation) et leur niveau sonore moindre que les moteurs conventionnels.

Résultats attendus et stratégies de mise en œuvre

Calcul des économies – Moteur efficace

Les calculs d'économies de puissance et d'énergie, réalisables à l'utilisation d'un moteur efficace, sont relativement simples à effectuer.

a) Économie de puissance

La puissance économisée (P_{ECO}) dépend de la puissance requise pour la charge entraînée (P_{REQ}) et de l'efficacité du moteur à remplacer (Eff_1) et du moteur de remplacement (Eff_2).

$$P_{ECO} = \frac{P_{REQ}}{Eff_1} - \frac{P_{REQ}}{Eff_2} = \frac{(Eff_2 - Eff_1)}{Eff_2 \times Eff_1} \times P_{REQ}$$

Exemple 2: Quelle est l'économie de puissance réalisée en remplaçant le moteur de l'exemple précédent par un moteur efficace de 15 kW dont l'efficacité est de 94%?

$$Eff_1 = 0,85 \times 0,915 = 0,78$$

$$Eff_2 = 0,94$$

$$P_{REQ} = 11,7 \text{ kW}$$

$$P_{ECO} = \frac{(0,94 - 0,78)}{0,78 \times 0,94} \times 11,7 \text{ kW} = 2,6 \text{ kW}$$

L'économie monétaire réalisée par cette réduction de puissance dépend de nombreux facteurs, dont:

- Le mode de facturation de la puissance (La facturation est-elle calculée à partir d'une puissance souscrite ou de la puissance réelle mesurée?);

Tableau 2: Applications-types des moteurs efficaces et de l'entraînement à vitesse variable

Application des moteurs efficaces	Applications des entraînements à vitesse variable
Charges faibles (< 5 kW) et peu variables en fonctionnement continu Ex: Pompes circulatrices d'eau de chauffage, Systèmes de ventilation	Charges de moyenne et de grande intensité (> 5 kW) avec une grande variabilité dans le temps et un nombre d'heures d'opération élevé Ex : Pompes de procédé, Systèmes de ventilation
Charges de moyenne et grande intensité (> 5 kW), peu variables, opérant un grand nombre d'heures par semaine Ex : Pompes de procédé, Compresseurs d'air, Pompes à vide, Systèmes de ventilation	

- La coïncidence de l'économie de puissance avec la pointe de puissance mesurée pour la facturation de l'électricité (Est-ce que l'appareil visé contribue en totalité, en partie ou pas du tout à la pointe d'appel de puissance?);
- Le profil annuel de l'appel de puissance de l'entreprise (La contribution à la pointe d'appel de puissance a-t-elle un impact durant toute l'année ou seulement durant certaines périodes?).

On accordera un facteur de coïncidence (F_C) avec la pointe d'appel de puissance pour tenir compte de tous ces éléments.

Exemple 3: La pompe de l'exemple précédent est utilisée pour circuler l'eau de chauffage et est en opération 24 heures par jour, 8 mois par année. La puissance facturée est la puissance réelle mesurée. Le coût mensuel du kW est de 11,97 \$.

$$F_C = 100 \%, 8 \text{ mois par année}$$

$$F_C = 0 \%, 4 \text{ mois par année}$$

$$\text{Écon. fin.}_{\text{puissance}} = 2,6 \text{ kW} \times (8 \times 100\% + 4 \times 0\%) \times 11,97\$ = 248,98\$/\text{an}$$

b) Économie d'énergie

L'économie d'énergie (E_{ECO} en kWh) est calculée directement à partir de la puissance économisée (P_{ECO}) et des heures d'opération ($H_{\text{res}_{\text{OP}}}$).

$$E_{\text{ECO}} = P_{\text{ECO}} \times H_{\text{res}_{\text{OP}}}$$

Exemple 4: L'économie d'énergie de l'exemple précédent est:

$$E_{\text{ECO}} = 2,6 \text{ kW} \times 8 \text{ mois} \times 30 \text{ jrs/mois} \times 24 \text{ hrs/jr} = 9\,984 \text{ kWh}$$

