

LE PROGRAMME MOTOR CHALLENGE



MODULE DES SYSTEMES D'ENTRAÎNEMENT PAR MOTEURS ELECTRIQUES



Sommaire

1.	Introduction au module « Entraînement »	1
2.	Inventaire des systèmes d'entraînement.....	1
2.1	Description sommaire du système	1
2.2	Documentation et mesure des paramètres de fonctionnement.....	2
2.3	Indicateurs globaux des performances du système	2
3.	Evaluation des mesures techniques d'économie d'énergie	3
3.1	Moteurs à haut rendement (EEMs).....	4
3.2	Dimensionnement correct du moteur.....	5
3.3	Réparation des moteurs.....	5
3.4	Moteurs à vitesse variable	6
4.	Plan d'action	6
5.	Rapport annuel	7

1. Introduction au module « Entraînement »

Ce document sert de guide au partenaire du **programme Motor Challenge**.
Il présente les différentes étapes à suivre pour le partenaire du Motor Challenge.

1. Inventaire
2. Evaluation
3. Plan d'action
4. Rapport annuel

Les documents relatifs à l'inventaire et à l'évaluation sont des documents confidentiels et internes à l'entreprises, tandis que le plan d'action et le rapport annuel sont soumis à la Commission.

2. Inventaire des systèmes d'entraînement

Pour identifier les économies d'énergie envisageables, l'entreprise fait un inventaire des systèmes d'entraînement par moteurs électriques. Cet inventaire est effectué en trois étapes.

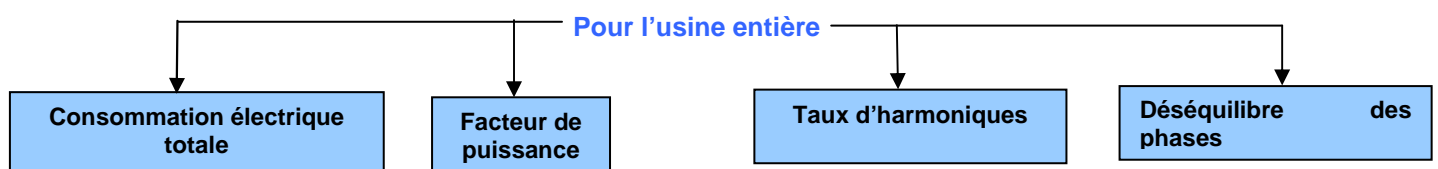
2.1 Description du système d'entraînement par moteurs électriques

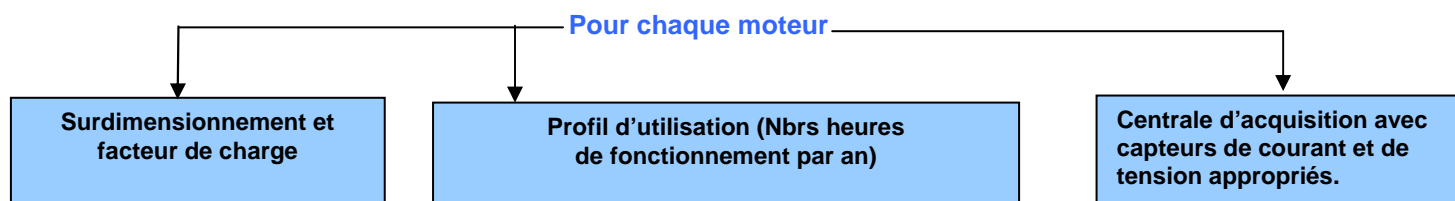
Il s'agit, à l'aide d'un tableau de décrire les systèmes d'entraînement actuellement en place dans l'entreprise.

descriptifs des systèmes (type, taille...)	Age et information du moteur (puissance, classe, données de la plaque signalitique)	Consommation Electrique	Contrôle de vitesse pour chaque moteur	Nature de la transmission	profil d'utilisation (nombre d'heures de fonctionnement par an)	Maintenance spécifique (nombre de fois où le moteur est réparé, nature et fréquence de réparation du moteur et de la transmission, etc)

Il est essentiel de recueillir les informations du tableau précédent. Dans les sites de production ayant un nombre important de moteurs, la collecte des données et les mesures peuvent être limitées aux moteurs électriques utilisant les 2/3 de la consommation électrique de l'ensemble du parc moteurs. La collecte de ces données demande un certain niveau d'expertise technique disponible en interne ou en externe auprès d'un parrain du programme Motor Challenge par exemple.

2.2. Documentation et mesure des paramètres de fonctionnement





La collecte des données est essentiel pour tous les systèmes de moyennes et grandes tailles (> 25 kW)

La collecte de ces données demande un certain niveau d'expertise technique (mesure de THD, etc) disponible en interne ou en externe auprès d'un parrain du programme Motor Challenge par exemple.

