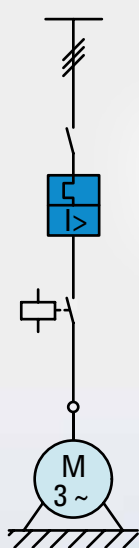


Protection des moteurs destinée à la révolution IE3

Qu'implique la directive ErP pour les systèmes de commutation et de protection destinés aux moteurs électriques



Livre blanc

Jan Nowak

1^{ère} édition 2015



EATON

Powering Business Worldwide

L'actuelle version de la directive ErP entraîne une augmentation des niveaux de rendement énergétique des moteurs électriques, ce qui a un impact sur la conception de ces moteurs et les systèmes de protection dont ils sont dotés

Introduction

Dans le domaine de la production industrielle, les moteurs électriques se taillent la part du lion –, représentant près des deux tiers – de la puissance électrique totale consommée par le secteur. En effet, l'Agence fédérale allemande de protection de l'environnement a calculé que l'utilisation de systèmes d'entraînement et de moteurs dotés d'un meilleur rendement énergétique pourrait réduire la consommation d'environ 27 milliards de kilowattheures d'ici 2020 rien qu'en Allemagne et, ce faisant, éliminer près de 16 millions de tonnes d'émissions de CO₂¹.

L'Union européenne a également reconnu cet énorme potentiel, ce qui l'a conduite à lancer ses propres initiatives visant à promouvoir des conceptions de produits plus respectueuses de l'environnement. Le cœur de cette nouvelle approche est la directive 2009/125/CE relative aux « produits liés à l'énergie », mieux connue sous le nom de « directive ErP »². Cette directive établit un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception – au sein de l'UE – applicables aux produits liés à la consommation d'énergie. Elle fixe également une série de critères auxquels ces produits devront satisfaire avant de pouvoir être utilisés en Europe.

De même, il existe des règlements spécifiques pour chacun des différents groupes de produits couverts par la directive ErP. Dans ce contexte, celui qui s'applique aux moteurs et aux mécanismes d'entraînement est le règlement de la Commission européenne (CE) 640/2009³ relatif aux moteurs électriques. Ce règlement exige des industriels qu'ils augmentent progressivement et constamment le rendement des moteurs qu'ils utilisent, le résultat étant que l'utilisation de moteurs IE3 à rendement très élevé (ou de moteurs IE2 équipés d'un variateur de vitesse) est sur le point de devenir obligatoire. Bien entendu, ceci n'est pas sans conséquences : afin de pouvoir atteindre des niveaux de rendement énergétique toujours plus hauts, la conception des moteurs asynchrones standard régis par le règlement a dû subir une série de changements. Et cela a eu un fort impact non seulement sur les moteurs eux-mêmes, mais aussi sur les composants utilisés pour les construire, notamment les systèmes de protection de ces moteurs.

Bien évidemment, cela soulève un certain nombre de questions : qu'impliquent exactement les changements apportés à la conception des moteurs IE3 pour la conception des systèmes de protection de ces moteurs ? Quels genres de risques ces changements font-ils peser sur les utilisateurs ? Que doit garder un utilisateur à l'esprit lorsqu'il choisit un appareil de commutation pour moteurs IE3 ? Quels sont les types de solutions de protection des moteurs conformes aux exigences posées par les développements actuels disponibles sur le marché ? Ce livre blanc apporte des réponses à ces questions, ainsi qu'à d'autres, et a pour but de permettre aux utilisateurs de continuer à commuter et à protéger leurs systèmes efficacement à l'ère des moteurs IE3.

Contexte sur lequel s'appuie l'actuelle version de la directive ErP, et son contenu en ce qui concerne les moteurs électriques

L'un des objectifs de la politique européenne en matière de protection de l'environnement est de réduire considérablement ses émissions de gaz à effet de serre et sa consommation d'énergie d'ici 2020. Dans le cadre de sa stratégie « 20/30-20-20 », l'UE s'est engagée à atteindre les objectifs suivants à l'horizon 2020 :

- Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 30 %
- Augmenter la part des énergies renouvelables à 20 %
- Augmenter le rendement énergétique de 20 % en général

La base légale sur laquelle reposent ces objectifs est la directive EuP (2005/32/CE), qui a été adoptée le 6 juillet 2005⁴ et définissant les exigences en matière d'écoconception applicables aux produits utilisant de l'énergie. Une version modifiée de cette directive (2009/125/CE) est entrée en vigueur le 21 octobre 2009 et a élargi les exigences susmentionnées afin d'y inclure la notion d'écoconception des produits liés à l'énergie (d'où son nom de « directive ErP »). En Allemagne, la directive a été mise en application avec l'Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EBPG, la loi allemande sur les produits utilisant de l'énergie), plus communément appelée « directive Écoconception ».⁵

La directive ErP (2009/125/CE) établit un cadre fixant les exigences en matière d'écoconception au sein de l'UE, applicables aux produits liés à l'énergie. Ces produits incluent, par exemple, les systèmes à moteur électrique et les applications de CVC telles que les chaudières sans cuve, les chauffe-eaux électriques, les réfrigérateurs et congélateurs commerciaux, les systèmes de conditionnement d'air, les pompes, les ventilateurs et les compresseurs.

1 Agence fédérale allemande de protection de l'environnement, communiqué de presse n° 53/2009, Energy efficiency in electric motors, 2009 <http://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/energy-efficiency-in-electric-motors>

2 La directive 2009/125/CE établit un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie

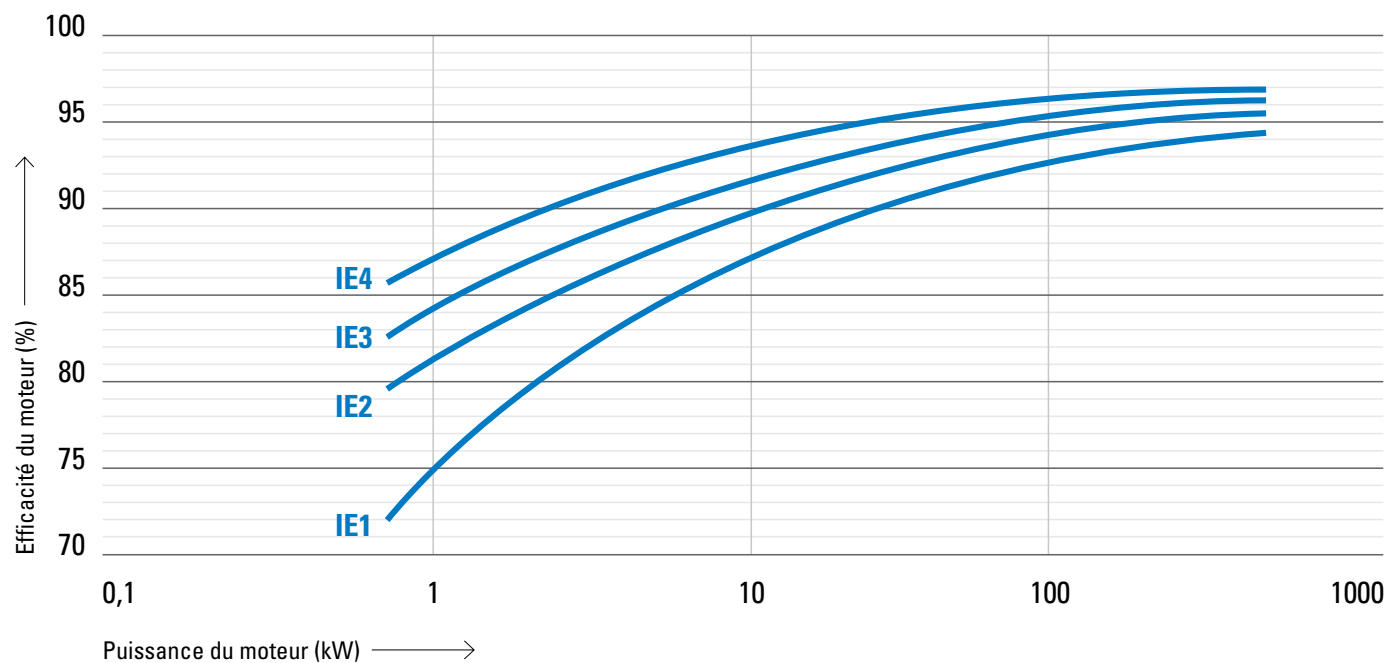
3 Règlement de la Commission européenne (CE) 640/2009 du 22 juillet 2009 mettant en application la directive 2005/32/CE du Parlement européen et du Conseil européen relative aux exigences en matière d'écoconception applicables aux moteurs électriques