Avec un coût de l'énergie de 0,0242 \$/kWh, l'économie monétaire est de:

$$\text{Écon. financière}_{\text{énergie}} = 9\,984 \text{ kWh} \times 0,0242 \text{ \$/kWh} = 241,61 \text{ \$/an}$$

L'économie totale, puissance et énergie s'élève à:

$$\begin{aligned} \text{Écon. financière}_{\text{totale}} &= \text{Écon. financière}_{\text{puissance}} + \text{Écon. financière}_{\text{énergie}} \\ &= 248,98 + 241,61 = 490,59 \text{ \$/an} \end{aligned}$$

Les économies réalisées doivent permettre de récupérer l'investissement d'un nouveau moteur dans un délai acceptable par le propriétaire de l'immeuble ou de l'usine. Un délai de 2 ans peut paraître long pour un industriel tandis que les institutions peuvent accepter des délais de retour de l'investissement de 5 ans. Chaque projet doit être évalué en fonction des attentes propres à chaque client.

Calcul des économies – Entraînement à vitesse variable

Les calculs d'économies réalisables par l'utilisation d'un entraînement à vitesse variable sont simples mais demandent une bonne connaissance du procédé visé et des profils d'utilisation actuelle et projetée, c'est à dire le nombre d'heures d'opération et les différents degrés de charge du moteur à contrôler.

a) Économie de puissance

Généralement il n'y a pas d'économie de puissance à l'utilisation d'un entraînement à vitesse variable puisqu'il y a toujours la possibilité d'utiliser le moteur à sa pleine puissance au moins une fois par période de facturation de l'électricité.

b) Économie d'énergie

Le calcul des économies est effectué à partir des profils d'utilisation du système à contrôler. Les économies découlent directement de la réduction de la puissance utilisée pendant certaines périodes.

Exemple 5: Conversion d'un système de ventilation à volume fixe en système à volume variable.

Le système fonctionne actuellement en continu. Le système proposé fonctionnera aussi en continu, mais le volume d'air circulé sera ajusté selon les besoins réels de l'occupation du bâtiment. La vitesse du ventilateur sera modulée pour maintenir une pression statique constante dans la conduite de distribution de l'air.

Le ventilateur est mû par un moteur électrique standard de 25 HP et la charge actuelle du moteur est de 20 HP. Les profils de charge du système sont (tableau 3):

Tableau 3: Profils de charge du système

Taux de charge	Taux d'utilisation avant	Taux d'utilisation après
100%	100%	6%
80%	0%	30%
60%	0%	33%
40%	0%	17%
30%	0%	14%

Le système étant à pression constante, le débit est directement proportionnel à la vitesse et la puissance requise est proportionnelle au carré de la vitesse. La consommation annuelle du système avant et après modification est calculée comme suit (tableau 4):

Conclusion

Le choix de remplacer un moteur régulier par un moteur efficace dépend de différents facteurs, dont la période de récupération maximale acceptée par le propriétaire. L'augmentation de la fiabilité du système et de sa durée de vie et la diminution des coûts d'entretien sont d'autres paramètres à prendre en compte et qui contribuent à rentabiliser le surcoût d'achat d'un moteur efficace. Si les économies générées par le remplacement d'un moteur ne permettent pas de justifier son remplacement immédiat en respectant les paramètres financiers du propriétaire, il est toutefois recommandé d'installer un moteur efficace lors du grillage du moteur actuel.

