

Moteur électrique d'une puissance de 22 KW à rendement amélioré

MAI 2006

Par Hans de Keulenaer¹, Constantin Hermann², Francesco Parasiliti³

MOTEUR ELECTRIQUE D'UNE PUISSANCE DE 22 KW
A RENDEMENT AMELIORE

Cet éco-profil a été rédigé par Leonardo ENERGY⁴ dans le cadre du projet « Efficacité et éco-conception », dont le but est de démontrer et de quantifier les bénéfices environnementaux liés à l'utilisation d'équipements électriques à haut rendement..

1. Description produit et applications types

Etude d'impact environnemental pour des moteurs d'entraînement électriques basse tension d'une puissance de 22 kW, dédiés à des applications types telles que : le pompage d'eau, l'air comprimé ou la ventilation. Trois conceptions différentes ont été étudiées [Save, 1999] par ordre croissant de rendement.

2. Objectif de l'ACV (Analyse du Cycle de Vie)

Les grandeurs de référence pour l'ACV sont la phase de production, la phase d'utilisation et la phase de recyclage, pour trois différents types de moteurs électriques d'une puissance de 22 kW.

Toutes les données ACV proviennent de la base de données GaBi4 [GABI]. La modélisation ainsi que le choix des données, et notamment l'aspect qualité des données, ont été réalisés, dans la mesure du possible, conformément à la norme ISO 14040.

¹ ECI

² PE Europe

³ Université d'Aquila

⁴ LE est la dénomination du programme portant sur l'électricité et la gestion de l'énergie à l'ECI

2.1 Fabrication

La phase de fabrication prend en compte les principaux matériaux (voir tableau 1) :

Matériaux	Type 1	Type 2	Type 3
Aluminium	3,46	3,5	4
Cuivre	8,8	12,9	13,9
Acier aux propriétés électriques	108	108	108
Acier aux propriétés mécaniques	n.a	n.a	n.a

Tableau 1: répartition des matériaux pour trois types de moteurs [Save, 1999]

2.2 Utilisation

Pour la phase d'utilisation, les données du réseau électrique européen ont été utilisées. Les pertes des moteurs sont calculées comme les impacts environnementaux selon les paramètres suivants :

Paramètres	Type 1	Type 2	Type 3
Puissance	22	22	22
η (%)	89.5	91.8	92.6
Durée de vie	20	20	20
Charge (%)	50	50	50
Nombre d'heures de fonctionnement	4 380	4 380	4 380

Tableau 2 : profils d'utilisation pour trois types de moteurs

La puissance mécanique disponible sur l'arbre est considérée comme étant la puissance utile apportée au système d'entraînement (compresseur, ventilateur, pompe, etc.)

2.3 Fin de vie

La fin de vie est définie comme le rapport de la quantité de matériaux démantelée à des fins de recyclage [kg], à la quantité de matériaux broyée à des fins de recyclage [kg].

Les tonnages de matériaux recyclés sont comptés comme des crédits environnementaux.

3. Résultats

3.1 Résultats des simulations

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats obtenus classés par catégories : utilisation des ressources, émissions et déchets.

Paramètres	Unité	Type 1	Type 2	Type 3
Consommation en énergie primaire	GJ	1 233	940	841
Pétrole brut (ressources)	kg	1 897	1 446	1 294
Houille (ressources)	kg	9 516	7 254	6 493
Lignite (ressource)	kg	13 635	10 390	9 300
Gaz Naturel (ressource)	kg	4 723	3 600	3 222
Déchets	kg	14	11	11
Dioxyde de Carbone	kg	56 080	42 767	38 287
Oxydes d'azote	kg	112	85	77
Dioxyde de soufre	kg	198	151	135

Tableau 3 : résultats des simulations classés par catégories pour trois types de moteurs