4 Directive 2005/32/CE établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits utilisant de l'énergie

5 ZVEI, Electric Motors and Variable Speed Drives – Normes et exigences légales applicables au rendement énergétique des moteurs triphasés à basse tension 2013

Entretemps, le règlement (CE) 640/2009 fixe les classes de rendement minimum obligatoires applicables à une large variété de puissances de sortie nominales pour moteurs asynchrones basse tension triphasés. Ce type de moteur est largement répandu dans les secteurs du commerce et de l'industrie et représentait, en 2005, près de 90 % de la consommation d'énergie des moteurs électriques dans l'Europe des 27⁶. Dans le cadre de ce règlement, les classes de rendement énergétique définies par le CEMEP (Comité européen des constructeurs de machines électriques et d'électronique de puissance), qui ont été volontairement adoptées par l'industrie, ont été remplacées par les classes de rendement énergétique IE définies dans la norme CEI 60034-30⁷ aux moteurs asynchrones. Ces classes de rendement sont les suivantes : IE1 (rendement standard), IE2 (rendement élevé) et IE3 (rendement très élevé). En outre, de nouvelles spécifications applicables aux classes de rendement énergétique IE4 (rendement ultra élevé) ont été officiellement intégrées dans le projet de la norme CEI 60034-30-1 en juin 2014.

Dans la norme IE, le rendement énergétique est calculé à l'aide d'une nouvelle méthode (définie dans la norme CEI 60034-2-1:2007) et est illustré dans la courbe suivante :



Classe	Vitesse de classification [1/min]	Couple en service continu [Nm]	Puissance de classification [kW]	Efficacité normale [%]	Perte d'énergie [W]	conformément à IE1
IE1	1,500	35	5,5	87,4	693	
IE2	1,500	35	5,5	87,7	676,5	-2,4%
IE3	1,500	35	5,5	89,6	572	-21,2%
IE4	1,500	35	5,5	92,0	440	-57,5%

IEC 60034-30

Figure 1 : Courbes de rendement énergétique (code IE) applicables aux moteurs asynchrones standard, valables dans le monde entier.
Source : CEI 60034-30

6 Agence fédérale allemande de protection de l'environnement, communiqué de presse 53/2009, Energy efficiency in electric motors, 2009
7 CEI 60034-30: 2008, norme fixant les classes de rendement énergétique applicables aux moteurs basse tension

Le champ d'application du règlement sur les moteurs sera élargi au cours des prochaines années, l'objectif étant d'économiser encore plus d'énergie dans les moteurs et systèmes d'entraînement industriels. Au moment où ces lignes ont été écrites, le cadre réglementaire régissant les moteurs asynchrones est le suivant :

Règlement (CE) 640/2009, article 3 (extrait)⁸

- « À partir du 16 juin 2011, les moteurs doivent avoir un rendement supérieur ou égal à la classe de rendement IE2... »
- À partir du 1^{er} janvier 2015 : tous les moteurs d'une puissance nominale comprise entre 7,5 et 375 kW doivent soit avoir un rendement supérieur ou égal à la classe de rendement IE3, soit atteindre la classe de rendement IE2 et être équipés d'un variateur de vitesse.
- À partir du 1^{er} janvier 2017 : tous les moteurs d'une puissance nominale comprise entre 0,75 et 375 kW doivent soit avoir un rendement supérieur ou égal à la classe de rendement IE3, soit atteindre la classe de rendement IE2 et être équipés d'un variateur de vitesse.

Le règlement s'applique à tous les moteurs asynchrones à cage d'écureuil triphasés, monovitesse de 50 Hz ou 50/60 Hz possédant les caractéristiques suivantes : 2 à 6 pôles, une tension nominale U_N jusqu'à 1 000 V, une tension nominale de fonctionnement PN comprise entre 0,75 et 375 kW, prévue pour un fonctionnement en continu.

En outre, le règlement ne s'applique pas aux moteurs suivants : moteurs freins, moteurs conçus spécifiquement pour fonctionner en atmosphères explosives, moteurs spécifiquement conçus pour fonctionner immergés dans un liquide, et moteurs entièrement intégrés dans un produit (ex. : une machine) dont il est impossible de mesurer le rendement avec précision. La version originale⁹ contenait des exemptions supplémentaires, mais elles ont été fortement limitées dans le règlement (CE) mis à jour 4/2014¹⁰, qui est entré en vigueur le 27 juillet 2014. Plus spécifiquement, les limites d'exemption suivantes ont été modifiées, élargissant ainsi le champ d'application du règlement :

- La mention « altitudes supérieures à 1 000 m » a été remplacée par « altitudes supérieures à 4 000 m ».
- La mention « températures ambiantes supérieures à +40 °C » a été remplacée par « températures ambiantes supérieures à +60 °C ».
- La mention « températures ambiantes inférieures à -15 °C » a été remplacée par « températures ambiantes inférieures à -30 °C (pour tous les moteurs) ou à 0 °C (pour les moteurs refroidis par eau) ».
- La mention « températures d'eau de refroidissement à l'entrée d'un produit inférieures à 5 °C ou supérieures à 25 °C » a été remplacée par « températures inférieures à 0 °C ou supérieures à 32 °C ».

Comparaison des directives et règlements internationaux relatifs au rendement énergétique

Les limites et exigences plus strictes présentes dans le règlement sur les moteurs augmentent la pression exercée sur les entreprises pour passer à des moteurs et systèmes d'entraînement dotés d'un meilleur rendement énergétique. Et ce phénomène ne se limite pas à l'Europe : des gouvernements et des associations du monde entier font des efforts pour encourager l'utilisation de moteurs électriques offrant un bon rendement énergétique dans le secteur industriel.

