

## Base décisionnelle

# Rentabilité

- Un facteur de charge souvent inférieur à 60%
- L'optimisation du système présente un grand potentiel
- Le remplacement de moteurs est souvent possible avec un retour sur investissement court

Tout investissement dans une technologie efficace doit également être rentable. Cela, signifie que les coûts de l'énergie économisés pendant la durée d'utilisation doivent compenser les investissements nécessaires. Durant leur exploitation, les systèmes d'entraînement électriques présentent tous des coûts d'énergie élevés par rapport au coût total du cycle de vie. Dans le cadre de l'optimisation d'un système, il est donc aisé d'atteindre des temps de retour sur investissement inférieurs à trois ans.

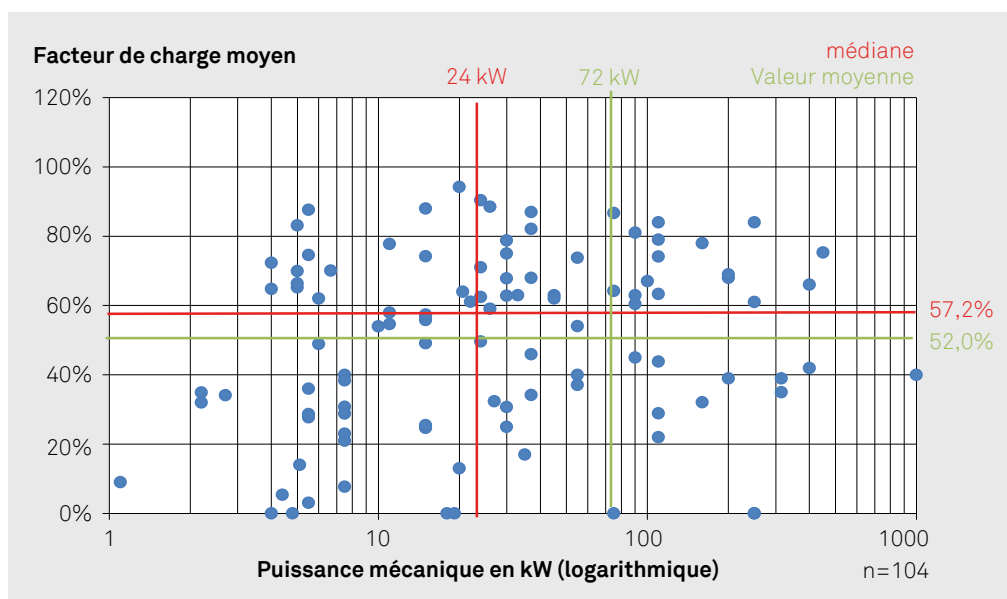
## Mesures d'économie d'énergie

Dans le domaine des systèmes d'entraînements industriels, une mesure d'économie d'énergie comprend la planification, le démontage de l'ancien équipement,

l'achat du nouvel équipement, le montage et le réglage de celle-ci y compris l'intégration du système.

## Coûts d'investissement

Les coûts des différentes mesures d'optimisation sont estimés sur la base de valeurs d'expérience ou de prix indicatifs (voir la fiche technique Topmotors 10 «Prix des moteurs» et la fiche technique 11 «Prix des CF»), ou sont déterminés par des offres concrètes de fournisseurs. Par la suite, pour des mesures de grande ampleur (au-dessus de 10 000 Fr.), il convient d'élaborer, à l'aide d'un cahier des charges détaillé, des appels d'offres à destination de la concurrence (voir la fiche technique 4 «Appel d'offres») et de comparer les offres en termes de qualité, d'efficacité et de prix.



**Illustration 1: De nombreuses installations sont surdimensionnées. Selon des mesurages réalisées sur 104 moteurs dans le cadre du programme de subvention Easy, 68% des moteurs possèdent un facteur de charge inférieur à 60%.**

Source: S.A.F.E., 2014.

Quelles que soient les mesures d'amélioration envisagées, le dimensionnement correct des composants (moteur, convertisseur de fréquence, application, etc.) est primordial. Dans la pratique, on rencontre souvent des installations surdimensionnées (voir l'illustration 1) qui présentent un mauvais rendement en charge partielle. Leur remplacement par des installations correctement dimensionnées (plus petites) permet de réaliser une économie de coûts énergétiques importante et d'accroître la sécurité d'exploitation de l'installation.

Dans une étude plus approfondie, pour les installations de grande taille ayant des besoins de maintenance et d'exploitation variables, les coûts d'exploitation doivent également être déterminés pour l'état actuel et l'état futur (optimisé).

## Economie d'énergie

L'économie d'énergie de chaque mesure individuelle doit être étudiée. La description des composants (moteur, application), de leurs facteurs de charge mesurés et des puissances électriques, permet de déterminer l'état actuel de l'ancien système d'entraînement.

