



# IMfinity® Moteurs refroidis liquide - Série LC

**Moteurs asynchrones triphasés  
Rendement Premium IE3**

**Vitesse variable et vitesse fixe**

Hauteur d'axe 315 à 500  
Puissance 150 à 1500 kW

**LEROY-SOMER™**

***Nidec***  
All for dreams

*Les moteurs asynchrones LC de ce catalogue sont conçus pour atteindre de très hauts niveaux de rendement et fonctionner à vitesse variable.*

*Ce catalogue contient les informations techniques des moteurs de classe de rendement IE3 (rendement Premium) utilisables aussi bien avec une alimentation sur réseau que sur variateur.*

*Sur demande, il est possible de proposer des solutions de moteurs IE4.*

*Tous les moteurs de ce catalogue peuvent être utilisés en vitesse variable selon les conditions spécifiées.*



**Tous les moteurs 2, 4 et 6 pôles, de 0.75 à 375 kW, mis à disposition sur le marché de l'Union Européenne doivent être de classe de rendement IE3 ou IE2 et utilisés avec un variateur de vitesse :**

- à partir du 01/01/2015 pour les puissances de 7.5 à 375 kW**
- à partir du 01/01/2017 pour les puissances de 0.75 à 375 kW**

**En outre, pour être éligibles à la classe de rendement IE3, la température d'entrée d'eau des moteurs refroidis par eau doit être comprise entre 0°C et 32°C.**

## Sommaire

### GÉNÉRALITÉS

Introduction.....	4
Engagement qualité.....	5
Directive et normes sur les rendements des moteurs.....	6
Normes et agréments .....	7
Réglementation dans les principaux pays .....	10

### ENVIRONNEMENT

Définition des indices de protections.....	11
Contraintes liées à l'environnement .....	12
Imprégnation et protection renforcée .....	13
Réchauffage .....	14
Peinture .....	15
Antiparasitage et protection des personnes .....	16

### CONSTRUCTION

Détermination des roulements et durée de vie.....	17
Lubrification et entretien des roulements .....	18

### FONCTIONNEMENT

Définition des services types.....	19
Tension d'alimentation .....	22
Classe d'isolation – Échauffement et réserve thermique....	24
Temps de démarrage et appel de courant.....	25
Puissance – Couple –Rendement – Cos $\phi$ .....	26
Niveau de bruit .....	29
Niveau de bruit pondéré [dB(A)] .....	30
Vibrations .....	31
Optimisation de l'utilisation .....	33
Différents démarrages des moteurs asynchrones .....	34
Mode de freinage .....	38
Utilisation avec un variateur de vitesse .....	40
Fonctionnement en génératrice asynchrone .....	47
Environnements particuliers .....	49

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Désignation .....	50
Identification .....	51
Descriptif conception de base d'un moteur LC.....	53
Mode de refroidissement .....	54
Équipements de série .....	56
Équipements optionnels .....	57
Manutention .....	58

### CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

IE3 alimentation réseau .....	59
IE3 alimentation variateur .....	61
Raccordement - Planchette à bornes .....	63

### CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

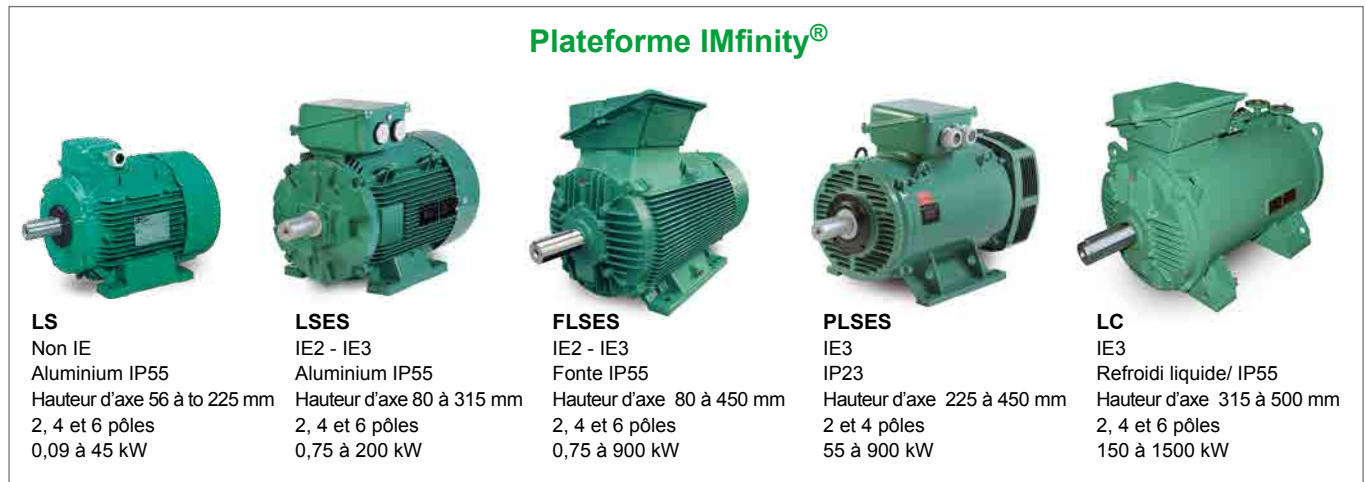
Formes de constructions et positions de fonctionnement...	64
Raccordement boîtes à bornes.....	65
Dimensions bouts d'arbre .....	69
Dimensions pattes de fixation IM 1001 (IM B3) .....	70
Dimensions pattes et bride de fixation à trous lisses IM 2001 (IM B35).....	71
Dimensions bride de fixation à trous lisses IM 3001 (IM B5) IM 3011 (IMV1) .....	72
Dimensions - bride de raccordement d'eau.....	73
Roulements et graissage .....	74
Charges axiales.....	75
Charges radiales .....	77

### ANNEXE

Configurateur .....	83
.....	91

## Généralités Introduction

Leroy-Somer décrit dans ce catalogue les moteurs asynchrones refroidis liquide à haut rendement. Ces moteurs dont la conception intègre les normes européennes les plus récentes, répondent à eux seuls à la plupart des exigences de l'industrie. Ils sont par excellence les produits de référence de la plateforme IMfinity® refroidie liquide Leroy-Somer.



Les moteurs refroidis liquide sont particulièrement bien adaptés et utilisés dans les applications nécessitant un bas niveau de bruit, une puissance élevée avec protection IP55, des dimensions compactes et un fonctionnement sur variateur.

### Avantages

- moteur refroidi par un circuit d'eau intégré à la carcasse (IC71W)
- niveau de bruit réduit : le refroidissement par eau permet la suppression du ventilateur et garantit un niveau de bruit réduit, compris entre 60 et 80 dB (A) en LpA
- rendement Premium IE3 sur l'ensemble de la gamme : 150 à 1500 kW - 2, 4 & 6 pôles
- design compact : réduction de poids et de dimensions pouvant atteindre jusqu'à 25% comparé à un moteur IP55 refroidi par air, et jusqu'à 55% comparé à un moteur IP55 refroidi par un échangeur air-eau (IC81W)
- degré de protection supérieur à IP55 (ex : IP56) en option
- moteur adapté pour utilisation à couple constant, sur toute la plage de vitesse de 0 à 50 Hz, sans déclassement. Le refroidissement du moteur est toujours assuré quel que soit le point de fonctionnement.
- niveau de vibration réduit
- récupération des calories grâce à l'évacuation des pertes par un circuit d'eau extérieur

### Domaines d'application

- marine : propulsion principale et propulseurs d'étraves, équipements sur le pont du navire
- bancs d'essais : automobile, aéronautique
- pompes, compresseurs, agitateurs, mélangeurs
- industries plastiques : machines d'extrusion et d'injection plastique
- turbines hydrauliques
- industries lourdes : sidérurgie, cimenterie, chimie



## Généralités Engagement Qualité

Le système de management de la qualité Leroy-Somer s'appuie sur :

- la maîtrise des processus depuis la démarche commerciale de l'offre jusqu'à la livraison chez le client, en passant par les études, le lancement en fabrication et la production.
- une politique de qualité totale fondée sur une conduite de progrès permanent dans l'amélioration continue de ces processus opérationnels, avec la mobilisation de tous les services de l'entreprise pour satisfaire les clients en délai, conformité, coût.
- des indicateurs permettant le suivi des performances des processus.
- des actions correctives et de progrès avec des outils tels que AMDEC, QFD, MAVP, MSP/MSQ et des chantiers d'améliorations type Hoshin des flux, re-engineering de processus, ainsi que le Lean Manufacturing et le Lean Office.
- des enquêtes d'opinion annuelles, des sondages et des visites régulières auprès des clients pour connaître et détecter leurs attentes.

Le personnel est formé et participe aux analyses et aux actions d'amélioration continue des processus.

Les moteurs de ce catalogue ont fait l'objet d'une étude toute particulière pour mesurer l'impact de leur cycle de vie sur l'environnement. Cette démarche d'éco-conception se traduit par la création d'un "Profil Environnemental Produit" (références 4592/4950/4951).

Leroy-Somer a confié la certification de son savoir-faire à des organismes internationaux.

Ces certifications sont accordées par des auditeurs professionnels et indépendants qui constatent le bon fonctionnement du système assurance qualité de l'entreprise. Ainsi, l'ensemble des activités, contribuant à l'élaboration du produit, est officiellement certifié ISO 9001 : 2008 par le DNV.

De même, notre approche environnementale a permis l'obtention de la certification ISO 14001 : 2004.

Les produits pour des applications particulières ou destinés à fonctionner dans des environnements spécifiques, sont également homologués ou certifiés par des organismes : LCIE, DNV, INERIS, EFECTIS, UL, BSRIA, TUV, GOST, qui vérifient leurs performances techniques par rapport aux différentes normes ou recommandations.



## ISO 9001 : 2008



## Généralités

### Directive et normes sur les rendements des moteurs

Plusieurs évolutions ou créations importantes de normes sont intervenues ces dernières années. Elles concernent essentiellement le rendement des moteurs et ont pour objet la méthode de mesure et la classification de ces derniers.

Des règlements nationaux ou internationaux se mettent progressivement en place dans beaucoup de pays afin de favoriser l'utilisation de moteurs à haut rendement (Europe, USA, Canada, Brésil, Australie, Nouvelle Zélande, Corée, Chine, Israël, ...).

La nouvelle génération de moteurs asynchrones triphasés à rendement Premium répond aux évolutions normatives ainsi qu'aux nouvelles exigences des utilisateurs et intégrateurs.

#### LA NORME CEI 60034-30-1

(janvier 2014) définit le principe qui sert de règle et apporte une harmonisation globale des classes de rendement énergétique des moteurs électriques dans le monde.

#### Moteurs concernés

Moteurs à induction ou à aimants permanents, monophasés et triphasés à cage, sur réseau sinusoïdal, mono-vitesse.

Champs d'application :

- $U_N$  de 50 à 1000 V
- $P_N$  de 0,12 à 1000 kW
- 2, 4, 6 et 8 pôles
- service continu à la puissance assignée sans dépasser la classe d'isolation spécifiée. Plus généralement service S1.
- fréquence 50 et 60 Hz
- sur réseau
- marqués pour température ambiante comprise entre -20°C et +60°C
- marqués pour altitude jusqu'à 4000 m
- température d'entrée d'eau de 0°C à +32°C.

#### Moteurs non concernés

- Moteurs avec convertisseur de fréquence quand le moteur ne peut pas être testé sans celui-ci.
- Moteurs freins quand ceux-ci font totalement partie de la construction du moteur et qu'il ne peut ni être enlevé ni alimenté séparément pour être essayé.
- Moteurs totalement intégrés dans une machine et qui ne peuvent pas être testés séparément (comme rotor/stator).

#### NORME POUR LA MESURE DU RENDEMENT DES MOTEURS ÉLECTRIQUES : CEI 60034-2-1 (septembre 2007)

La norme CEI 60034-2-1 concerne les moteurs asynchrones à induction :

- Monophasés et triphasés dont la puissance est inférieure ou égale à 1 kW. La méthode préférentielle est la méthode directe.
- Moteurs triphasés dont la puissance est supérieure à 1 kW. La méthode préférentielle est la méthode de sommation des pertes avec le total des pertes supplémentaires mesurées.

#### Remarques :

- La norme de mesure du rendement est très proche de la méthode IEEE 112-B utilisée en Amérique du Nord.
- La méthode de mesure étant différente, pour un même moteur, la valeur assignée sera différente (généralement plus faible) avec la CEI 60034-2-1 qu'avec la CEI 60034-2.

#### LA DIRECTIVE 2009/125/CE (21 octobre 2009)

du Parlement Européen a établi un cadre pour la fixation des exigences en matière d'éco-conception, applicables aux "produits consommateurs d'énergie". Ces produits sont regroupés par lot. Les moteurs font partie du lot 11 du programme d'éco-conception, ainsi que les pompes, les ventilateurs et les circulateurs.

#### DÉCRET D'APPLICATION DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE ErP (Energy Related Product) EC/640/2009 - LOT 11 (juillet 2009) + UE/4/2014 (janvier 2014)

Il s'appuie sur la norme CEI 60034-30-1 pour définir les classes de rendement qui devront obligatoirement être utilisées dans le futur. Il précise et planifie dans le temps les niveaux de rendement à atteindre pour les machines vendues sur le marché européen.

Classes de rendement	Niveau de rendement
IE1	Standard
IE2	Haut
IE3	Premium
IE4	Super Premium

Cette norme ne fait que définir les classes de rendement et leurs modalités. C'est à chaque pays de définir ensuite les classes de rendement souhaitées et le champ exact d'application.