2.3 . Indicateurs globaux des performances du système

Les données collectées permettent d'estimer certains indicateurs sur l'état de vos systèmes d'entraînement par moteur électrique.

Coûts annuels	Capital		Maintenance		Consommation	
Fonctionnement/an, heures			Puissance moyenne de tous les systèmes de moteurs			
Consommation d'énergie électrique des moteurs rapportée aux biens produits (kWh/Q-Prod.) ⁽¹⁾						
Coût indicatif de l'énergie pour les systèmes moteurs (Euros/kWh mécanique)						

(1) Q-Production est un indicateur pertinent du volume de biens produits sur le site de production, exprimé par exemple en tonnes, mètres, pièces ...

Notez que pour beaucoup de systèmes (de moins de 25 kW) le potentiel d'économie ne justifiera pas une collecte de données complexe et coûteuse, nécessaire pour obtenir des chiffres précis. Dans de tels cas, l'évaluation peut être basée sur des dires d'expert, par exemple :

- le coût annualisé du capital doit être estimé à 10% du coût actuel de remplacement du système entier. Si les moteurs sont intégrés dans un autre équipement, leur coût peut être estimé à partir de données de catalogues.
- la maintenance peut représenter 3% à 4% du coût actuel de remplacement ;
- les coûts en énergie doivent être estimés à partir de la puissance nominale, de la charge et du nombre d'heures de fonctionnement.

3. Evaluation des mesures d'économie d'énergie

La consommation d'électricité des systèmes motorisés est déterminée par de nombreux facteurs, comme :

- le rendement du moteur,
- le dimensionnement,
- le contrôle de la vitesse du moteur, des marches/arrêts,
- l'alimentation électrique,
- le système de transmission mécanique,
- la maintenance,
- le rendement du système complet.

Pour bénéficier du potentiel d'économies existant, l'utilisateur doit chercher à optimiser l'ensemble du système moteur.

Bien sûr, l'application de mesures particulières, et le montant d'économie en euros qui en découle, dépendent de la taille et de la nature spécifique de votre opération. Seule une évaluation de vos systèmes et des besoins de votre société peut déterminer les mesures qui seront à la fois faisables et techniquement rentables.

Les conclusions de l'évaluation identifieront les mesures applicables au système et apportera une estimation des coûts des mesures et donc des économies d'énergie, ainsi que du temps de retour sur investissement.

Les conclusions de l'évaluation sont des données confidentielles et internes à l'entreprise, non transmises à la Commission.

Le tableau ci-dessous présente différentes mesures d'économie d'énergie qui peuvent être appliquées à vos systèmes. Les valeurs du tableau représentent des moyennes.

Mesure d'économie d'énergie	Economies
Installation ou rénovation du système	
Moteurs à haut rendement (classe EFF1 ou IE2)	2-8%
Dimensionnement correct	1-3%
Rebobinage de qualité des moteurs (0,5-2%
Moteur à vitesse variable (VEV)	10-50%
Transmission à haute efficacité	2-10%
Qualité de l'énergie électrique	0,5-3%
Fonctionnement et maintenance du système	
Lubrification, ajustement, calage	1-5%

Tableau 1 : Mesures d'économie d'énergie dans les systèmes d'entraînement

L'évaluation doit, pour chacune des mesures du tableau 1, évaluer l'applicabilité et l'intérêt. Ceci peut prendre la forme du tableau 2.

Mesure d'économie d'énergie	Evaluation				
	Action spécifique proposée	Economie d'énergie annuelle estimée	Changement dans les coûts annuels d'opération et de maintenance (1)	Coût d'investissement supplémentaire (2)	Temps de retour estimé (mois)
Installation ou rénovation du système					
Moteurs à haut rendement					
Dimensionnement correct					
Rebobinage de qualité des moteurs					
Moteur à vitesse variable (VEV)					
Transmission à haute efficacité					
Qualité de l'énergie électrique					
Fonctionnement et maintenance du système					
Lubrification, ajustement, calage					

Tableau 2 : Evaluation des résultats

- (1) Quand les économies d'énergie ne peuvent pas être précisément mesurées (comme cela arrive souvent), elles peuvent être estimées à partir des résultats attendus et des ratios généralement admis.
- (2) Les coûts d'investissement, d'opération et de maintenance sont estimés en considérant les coûts qui auraient été dépensés sans l'engagement du Partenaire dans le Motor Challenge. Par exemple, il peut s'agir d'investissements supplémentaires dans des équipements plus performants, de diminution ou de changement dans les coûts de maintenance, accompagnés d'une meilleure qualité ou fiabilité, etc.

3.1 Moteurs à haut rendement

Pour un coût supplémentaire de 20 à 30%, les moteurs à haut rendement (classe EFF1 et/ou IE2), ont un rendement supérieur de 2 à 6%, ce qui représente des économies d'énergie significatives.