Les moteurs efficaces

Tableau 4: Calcul d'économies par l'utilisation d'un entraînement à vitesse variable

Système actuel		Système proposé				
Taux de charge	100 %	100 %	80 %	60 %	40 %	30 %
Puissance du moteur (HP)	25	25	25	25	25	25
Puissance requise (HP)	20	20	12.8	7.2	3.2	1.8
Rapport de charge du moteur	0.800	0.800	0.512	0.288	0.128	0.072
Facteur de correction d'efficacité du moteur	0.991	0.991	0.970	0.794	0.728	0.700
Efficacité nominale du moteur	0.898	0.898	0.898	0.898	0.898	0.898
Efficacité du moteur	0.890	0.890	0.871	0.713	0.654	0.629
Efficacité de l'EVV	n.a.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Puissance appelée (kW)	16.8	17.3	11.3	7.8	3.8	2.2
Taux annuel d'utilisation	100 %	6 %	30 %	33 %	17 %	14 %
Heures d'opération par an (heures)	8,760	526	2,628	2,891	1,489	1,226
Consommation annuelle (kWh)	146,867	9,085	29,700	22,450	5,606	2,701
Consommation annuelle totale (kWh)	146,867			69,542		
Économies annuelles (kWh)			77,325			

Références

Daniel H. Dederer, Association canadienne de l'électricité, 1991. *Les applications de l'électricité: Les moteurs électriques.*

Hydro-Québec, 1993. Guide technique – *Entraînements à vitesse variable – Programmes d'initiatives et d'analyses énergétiques, Systèmes de pompage, de ventilation et de compression.*

Hydro-Québec, 1993. Guide technique – *Systèmes de ventilation – Programmes d'initiatives et d'analyses énergétiques, Systèmes de pompage, de ventilation et de compression.*

H.G. Murphy, DrivesWorld.Com, 2001. *Applying Variable Speed Drives.*

Sites Web

CADDET (Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies), IEA-OECD: <http://www.caddet-ee.org/>

Drives World: <http://www.execpc.com/~hgmurphy/>

Drives Mag: <http://www.drivesmag.com/>

Office de l'Efficacité Énergétique, Ressources Naturelles Canada: <http://oee.nrcan.gc.ca/> (voir notamment le document: <http://oee.nrcan.gc.ca/infosource/M27-01-150F-1.pdf>)

Office of Industrial technologies, Energy Efficiency and Renewable Energy (US Department of Energy): <http://www.oit.doe.gov/bestpractices/motors/>



Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF)

L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie est un organe subsidiaire de l'Agence intergouvernementale de la Francophonie (AIF). Il a été créé en 1988 par la Conférence générale de l'Agence, suite aux décisions des deux premiers Sommets des chefs d'État et de Gouvernement des pays ayant en commun l'usage du français. Son siège est situé à Québec, au Canada. Sa mission est de contribuer au renforcement des capacités nationales et au développement des partenariats au sein de l'espace francophone dans les domaines de l'énergie et de l'environnement.

Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF)
56, rue Saint-Pierre, 3^e étage
Québec (QC) G1K 4A1 Canada
Téléphone: (1 418) 692 5727.
Télécopie: (1 418) 692 5644
Courriel: iepf@iepf.org
Site Web: www.iepf.org



L'Agence de l'efficacité énergétique du Québec (AEE) est un organisme public dont la mission est d'assurer la promotion de l'efficacité énergétique pour toutes les sources d'énergie et dans tous les secteurs d'activités. Les mandats de l'Agence portent sur l'encadrement législatif du domaine de l'efficacité énergétique, sur la conception et l'application de programmes de promotion, sur la réalisation de projets de démonstration, ainsi que sur le développement de matériel et d'outils d'information, de formation et de sensibilisation à l'intention de tous les consommateurs d'énergie. L'AEE assume également un mandat de promotion de l'expertise québécoise en efficacité énergétique à l'échelle internationale.

Agence de l'efficacité énergétique du Québec
5700, 4^e Avenue O. B405
Charlesbourg (Québec) G1H 6R1
Téléphone: (1 418) 627-6379
Télécopieur: (1 418) 643-5828
Courriel: international@aee.gouv.qc.ca
Site Web: www.aee.gouv.qc.ca

Les fiches techniques PRISME (Programme International de Soutien à la Maîtrise de l'Énergie) sont publiées par l'IEPF.