#### DIRECTIVE EUROPÉENNE ErP

**Moteurs concernés :** les moteurs triphasés de 0,75 à 375 kW de 2, 4 et 6 pôles.

Obligation de mettre sur le marché des moteurs Hauts rendements ou rendement Premium :

- Classe IE2 à compter du 16 juin 2011
- Classe IE3\* à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015 pour puissance de 7,5 à 375 kW
- Classe IE3\* à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2017 pour puissance de 0,75 à 375 kW

La commission européenne travaille actuellement pour définir les valeurs de rendement minimum des variateurs.

\* ou moteur IE2 + variateur

#### Moteurs non concernés :

- Moteurs conçus pour fonctionner entièrement immergés dans un liquide
- Moteurs entièrement intégrés dans un autre produit (rotor/stator)
- Moteurs avec service différent de service continu
- Moteurs conçus pour fonctionner dans les conditions suivantes :
  - altitude > 4000 m
  - température d'air ambiant > 60°C
  - température maximum de fonctionnement > 400°C
  - température d'air ambiant < -30°C ou < 0°C pour moteurs refroidis par air
  - **température d'eau de refroidissement à l'entrée du produit < 0°C ou > 32°C**
  - moteurs de sécurité suivant directive ATEX 94/9/EC
  - moteurs freins
  - moteurs embarqués

## Généralités

### Normes et agréments

#### LISTE DES NORMES CITÉES DANS CE DOCUMENT

Référence		Normes Internationales
CEI 60034-1	EN 60034-1	Machines électriques tournantes : caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement.
CEI 60034-2		Machines électriques tournantes : méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à partir d'essais (pertes supplémentaires forfaitaires)
CEI 60034-2-1		Machines électriques tournantes : méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à partir d'essais (pertes supplémentaires mesurées)
CEI 60034-5	EN 60034-5	Machines électriques tournantes : classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes.
CEI 60034-6	EN 60034-6	Machines électriques tournantes (sauf traction) : modes de refroidissement.
CEI 60034-7	EN 60034-7	Machines électriques tournantes (sauf traction) : symbole pour les formes de construction et les dispositions de montage.
CEI 60034-8		Machines électriques tournantes : marques d'extrémités et sens de rotation.
CEI 60034-9	EN 60034-9	Machines électriques tournantes : limites de bruit.
CEI 60034-12	EN 60034-12	Caractéristiques du démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 660 V.
CEI 60034-14	EN 60034-14	Machines électriques tournantes : vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieure ou égale à 56 mm. Mesure, évaluation et limites d'intensité vibratoire.
CEI 60034-17		Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs - Guide d'application
CEI 60034-30-1		Machines électriques tournantes : classes de rendement pour les moteurs à induction triphasés à cage, mono vitesse (Code IE)
CEI 60038		Tensions normales de la CEI.
CEI 60072-1		Dimensions et séries de puissances des machines électriques tournantes : désignation des carcasses entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1080.
CEI 60085		Évaluation et classification thermique de l'isolation électrique.
CEI 60721-2-1		Classification des conditions d'environnement dans la nature. Température et humidité.
CEI 60892		Effets d'un système de tensions déséquilibré, sur les caractéristiques des moteurs asynchrones triphasés à cage.
CEI 61000-2-10/11 et 2-2		Compatibilité électromagnétique (CEM) : environnement.
Guide 106 CEI		Guide pour la spécification des conditions d'environnement pour la fixation des caractéristiques de fonctionnement des matériels.
ISO 281		Roulements - Charges dynamiques de base et durée nominale.
ISO 1680	EN 21680	Acoustique - Code d'essai pour la mesure de bruit aérien émis par les machines électriques tournantes : méthode d'expertise pour les conditions de champ libre au-dessus d'un plan réfléchissant.
ISO 8821		Vibrations mécaniques - Équilibrage. Conventions relatives aux clavettes d'arbre et aux éléments rapportés.
	EN 50102	Degré de protection procuré par les enveloppes électriques contre les impacts mécaniques extrêmes.
ISO 12944-2		Catégorie de corrosivité

## Généralités

### Normes et agréments

#### PRINCIPAUX MARQUAGES DES PRODUITS DANS LE MONDE

Il existe beaucoup de marquages spécifiques dans le monde. Ils concernent surtout la conformité des produits aux normes de sécurité des utilisateurs en vigueur dans les pays. Certains marquages ou labels ne concernent que les réglementations énergétiques. Pour un même pays, il peut donc y avoir deux marquages : un pour la sécurité et un pour l'énergie.



Ce marquage est obligatoire sur le marché de la Communauté Européenne Économique. Il signifie que le produit est conforme à toutes les directives qui s'y rapportent. Si le produit n'est pas conforme à une directive le concernant, il ne peut pas être plaqué CE et par conséquent ne peut pas être marqué CE.



**Au Canada et aux États-Unis** : La marque **CSA** accompagnée des lettres C et US signifie que le produit est certifié pour les marchés américains et canadiens, selon les normes américaines et canadiennes pertinentes. Si un produit a des caractéristiques relevant de plus d'un genre de produits (ex : matériel électrique comprenant une combustion de carburant), la marque indique la conformité à toutes les normes pertinentes.



Ce marquage ne concerne que les produits finis comme peuvent l'être des machines complètes. Un moteur n'est qu'un composant et n'est donc pas concerné par ce marquage.

**Remarque** : c CSA us et c UL us ont la même signification mais l'un est réalisé par le CSA et l'autre par le UL.



**La Marque c UL us**, qui est facultative, indique la conformité aux exigences canadiennes et à celles des États-Unis. UL encourage les fabricants distribuant des produits portant la Marque UL Reconnue pour les deux pays à utiliser cette marque combinée.

Pour le Canada il faut au minimum c UR us ou c CSA us. Les deux sont aussi possibles.

Les composants couverts par le programme de « Marque Reconnue » UL sont destinés à être installés dans un autre appareil, système ou produit final. Ils seront installés en usine et non pas sur le terrain et il est possible que leurs capacités de performance soient restreintes et limitent leur utilisation. Lorsqu'un produit ou système complet contenant des composants UL Reconnus est évalué, le processus d'évaluation du produit final peut être rationalisé.



**Canada** : logo de conformité à l'efficacité énergétique (facultatif).



**USA** : logo de conformité à l'efficacité énergétique (facultatif).



**USA et Canada** : logo commercial de conformité à l'EISA (facultatif).



Ce marquage est obligatoire pour le marché chinois. Il indique que le produit est conforme aux réglementations (sécurité pour les utilisateurs) en vigueur. Les moteurs électriques concernés sont ceux de puissance  $\leq 1,1$  kW



La marque EAC remplace la marque GOST. Elle est l'équivalent de la marque CE pour le marché de l'Union Européenne. Cette nouvelle marque couvre les réglementations de la Russie, du Kazakhstan et de la Biélorussie. Tous produits mis sur le marché de ces trois pays doivent avoir ce marquage.

D'autres marquages concernent certaines applications comme l'ATEX par exemple.



## Généralités

### Normes et agréments

#### CORRESPONDANCES DES NORMES INTERNATIONALES ET NATIONALES

Normes internationales de référence		Normes nationales				
CEI	Titre (résumé)	FRANCE	ALLEMAGNE	ANGLETERRE	ITALIE	SUISSE
60034-1	Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement	NFEN 60034-1 NFC 51-120 NFC 51-200	DIN/VDE 0530	BS 4999	CEI 2.3.VI.	SEV ASE 3009
60034-5	Classification des degrés de protection	NFEN 60034-5	DIN/EN 60034-5	BS EN 60034-5	UNEL B 1781	
60034-6	Modes de refroidissement	NFEN 60034-6	DIN/EN 60034-6	BS EN 60034-6		
60034-7	Formes de construction et disposition de montage	NFEN 60034-7	DIN/EN 60034-7	BS EN 60034-7		
60034-8	Marques d'extrémité et sens de rotation	NFC 51 118	DIN/VDE 0530 Teil 8	BS 4999-108		
60034-9	Limites de bruit	NFEN 60034-9	DIN/EN 60034-9	BS EN 60034-9		
60034-12	Caractéristiques de démarrage des moteurs à une vitesse alimentés sous tension $\leq 660$ V	NFEN 60034-12	DIN/EN 60034-12	BS EN 60034-12		SEV ASE 3009-12
60034-14	Vibrations mécaniques de machines de hauteur d'axe $\geq 56$ mm	NFEN 60034-14	DIN/EN 60034-14	BS EN 60034-14		
60072-1	Dimensions et séries de puissances des machines entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1080.	NFC 51 104 NFC 51 105	DIN 748 (~) DIN 42672 DIN 42673 DIN 42631 DIN 42676 DIN 42677	BS 4999		
60085	Évaluation et classification thermique de l'isolation électrique	NFC 26206	DIN/EN 60085	BS 2757		SEV ASE 3584

Nota : Les tolérances de la DIN 748 ne sont pas conformes à la CEI 60072-1.

## Généralités

### Réglementations dans les principaux pays

---

Beaucoup de pays ont déjà mis en place des réglementations énergétiques concernant les moteurs électriques. D'autres sont en train de les préparer.

Certaines réglementations nécessitent qu'avant de pouvoir être mis sur le marché, les produits soient enregistrés auprès des autorités locales. Dans ces cas-là, la surveillance du marché se fait avant la mise en fonctionnement des produits contrairement à l'UE dans laquelle ce sont les états membres qui sont censés organiser la surveillance sur leur territoire.

La plupart des pays qui imposent un enregistrement des produits avant la mise sur le marché demandent aussi généralement une labellisation spécifique des produits.

Pour l'Europe, il n'existe pas de label spécifique. Seul le marquage CE indique que le produit est conforme à l'ensemble des directives qui s'y rapportent.

Les réglementations de chaque pays étant évolutives et variées, il convient de se renseigner régulièrement des mises à jour éventuelles.



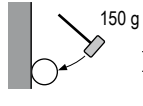

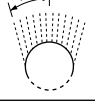
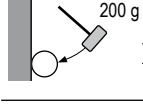

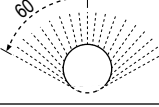
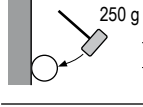
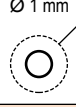
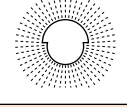
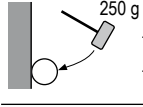
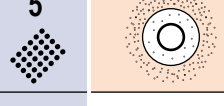
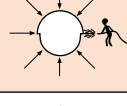
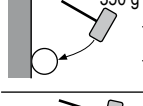
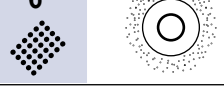
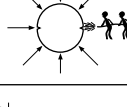
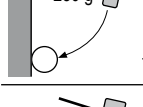
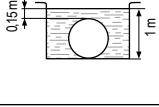
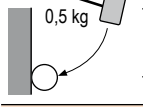
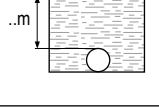
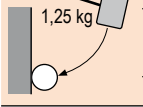
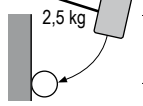
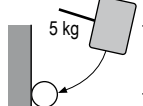
Pour plus de détails concernant les classes de rendement applicables par puissance et par polarité en fonction du calendrier, nous vous invitons à prendre contact avec notre agence commerciale locale.

Environnement

Définition des indices de protection (IP)

INDICES DE PROTECTION DES ENVELOPPES DES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

Selon norme CEI 60034-5 - EN 60034-5 (IP) - CEI 62262 (IK)

IP	Tests	Définition	IP	Tests	Définition	IK	Tests	Définition
0		Pas de protection	0		Pas de protection	00		Pas de protection
1		Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (exemple : contacts involontaires de la main)	1		Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)	01		Énergie de choc : 0,15 J
2		Protégé contre les corps solides supérieurs à 12 mm (exemple : doigt de la main)	2		Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	02		Énergie de choc : 0,20 J
3		Protégé contre les corps solides supérieurs à 2.5 mm (exemples : outils, fils)	3		Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale	03		Énergie de choc : 0,37 J
4		Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (exemples : outils fins, petits fils)	4		Protégé contre les projections d'eau de toutes directions	04		Énergie de choc : 0,50 J
5		Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	5		Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance	05		Énergie de choc : 0,70 J
6		Protégé contre toute pénétration de poussières.	6		Protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer	06		Énergie de choc : 1 J
			7		Protégé contre les effets de l'immersion entre 0,15 et 1 m	07		Énergie de choc : 2 J
			8		Protégé contre les effets prolongés de l'immersion sous pression	08		Énergie de choc : 5 J
Exemple :						09		Énergie de choc : 10 J
Cas d'une machine IP 55 refroidie liquide						10		Énergie de choc : 20 J

IP : Indice de protection

5. : Machine protégée contre la poussière et contre les contacts accidentels.  
 Sanction de l'essai : pas d'entrée de poussière en quantité nuisible, aucun contact direct avec des pièces en rotation. L'essai aura une durée de 2 heures.

.5 : Machine protégée contre les projections d'eau dans toutes les directions provenant d'une lance de débit 12,5 l/min sous 0,3 bar à une distance de 3 m de la machine.  
 L'essai a une durée de 3 minutes.  
 Sanction de l'essai : pas d'effet nuisible de l'eau projetée sur la machine.

## Environnement

### Contraintes liées à l'environnement

#### CONDITIONS NORMALES D'UTILISATION

Selon la norme CEI 60034-1, les moteurs peuvent fonctionner dans les conditions normales suivantes :

- température ambiante comprise entre  $-16^{\circ}\text{C}$  et  $+40^{\circ}\text{C}$ ,
- altitude inférieure à 1000 m,
- pression atmosphérique : 1050 hPa (mbar) = (750 mm Hg)

La température ambiante ne doit pas être inférieure à  $+5^{\circ}\text{C}$  pour les moteurs refroidis par eau. Si tel est le cas, un antigel doit être ajouté à l'eau pour des températures inférieures à  $+5^{\circ}\text{C}$ .