La détermination des différents composants améliorés pour la situation future du système d'entraînement efficient permet d'estimer les rendements individuels (voir la fiche technique 12 «Rapport de test standard» (STR)).

Si aucun détail ni aucune mesure ne sont fournis, ou en présence d'améliorations standardisées, une estimation grossière forfaitaire peut également être réalisée, mais devra ensuite être vérifiée. Les valeurs d'expérience montrent, que pour l'optimisation complète d'un système, on peut tabler sur des économies entre 20 et 30 % (voir l'illustration 2).

Lors du remplacement d'installations existantes, il convient de vérifier si leur durée d'utilisation technique est déjà écoulée. Topmotors se base sur les durées d'utilisation techniques définies dans l'illustration 3.

■ Si la machine est plus ancienne que sa durée d'utilisation attendue, elle est usagée, c'est-à-dire que son remplacement par une machine de même type doit faire partie de la rénovation normale du parc de machines. Seuls les coûts supplémentaires correspondant à

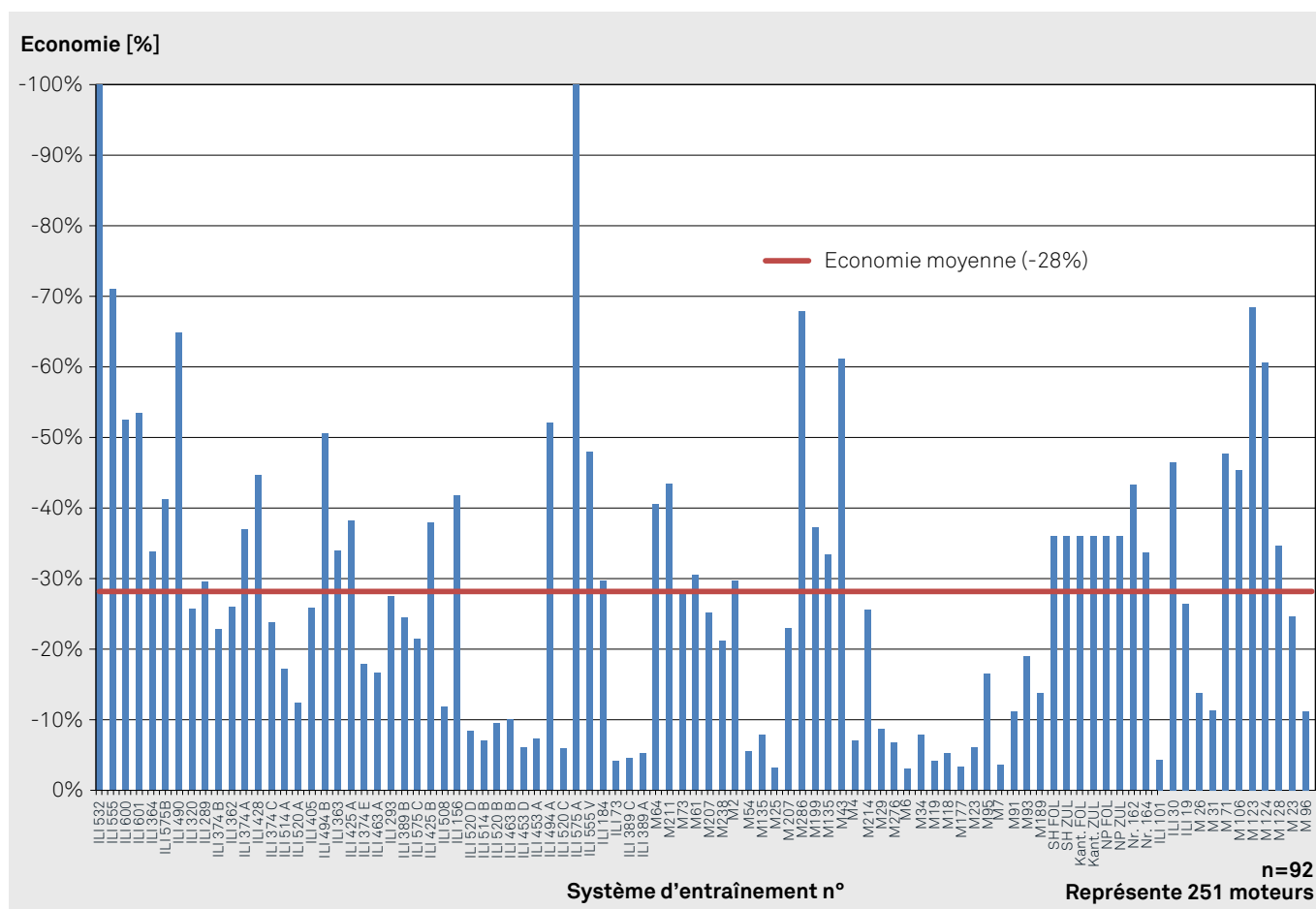


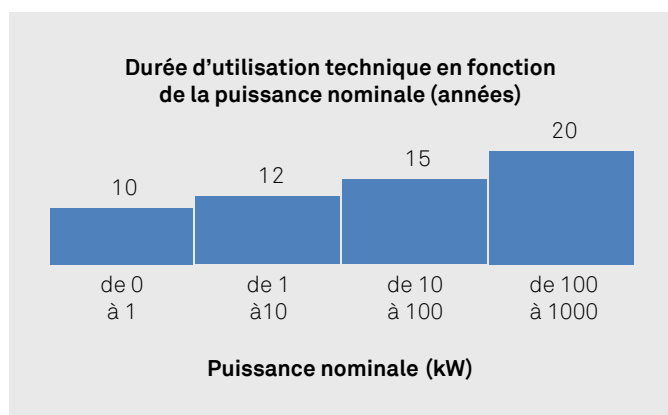
Illustration 2: Les valeurs d'expérience du programme de subvention Easy montrent des économies moyennes de 28 % pour 251 systèmes d'entraînements électriques. Source: S.A.F.E., 2014.

une machine de plus grande valeur (IE3) et à des composants supplémentaires (p. ex. convertisseur de fréquence) doivent être inclus dans l'étude coût-bénéfice.