Comme le montre la figure 2, des normes de rendement énergétique minimales sont déjà en place depuis des années aux États-Unis (IE2 depuis 2004 et IE3 depuis 2010), où les moteurs IE2 à rendement élevé occupent déjà une part de marché bien supérieure à 50 % et où les moteurs IE3 ont déjà franchi le seuil des 20 %. En Allemagne et en Europe, la part des moteurs IE3 est encore bien inférieure à 10 %, ce qui signifie que le potentiel dans ce domaine est encore énorme.¹¹ Entre-temps, la norme IE2 est devenue obligatoire en Chine en 2011, et le gouvernement chinois travaille déjà sur la mise en application de la norme IE3. Pour l'industrie allemande de la construction de machines et de systèmes, qui repose considérablement sur les exportations, cela signifie que le sujet du rendement énergétique des moteurs et des systèmes d'entraînement doit être traité de manière efficace si l'industrie souhaite conserver son succès mondial à l'avenir.

Calendrier de la législation relative à la transition des classes de rendement énergétique des moteurs

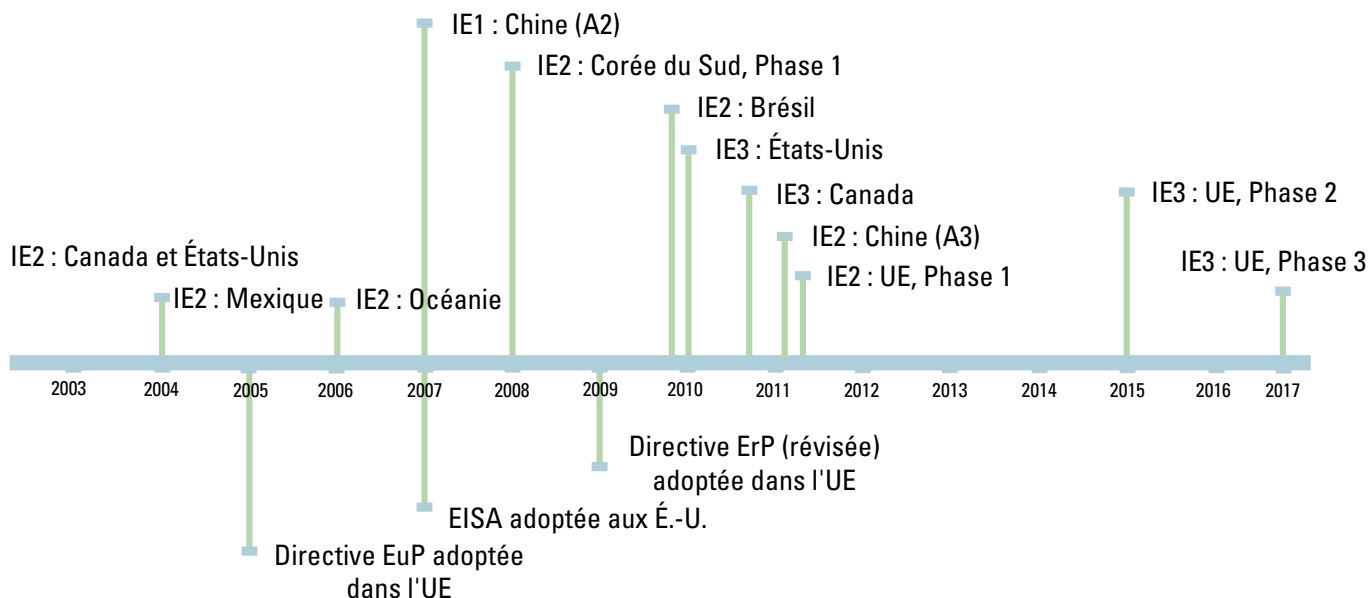


Figure 2 : Calendrier international pour la mise en application des classes de rendement énergétique applicables aux moteurs asynchrones standards. Source : IMS Research

⁹ Voir le règlement de la Commission européenne (CE) 640/2009 du 22 juillet 2009

¹⁰ Règlement de la Commission européenne (UE) 4/2014 du 6 janvier 2014 modifiant le règlement (CE) 640/2009 mettant en application la directive 2005/32/CE du Parlement européen et du Conseil européen relative aux exigences en matière d'écoconception applicables aux moteurs électriques

¹¹ Deutsche Energie Agentur GmbH (dena), Dipl.-Ing. Günther Volz, Ratgeber „Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinie“ [« Moteurs électriques dans les secteurs industriel et commercial : Directive relative au rendement énergétique et à l'écoconception, disponible en allemand uniquement »], 2010

Répercussions du passage à la norme IE3 sur la conception des moteurs

Les exigences définies dans la directive ErP et le règlement sur les moteurs forcent les fabricants de moteurs électriques à modifier la conception de leurs produits (voir figure 3). Ces changements affectent également les caractéristiques électriques des moteurs : des fils de bobinage plus épais dans le stator, ainsi que des barres de rotor et des bagues de court-circuit plus épaisses, renforcent la résistance. Un assemblage croisé réduit les pertes de charge dues aux courants de fuite. Un matériau stratifié de meilleure qualité réduit les pertes par hystérésis.

Tous ces changements signifient que les moteurs à haut rendement énergétique auront des niveaux d'inductance plus élevés, du fait que les pertes de cuivre correspondantes ($P_v = I^2R$) seront plus faibles. Ceci entraînera également une augmentation des courants de démarrage des moteurs. Au final, les appareillages correspondants, comme les contacteurs et les coupe-circuits de protection du moteur, devront également être modifiés.

S'agissant des démarreurs, les courants de démarrage plus élevés évoqués ci-dessus peuvent provoquer des mises en sécurité intempestives sans qu'aucune panne ou court-circuit ne se produise. En outre, le contacteur peut subir un rebond de contact, qui exercera une charge thermique supplémentaire sur le dispositif et, dans les cas extrêmes, entraînera un collage des contacts. La fonte des contacts peut entraîner des temps

d'arrêt et des réparations coûteux. De plus, cela raccourcira la durée de vie du contacteur.

Impact des courants de démarrage plus élevés sur les dispositifs de protection

Les changements susmentionnés apportés à la conception des moteurs à haut rendement énergétique, ainsi que les risques potentiels qu'ils font peser sur les utilisateurs, signifient que les fabricants de dispositifs de protection doivent vérifier leurs dispositifs dans les nouvelles conditions et procéder aux ajustements nécessaires. C'est absolument indispensable, car les utilisateurs attendront des solutions sûres et fiables conformes aux exigences applicables aux dispositifs de protection des moteurs à l'ère de la norme IE3 (rendement énergétique très élevé) d'ici au 1^{er} janvier 2015 au plus tard.