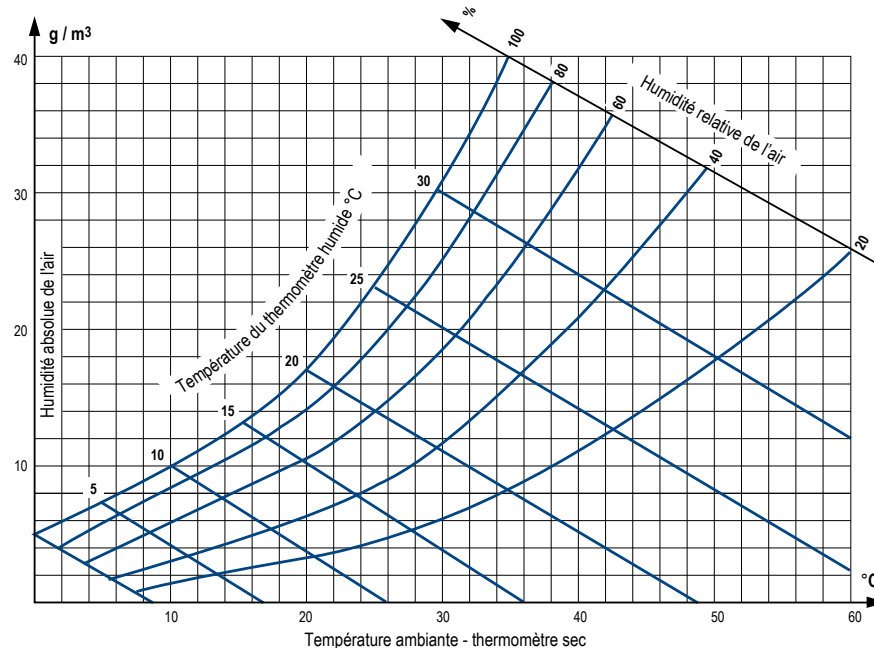
Des conditions de fonctionnement spéciales peuvent être étudiées sur demande.

#### CONDITIONS NORMALES DE STOCKAGE

La zone de stockage doit être fermée et couverte, protégée contre les moisissures, les vapeurs et autres agents (chimiques) agressifs et corrosifs. La température ambiante de la zone de stockage doit être comprise entre  $+5^{\circ}\text{C}$  et  $+60^{\circ}\text{C}$ , à une humidité relative inférieure à 50%, et ne doit pas subir de variations de température brutales. Le stockage à l'extérieur n'est pas recommandé.

Pour la remise en route, voir notice de mise en service.

Dans les climats tempérés, l'humidité relative est comprise entre 50 et 70 %. Pour les valeurs d'ambiances particulières, se reporter au tableau de la page suivante qui fait la relation entre l'humidité relative et les niveaux d'imprégnation.



#### HUMIDITÉ RELATIVE ET ABSOLUE

##### Mesure de l'humidité :

La mesure de l'humidité est faite habituellement à l'aide d'un hygromètre composé de deux thermomètres précis et ventilés, l'un étant sec, l'autre humide. L'humidité absolue, fonction de la lecture des deux thermomètres, est déterminée à partir de la figure ci-contre, qui permet également de déterminer l'humidité relative.

Il est important de fournir un débit d'air suffisant pour atteindre des lectures stables et de lire soigneusement les thermomètres afin d'éviter des erreurs excessives dans la détermination de l'humidité.

#### TROUS D'ÉVACUATION

Pour l'élimination des condensats lors du refroidissement des machines, des trous d'évacuation ont été placés au point bas des enveloppes, selon la position de fonctionnement (IM...). L'obturation des trous est réalisée en standard avec bouchons métalliques. Dans des conditions très particulières, il est conseillé de laisser ouverts en permanence les trous d'évacuation (fonctionnement en ambiance condensante). L'ouverture périodique des trous doit faire partie des procédures de maintenance.

## Environnement

### Imprégnation et protection renforcée

#### PRESSION ATMOSPHÉRIQUE NORMALE (750 MM HG)

Le tableau de sélection ci-dessous permet de choisir le mode de construction le mieux adapté à des fonctionnements dans des ambiances dont la température et l'humidité relative (voir une méthode de détermination de l'humidité relative ou absolue, page précédente) varient dans de larges proportions.

**La protection du bobinage est généralement décrite sous le terme «tropicalisation».**

Pour des ambiances à humidité condensante, nous préconisons l'utilisation du réchauffage des enroulements (voir page suivante).

Température ambiante	Humidité relative	HR ≤ 95%	HR ≥ 95%*
		T° < -16°C	Sur consultation
-16°C à +50°C		Standard	Tropicalisation
T° > +50°C		Sur consultation	Sur consultation
Influence sur la construction		Visserie inox en standard	Tropicalisation : protection rotor et stator

\* *Atmosphère non condensante*

La tropicalisation désigne une protection d'éléments électriques du moteur (rotor, stator et têtes de bobines). Elle peut être proposée en option dans tous les cas de figure.

## Environnement Réchauffage

---

### RÉCHAUFFAGE PAR RÉSISTANCES ADDITIONNELLES

Des conditions climatiques sévères peuvent conduire à l'utilisation de résistances de réchauffage (frettées autour d'un ou des deux chignons de bobinage) permettant de maintenir la température moyenne du moteur, autorisant un démarrage sans problème, et / ou d'éliminer les problèmes dus aux condensations (perte d'isolement des machines).

Les fils d'alimentation des résistances sont ramenés à un domino placé dans une boîte à bornes auxiliaire du moteur.

Les résistances doivent être mises hors-circuit pendant le fonctionnement du moteur.

### Tableau des puissances de résistances de réchauffage par type de moteur LC

Type moteur	Puissance (W)
LC 315 LA/LB	150
LC 315 LKA/LKB/LKC	200
LC 355 LA/LB/LC	
LC 355 LKA/LKB/LKC	300
LC 400 LA	
LC 400 LKA	
LC 450 LA/LB	
LC 500 M/L	400

Les résistances de réchauffage sont alimentées en 200/240 V, monophasé, 50 ou 60 Hz.

### RÉCHAUFFAGE PAR ALIMENTATION COURANT ALTERNATIF

L'utilisation d'une tension alternative monophasée (de 10 à 15 % de la tension nominale), peut être appliquée entre 2 phases placées en série.

Cette méthode est utilisable sur l'ensemble des moteurs.

Cette fonction peut être réalisée par un variateur de fréquence.

## Environnement Peinture

La protection des surfaces est définie dans la norme ISO 12944. Cette norme définit la durée de vie escomptée d'un système de peinture jusqu'à la première application importante de peinture d'entretien. La durabilité n'est pas une garantie.

La norme EN ISO 12944 se compose de 8 parties. La partie 2 traite de la classification des environnements.

Les moteurs Leroy-Somer sont protégés contre les agressions de l'environnement.

Des préparations adaptées à chaque support permettent de rendre la protection homogène.

Référence de couleur de la peinture standard Leroy-Somer :

**RAL 6000**

### PRÉPARATION DES SUPPORTS

Supports	Pièces	Traitement des supports
Fonte	Paliers	Grenailage + Couche primaire d'attente
Acier	Accessoires	Phosphatation + Couche primaire d'attente
	Boîtes à bornes - Capots - Paliers	Poudre Cataphorèse ou Epoxy

### CLASSIFICATION DES ENVIRONNEMENTS

Systèmes de peinture Leroy-Somer en fonction des catégories.

Catégories de corrosivité atmosphérique	Catégorie* de corrosivité Selon ISO 12944-2	Classe de durabilité	ISO 6270	ISO 9227	Fiche LS	Équivalent système Leroy-Somer
			Condensation d'eau Nombre d'heures	Brouillard salin neutre Nombre d'heures		
MOYENNE	C3	Moyenne	120	240	101b	<b>IIa</b>
		Haute	240	480	132b	<b>IIb</b> standard pour moteurs LC
ÉLEVÉE	C4	Limitée	120	240	-	-
		Moyenne	240	480	102c	<b>IIIa</b>
		Haute	480	720	106b	<b>IIIb**</b>
TRÈS ÉLEVÉE (Industrie)	C5-I	Limitée	240	480	165	<b>IVb**</b>
		Moyenne	480	720	140b	<b>Ve**</b>
		Haute	720	1440	-	-
TRÈS ÉLEVÉE (Marine)	C5-M	Limitée	240	480	-	-
		Moyenne	480	720	-	-
		Haute	720	1440	161b	161b**

\* Valeurs communiquées à titre indicatif car les supports sont de nature différentes alors que la norme ne prend en compte que le support acier.

\*\* Évaluation du degré d'enrouillement selon la norme ISO 4628 (aire rouillée entre 1 et 0,5%).

### FINITION CORROBLOC PROPOSÉE EN OPTION

Désignations	Matières	Commentaires
Stator-Rotor		Protection diélectrique et anti-corrosion
Plaques signalétiques	Acier inoxydable	Plaque signalétique : marquage indélébile
Visserie	Acier inoxydable	
Presse-étoupe	Laiton	
Peinture		Système IIIa

Nota : sur les moteurs LC, la visserie et les plaques signalétiques sont prévues de série en acier inoxydable.

## Environnement

### Antiparasitage et protection des personnes

---

#### PARASITES D'ORIGINE AÉRIENNE

##### ÉMISSION

Pour les moteurs de construction standard, l'enveloppe joue le rôle d'écran électromagnétique réduisant à environ 5 gauss ( $5 \times 10^{-4}$  T) l'émission électromagnétique mesurée à 0,25 mètre du moteur.

Cependant une construction spéciale (arbre en acier inoxydable) réduit de façon sensible l'émission électromagnétique.

##### IMMUNITÉ

La construction des enveloppes des moteurs éloigne les sources électromagnétiques externes à une distance suffisante pour que le champ émis, pouvant pénétrer dans l'enveloppe puis dans le circuit magnétique, soit suffisamment faible pour ne pas perturber le fonctionnement du moteur.

#### PARASITES DE L'ALIMENTATION

L'utilisation de systèmes électroniques de démarrage ou de variation de vitesse ou d'alimentation conduit à créer sur les lignes d'alimentation des harmoniques susceptibles de perturber le fonctionnement des machines. Les dimensions des machines, assimilables pour ce domaine à des selfs d'amortissement, tiennent compte de ces phénomènes lorsqu'ils sont définis.

La norme CEI 61000, en cours d'étude, définira les taux de rejection et d'immunité admissibles : seules à ce jour, les machines du marché «Grand public» (s'agissant surtout de moteurs monophasés et de moteurs à collecteur) sont appelées à être équipées de systèmes antiparasites.

Les machines triphasées à cage d'écureuil, par elles-mêmes, ne sont pas émettrices de parasites de ce type. Les équipements de raccordement au réseau (contacteur) peuvent, en revanche, nécessiter des protections antiparasites.

#### APPLICATION DE LA DIRECTIVE 2004/108/CE PORTANT SUR LA COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM)

##### a - pour les moteurs seuls

En vertu de l'amendement 1 de la CEI 60034-1, les moteurs asynchrones ne sont ni émetteurs ni récepteurs (en signaux portés ou aériens) et sont ainsi, par construction, conformes aux exigences essentielles des directives CEM.

##### b - pour les moteurs alimentés par convertisseurs (à fréquence fondamentale fixe ou variable)

Dans ce cas, le moteur n'est qu'un sous-ensemble d'un équipement pour lequel l'ensemblier doit s'assurer de la conformité aux exigences essentielles des directives CEM.

#### APPLICATION DE LA DIRECTIVE BASSE TENSION 2006/95/CE

Tous les moteurs sont soumis à cette directive. Les exigences essentielles portent sur la protection des individus, des animaux et des biens contre les risques occasionnés par le fonctionnement des moteurs (voir notice de mise en service et d'entretien pour les précautions à prendre).

#### APPLICATION DE LA DIRECTIVE MACHINE 2006/42/CE

Tous les moteurs sont prévus pour être incorporés dans un équipement soumis à la directive machine.

#### MARQUAGE CE DES PRODUITS

La matérialisation de la conformité des moteurs aux exigences essentielles des Directives se traduit par l'apposition de la marque **CE** sur les plaques signalétiques et/ou sur les emballages et sur la documentation.



## Construction

### Détermination des roulements et durée de vie

#### RAPPEL - DÉFINITIONS

##### CHARGES DE BASE

###### Charge statique de base $C_0$ :

c'est la charge pour laquelle la déformation permanente au contact d'un des chemins de roulement et de l'élément roulant le plus chargé atteint 0,01 % du diamètre de cet élément roulant.

###### Charge dynamique de base $C$ :

c'est la charge (constante en intensité et direction) pour laquelle la durée de vie nominale du roulement considéré atteint 1 million de tours.

La charge statique de base  $C_0$  et dynamique de base  $C$  sont obtenues pour chaque roulement suivant la méthode ISO 281.

#### DURÉE DE VIE

On appelle durée de vie d'un roulement le nombre de tours (ou le nombre d'heures de fonctionnement à vitesse constante) que celui-ci peut effectuer avant l'apparition des premiers signes de fatigue (écaillage) sur une bague ou élément roulant.

##### Durée de vie nominale $L_{10h}$

Conformément aux recommandations de l'ISO, la durée de vie nominale est la durée atteinte ou dépassée par 90 % des roulements apparemment identiques fonctionnant dans les conditions indiquées par le constructeur.

**Nota :** La majorité des roulements ont une durée supérieure à la durée nominale ; la durée moyenne atteinte ou dépassée par 50 % des roulements est environ 5 fois la durée nominale.

#### DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE NOMINALE

##### Cas de charge et vitesse de rotation constante

La durée de vie nominale d'un roulement exprimée en heures de fonctionnement  $L_{10h}$ , la charge dynamique de base  $C$  exprimée en daN et les charges appliquées (charges radiale  $F_r$  et axiale  $F_a$ ) sont liées par la relation :

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 \cdot N} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

où  $N$  = vitesse de rotation ( $\text{min}^{-1}$ )

$P$  ( $P = X F_r + Y F_a$ ) : charge dynamique équivalente ( $F_r, F_a, P$  en daN)

$p$  : exposant qui est fonction du contact entre pistes et éléments roulants

$p = 3$  pour les roulements à billes

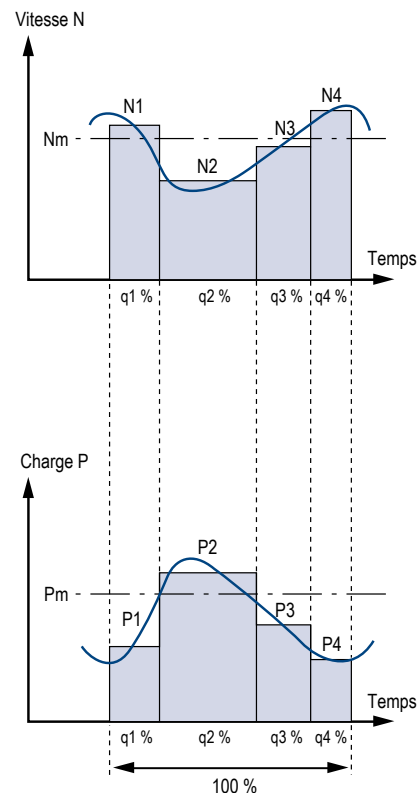
$p = 10/3$  pour les roulements à rouleaux

Les formules permettant le calcul de la charge dynamique équivalente (valeurs des coefficients  $X$  et  $Y$ ) pour les différents types de roulements peuvent être obtenues auprès des différents constructeurs.

##### Cas de charge et vitesse de rotation variable

Pour les paliers dont la charge et la vitesse varient périodiquement la durée de vie nominale est donnée par la relation :

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 \cdot N_m} \cdot \left(\frac{C}{P_m}\right)^p$$



$N_m$  : vitesse moyenne de rotation

$$N_m = N_1 \cdot \frac{q_1}{100} + N_2 \cdot \frac{q_2}{100} + \dots (\text{min}^{-1})$$

$P_m$  : charge dynamique équivalente moyenne

$$P_m = \sqrt[p]{P_1^p \cdot \left(\frac{N_1}{N_m}\right)^{\frac{q_1}{100}} + P_2^p \cdot \left(\frac{N_2}{N_m}\right)^{\frac{q_2}{100}} + \dots} (\text{daN})$$

avec  $q_1, q_2, \dots$  en %

La durée de vie nominale  $L_{10h}$  s'entend pour des roulements en acier à roulements et des conditions de service normales (présence d'un film lubrifiant, absence de pollution, montage correct, etc.).

Toutes les situations et données qui diffèrent de ces conditions conduisent à une réduction ou une prolongation de la durée par rapport à la durée de vie nominale.

##### Durée de vie nominale corrigée

Les recommandations ISO (DIN ISO 281) permettent d'intégrer, dans le calcul de durée, des améliorations des aciers à roulements, des procédés de fabrication ainsi que l'effet des conditions de fonctionnement.

Dans ces conditions la durée de vie théorique avant fatigue  $L_{nah}$  se calcule à l'aide de la formule :

$$L_{nah} = a_1 a_2 a_3 L_{10h}$$

avec :

$a_1$  : facteur de probabilité de défaillance.

$a_2$  : facteur permettant de tenir compte des

qualités de la matière et de son traitement thermique.

$a_3$  : facteur permettant de tenir compte des conditions de fonctionnement (qualité du lubrifiant, température, vitesse de rotation...).

## Construction

### Lubrification et entretien des roulements

#### RÔLE DU LUBRIFIANT

Le lubrifiant a pour rôle principal d'éviter le contact métallique entre éléments en mouvement : billes ou rouleaux, bagues, cages ; il protège aussi le roulement contre l'usure et la corrosion.

La quantité de lubrifiant nécessaire à un roulement est en général relativement petite. Elle doit être suffisante pour assurer une bonne lubrification, sans provoquer d'échauffement gênant. En plus de ces questions de lubrification proprement dite et de température de fonctionnement, elle dépend également de considérations relatives à l'étanchéité et à l'évacuation de chaleur.

Le pouvoir lubrifiant d'une graisse ou d'une huile diminue dans le temps en raison des contraintes mécaniques et du vieillissement. Le lubrifiant consommé ou souillé en fonctionnement doit donc être remplacé ou complété à des intervalles déterminés, par un apport de lubrifiant neuf.

Les roulements peuvent être lubrifiés à la graisse, à l'huile ou, dans certains cas, avec un lubrifiant solide.

#### LUBRIFICATION À LA GRAISSE

Une graisse lubrifiante se définit comme un produit de consistance semi-fluide obtenu par dispersion d'un agent épaississant dans un fluide lubrifiant et pouvant comporter plusieurs additifs destinés à lui conférer des propriétés particulières.

Composition d'une graisse
Huile de base : 85 à 97 %
Épaississant : 3 à 15 %
Additifs : 0 à 12 %

#### L'HUILE DE BASE ASSURE LA LUBRIFICATION

L'huile qui entre dans la composition de la graisse a une importance tout à fait primordiale. Elle seule assure la lubrification des organes en présence en

interposant un film protecteur qui évite leur contact. L'épaisseur du film lubrifiant est directement liée à la viscosité de l'huile et cette viscosité dépend elle-même de la température. Les deux principaux types d'huile entrant dans la composition des graisses sont les huiles minérales et les huiles de synthèse. Les huiles minérales sont bien adaptées aux applications courantes pour des plages de températures allant de -30°C à +150°C.

Les huiles de synthèse offrent des performances qui les rendent indispensables dans le cas d'applications sévères (très fortes amplitudes thermiques, environnement chimiquement agressif, etc.).

#### L'ÉPAISSISSANT DONNE LA CONSISTANCE DE LA GRAISSE

Plus une graisse contient d'épaississant et plus elle sera "ferme". La consistance d'une graisse varie avec la température. Quand celle-ci s'abaisse, on observe un durcissement progressif, et au contraire un ramollissement lorsqu'elle s'élève.

On chiffre la consistance d'une graisse à l'aide d'une classification établie par le National Lubricating Grease Institute. Il existe ainsi 9 grades NLGI, allant de 000 pour les graisses les plus molles à 6 pour les plus dures. La consistance s'exprime par la profondeur à laquelle s'enfonce un cône dans une graisse maintenue à 25°C.

En tenant compte uniquement de la nature chimique de l'épaississant, les graisses lubrifiantes se classent en trois grands types :

• **graisses conventionnelles à base de savons métalliques** (calcium, sodium, aluminium, lithium). Les savons au lithium présentent plusieurs avantages par rapport aux autres savons métalliques : un point de goutte élevé (180° à 200°), une bonne stabilité mécanique et un bon comportement à l'eau.

• **graisses à base de savons complexes**. L'avantage essentiel de ces types de savons est de posséder un point de goutte très élevé (supérieur à 250°C).

• **graisses sans savon**. L'épaississant est un composé inorganique, par exemple de l'argile. Leur principale caractéristique est l'absence de point de goutte, qui les rend pratiquement infusibles.

#### LES ADDITIFS AMÉLIORENT CERTAINES CARACTÉRISTIQUES DES GRAISSES

On distingue deux types de produits d'addition suivant leur solubilité ou non dans l'huile de base.

Les additifs insolubles les plus courants, graphite, bisulfure de molybdène, talc, mica, etc..., améliorent les caractéristiques de frottement entre les surfaces métalliques. Ils sont donc employés pour des applications nécessitant une extrême pression.

Les additifs solubles sont les mêmes que ceux utilisés dans les huiles lubrifiantes : antioxydants, antirouilles etc.

#### TYPE DE GRAISSAGE

Les roulements sont lubrifiés avec une graisse à base de savon polyuré.

## Fonctionnement

### Définition des services types

#### SERVICES TYPES

(selon CEI 60034-1)

Les services types sont les suivants :

##### 1 - Service continu - Service type S1

Fonctionnement à charge constante d'une durée suffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint (voir figure 1).

##### 2 - Service temporaire - Service type S2

Fonctionnement à charge constante pendant un temps déterminé, moindre que celui requis pour atteindre l'équilibre thermique, suivi d'un repos d'une durée suffisante pour rétablir à 2K près l'égalité de température entre la machine et le fluide de refroidissement (voir figure 2).

##### 3 - Service intermittent périodique - Service type S3

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun une période de fonctionnement à charge constante et une période de repos (voir figure 3). Dans ce service, le cycle est tel que le courant de démarrage n'affecte pas l'échauffement de façon significative (voir figure 3).

##### 4 - Service intermittent périodique à démarrage - Service type S4

Suite de cycles de service identiques comprenant une période appréciable de démarrage, une période de fonctionnement à charge constante et une période de repos (voir figure 4).

##### 5 - Service intermittent périodique à freinage électrique - Service type S5

Suite de cycles de service périodiques comprenant chacun une période de démarrage, une période de fonctionnement à charge constante, une période de freinage électrique rapide et une période de repos (voir figure 5).

##### 6 - Service ininterrompu périodique à charge intermittente - Service type S6

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun une période de fonctionnement à charge constante et une période de fonctionnement à vide. Il n'existe pas de période de repos (voir figure 6).

##### 7 - Service ininterrompu périodique à freinage électrique - Service type S7

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun une période de démarrage, une période de fonctionnement à charge constante et une période de freinage électrique. Il n'existe pas de période de repos (voir figure 7).

##### 8 - Service ininterrompu périodique à changements liés de charge et de vitesse - Service type S8

Suite de cycles de service identiques comprenant chacun une période de fonctionnement à charge constante correspondant à une vitesse de rotation prédéterminée, suivie d'une ou plusieurs périodes de fonctionne-

ment à d'autres charges constantes correspondant à différentes vitesses de rotation (réalisées par exemple par changement du nombre de pôles dans le cas des moteurs à induction). Il n'existe pas de période de repos (voir figure 8).

##### 9 - Service à variations non périodiques de charge et de vitesse - Service type S9

Service dans lequel généralement la charge et la vitesse ont une variation non périodique dans la plage de fonctionnement admissible. Ce service inclut fréquemment des surcharges appliquées qui peuvent être largement supérieures à la pleine charge (ou aux pleines charges) (voir figure 9).

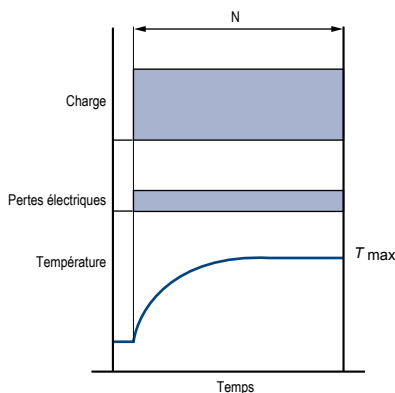
*Note.* - Pour ce service type, des valeurs appropriées à pleine charge devront être considérées comme bases du concept de surcharge.

##### 10 - Service à régimes constants distincts - Service type S10

Service comprenant au plus quatre valeurs distinctes de charges (ou charges équivalentes), chaque valeur étant appliquée pendant une durée suffisante pour que la machine atteigne l'équilibre thermique. La charge minimale pendant un cycle de charge peut avoir la valeur zéro (fonctionnement à vide ou temps de repos) (voir figure 10).

**Note : seul le service S1 est concerné par la CEI 60034-30-1**

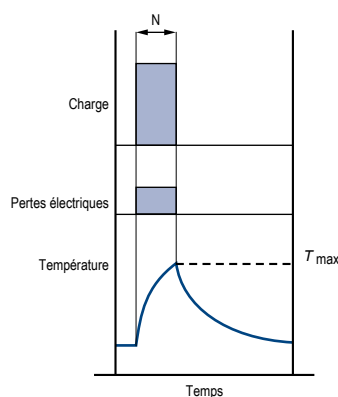
Fig. 1. - Service continu. Service type S1.



N = fonctionnement à charge constante

$T_{max}$  = température maximale atteinte

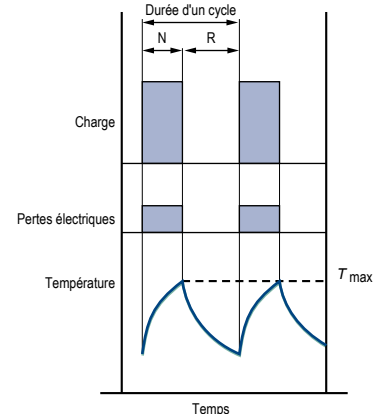
Fig. 2. - Service temporaire. Service type S2.



N = fonctionnement à charge constante

$T_{max}$  = température maximale atteinte

Fig. 3. - Service intermittent périodique. Service type S3.