3.2 Résultats des impacts environnementaux

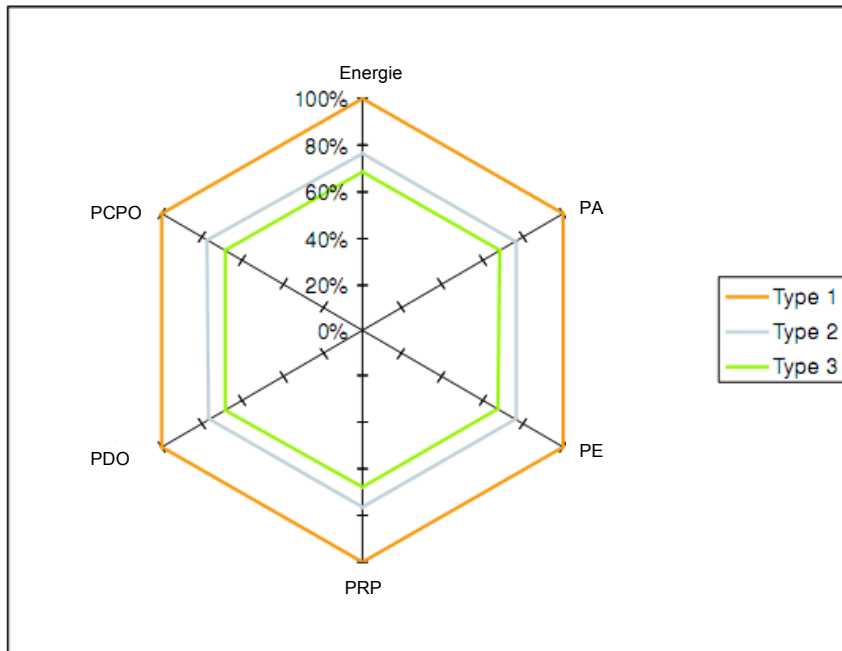
Le tableau ci-dessous liste les impacts environnementaux pour la durée de vie des trois types de moteur, selon les cinq principales catégories d'impacts environnementaux :

Catégorie d'impact	Unité	Type 1	Type 2	Type 3
Potentiel d'acidification	eq kg SO ₂	288	220	197
Potentiel d'eutrophisation	eq kg phosphate	21	16	14
Potentiel de réchauffement planétaire (100 ans)	eq tonne CO ₂	59 092	45 060	40 337
Potentiel de dégradation de la couche d'ozone	eq kg R11	0,017	0,013	0,012
Potentiel de création photochimique d'ozone	eq kg éthylène	22	17	15

Tableau 4 : catégories d'impact (CML 2001) par cycle de vie

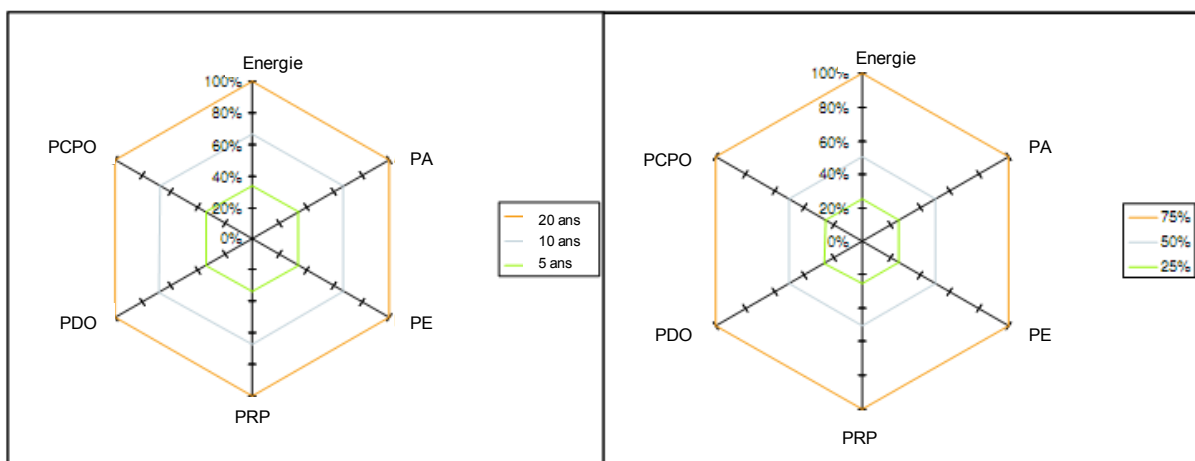
L'outil de simulation répartit les impacts selon les phases du cycle de vie. Il apparaît que plus de 99 % des impacts environnementaux sur l'ensemble de la durée de vie d'un moteur de type 1 correspondent à la phase d'utilisation. Il en résulte donc que la phase d'utilisation domine très largement les impacts sur le cycle de durée de vie, et donc que toutes les

catégories d'impact peuvent être réduites grâce à de meilleurs rendements, et ce de façon presque linéaire. Les représentations radiales ci-dessous représentent les grandeurs d'impact sous forme graphique.



Si l'on considère le moteur à haut rendement (type 3) pour une durée de vie variant entre 5 à 20 ans et une charge variant entre 25 % et 75 %, on démontre que, sur la durée de vie du moteur, la consommation électrique constitue l'élément majeur de l'impact environnemental.