Directeur de la publication:

El Habib Benessahraoui, directeur exécutif, IEPF

Comité éditorial:

Sibi Bonfils, directeur adjoint, IEPF

Jean-Pierre Ndoutoum, responsable de programme, IEPF

Supervision technique:

Maryse Labriet, Environnement Énergie Consultants

Rédaction:

Robert Patenaude, ing. CMA Chalifour Marcotte, division de DukeSolutions

Édition et réalisation graphique:

Communications Science-Impact

Étude de cas

Gestion de l'éclairage et de la ventilation des locaux selon l'occupation des lieux au Collège de l'Outaouais (Canada)

Description et raisons du projet

L'objectif du projet est de minimiser la consommation d'énergie du collège en réglant automatiquement le fonctionnement des services d'éclairage, de chauffage, de refroidissement et de ventilation des locaux, en fonction des horaires variables d'occupation des locaux.

Lorsqu'un occupant pénètre dans un local, il doit activer l'éclairage manuellement par l'entremise d'un interrupteur. Un détecteur de présence contrôle la ventilation et la température du local : la ventilation du local est rétablie immédiatement à l'entrée d'un occupant dans le local, et la température normale du local est atteinte en quelques minutes grâce à un apport d'air abondant. Quinze minutes après le départ des occupants, le détecteur de présence éteint automatiquement l'éclairage et réduit la ventilation. Après ce délai, si la température ambiante n'est pas supérieure à la haute limite ou inférieure à la basse limite (selon la saison), le débit d'air s'abaisse à environ 20 % du débit nominal.

Le débit total de l'air circulé dans l'édifice est contrôlé par des ventilateurs raccordés à des entraînements à vitesse variable.

Le nouveau système d'entraînement de la ventilation est un des éléments d'un projet global de réduction de la consommation d'énergie dans le collège, l'objectif global étant la réduction de 50 % de la facture globale de l'énergie consommée par le collège.

Stratégie de mise en œuvre et financement

L'ensemble du projet a été financé par la firme de services éconergétiques impliquée dans le projet et a été remboursé par les économies réalisées.

Résultats techniques et financiers

Impact énergétique :

Cette mesure a permis de réduire de 20 % la consommation d'électricité (de 7 124 950 kWh en 1995 à 5 728 950 kWh en 1996) et de 15 % la consommation de gaz naturel (de 636 794 m³ à 546 214 m³ pour les mêmes années).

Acceptation du milieu :

En opération depuis 1996, le concept a fonctionné conformément aux attentes et s'est mérité l'acceptation de tous les occupants concernés (enseignants, étudiants et personnel d'opération et d'entretien).

Coûts et avantages :

Le coût total de cet élément du projet est de 353 700 \$, dont 140 200 \$ pour la conversion de l'unité de ventilation principale en système à volume variable. Les économies annuelles d'énergie sont de 109 840 \$ auxquelles s'ajoutent 7730 \$ d'économies d'entretien pour un total de 117 570 \$. La période de récupération de l'investissement est de 3 ans.

$$\text{Retour sur investissement} = \frac{\text{Coût total du projet}}{\text{Économie financière annuelle}} = \frac{353\,700\$}{109\,840\$/\text{an}} = 3,2 \text{ ans}$$

Importance de l'entraînement à vitesse variable :

Environ 75 % de l'économie d'électricité est réalisée grâce aux entraînements à vitesse variable. L'utilisation d'entraînement à vitesse variable sur les quatre principaux systèmes de ventilation a donc maximisé les économies réalisées en permettant une modulation précise du débit d'air (il faut rappeler que la puissance requise pour les ventilateurs est proportionnelle au carré du débit). Une réduction du débit d'air circulé en période inoccupée a réduit les besoins de climatisation, d'humidification et de chauffage, d'où les économies additionnelles d'électricité et de gaz naturel.