N = fonctionnement à charge constante

R = repos

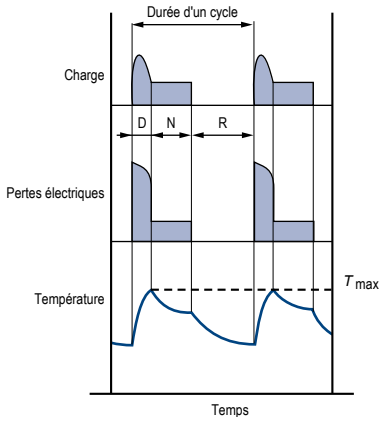
$T_{max}$  = température maximale atteinte

$$\text{Facteur de marche (\%)} = \frac{N}{N + R} \cdot 100$$

## Fonctionnement

### Définition des services types

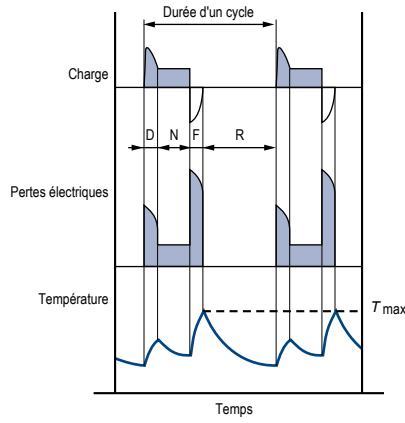
**Fig. 4. - Service intermittent périodique à démarrage. Service type S4.**



D = démarrage  
 N = fonctionnement à charge constante  
 R = repos  
 $T_{max}$  = température maximale atteinte au cours du cycle

$$\text{Facteur de marche (\%)} = \frac{D + N}{N + R + D} \cdot 100$$

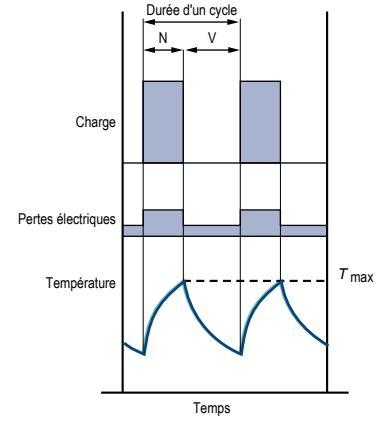
**Fig. 5. - Service intermittent périodique à freinage électrique. Service type S5.**



D = démarrage  
 N = fonctionnement à charge constante  
 F = freinage électrique  
 R = repos  
 $T_{max}$  = température maximale atteinte au cours du cycle

$$\text{Facteur de marche (\%)} = \frac{D + N + F}{D + N + F + R} \cdot 100$$

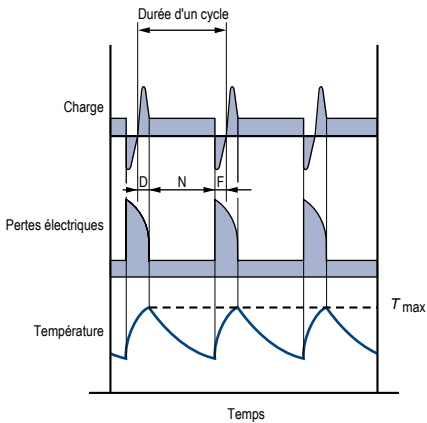
**Fig. 6. - Service ininterrompu périodique à charge intermittente. Service type S6.**



N = fonctionnement à charge constante  
 V = fonctionnement à vide  
 $T_{max}$  = température maximale atteinte au cours du cycle

$$\text{Facteur de marche (\%)} = \frac{N}{N + V} \cdot 100$$

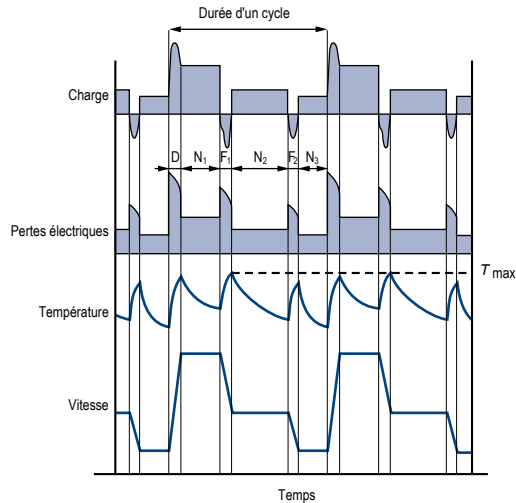
**Fig. 7. - Service ininterrompu périodique à freinage électrique. Service type S7.**



D = démarrage  
 N = fonctionnement à charge constante  
 F = freinage électrique  
 $T_{max}$  = température maximale atteinte au cours du cycle

Facteur de marche = 1

**Fig. 8. - Service ininterrompu périodique à changements liés de charge et de vitesse. Service type S8.**



F1F2 = freinage électrique  
 D = démarrage  
 N1N2N3 = fonctionnement à charges constantes.  
 $T_{max}$  = température maximale atteinte au cours du cycle

$$\text{Facteur de marche} = \frac{D + N_1}{D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3} \cdot 100 \%$$

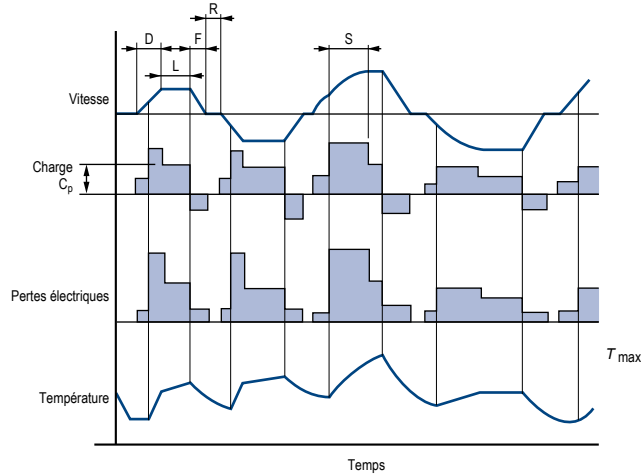
$$\frac{F_1 + N_2}{D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3} \cdot 100 \%$$

$$\frac{F_2 + N_3}{D + N_1 + F_1 + N_2 + F_2 + N_3} \cdot 100 \%$$

## Fonctionnement

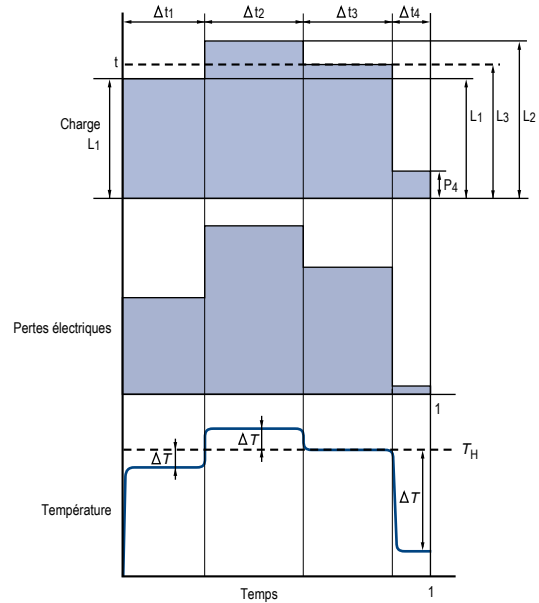
### Définition des services types

Fig. 9. - Service à variations non périodiques de charge et de vitesse. Service type S9.



- D = démarrage
- L = fonctionnement sous des charges variables
- F = freinage électrique
- R = repos
- S = fonctionnement sous surcharge
- $C_p$  = pleine charge
- $T_{max}$  = température maximale atteinte

Fig. 10 - Service à régimes constants distincts. Service type S10.



- L = charge
- N = puissance nominale pour le service type S1
- $p = p / \frac{L}{N}$  = charge réduite
- t = temps
- $T_p$  = durée d'un cycle de régimes
- $t_i$  = durée d'un régime à l'intérieur d'un cycle
- $\Delta t_i = t_i / T_p$  = durée relative (p.u.) d'un régime à l'intérieur d'un cycle
- $P_u$  = pertes électriques
- $H_N$  = température à puissance nominale pour un service type S1
- $\Delta H_i$  = augmentation ou diminution de l'échauffement lors du i-ième régime du cycle

**La détermination des puissances selon les services est traitée dans le chapitre "Fonctionnement", § "Puissance - Couple - Rendement - Cos  $\Phi$ ".**

**Pour les services compris entre S3 et S8 inclus, le cycle par défaut est de 10 minutes sauf contre-indication.**

## Fonctionnement Tension d'alimentation

### RÈGLEMENTS ET NORMES

La norme CEI 60038 indique que la tension de référence européenne est de 230 / 400 V en triphasé et de 230 V en monophasé avec tolérance de  $\pm 10\%$  ensuite.

Les tolérances généralement admises pour les sources d'alimentation sont indiquées ci-dessous :

- Chute de tension maximale entre lieu de livraison du client et lieu d'utilisation du client : 4%.

- Variation de la fréquence autour de la fréquence nominale :

- en régime continu :  $\pm 1\%$
- en régime transitoire :  $\pm 2\%$

- Déséquilibre de tension des réseaux triphasés :

- composante homopolaire et/ou composante inverse par rapport à composante directe :  $< 2\%$

**Les moteurs de ce catalogue sont conçus pour l'utilisation du réseau européen 400 V  $\pm 10\%$  - 50 Hz.**

**Toutes autres tensions et fréquences sont réalisables sur demande.**

## CONSÉQUENCES SUR LE COMPORTEMENT DES MOTEURS

### PLAGE DE TENSION

Les caractéristiques des moteurs subissent bien évidemment des variations lorsque la tension varie dans un domaine de  $\pm 10\%$  autour de la valeur nominale.

Une approximation de ces variations est indiquée dans le tableau ci-dessous.

	Variation de la tension en %				
	UN-10%	UN-5%	UN	UN+5%	UN+10%
Courbe de couple	0,81	0,90	1	1,10	1,21
Glissement	1,23	1,11	1	0,91	0,83
Courant nominal	1,10	1,05	1	0,98	0,98
Rendement nominal	0,97	0,98	1	1,00	0,98
Cos $\varphi$ nominal	1,03	1,02	1	0,97	0,94
Courant de démarrage	0,90	0,95	1	1,05	1,10
Échauffement nominal	1,18	1,05*	1	1*	1,10
P (Watt) à vide	0,85	0,92	1	1,12	1,25
Q (var) à vide	0,81	0,9	1	1,1	1,21

\* Le supplément d'échauffement selon la norme CEI 60034-1 ne doit pas excéder 10 K aux limites  $\pm 5\%$  de UN.

## Fonctionnement Tension d'alimentation

### VARIATION SIMULTANÉE DE LA TENSION ET DE LA FRÉQUENCE

Dans les tolérances définies dans le guide 106 de la CEI, la sollicitation et le comportement de la machine restent inaltérés si les variations sont de même signe et que le rapport tension fréquence  $U/f$  reste constant.

Dans le cas contraire, les variations de comportement sont importantes et nécessitent souvent une taille spécifique de la machine.

Variation des caractéristiques principales, (approximation) dans les limites définies dans le guide 106 de la norme CEI.

$U/f$	$P_u$	$M$	$N$	$\cos \varphi$	Rendement
Constant	$P_u \frac{f'}{f}$	$M$	$N \frac{f'}{f}$	$\cos \varphi$ inchangé	Rendement inchangé
Variable	$P_u \left(\frac{u'/u}{f/f}\right)^2$	$M \left(\frac{u'/u}{f/f}\right)^2$	$N \frac{f'}{f}$	Dépendent de l'état de saturation de la machine	

$M$  = valeurs des moments de démarrage, minimaux et maximaux.

### UTILISATION DES MOTEURS 400V - 50 HZ SUR DES RÉSEAUX 460V - 60 HZ

Pour une puissance utile en 60 Hz égale à la puissance utile en 50 Hz, les caractéristiques principales sont modifiées selon les variations suivantes :

- Rendement augmente de 0,5 à 1,5 %.

- Facteur de puissance diminue de 0,5 à 1,5 %

- Courant nominal diminue de 0 à 5 %

- ID / IN augmente de 10% environ

- Glissement, couple nominal MN, MD / MN, MM / MN restent sensiblement constants.

**Remarque :**

**Pour les marchés Nord-Américains, il est nécessaire de prévoir une construction particulière pour répondre aux exigences réglementaires.**

### UTILISATION SUR DES RÉSEAUX DE TENSIONS U' différentes des tensions des tableaux de caractéristiques

Dans ce cas, les bobinage des machines devront être adaptés.

En conséquence, seules les valeurs des courants seront changées et

deviennent :

$$I' = I_{400V} \times \frac{400}{U'}$$

### DÉSÉQUILIBRE DE TENSION

Le calcul du déséquilibre se fait par la relation suivante :

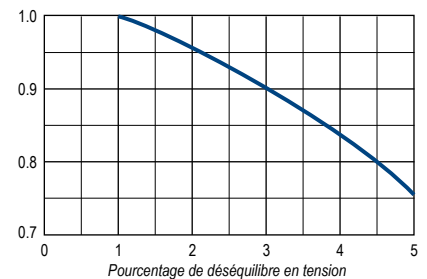
$$\text{Déséquilibre en tension en \%} = 100 \times \frac{\text{écart maximal de tension par rapport à la valeur moyenne de la tension}}{\text{valeur moyenne de la tension}}$$

L'incidence sur le comportement du moteur est résumée par le tableau ci-contre.

Lorsque ce déséquilibre est connu avant

l'acquisition du moteur, il est conseillé pour définir le type du moteur d'appliquer la règle de déclassement indiquée par la norme CEI 60892 et résumée par le graphe ci-contre.