Étude du comportement des appareils de commutation lors du démarrage direct des moteurs IE3

En sa qualité d'expert mondial en matière de sécurité, de commutation et de protection des moteurs, Eaton a récemment mené une étude visant à étudier de près le comportement des dispositifs de protection des moteurs lors de tests en conditions réelles. Afin de vérifier l'impact des changements de conception apportés aux moteurs IE3 sur leurs dispositifs de protection, la société a réalisé des tests sur des moteurs IE3 provenant de plusieurs constructeurs de renom. Voici un exemple montrant les résultats obtenus avec trois marques de moteurs à haut rendement différentes :

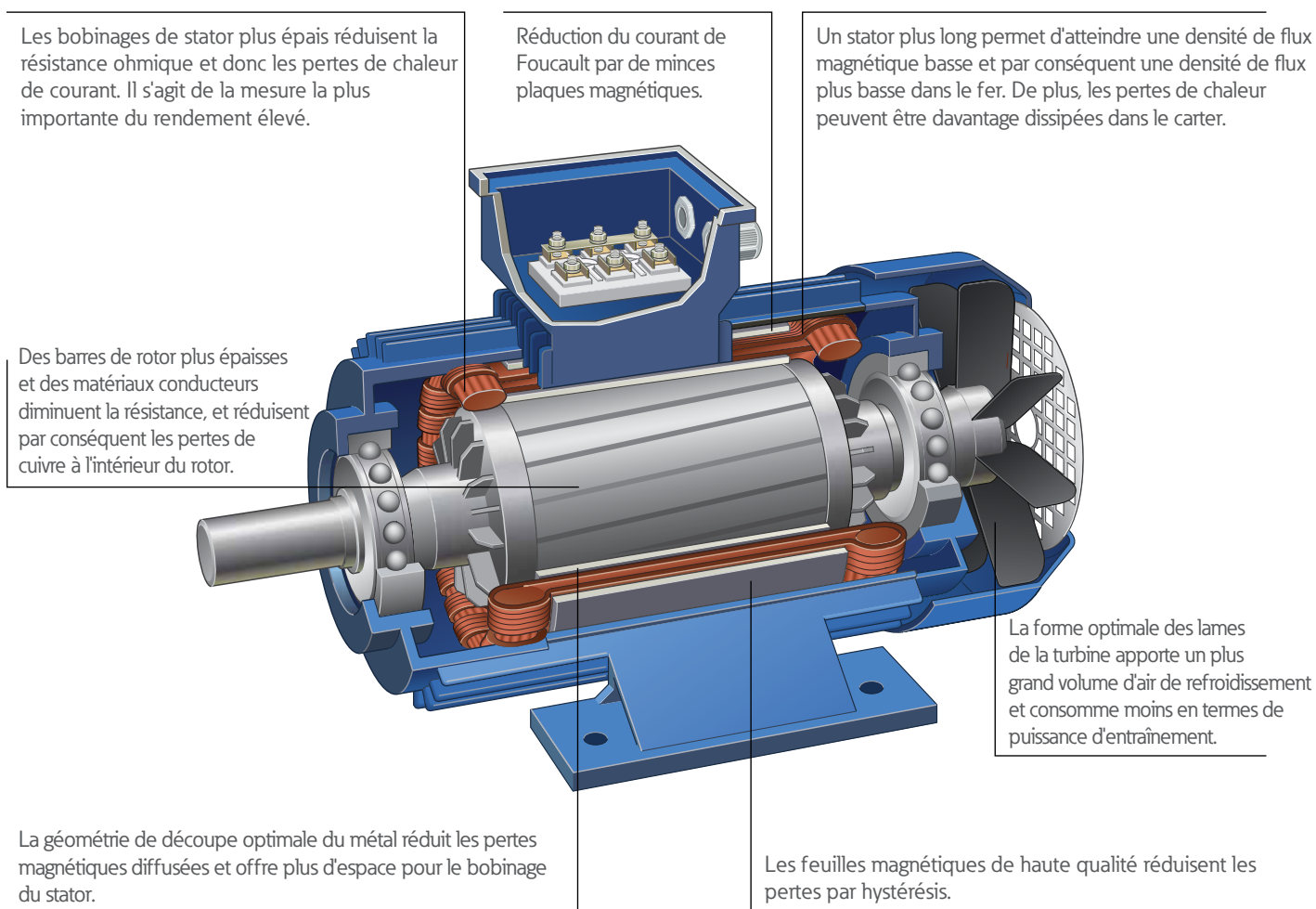


Figure 3 : Compte tenu de la modification de leurs caractéristiques électriques, les moteurs à rendement élevé ont des inductances plus élevées, ce qui entraîne des courants d'appel plus élevés. Source : Eaton

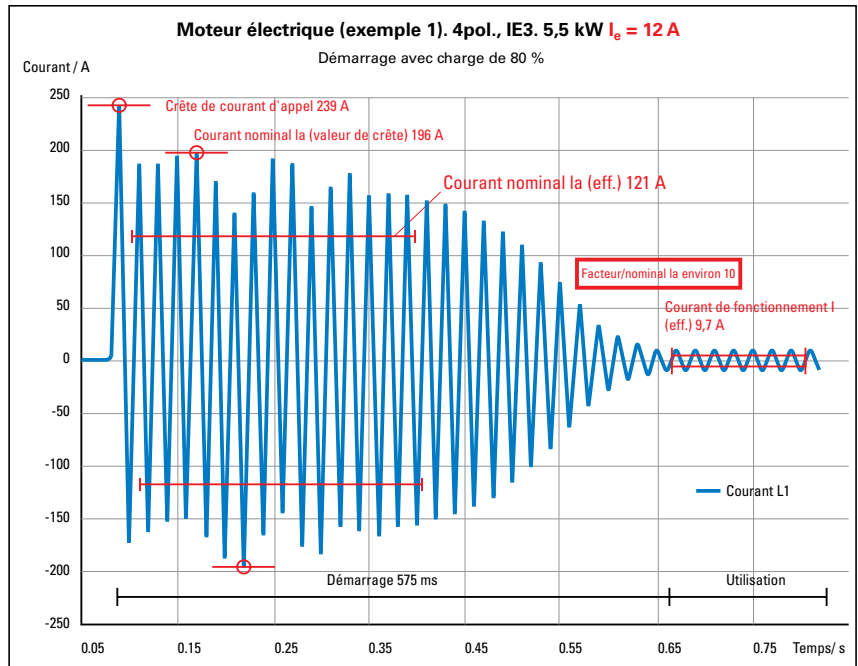


Figure 4 : Comportement au démarrage d'un moteur électrique IE3 de 5,5 kW (marque 1) possédant un courant nominal de 12 A. Le courant de démarrage efficace était de dix fois supérieur au courant nominal de fonctionnement. Source : Eaton