■ Si la machine n'a pas encore complètement atteint sa durée d'utilisation technique et doit malgré tout être remplacée par une installation plus performante sur le plan énergétique, la valeur résiduelle de l'ancienne installation doit être déterminée et incluse dans l'étude coût-bénéfice. De façon simplifiée, la valeur résiduelle (R) peut être calculée comme suit:  $R = [\text{Investissement de départ de l'ancienne installation}] \times [\text{Nbre d'années restantes} / \text{durée d'utilisation totale}]$ .

## Coûts de l'énergie

Les indications des heures de service annuelles, issues de la liste de moteurs intelligente ILI+ (fiche technique 3), ainsi que le calcul du rapport de test standard (fiche technique 12), permettent de déterminer la consommation annuelle dans l'état réel et théorique ainsi que l'économie réalisable.



**Illustration 3: Durée d'utilisation technique de machines selon leur puissance. Source: EUP Lot 11 Motors, de Almeida et al, 2008.**

Le prix de l'électricité peut être déterminé à partir des coûts annuels totaux de l'énergie électrique. Pour une analyse plus précise et des montants plus élevés, les coûts peuvent être différenciés selon les catégories de tarifs (énergie et puissance, jour/nuit et été/hiver), et l'évolution future des prix (supplément RPC, augmentation du coût de l'énergie, etc.) peut être prise en compte.

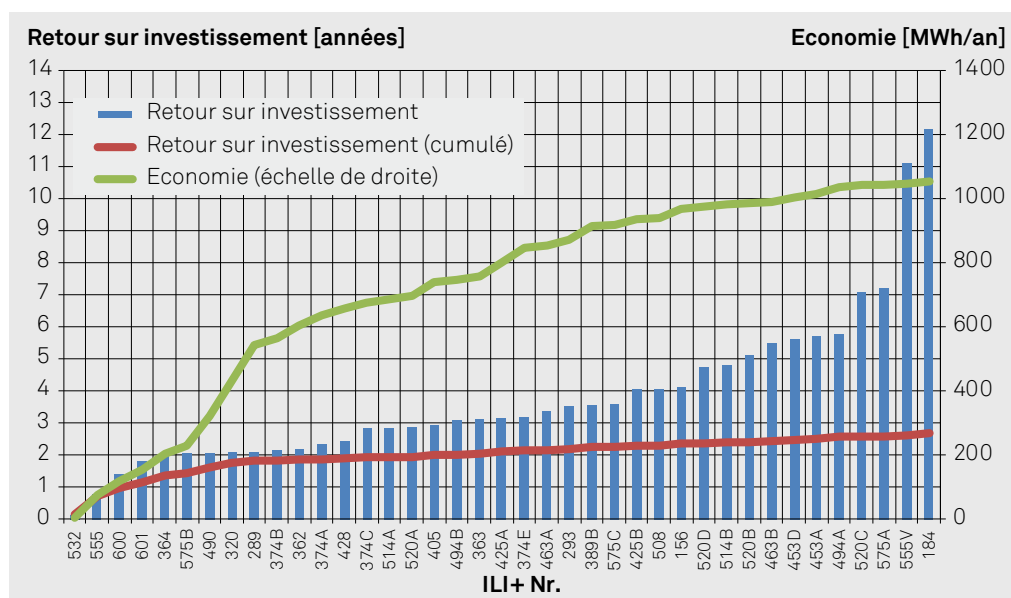
## Retour sur investissement

La comparaison coût-bénéfice peut être réalisée simplement selon la méthode du retour sur investissement. Les investissements de remplacement nécessaires (aux prix actuels) sont alors comparés avec les économies de coût de l'énergie annuelles (aux tarifs actuels). Cette comparaison statique simple permet de classer les mesures selon leur rentabilité.