Valeur du déséquilibre %	0	2	3,5	5
Courant stator	100	101	104	107,5
Accroissement des pertes %	0	4	12,5	25
Échauffement	1	1,05	1,14	1,28

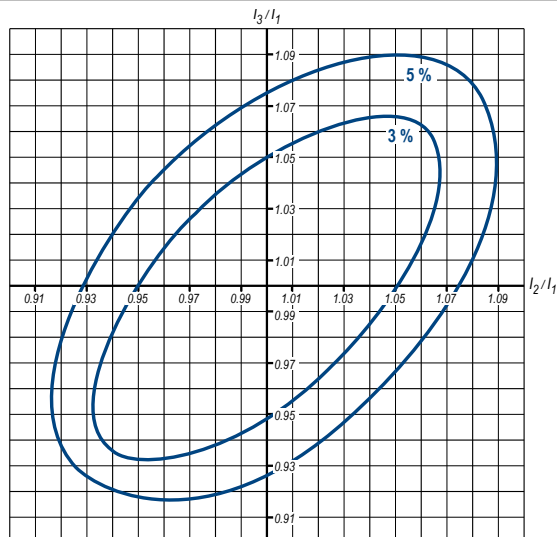


### DÉSÉQUILIBRE DU COURANT

Dans les machines, le déséquilibre de tension induit des déséquilibres de courant. Les dissymétries naturelles de construction induisent elles aussi des dissymétries de courant.

L'abaque ci-contre indique pour un système triphasé de courants sans composante homopolaire (neutre non réel ou non relié), les rapports pour lesquels la composante inverse est égale à 5 % (respectivement 3 %) de la composante directe.

À l'intérieur de la courbe, la composante inverse est inférieure à 5 % (respectivement 3 %).



Fonctionnement

Classe d'isolation - Échauffement et réserve thermique

CLASSE D'ISOLATION

Les machines de ce catalogue sont conçues avec un système d'isolation des enroulements de classe F.

La classe thermique F autorise des échauffements (mesurés par la méthode de variation de résistance) de 105 K et des températures maximales aux points chauds de la machine de 155 °C (Réf. CEI 60085 et CEI 60034-1).

L'imprégnation globale dans un vernis tropicalisé de classe thermique 180 °C confère une protection contre les nuisances de l'ambiance : humidité relative de l'air jusqu'à 95 %, parasites, ...

En exécutions spéciales, le bobinage est réalisé en classe H et/ou imprégné avec des vernis sélectionnés permettant le fonctionnement en ambiance à température élevée où l'humidité relative de l'air peut atteindre 100 %.

Le contrôle de l'isolation des bobinages se fait de 2 façons :

a - Contrôle diélectrique consistant à vérifier le courant de fuite, sous une tension appliquée de (2U + 1000) V, dans les conditions conformes à la norme CEI 60034-1 (essai systématique).

b - Contrôle de la résistance d'isolement des bobines entre elles et des bobines par rapport à la masse (essai par prélèvement) sous une tension de 500 V ou de 1000 V en courant continu.

ÉCHAUFFEMENT ET RÉSERVE THERMIQUE

La construction des machines refroidies liquide Leroy-Somer conduit à un échauffement maximal des enroulements de 80 K dans les conditions normales d'utilisation (ambiance de 40°C, altitude inférieure à 1000 m, tension et fréquence nominales, charge nominale et une température d'entrée d'eau < 38°C).

Il résulte de cette construction une réserve thermique liée aux facteurs suivants :

- un écart de 25 K entre l'échauffement nominal (U<sub>n</sub>, F<sub>n</sub>, P<sub>n</sub>) et l'échauffement autorisé (105 K), pour la classe F d'isolation.
- un écart de 10°C minimum aux extrémités de tension.

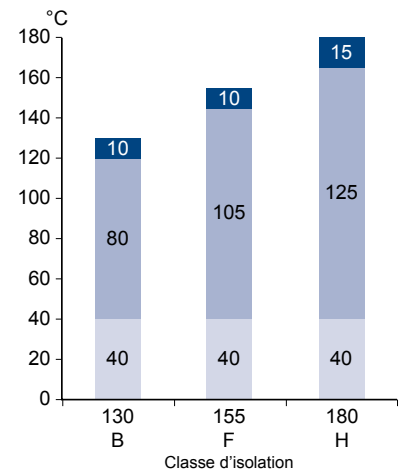
Le calcul de l'échauffement (Δθ), selon les normes CEI 60034-1 et 60034-2-1, est réalisé selon la méthode de la variation de résistance des enroulements, par la formule suivante :

$$\Delta T = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + T_1) + (T_1 - T_2)$$

R<sub>1</sub> : résistance à froid mesurée à la température ambiante T<sub>1</sub>

R<sub>2</sub> : résistance stabilisée à chaud mesurée à la température ambiante T<sub>2</sub>  
 235 : coefficient correspondant à un bobinage en cuivre (dans le cas de bobinage aluminium, il devient 225).

Échauffement (ΔT\*) et températures maximales des points chauds (Tmax) selon les classes d'isolation (norme CEI 60034 - 1).



■ T<sub>max</sub> de suréchauffement aux points chauds  
 ■ Échauffement  
 ■ Température ambiante





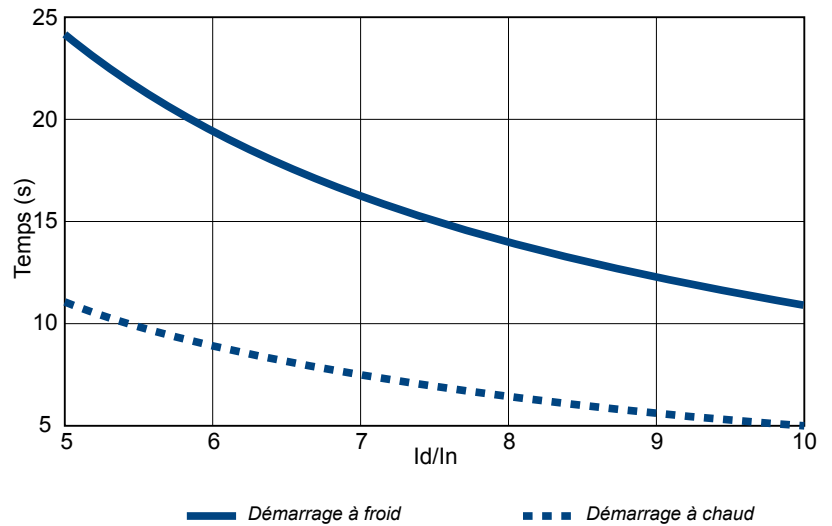
## Fonctionnement

### Temps de démarrage et appel de courant

#### TEMPS DE DÉMARRAGE ET TEMPS ROTOR BLOQUÉ ADMISSIBLES

Les temps de démarrage calculés doivent rester dans les limites du graphe ci-contre qui définit les temps de démarrages maximaux en fonction des appels de courant. On admet de réaliser 2 démarrages consécutifs à partir de l'état froid et 1 démarrage à partir de l'état chaud (après la stabilisation thermique à la puissance nominale). Entre chaque démarrage consécutif, un arrêt d'au moins 15 minutes doit être observé.

Temps de démarrage admissible des moteurs en fonction du rapport  $I_D/I_N$



**Note :** pour des demandes particulières un calcul précis peut être réalisé.



## Fonctionnement

### Puissance - Couple - Rendement - Cos φ

#### DÉFINITIONS

La puissance utile ( $P_u$ ) sur l'arbre du moteur est liée au couple ( $M$ ) par la relation :

$$P_u = M \cdot \omega$$

où  $P_u$  en W,  $M$  en N.m,  $\omega$  en rad/s et où  $\omega$  s'exprime en fonction de la vitesse de rotation en  $\text{min}^{-1}$  par la relation :

$$\omega = 2\pi \cdot N / 60$$

La puissance active ( $P$ ), absorbée sur le réseau, s'exprime en fonction des

puissances apparente ( $S$ ) et réactive ( $Q$ ) par la relation :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

( $S$  en VA,  $P$  en W et  $Q$  en VAR)

La puissance  $P$  est liée à la puissance  $P_u$  par la relation :

$$P = \frac{P_u}{\eta}$$

où  $\eta$  est le rendement de la machine.

La puissance utile  $P_u$  sur l'arbre moteur s'exprime en fonction de la tension entre phase du réseau ( $U$  en Volts), du courant de ligne absorbée ( $I$  en Ampères) par la relation :

$$P_u = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \eta$$

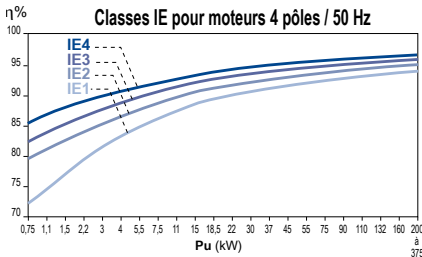
où  $\cos \varphi$  est le facteur de puissance dont la valeur est trouvée en faisant le rapport :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

#### RENDEMENT

Dans l'esprit des accords des conférences internationales depuis celle de Rio jusqu'à celle de Paris (COP21), **la nouvelle génération des moteurs refroidis liquide** a été conçue en améliorant les caractéristiques de rendement pour concourir à la diminution de la pollution atmosphérique (gaz carbonique).

L'amélioration des rendements des moteurs industriels basse tension (représentant environ 50 % de la puissance installée dans l'industrie) a un fort impact dans la consommation d'énergie.



**CEI 60034-30-1 définit quatre classes de rendement pour les moteurs 2, 4, 6 et 8 pôles de 0,12 à 1000 kW.**



#### Avantages liés à l'amélioration des rendements :

Caractéristiques moteur	Incidences sur le moteur	Bénéfices client
Augmentation du rendement et du facteur de puissance	-	Coût d'exploitation plus faible. Durée de vie augmentée (x2 ou 3). Retour sur investissement réduit
Diminution du bruit	-	Amélioration des conditions de travail
Diminution des vibrations	-	Tranquillité de fonctionnement et augmentation de la durée de vie des organes entraînés
Diminution de l'échauffement	Augmentation de la durée de vie des composants fragiles (composants des systèmes d'isolation, graisse des roulements)	Réduction des incidents d'exploitation et diminution des coûts de maintenance
	Augmentation de la capacité de surcharges instantanées ou prolongées	Champ d'applications élargi (tensions, altitude, température ambiante...)

## Fonctionnement

### Puissance - Couple - Rendement - Cos φ

#### DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE NOMINALE $P_N$ EN FONCTION DES SERVICES

##### RÈGLES GÉNÉRALES POUR MOTEURS STANDARD

$$P_n = \sqrt{\frac{n \times t_d \times [I_D/I_n \times P]^2 + (3600 - n \times t_d)P^2 \times \text{fdm}}{3600}}$$

Calcul itératif qui doit être fait avec :

- $t_d(s)$  temps de démarrage réalisé avec moteur de puissance  $P_{(w)}$
- $n$  nombre de démarrages (équivalents) par heure
- $\text{fdm}$  facteur de marche (décimal)
- $I_D/I_n$  appel de courant du moteur de puissance  $P$
- $P_{u(w)}$  puissance utile du moteur pendant le cycle d'utilisation  $\text{fdm}$  (en décimal), facteur de marche
- $P_{(w)}$  puissance nominale du moteur choisi pour le calcul

S1	$\text{fdm} = 1 ; n \leq 4$
S2	$n = 1$ durée de fonctionnement déterminée par CdC
S3	$\text{fdm}$ selon CdC ; $n \sim 0$ (pas d'effet du démarrage sur l'échauffement)
S4	$\text{fdm}$ selon CdC ; $n$ selon CdC ; $t_d, P_{u, P}$ selon CdC (remplacer $n$ par $4n$ dans la formule ci-dessus)
S5	$\text{fdm}$ selon CdC ; $n = n$ démarrages + 3 n freinages = $4n$ ; $t_d, P_{u, P}$ selon CdC (remplacer $n$ par $4n$ dans la formule ci-dessus)
S6	$P = \sqrt{\frac{\sum n_i (P_i^2 \cdot t_i)}{\sum n_i t_i}}$
S7	même formule qu'en S5 mais $\text{fdm} = 1$
S8	en grande vitesse, même formule qu'en S1 en petite vitesse, même formule qu'en S5
S9	formule du service S8 après description complète du cycle avec $\text{fdm}$ sur chaque vitesse
S10	même formule qu'en S6

Voir en outre les précautions à prendre ci-après. Tenir compte aussi des variations de la tension et/ou de la fréquence qui peuvent être supérieures à celles normalisées. Tenir compte aussi des applications (générales à couple constant, centrifuges à couple quadratique, ...).

#### DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE EN RÉGIME INTERMITTENT POUR MOTEUR ADAPTÉ

##### PUISSANCE EFFICACE DU SERVICE INTERMITTENT

C'est la puissance nominale absorbée par la machine entraînée, généralement déterminée par le constructeur.

Si la puissance absorbée par la machine est variable au cours d'un cycle, on détermine la puissance efficace  $P$  par la relation :

$$P = \sqrt{\frac{\sum n_i (P_i^2 \cdot t_i)}{\sum n_i t_i}} = \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + \dots + P_n^2 \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

si pendant le temps de marche d'un cycle, les puissances absorbées sont :

- $P_1$  pendant le temps  $t_1$
- $P_2$  pendant le temps  $t_2$
- $P_n$  pendant le temps  $t_n$

On remplacera les valeurs de puissance inférieures à 0,5  $P_N$  par 0,5  $P_N$  dans le calcul de la puissance efficace  $P$  (cas particulier des fonctionnements à vide).

Il restera en outre à vérifier que pour le moteur de puissance  $P_N$  choisi :

- le temps de démarrage réel est au plus égal à cinq secondes.
- la puissance maximale du cycle n'excède pas deux fois la puissance utile nominale  $P$ .
- le couple accélérateur reste toujours suffisant pendant la période de démarrage.

##### Facteur de charge (FC)

Il s'agit du rapport, exprimé en %, de la durée de fonctionnement en charge pendant le cycle à la durée totale de mise sous-tension pendant le cycle.

##### Facteur de marche (fdm)

Il s'agit du rapport, exprimé en %, de la durée de mise sous tension du moteur pendant le cycle à la durée totale du cycle, à condition que celle-ci soit inférieure à 10 minutes.