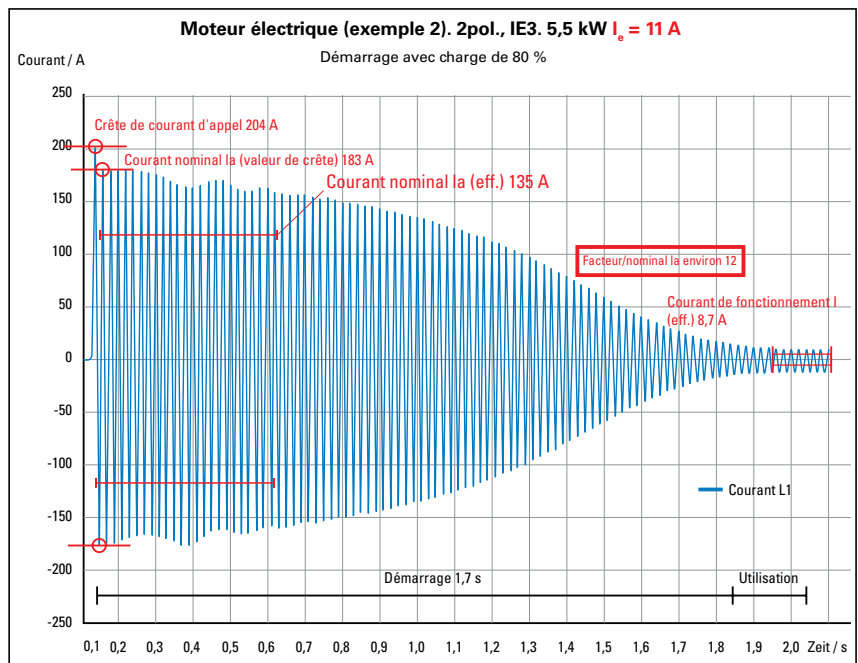


Figure 5 : Comportement au démarrage d'un moteur électrique IE3 de 5,5 kW (marque 2) possédant un courant nominal de 11 A. Le courant de démarrage efficace (I_a) était douze fois supérieur au courant nominal de fonctionnement. Source : Eaton

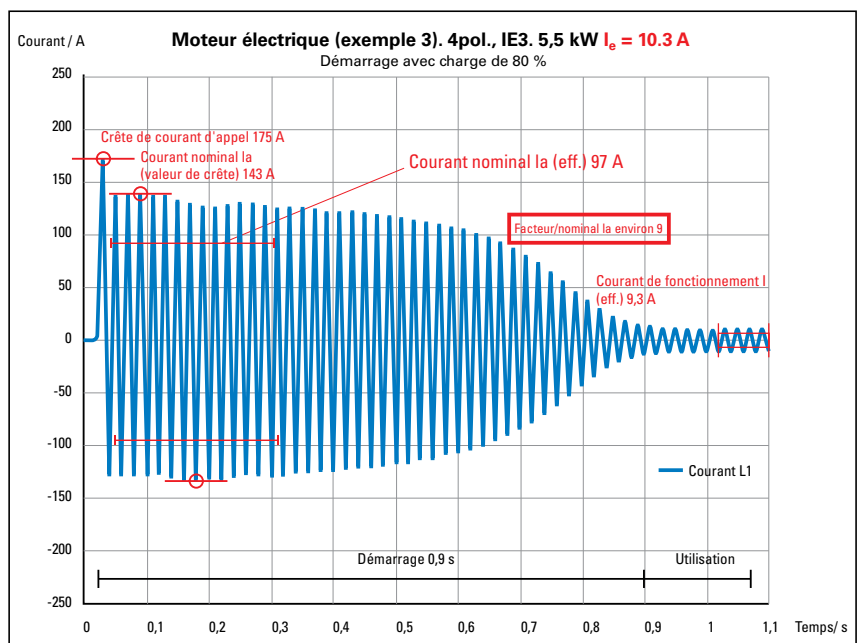


Figure 6 : Comportement au démarrage d'un moteur électrique IE3 de 5,5 kW (marque 3) possédant un courant nominal de 10,3 A. Le courant de démarrage efficace (I_a) était neuf fois supérieur au courant nominal de fonctionnement. Source : Eaton

Les facteurs de démarrage suivants ont été calculés pour les moteurs électriques IE3 testés au cours de l'étude :

Moteur électrique		Marque 1	Marque 2	Marque 3	Résultat
Classe de rendement énergétique		IE3	IE3	IE3	IE3
Puissance	kW	5,5	5,5	5,5	5,5
Courant nominal de fonctionnement I_n	A	12	11	10,3	12
Valeurs mesurées					
Pic de tension d'amorçage (valeur maximale)	A	240	204	172	
Pic de tension d'amorçage (eff.)	A	170	144	122	
Courant de démarrage I_a (valeur maximale)	A	200	193	141	
Courant de démarrage I_a (eff.)	A	124	135	96	
Courant de charge I_n (eff.)	A			10,8	
Facteurs					
Pic de tension d'amorçage (valeur maximale)		20,0	18,5	16,7	20
Pic de tension d'amorçage (eff.)		14,1	13,1	11,8	14
Courant de démarrage I_a (valeur maximale)	[-]	16,7	17,5	13,7	17
Courant de démarrage I_a (eff.)		10,3	12,3	9,3	12

Figure 7 : Comparaison du comportement au démarrage des différents moteurs électriques IE3 de 5,5 kW testés. Source : Eaton

La comparaison des résultats obtenus lors de l'étude et des caractéristiques techniques des modèles testés a révélé que les courants de démarrage mesurés au cours des tests en conditions réelles étaient supérieurs à ceux indiqués par les fabricants. En outre, les tests ont révélé que les courants de démarrage des moteurs IE3 étaient nettement plus élevés que ceux des moteurs IE2. En fait, ils étaient même 1,25 fois plus élevés que les courants de démarrage des moteurs IE1.

Les courants de démarrage plus élevés qui caractérisent les moteurs IE3 ont également conduit les comités responsables à entamer des discussions visant à apporter des modifications à une norme importante : la norme CEI/EN 60947. Ces modifications consisteraient à augmenter les facteurs de démarrage minimum requis applicables aux dispositifs de protection. La norme CEI/EN 60 947 décrit les caractéristiques de conception, les propriétés de fonctionnement et les tests des appareils de commutation et de contrôle basse tension, dont le contenu est reproduit dans le règlement allemand VDE 0660.

Défis pour les constructeurs d'appareils de commutation et de dispositifs de protection

Les développements qui ont été décrits ci-dessus forcent les fabricants de dispositifs de commutation à revoir et à optimiser leur portefeuille de produits actuel. Par conséquent, Eaton a profité de son étude pour tester les contacteurs destinés au démarrage direct des systèmes d'alimentation publics et privés, ainsi que les contacteurs destinés au démarrage étoile-triangle afin de vérifier s'ils étaient conformes à la norme IE3, en s'assurant de les tester en combinaison avec des démarreurs progressifs et des transmissions à fréquence variable. En outre, l'étude a également été l'occasion de tester les performances des coupe-circuits mécaniques et électriques destinés à la protection des moteurs.

Voici une description de l'impact que les courants de démarrage plus élevés ont eu sur les différents dispositifs de commutation et de protection, ainsi que les solutions possibles.