La réduction des pertes permet une élévation moindre de la température dans le moteur, ainsi la durée de vie du bobinage et des roulements du moteur augmente.

Augmentation, amélioration	Réduction
La fiabilité	Les coûts d'arrêt
La tolérance au stress mécanique	Les coûts de maintenance
La résistance aux conditions de fonctionnement anormales et aux variations de la puissance et du courant	Le bruit

Actuellement, un accord européen récent garantit que soit clairement affichée l'efficacité (EFF1 (les plus efficaces), EFF2 et EFF3) des moteurs électriques fabriqués en Europe. Cet accord établit trois classes d'efficacité.

Ces classes s'appliquent aux moteurs asynchrones, à 2 et 4 pôles, de classe S1 de puissances de de 1,1 à 90 kW,...

La Commission Européenne a adopté le 22 Juillet 2009 le règlement 640/2009 sur l'éco conception des moteurs électriques imposant un rendement minimum.

Les moteurs électriques asynchrones de 0,75 à 375kw, en 2,4 et 6 pôles mis sur le marché à partir de Juin 2011 devront présenter un rendement minimum défini via la classification IE2 (équivalent EFF1)

Des solutions appropriées pour les moteurs peuvent être choisies avec l'aide de la base de données EURODEEM¹, qui répertorie le rendement de plus de 3 500 types de moteurs de 24 constructeurs. La version actuelle de EURODEEM peut être téléchargée gratuitement sur le site web suivant :

<http://iamest.jrc.it/projects/eem/eurodeem.htm>

Le choix du bon moteur peut être grandement facilité par l'utilisation d'un logiciel adapté comme le « **Motor Master Plus** »² et **EURODEEM**³.

3.2 Dimensionnement du moteur

Les moteurs fonctionnent rarement à pleine charge. Dans l'Union européenne, des études de terrain ont conclu que, en moyenne, les moteurs fonctionnent à environ 60% de leur capacité nominale. Le rendement des moteurs à induction est habituellement à son maximum vers 75% de la pleine charge et il est relativement constant jusqu'à 50% de charge. Les moteurs de plus grande puissance peuvent fonctionner avec un rendement élevé à des charges de moins de 30% de la puissance nominale.

Un bon choix du moteur :

- améliore le rendement énergétique, en permettant aux moteurs de fonctionner dans la plage de rendement maximum ;
- peut réduire les pertes en ligne et dans les transformateurs dues à un facteur de puissance (phi) bas ;

¹ Publié par la Commission européenne

² Sponsorisé par le ministère de l'énergie des Etats-Unis

³ Avec le support de la Commission européenne - DG TREN

3.3 Réparation des moteurs

Les moteurs de plus de 5 kW sont souvent réparés plusieurs fois pendant leur durée de vie. Les tests réalisés ont mis en évidence que des réparations de **mauvaise qualité** réduit le rendement du moteur en moyenne de 0,5 à 1%, et parfois jusqu'à 4% ou même plus pour de vieux moteurs.

Le choix entre réparation et remplacement doit se faire en prenant en compte le coût de l'électricité par kWh, de la puissance du moteur, du facteur de charge moyen et du nombre d'heures de fonctionnement par an.

On considère que le remplacement d'un moteur en panne par l'achat d'un nouveau moteur à haut rendement peut être un bon choix pour des moteurs ayant un nombre d'heures de fonctionnement élevé. Par exemple, dans une usine fonctionnant 4000 h par an, pour un coût d'électricité de 0,06 euro/kWh, pour des moteurs de puissance comprise entre 20 et 130 kW, le remplacement par un moteur à haut rendement aura un temps de retour de moins de 3 ans.

3.4 Moteurs à vitesse variable

L'ajustement de la vitesse du moteur, par l'utilisation de la vitesse variable (Variation Electronique de Vitesse) permet un meilleur contrôle des process, une fatigue moindre des équipements mécaniques, une diminution du bruit et des économies d'énergie significatives. Quand la charge varie, les moteurs à vitesse variable peuvent réduire la consommation d'énergie électrique, particulièrement dans les pompes centrifuges, les compresseurs et les ventilateurs, d'un ordre de grandeur de 20 à 50%. Les autres machines utilisées dans les process, comme les machines centrifuges, les moulins et les machines outils, ainsi que les équipements de manutention des matériaux comme les convoyeurs et les monte-charges, peuvent aussi bénéficier, en termes de performance globale et de consommation énergétique, de l'utilisation de la vitesse variable.

L'utilisation de moteurs à vitesse variable a également d'autres avantages :

- accroître la plage de fonctionnement utile des équipements utilisés,
- isoler les moteurs de la ligne de travail, ce qui peut réduire les contraintes et les pertes de rendement,
- synchroniser précisément plusieurs moteurs,
- améliorer la rapidité et la fiabilité de la réponse à des conditions de fonctionnement fluctuantes.