##### Classe de démarrages

Classe :  $n = nD + k.nF + k'.n_i$

$nD$  : nombre de démarrages complets dans l'heure ;

$nF$  : nombre de freinages électriques dans l'heure.

Par freinage électrique, on entend tout freinage qui fait intervenir, de façon directe, le bobinage stator ou le bobinage rotor :

- Freinage hypersynchrone (avec changeur de fréquence, moteur à plusieurs polarités, etc.).

- Freinage par contre-courant (le plus fréquemment utilisé).

- Freinage par injection de courant continu.

$n_i$  : nombre d'impulsions (démarrages incomplets jusqu'au tiers de la vitesse au maximum) dans l'heure.

$k$  et  $k'$  constantes déterminées comme suit :

	$k$	$k'$
Moteurs à cage	3	0,5

- Une inversion du sens de rotation comporte un freinage (généralement électrique) et un démarrage.

- Le freinage par frein électromécanique Leroy-Somer, comme par tout autre frein indépendant du moteur, n'est pas un freinage électrique au sens indiqué ci-dessus.

Fonctionnement

Puissance - Couple - Rendement - Cos φ

**TRAITEMENT D'UN DÉCLASSEMENT PAR LA MÉTHODE ANALYTIQUE**

**Critères d'entrée (charge)**

- Puissance efficace pendant le cycle = P
- Moment d'inertie entraînée ramenée à la vitesse du moteur : Je
- Facteur de Marche = f<sub>dm</sub>
- Classe de démarrages/heure = n
- Couple résistant pendant le démarrage M<sub>r</sub>

**Choix dans le catalogue**

- Puissance nominale du moteur = PN
- Courant de démarrage I<sub>d</sub>, cosφD
- Moment d'inertie rotor J<sub>r</sub>
- Couple moyen de démarrage M<sub>mot</sub>
- Rendement à PN(η<sub>PN</sub>) et à P(η<sub>P</sub>)

**Calculs**

- Temps de démarrage :

$$t_d = \frac{\pi}{30} \cdot N \cdot \frac{(J_e + J_r)}{M_{mot} - M_r}$$

- Durée cumulée de démarrage dans l'heure :

$$n \times t_d$$

- Énergie à dissiper par heure pendant les démarrages = somme de l'énergie dissipée dans le rotor (= énergie de mise en vitesse de l'inertie) et de l'énergie dissipée dans le stator, pendant le temps démarrage cumulée par heure :

$$E_d = \frac{1}{2} (J_e + J_r) \left( \frac{\pi \cdot N}{30} \right)^2 \times n + n \times t_d \sqrt{3} U_d \cos \phi_d$$

- Énergie à dissiper en fonctionnement

$$E_f = P \cdot (1 - \eta_P) \cdot [(f_{dm}) \times 3600 - n \times t_d]$$

- Énergie que le moteur peut dissiper à puissance nominale avec le facteur de marche du Service intermittent.

$$E_m = (f_{dm}) \cdot 3600 \cdot P_N \cdot (1 - \eta_{PN})$$

(on néglige les calories dissipées lorsque le moteur est à l'arrêt).

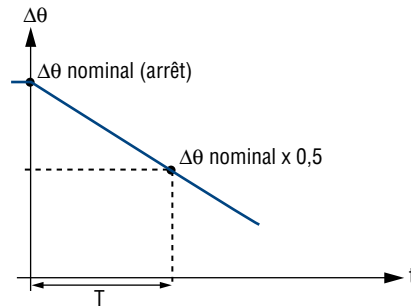
Le dimensionnement est correct si la relation suivante est vérifiée =

$$E_m \geq E_d + E_f$$

au cas où le calcul de E<sub>d</sub> + E<sub>f</sub> est inférieur à 0,75 E<sub>m</sub> vérifier si un moteur de puissance immédiatement inférieure ne peut convenir.

**CONSTANTE THERMIQUE ÉQUIVALENTE**

La constante thermique équivalente permet de prédéterminer le temps de refroidissement des machines.



$$\text{Constante thermique} = \frac{T}{\ln 2} = 1,44 T$$

Courbe de refroidissement  $\Delta\theta = f(t)$

avec :

$\Delta\theta$  = échauffement en service S1

T = durée nécessaire pour passer de l'échauffement nominal à la moitié de sa valeur

t = temps

ln = logarithme népérien

**SURCHARGE INSTANTANÉE APRÈS FONCTIONNEMENT EN SERVICE S1**

Sous tension et fréquence nominales, les moteurs peuvent supporter une surcharge de :

Une surcharge de 140% est possible pendant maximum 10".

Une surcharge de 120% est possible pendant maximum 5', 1 fois par heure.

Il faudra cependant s'assurer que le couple maximal soit très supérieur à 1,5 fois le couple nominal correspondant à la surcharge.

**INFLUENCE DE LA CHARGE SUR LE RENDEMENT ET LE COS φ**

*Voir les grilles de sélection.*

Le surclassement des moteurs dans de nombreuses applications les fait fonctionner aux environs de 3/4 charge où le rendement des moteurs est généralement optimal.

## Fonctionnement Niveau de bruit

### BRUIT ÉMIS PAR LES MACHINES TOURNANTES

Les vibrations mécaniques d'un corps élastique créent dans un milieu compressible, des ondes de pression caractérisées par leur amplitude et leur fréquence. Les ondes de pression correspondent à un bruit audible si leur fréquence est située entre 16 Hz et 16000 Hz.

La mesure du bruit se fait à l'aide d'un microphone relié à un analyseur de fréquence. Elle se fait en chambre sourde sur des machines à vide et permet d'établir un niveau de pression acoustique  $L_p$  ou un niveau de puissance acoustique  $L_w$ . Elle se fait aussi in situ sur des machines pouvant être en charge par la méthode d'intensimétrie acoustique qui permet de séparer l'origine des sources et de restituer à la machine testée sa seule émission acoustique.

La notion de bruit est liée à la sensation auditive. La détermination de la sensation sonore produite est effectuée en intégrant les composantes fréquentielles pondérées par des courbes isosoniques (sensation de niveau sonore constant) en fonction de leur intensité.

La pondération est réalisée sur les sonomètres par des filtres dont les bandes passantes tiennent compte, dans une certaine mesure, des propriétés physiologiques de l'oreille :

**Filtre A** : utilisé en niveaux acoustiques faibles et moyens. Forte atténuation, faible bande passante.

**Filtre B** : utilisé en niveaux acoustiques très élevés. Bande passante élargie.

**Filtre C** : très faible atténuation sur toute la plage de fréquence audible.

Le filtre A est le plus fréquemment utilisé pour les niveaux sonores des machines tournantes. C'est avec lui que sont établies les caractéristiques normalisées.

Quelques définitions de base :

Unité de référence bel, sous-multiple le décibel dB, utilisé ci-après.

Niveau de pression acoustique (dB)

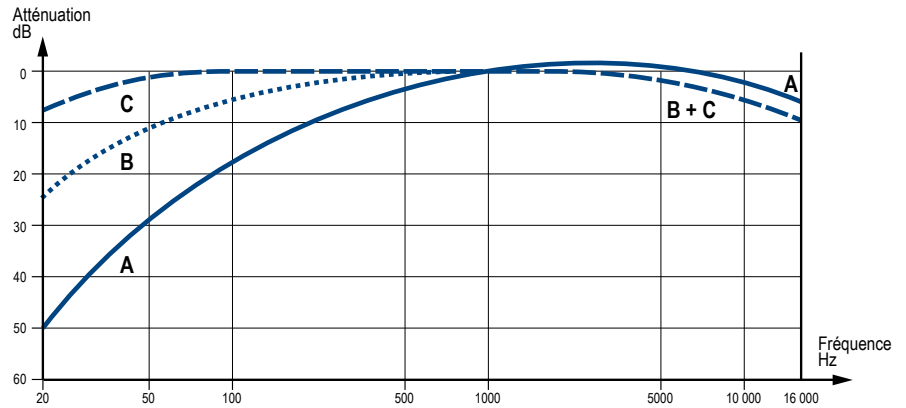
$$L_p = 20 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

Niveau de puissance acoustique (dB)

$$L_w = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad p_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

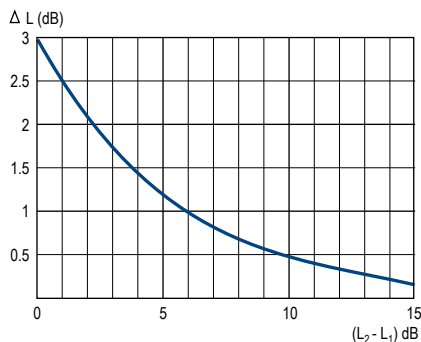
Niveau d'intensité acoustique (dB)

$$L_w = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$



### CORRECTIONS DES MESURES

Pour des écarts de niveaux inférieurs à 10 dB entre 2 sources ou avec le bruit de fond, on peut réaliser des corrections par addition ou soustraction selon les règles suivantes :

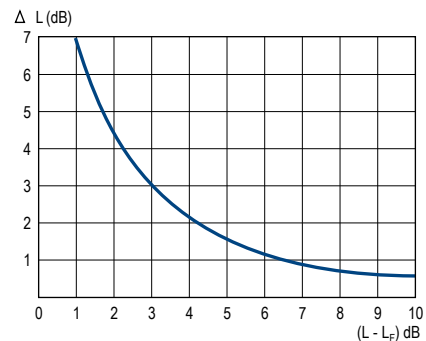


#### Addition de niveaux

Si  $L_1$  et  $L_2$  sont les niveaux mesurés séparément ( $L_2 \geq L_1$ ), le niveau acoustique  $L_R$  résultant sera obtenu par la relation :

$$L_R = L_2 + \Delta L$$

$\Delta L$  étant obtenu par la courbe ci-dessus.



#### Soustraction de niveaux\*

L'application la plus courante correspond à l'élimination du bruit de fond d'une mesure effectuée en ambiance «bruyante».

Si  $L$  est le niveau mesuré,  $L_f$  le niveau du bruit de fond, le niveau acoustique réel  $L_R$  sera obtenu par la relation :

$$L_R = L - \Delta L$$

$\Delta L$  étant obtenu par la courbe ci-dessus.

\*Cette méthode est utilisée pour les mesures classiques de niveau de pression et de puissance acoustique. La méthode de mesure de niveau d'intensité acoustique intègre cette méthode par principe.

## Fonctionnement

### Niveau de bruit pondéré [dB(A)]

---

Selon la norme CEI 60034-9, les valeurs garanties sont données pour une machine fonctionnant à vide sous les conditions nominales d'alimentation (CEI 60034-1), dans la position de fonctionnement prévue en service réel, éventuellement dans le sens de rotation de conception.

Dans ces conditions, les limites de niveaux de puissance acoustique normalisées sont indiquées en regard des valeurs obtenues pour les machines définies dans ce catalogue.

(Les mesures étant réalisées conformément aux exigences des normes ISO 1680).

Exprimés en puissance acoustique ( $L_w$ ) selon la norme, les niveaux de bruit sont aussi indiqués en pression acoustique ( $L_p$ ) dans les grilles de sélection.

La tolérance maximale normalisée sur toutes ces valeurs est de + 3dB(A).



**Les niveaux de bruit des moteurs de ce catalogue sont indiqués dans les chapitres “caractéristiques électriques”.**

## Fonctionnement Vibrations

### NIVEAU DE VIBRATION DES MACHINES - ÉQUILIBRAGE

Les dissymétries de construction (magnétique, mécanique et aéraulique) des machines conduisent à des vibrations sinusoïdales (ou pseudo sinusoïdales) réparties dans une large bande de fréquences. D'autres sources de vibrations viennent perturber le fonctionnement : mauvaise fixation du bâti, accouplement incorrect, désalignement des paliers, etc.

On s'intéressera en première approche aux vibrations émises à la fréquence de rotation, correspondant au balourd mécanique dont l'amplitude est prépondérante sur toutes celles des autres fréquences et pour laquelle l'équilibrage dynamique des masses en rotation a une influence déterminante.

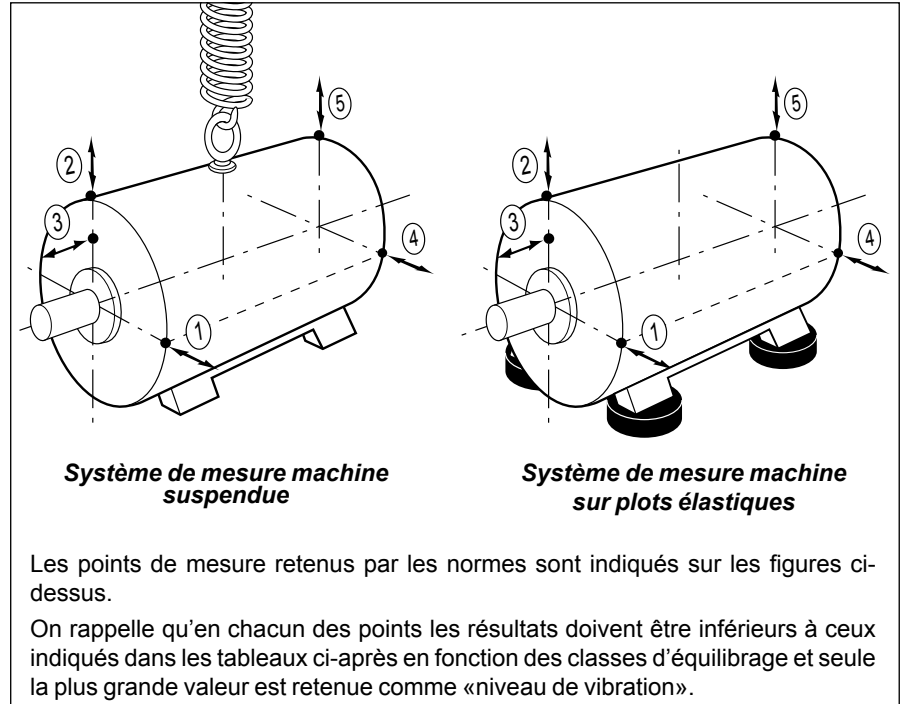
Selon la norme ISO 8821, les machines tournantes peuvent être équilibrées avec ou sans clavette ou avec une demi-clavette sur le bout d'arbre.