- Contacteurs : ces tests ont révélé que les contacteurs devaient être optimisés pour les courants de démarrage plus élevés des moteurs IE3, le cas échéant. L'une des solutions possibles consisterait à augmenter la force de pression du contact. Dans ce cas, la difficulté consiste à trouver et maintenir un équilibre idéal entre une puissance d'entraînement qui continue à être suffisamment faible (rendement énergétique) et une force de pression de contact accrue (sécurité) de façon à ce que les courants de démarrage plus élevés des moteurs à haut rendement ne posent pas de problèmes à leur tour.
- Coupe-circuits mécaniques et électroniques destinés à la protection des moteurs : malgré les courants de démarrage plus élevés, aucune mise en sécurité intempestive n'a été observée au cours des tests. Toutefois, les tolérances de déclenchement magnétique doivent être prises en compte dans la plage de crêtes de courant d'appel, car des mises en sécurité intempestives peuvent se produire du fait de ces tolérances. La solution : afin de prévenir toute mise en sécurité intempestive au démarrage d'un moteur, le seuil de réponse du déclencheur de court-circuit doit être augmenté. En fonction de la plage de courant en question, la solution peut être d'utiliser un ressort plus puissant ou de régler le dispositif de verrouillage du ressort de déclenchement électromécanique sur une position plus haute. D'autre part, il est également possible de décaler la courbe caractéristique de déclenchement de court-circuit électronique (bloc déclencheur) vers le haut. Cela peut être fait en modifiant le transformateur, en utilisant un bobinage secondaire plus épais ou en modifiant le matériel électronique (résistance de contournement) et/ou le logiciel (paramètres de déclenchement).

Conseil pratique : quels éléments les utilisateurs doivent-ils garder à l'esprit au moment de choisir des dispositifs de protection ?

La plupart des changements introduits par l'entrée en vigueur des moteurs IE3 ne concernent que les fabricants de moteurs électriques et d'appareillages. Toutefois, les utilisateurs doivent également garder un certain nombre de choses à l'esprit au moment de choisir les dispositifs de protection adéquats : par exemple, les tolérances de déclenchement magnétique susmentionnées dans la plage de crêtes de courant d'appel, car ces tolérances peuvent atteindre des pourcentages de 20 %. Afin de s'assurer que les caractéristiques de déclenchement et les caractéristiques du moteur n'interfèrent pas les unes avec les autres malgré des courants de démarrage plus élevés (ce qui entraînerait une mise en sécurité intempestive), les deux doivent être préalablement équilibrées en fonction de l'application envisagée. Des outils comme le programme Curve Select d'Eaton peuvent se révéler d'une aide précieuse dans ce contexte.

En outre, les utilisateurs doivent s'assurer que les appareillages et les dispositifs de protection des moteurs utilisés dans les applications impliquant des moteurs à rendement élevés soient bien compatibles avec la norme IE3. C'est absolument indispensable, car ce sont la sécurité et la fiabilité des machines et des systèmes qui seraient en jeu dans le cas contraire. Il convient donc de faire très attention au moment de choisir des fournisseurs de dispositifs de protection et de n'utiliser que des produits ayant démontré leur conformité aux nouvelles exigences. Là encore, Eaton propose une solution avec son outil pratique « Configurateur de démarreur de moteur », qui possède une fonction de filtrage qui permet aux utilisateurs d'être absolument certains que leurs produits sont compatibles avec la norme IE3. Autrement dit, choisir la bonne solution de démarrage pour n'importe quelle application devient un jeu d'enfant.

Enfin, les utilisateurs doivent n'utiliser que des produits de marque. La raison à cela est que seuls des fabricants de renom peuvent avoir réalisés des tests suffisants pour garantir la compatibilité de leurs produits avec la norme IE3. En outre, il est recommandé de ne choisir que des contacteurs et des coupe-circuits de protection des moteurs destinés à être utilisés dans le cadre d'applications IE3 lors du choix de produits de protection des moteurs. Ce point est particulièrement important, car les relais de contacteur et les contacteurs spéciaux utilisés dans des applications telles que les systèmes de chauffage et d'éclairage et les moteurs possédant des fréquences de commutation plus faibles ne possèdent pas une force de pression de contact suffisante, ce qui signifie qu'ils ne conviennent pas pour démarrer des moteurs IE3. Les outils de sélection comme ceux fournis par Eaton constituent le moyen idéal pour éviter de faire une grave erreur lors de cette étape.

Conclusion

Depuis plus d'un siècle, l'une des principales compétences d'Eaton a été de développer des appareils de commutation de qualité, et notamment des contacteurs, des démarreurs, et même ses nouveaux démarreurs à vitesse variable PowerXL DE1 et ses entraînements à fréquence variable PowerXL. En tant que fabricant mondial majeur d'appareils de commutation, la société de gestion de l'électricité a non seulement testé soigneusement sa gamme de produits afin de s'assurer qu'ils puissent être utilisés avec les moteurs à rendement élevé IE3, mais a aussi pris toutes les mesures nécessaires pour le garantir.

Des limites de déclenchement plus élevées : après des essais complets, Eaton a optimisé ses contacteurs DIL et ses coupe-circuits de protection de moteur PKZ et PKE afin qu'ils puissent relever les nouveaux défis posés par les moteurs IE3. Afin de garantir des niveaux de fiabilité et de sécurité maximum, les

experts en solutions de protection des moteurs ont augmenté le seuil de réponse pour le déclenchement des courts-circuits, car le précédent facteur de démarrage de 8 (crête de courant d'appel vers courant de fonctionnement), tel qu'il est actuellement spécifié dans la norme DIN EN 60947-4-1, n'était pas suffisant pour les moteurs IE3. En fait, Eaton a augmenté le facteur de démarrage de ses produits à des valeurs comprises entre 12 et 15,5 à des fins de précaution et pour pouvoir garantir que ses dispositifs seront à l'épreuve du temps. En outre, la société a équilibré ses contacteurs, qui possèdent une puissance de tenue aussi faible que possible afin d'optimiser le rendement énergétique tout en étant capable de commuter en toute sécurité les courants de démarrage plus élevés qui caractérisent les moteurs IE3.

Une identification claire : les contacteurs de la série DIL et les coupe-circuits de protection de moteur des gammes PKZ et PKE sont déjà des choix parfaits pour faire fonctionner les moteurs IE3 en toute sécurité. Et afin de permettre aux utilisateurs d'identifier et de choisir plus facilement ces dispositifs, la société utilise une étiquette (voir la figure 9) qui indique clairement que ces produits sont « compatibles IE3 ». Ainsi, les utilisateurs sont rassurés en sachant qu'aucune mauvaise surprise ne les attend au tournant. En outre, l'étiquette est particulièrement importante du fait que l'industrie de la construction de machines est présente dans le monde entier. Ceci, combiné à la manière dont les différentes régions du monde mettent en application progressivement et à des moments différents des moteurs à rendement élevé, fait qu'il est très probable que les stocks comporteront à la fois des dispositifs compatibles IE3 et des dispositifs non compatibles IE3 à un moment ou à un autre. C'est dans ce cas que l'étiquette peut contribuer à éviter l'erreur coûteuse qui consiste à utiliser des composants inadaptés pour démarrer des moteurs IE3.