4. Plan d'action

Dans votre Plan d'action, vous devez indiquer, comme proposé dans le tableau suivant :

- les mesures que vous avez décidées de mettre en œuvre, et le calendrier de mise en œuvre,
- les raisons que vous avez d'exclure les autres mesures.

Le Plan d'action est présenté à la Commission. Après son approbation, votre entreprise sera reconnue comme un Partenaire du « Motor Challenge Programme ».

Mesures d'économie d'énergie	Faisabilité ⁽¹⁾	Actions spécifiques ⁽²⁾	% Couvert ⁽³⁾	Calendrier ⁽⁴⁾	Economies attendues ⁽⁵⁾ (MWh/an)
Installation ou rénovation du système					
Moteurs à haut rendement					
Dimensionnement correct					
Rebobinage de qualité des moteurs					
Moteur à vitesse variable (VEV)					
Transmission à haute efficacité					
Qualité de l'énergie électrique					
Fonctionnement et maintenance du système					
Lubrification, ajustement, calage					

(1) **Faisabilité.** Indiquez les obstacles à la faisabilité de la mesure par un ou plusieurs des codes suivants :

NA Non applicable pour des raisons techniques

NP Non rentable

NC Non considéré, car son évaluation serait trop chère

Si cette case est laissée telle qu'elle, la mesure est considérée comme étant à la fois applicable et rentable.

(2) **Action spécifique.** Plusieurs actions spécifiques peuvent être adoptées pour mettre en œuvre une mesure d'économie d'énergie. Par exemple, ajuster la puissance peut être réalisée via l'installation d'un moteur à haut rendement bien dimensionné.

(3) **% couvert.** Si l'engagement du Partenaire couvrent plusieurs systèmes à moteurs, cette colonne doit être utilisée pour indiquer sur quelle proportion des systèmes les actions spécifiques seront appliquées. Ceci doit être évalué selon l'indicateur le plus pratique : nombre de systèmes, puissance, consommation d'énergie. Spécifiez l'indicateur utilisé, par exemple %, kW, kWh.

- (4) **Calendrier.** Le calendrier de mise en oeuvre de l'action. Ce peut être une période ou une date spécifique, il peut dépendre d'une autre action, par exemple « quand le moteur sera remplacé ».
- (5) **Economies attendues en MWh/an.** Ce sera souvent une estimation, basée sur les pratiques courantes.

5. Rapport annuel

Le Rapport annuel à la Commission montre l'avancement du Plan d'action et commente les actions nouvelles ou amendées. Le rapport suivant doit être mis à jour régulièrement, sur une base annuelle. Les deux colonnes de gauche reprennent le Plan d'action du Partenaire, tel qu'il a été approuvé par la Commission.

<i>Plan d'action approuvé</i>		<i>Rapport annuel pour l'année 20xx</i>
Actions décidées pour mettre en œuvre des économies d'énergie	Plan prévisionnel d'action	Avancement des actions, pourcentage réalisé, et commentaires si nécessaire ⁽¹⁾
Installation ou rénovation des systèmes moteurs		
Action 1		
Action 2		
...		
Fonctionnement et maintenance des systèmes moteurs		
...		
...		

(1) Le pourcentage atteint peut se référer à un indicateur comme la proportion de moteurs concernés par le Plan d'action pour lesquels l'action spécifique est terminée.

Il peut être utile aux Partenaires d'établir au moins partiellement la synthèse suivante, comme résultats de l'engagement dans le « Motor Challenge Programme ». Les Partenaires sont invités (mais ne sont pas obligés) à soumettre la synthèse à la Commission.

Rapport annuel de synthèse		
	Cette année	Depuis l'engagement
Pourcentage d'actions du Plan d'action terminées		
Investissement total estimé (000 EUR) ⁽¹⁾		
Modification estimée des coûts de fonctionnement et maintenance (000 EUR) ⁽¹⁾		
Energie économisée (estimation) (MWh) ⁽²⁾		
Consommation d'énergie motrice comparée aux biens produits (kWh/Q-Prod.) ⁽³⁾		
Coût indicatif de l'énergie pour les besoins mécaniques (Euros/kWh)		

(1) Les coûts d'investissement et de fonctionnement maintenance sont une estimation du différentiel avec les coûts qui auraient été dépensés sans l'engagement du Partenaire dans le « Motor Challenge ».

(2) Les économies d'énergie sont généralement difficiles à mesurer précisément. Elles sont habituellement calculées en utilisant des estimations au pro-rata, basées sur l'évaluation des résultats et selon des coefficients généralement acceptés dans l'industrie.

(3) Q-Production est un indicateur pertinent du volume de biens produits sur le(s) site(s) de production, exprimé par exemple en tonnes, mètres, pièces ...