Cette méthode présente cependant des limites: Pour des investissements à long terme, dans lesquels il convient de prendre en compte le taux d'intérêt et la hausse des prix, la méthode dynamique est plus appropriée. Voir à ce sujet la norme SIA 480.2004 : «Calcul de rentabilité pour les investissements dans le bâtiment» et le guide associé D 0199.

## Train de mesures

La création d'un train de mesures à partir des mesures individuelles étudiées est également une étape importante. Les mesures individuelles sont classées, avec les mesures analogues pour des machines de même structure, en fonction du retour sur investissement et de l'économie d'énergie (voir l'illustration 4). Le retour sur investissement cumulé, ainsi que l'économie cumulée, montrent clairement si le regroupe-



**Illustration 4: Création d'un train de mesures: Classement des différentes mesures selon le retour sur investissement et le montant de l'économie énergétique. Retour sur investissement du train global: 2,4 ans. Source: S.A.F.E., programme de subvention Easy, 2014.**

ment d'un certain nombre de mesures forme un train de mesures pertinent.

L'expérience montre que de cette manière, en dessous d'un seuil critique avec un retour sur investissement de 3 ans de l'ensemble du train de mesures, env. 80 % de toutes les mesures étudiées peuvent être réalisées. Les mesures ayant un retour sur investissement très court (inférieur à 1 an) peuvent également compenser des mesures importantes ayant un retour d'investissement de 5 ans et plus.

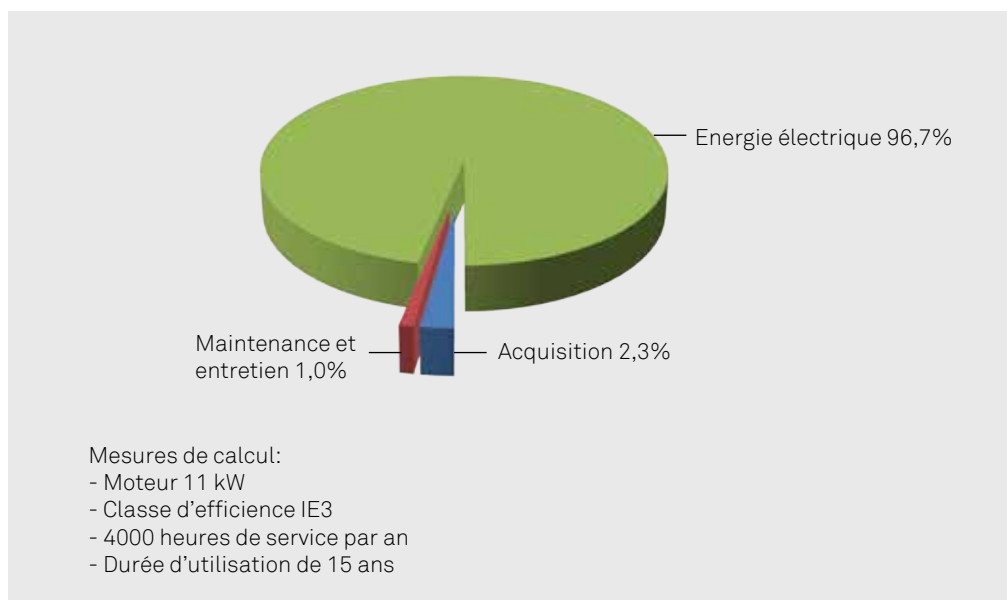
## Coûts du cycle de vie (Life Cycle Cost)

■ Pour une comparaison approfondie des variantes, il est intéressant de réaliser une analyse complète des coûts du cycle de vie (voir l'illustration 5). Dans cette analyse, toutes les mesures de modification liées à l'investissement et à l'exploitation sont quantifiées. Dans une nouvelle installation, cela signifie:

- Planification et achat de l'installation ou des composants
- Installation et mise en service
- Coûts d'exploitation (coût de l'énergie, maintenance et entretien, réparation) pendant toute la durée d'utilisation de 10 à 20 ans (voir l'illustration 5)
- Démontage et élimination.

Dans une installation existante, on prend en outre en compte la valeur résiduelle si l'installation n'a pas encore atteint sa durée de vie technique.

Les études réalisées à l'aide des coûts du cycle de vie sont peu répandues car elles prennent en compte un horizon de planification relativement long.



**Illustration 5: Coûts du cycle de vie d'un moteur électrique IE 3 11 kW.**

Source: de Almeida, 2008