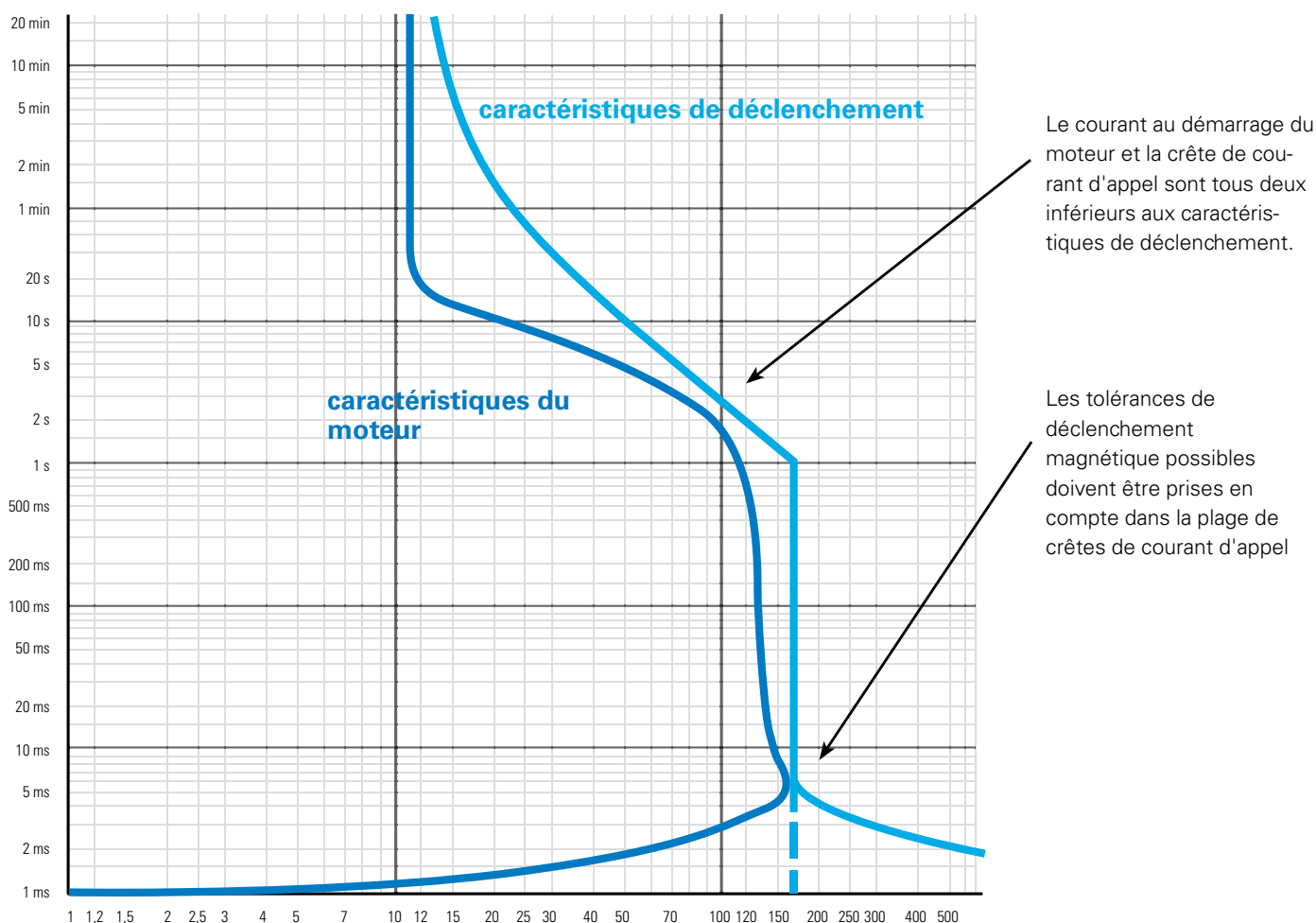


Figure 8 : Comportement de déclenchement d'un coupe-circuit mécanique de protection de moteur lors d'un test avec un moteur électrique IE3 de 5,5 kW. Source : Eaton



Figure 9 : Les contacteurs DIL et les coupe-circuits de protection de moteur PKZ et PKE sont compatibles IE3. Source : Eaton

Une solution globale pour tout : Eaton est l'un des premiers fabricants à proposer une solution couvrant à la fois les moteurs IE2 et les moteurs IE3 – dans le monde entier. Autrement dit, l'utilisation de produits Eaton garantit aux utilisateurs qu'ils

n'ont pas à s'inquiéter de déterminer quels produits doivent être utilisés avec les différentes classes de rendement énergétique, ce qui leur simplifie la vie malgré la nouvelle directive. De plus, le fait qu'une gamme de produits unique couvre à la fois les applications IE2 et IE3 élimine les travaux d'ingénierie et d'entreposage supplémentaires.

À l'épreuve du temps : un projet de norme destiné à mettre à jour la norme DIN EN 60947-4-1 applicable aux moteurs IE3 est actuellement à l'étude. C'est pourquoi les dispositifs de protection d'Eaton sont conçus pour être à l'épreuve du temps et être conformes aux nouvelles exigences qui pourront être ajoutées aux normes applicables. Cela signifie également que les utilisateurs n'auront pas à s'inquiéter concernant les complexités techniques supplémentaires, car Eaton a déjà effectué tout le travail de développement pour eux.

DIL



PKE



PKZM



Bibliographie :

- Agence fédérale allemande de protection de l'environnement, communiqué de presse n° 53/2009, Energy efficiency in electric motors, 2009 <http://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/energy-efficiency-in-electric-motors>
- Directive 2009/125/CE établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie
- Règlement de la Commission européenne (CE) 640/2009 du 22 juillet 2009 mettant en application la directive 2005/32/CE du Parlement européen et du Conseil européen relative aux exigences en matière d'écoconception applicables aux moteurs électriques
- Directive 2005/32/CE établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits utilisant de l'énergie
- ZVEI, Moteurs électriques et variateurs de vitesse – Normes et exigences légales applicables au rendement énergétique des moteurs triphasés à basse tension 2013
- Agence fédérale allemande de protection de l'environnement, communiqué de presse n° 53/2009, Energy efficiency in electric motors, 2009
- Règlement de la Commission européenne (UE) 4/2014 du 6 janvier 2014 modifiant le règlement (CE) 640/2009 mettant en application la directive 2005/32/CE du Parlement européen et du Conseil européen relative aux exigences en matière d'écoconception applicables aux moteurs électriques
- Deutsche Energie Agentur GmbH (dena), Dipl.-Ing. Günther Volz, Ratgeber „Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinie“, 2010
- Deutsche Energie Agentur GmbH (dena), Dipl.-Ing. Günther Volz, Ratgeber „Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinie“, 2010 [Moteurs électriques dans les secteurs industriel et commercial : Directive relative au rendement énergétique et à l'écoconception, disponible en allemand uniquement]
- DIN EN 60947-1:2011-10; VDE 0660-100:2011-10, Appareils de commutation et de contrôle basse tension – Partie 1 : Règles générales (CEI 60947-1:2007 + A1:2010) ; Version allemande EN 60947-1:2007 + A1:2011
- CEI 60034-30: 2008, norme fixant les classes de rendement énergétique applicables aux moteurs basse tension
- Eaton, Günter Baujan, Ralf Thar, Jan Nowak, "The New ErP Directive: Protecting and Switching IE3 Motors" Study, 2014