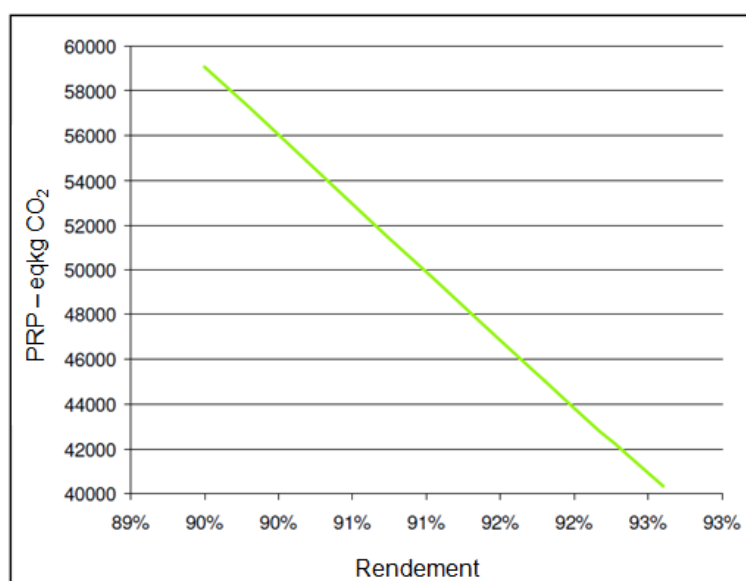
D'où l'importance d'une estimation précise de la durée de vie de la charge ainsi que du rendement du moteur.



Légende pour les 3 graphiques:

- PA : potentiel d'acidification
- PE : potentiel d'eutrophisation
- PRP : potentiel de réchauffement planétaire (100 ans)
- PDO : potentiel de dégradation de la couche d'ozone
- PCPO : potentiel de création photochimique d'ozone

La représentation graphique des émissions en CO₂-eq en fonction du rendement, permet de rendre compte de la proportionnalité entre ces deux grandeurs (les émissions sont réduites de plus de 6 tonnes par unité de pourcentage d'augmentation du rendement)⁵.



La mise en œuvre de la méthode de calcul '1' telle que décrite dans le document [PE Europe, 2005] nous permet de calculer la performance environnementale obtenue par ajout de cuivre afin d'améliorer la performance du moteur. Chaque kilo additionnel de cuivre permet, pour cette application, de réduire de plus de 3 tonnes les émissions de CO₂. Etant donné que la production de 1 kg de cuivre correspond à 3 kg d'émission de CO₂ (pour les applications électriques [Copper, 2006]), le remboursement environnemental est supérieur d'un facteur 1000 et, de plus, à la fin du cycle de vie, le cuivre peut être recyclé pour une utilisation ultérieure.

L'augmentation de la quantité de cuivre entraîne, dans le cas présent, une augmentation de la quantité d'aluminium. Dans le tableau ci-dessous, l'impact environnemental correspondant à l'augmentation de l'utilisation d'autres matériaux a été pris en compte comme une diminution des émissions et donc compté négativement (principe de rétroaction).

Cas	Utilisation supplémentaire de cuivre (Al) en kg	Diminution des émissions (kg équivalent CO ₂)	Ratio
De type 1 vers type 2	4,1 (0,004)	14 019	3 419
De type 1 vers type 3	5,1 (0,34)	18 737	3 674

⁵ Cette courbe linéaire ne peut pas être extrapolée indéfiniment. Toutefois, pour le moteur de type 3, la phase d'utilisation correspond à 99,3 % de l'impact sur la durée de vie. L'approximation de l'ACV reste donc valide.

4. Références

[Copper, 2006] informations à jour concernant les cycles de vie sur le site internet du centre d'information du cuivre www.copper-life-cycle.org

[GABI] les outils et modèles ont été mis à disposition par PE Europe, Hauptstrasse 111-113, D-70771 Leinfelden-Echterdingen (Stuttgart), Allemagne, www.gabi-software.com

[PE Europe, 2005] PE Europe, Recommendation Paper, Options for Calculating the Long-Term Sustainability of Copper Use, Novembre 2005, disponible sur www.leonardo-energy.org

[PSR, 2000] EPD, Product Specific Requirements for Rotating Electrical Machines, Mai 2000, disponible sur www.environdec.com

[Save, 1999] European Commission - DG TREN, Study on technical - economic and cost - benefit analyses of energy efficiency improvements in industrial three-phase induction motors, 1999, 50pp

[Toolbox, 2005] Les informations originales concernant cette assertion proviennent des résultats du rapport GABI4 en référence à l'outil d'éco-conception Toolbox 2005 (pour plus d'informations, contactez Hans de Keulenaer, email hdk@eurocopper.org)