Combinaisons moteur-démarreur

Norme

Série Moeller®



Données du moteur

AC-3
380 V
400 V
415 V
P
kW

Courant nominal de fonctionnement
400 V
 I_e
A

Courant nominal de court-circuit
380 à 415 V
 I_q
kA

Coupe-circuits de protection du moteur

Coordination des contacteurs de type « 1 »

Coordination des contacteurs de type « 2 »

Norme	Données du moteur	Courant nominal de fonctionnement	Courant nominal de court-circuit	Coupe-circuits de protection du moteur	Coordination des contacteurs de type « 1 »	Coordination des contacteurs de type « 2 »
	AC-3 380 V 400 V 415 V P kW	400 V I_e A	380 à 415 V I_q kA			
PKZM0 ...+DIL M7 à DIL M15	0,06	0,21	150/50*	PKZM0-0,25	DILM7-...	DILM7-...
	0,09	0,31	150/50*	PKZM0-0,4	DILM7-...	DILM7-...
	0,12	0,41	150/50*	PKZM0-0,63	DILM7-...	DILM7-...
	0,18	0,6	150/50*	PKZM0-0,63	DILM7-...	DILM7-...
	0,25	0,8	150/50*	PKZM0-1	DILM7-...	DILM7-...
	0,37	1,1	150/50*	PKZM0-1,6	DILM7-...	DILM7-...
PKZM0 ...+DIL M17 à DIL M32	0,55	1,5	150/50*	PKZM0-1,6	DILM7-...	DILM7-...
	0,75	1,9	150/50*	PKZM0-2,5	DILM7-...	DILM7-...
	1,1	2,6	150/50*	PKZM0-4	DILM7-...	DILM7-...
	1,5	3,6	150/50*	PKZM0-4	DILM7-...	DILM7-...
	2,2	5	150/50*	PKZM0-6,3	DILM7-...	DILM7-...
	3	6,6	150/50*	PKZM0-10	DILM7-...	DILM17-...
	4	8,5	150/50*	PKZM0-10	DILM9-...	DILM17-...
	5,5	11,3	50	PKZM0-12	DILM12-...	DILM17-...
	7,5	15,2	50	PKZM0-16	DILM15-... **	DILM17-...
	11	21,7	50	PKZM0-25	DILM25-...	DILM25-...
PKZM4 ...+DIL M17 à DIL M65	15	29,3	50	PKZM0-32	DILM32-...	DILM32-...
	18,5	36	50	PKZM4-40	DILM38-... **	DILM40
	22	41	50	PKZM4-50	DILM50	DILM50
	30	55	50	PKZM4-58	DILM65	DILM65
	34	63	50	PKZM4-63	DILM65	DILM65
	37	68	50	NZMN1-M80	DILM72 **	DILM80
	45	81	50	NZMN1-M100	DILM95	DILM95
NZM ...+DIL M72 à DIL M500	55	99	50	NZMN1-M100	DILM115	DILM115
	75	134	50	NZMN2-M160	DILM150	DILM150
	90	161	50	NZMN2-M200	DILM185A	DILM185A
	110	196	50	NZMN2-M200	DILM225A	DILM225A
	132	231	50	NZMN3-ME350	DILM250	DILM250
	160	279	50	NZMN3-ME350	DILM300A	DILM300A
	200	349	50	NZMN3-ME350	DILM400	DILM400
	250	437	50	NZMN3-ME450	DILM500	DILM500

* Coordination de type 2

** Ne convient pas aux moteurs IE3 !

**Données du moteur**

AC-3
380 V
400 V
415 V
P
kW

Courant nominal de fonctionnement
400 V
 I_e
A

Courant nominal de court-circuit
380 à 415 V
 I_q
kA

Coupe-circuits de protection du moteur

Coordination des **contacteurs** de type « 1 »

Coordination des **contacteurs** de type « 2 »

	0,06	0,21	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
PKE ...+DIL M7 à DIL M12	0,09	0,31	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
	0,12	0,41	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
	0,18	0,6	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
	0,25	0,8	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
	0,37	1,1	100	PKE12/XTU-1,2	DILM7-...	DILM17-...
	0,55	1,5	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
PKE ...+DIL M17 à DIL M32	0,75	1,9	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
	1,1	2,6	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
	1,5	3,6	100	PKE12/XTU-4	DILM7-...	DILM17-...
	2,2	5	100	PKE12/XTU-12	DILM7-...	DILM17-...
	3	6,6	100	PKE12/XTU-12	DILM7-...	DILM17-...
	4	8,5	100	PKE12/XTU-12	DILM9-...	DILM17-...
PKE 65 ...+DIL M40 à DIL M65	5,5	11,3	100	PKE12/XTU-12	DILM12-...	DILM17-...
	7,5	15,2	100	PKE32/XTU-32	DILM17-...	DILM17-...
	11	21,7	100	PKE32/XTU-32	DILM25-...	DILM25-...
	15	29,3	100	PKE32/XTU-32	DILM32-...	DILM32-...
	18,5	36	80	PKE65/XTUW-65	DILM40	DILM40
	22	41	80	PKE65/XTUW-65	DILM50	DILM50
NZM ...ME...+DIL M80 à DIL M500	30	55	80	PKE65/XTUW-65	DILM65	DILM65
	34	63	80	PKE65/XTUW-65	DILM65	DILM65
	37	68	100	NZMH2-ME90	DILM80	DILM80
	45	81	100	NZMH2-ME90	DILM95	DILM95
	55	99	100	NZMH2-ME140	DILM115	DILM115
	75	134	100	NZMH2-ME140	DILM150	DILM150
	90	161	100	NZMH2-ME220	DILM185A	DILM185A
	110	196	100	NZMH2-ME220	DILM225A	DILM225A
	132	231	100	NZMH3-ME350	DILM250	DILM250
	160	279	100	NZMH3-ME350	DILM300A	DILM300A
	200	349	100	NZMH3-ME350	DILM400	DILM400
	250	437	100	NZMH3-ME450	DILM500	DILM500

Eaton s'est fixée pour mission de vous fournir une alimentation fiable, efficace et sûre quand vous en avez le plus besoin. Grâce à leur connaissance incomparable de la gestion de l'alimentation électrique dans les différentes industries, les experts d'Eaton fournissent des solutions intégrées sur mesure qui permettent à leurs clients de relever les défis les plus difficiles.

Notre principal objectif est de vous apporter une solution parfaitement adaptée à votre application. Toutefois, les décideurs exigent bien plus que de simples produits innovants. Ils se tournent vers Eaton pour son engagement sans faille en matière d'assistance personnalisée, avec pour seul objectif de garantir le succès de ses clients. Pour en savoir plus, **rendez-vous sur le site www.eaton.eu/electrical**.

Pour contacter un représentant commercial ou un distributeur/revendeur local d'Eaton, rendez-vous sur le site www.eaton.eu/electrical/customersupport