Selon les termes de la norme ISO 8821, le mode d'équilibrage est repéré par un marquage sur le bout d'arbre :

- équilibrage demi-clavette : lettre H, en standard
- équilibrage clavette entière : lettre F
- équilibrage sans clavette : lettre N.

Cependant, selon les habitudes, on gardera le tableau des amplitudes de vibration (pour le cas des vibrations sinusoïdales et assimilées).

**Les machines de ce catalogue sont de classe de vibration de niveau A - Le niveau B peut être réalisé sur demande particulière.**



Les points de mesure retenus par les normes sont indiqués sur les figures ci-dessus.

On rappelle qu'en chacun des points les résultats doivent être inférieurs à ceux indiqués dans les tableaux ci-après en fonction des classes d'équilibrage et seule la plus grande valeur est retenue comme «niveau de vibration».

### GRANDEUR MESURÉE

La vitesse de vibration peut être retenue comme grandeur mesurée. C'est la vitesse avec laquelle la machine se déplace autour de sa position de repos. Elle est mesurée en mm/s.

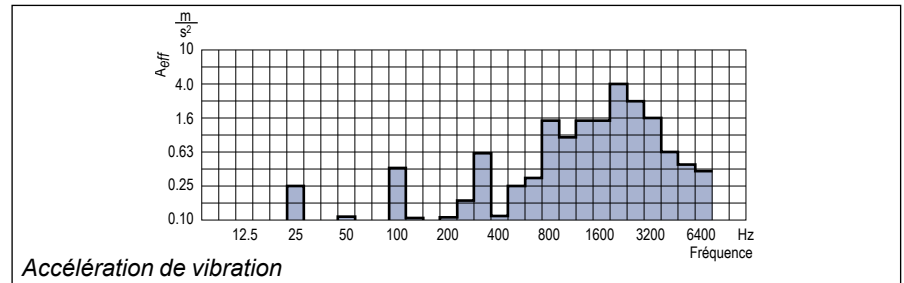
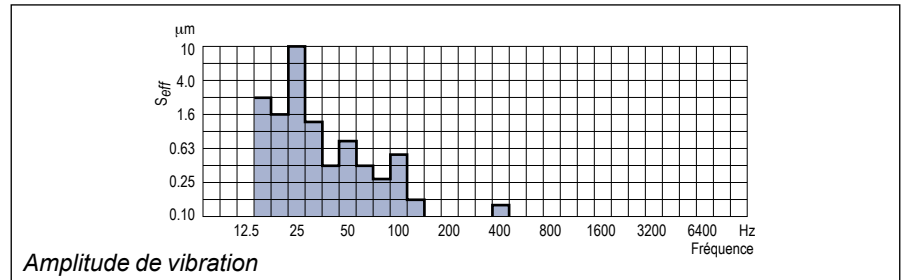
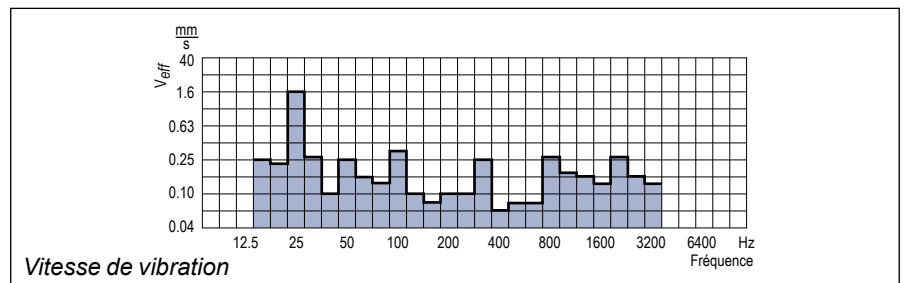
Puisque les mouvements vibratoires sont complexes et non harmoniques, c'est la moyenne quadratique (valeur efficace) de la vitesse de vibration qui sert de critère d'appréciation du niveau de vibration.

On peut également choisir, comme grandeur mesurée, l'amplitude de déplacement vibratoire (en  $\mu\text{m}$ ) ou l'accélération vibratoire (en  $\text{m/s}^2$ ).

Si l'on mesure le déplacement vibratoire en fonction de la fréquence, la valeur mesurée décroît avec la fréquence : les phénomènes vibratoires à haute fréquence n'étant pas mesurables.

Si l'on mesure l'accélération vibratoire, la valeur mesurée croît avec la fréquence : les phénomènes vibratoires à basse fréquence (balourds mécaniques) n'étant ici pas mesurables.

La vitesse efficace de vibration a été retenue comme grandeur mesurée par les normes.



## Fonctionnement Vibrations

### ÉQUILIBRAGE DE L'ACCOUPLLEMENT

Pour connaître l'équilibrage moteur, se reporter à sa plaque signalétique.

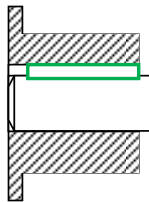
Les moteurs sont équilibrés 1/2 clavette en standard, sauf indication contraire. Par conséquent, il faut adapter l'équilibrage de l'accouplement à l'équilibrage du moteur et adapter l'accouplement à la longueur de la clavette ou usiner les parties visibles, débordantes de la clavette.

Il est possible d'utiliser une clavette adaptée.

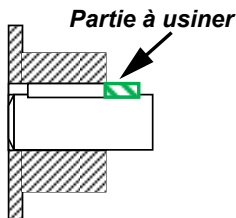
**Important : le non-suivi de ces recommandations peut entraîner une usure prématurée des roulements et remettre en cause la garantie légale.**

#### MONTAGES CONFORMES

Accouplement adapté à la longueur de la clavette

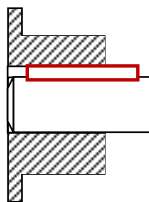


Usinage des parties visibles et débordantes de la clavette



#### MONTAGE NON CONFORME

Clavette débouchante non usinée.  
Accouplement non adapté la longueur de clavette



### LIMITES DE MAGNITUDE VIBRATOIRE MAXIMALE, EN DÉPLACEMENT, VITESSE ET ACCÉLÉRATION EN VALEURS EFFICACES POUR UNE HAUTEUR D'AXE H (CEI 60034-14)

Niveau de vibration	H > 280		
	Déplacement $\mu\text{m}$	Vitesse mm/s	Accélération $\text{m/s}^2$
A	45	2,8	4,4
B	29	1,8	2,8

Pour les grosses machines et les besoins spéciaux en niveau de vibrations, un équilibrage *in situ* (montage fini) peut être réalisé.

Dans cette situation, un accord doit être établi, car les dimensions des machines peuvent être modifiées à cause de l'adjonction nécessaire de disques d'équilibrage montés sur les bouts d'arbres.



## Fonctionnement Optimisation de l'utilisation

### PROTECTION THERMIQUE


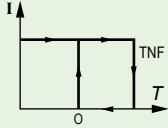
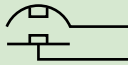
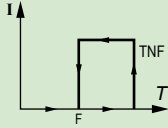

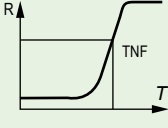
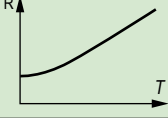
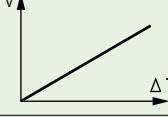
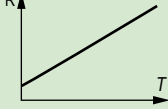
La protection des moteurs est assurée par un disjoncteur magnétothermique à commande manuelle ou automatique, placé entre le sectionneur et le moteur. Ce disjoncteur peut être accompagné de fusibles.

En cas de pilotage par variateur, la fonction de protection thermique du moteur peut être effectuée par le variateur.

Ces équipements de protection assurent une protection globale des moteurs contre les surcharges à variation lente. Si l'on veut diminuer le temps de réaction, si l'on veut détecter une surcharge instantanée, si l'on veut suivre l'évolution de la température aux « points chauds » du moteur ou à des points caractéristiques pour la maintenance de l'installation, il est conseillé d'installer des sondes de protection thermique placées aux points sensibles. Leur type et leur description

font l'objet du tableau ci-après. Il faut souligner qu'en aucun cas ces sondes ne peuvent être utilisées pour réaliser une régulation directe des cycles d'utilisation des moteurs.

### PROTECTIONS THERMIQUES INDIRECTES INCORPORÉES

Type	Principe du fonctionnement	Courbe de fonctionnement	Pouvoir de coupure (A)	Protection assurée	Montage Nombre d'appareils*
Protection thermique à ouverture <b>PTO</b>	Bilame à chauffage indirect avec contact à ouverture (O) 		2,5 A sous 250 V à cos φ 0,4	surveillance globale surcharges lentes	Montage dans circuit de commande  2 en série
Protection thermique à fermeture <b>PTF</b>	Bilame à chauffage indirect avec contact à fermeture (F) 		2,5 A sous 250 V à cos φ 0,4	surveillance globale surcharges lentes	Montage dans circuit de commande  2 en parallèle
Thermistance à coefficient de température positif <b>CTP</b>	Résistance variable non linéaire à chauffage indirect 		0	surveillance globale surcharges rapides	Montage avec relais associé dans circuit de commande  3 en série
Sonde thermique <b>KT Y</b>	Résistance dépend de la température de l'enroulement		0	surveillance continue de grande précision des points chauds clés	Montage dans les tableaux de contrôle avec appareil de lecture associé (ou enregistreur)  1/point à surveiller
Thermocouples <b>T</b> (T < 150 °C) Cuivre Constantan <b>K</b> (T < 1000 °C) Cuivre Cuivre-Nickel	Effet Peltier		0	surveillance continue ponctuelle des points chauds	Montage dans les tableaux de contrôle avec appareil de lecture associé (ou enregistreur)  1/point à surveiller
Sonde thermique au platine <b>PT 100</b>	Résistance variable linéaire à chauffage indirect		0	surveillance continue de grande précision des points chauds clés	Montage dans les tableaux de contrôle avec appareil de lecture associé (ou enregistreur)  1/point à surveiller

- TNF : température nominale de fonctionnement.

- Les TNF sont choisies en fonction de l'implantation de la sonde dans le moteur et de la classe d'échauffement.

- **KT Y** 84/130 en standard.

\* Le nombre d'appareils concerne la protection du bobinage.

### MONTAGE DES DIFFÉRENTES PROTECTIONS

- PTO ou PTF, dans les circuits de commande.

- CTP, avec relais associé, dans les circuits de commande.

- PT 100 ou thermocouples, avec appareil de lecture associé (ou enregistreur), dans les tableaux de contrôle des installations pour suivi en continu.

### ALARME ET PRÉALARME

Tous les équipements de protection peuvent être doublés (avec des TNF différentes) : le premier équipement servant de préalarme (signal lumineux ou sonore, sans coupure des circuits de puissance), le second servant d'alarme (assurant la mise hors tension des circuits de puissance).

### PROTECTIONS THERMIQUES DIRECTES INCORPORÉES

Pour les faibles courants nominaux, des protections de type bilames, traversées par le courant de ligne, peuvent être utilisées. Le bilame actionne alors des contacts qui assurent la coupure ou l'établissement du circuit d'alimentation. Ces protections sont conçues avec réarmement manuel ou automatique.

## Fonctionnement

### Différents démarrages des moteurs asynchrones

Un démarrage de moteur asynchrone à cage est caractérisé par deux grandeurs essentielles :

- couple de démarrage,
- courant de démarrage.

Ces deux paramètres et le couple résistant déterminent le temps de démarrage.

La construction des moteurs asynchrones à cage induit ces caractéristiques. Selon la charge entraînée, on peut être amené à régler ces valeurs pour éviter les à-coups de couple sur la charge ou les à-coups de courant sur le réseau d'alimentation. Cinq modes essentiels sont retenus :

- démarrage direct
- démarrage étoile / triangle
- démarrage statorique avec auto-transformateur
- démarrage statorique avec résistances
- démarrage électronique.

Les tableaux des pages suivantes récapitulent les schémas électriques de principe, l'incidence sur les courbes caractéristiques, ainsi qu'une comparaison des avantages respectifs.

### MOTEURS À ÉLECTRONIQUE ASSOCIÉE

Les modes de démarrage électronique contrôlent la tension aux bornes du moteur pendant toute la phase de mise en vitesse et permettent des démarrages très progressifs et sans à-coups.

### DÉMARREUR ÉLECTRONIQUE DIGISTART D3

Issu des dernières technologies en matière de contrôle électronique pour gérer les phases transitoires, la gamme DIGISTART D3, allie simplicité et convivialité tout en faisant bénéficier l'utilisateur d'un contrôleur électronique performant, communicant et permettant de réaliser des économies d'énergie.



- Gamme de 23 à 1600A / 400V ou 690V
- By-pass intégré jusqu'à 1000A :
- Compacité : Jusqu'à 60 % de gain sur l'encombrement.
- Économie d'énergie
- Gains sur l'installation

#### • Contrôle évolué

- Démarrage et arrêt auto-adaptatif à la charge
- Optimisation automatique des paramètres par apprentissage au fur et à mesure des démarrages
- Courbe de ralentissement spécial applications pompage issue de plus de 15 ans d'expérience et du savoir faire Leroy-Somer

#### • Haute disponibilité

- Possibilité de fonctionnement avec seulement deux éléments de puissance opérationnels
- Désactivation des protections pour assurer une marche forcée (désenfumage, pompe à incendie, ...)

#### • Protection globale

- Modélisation thermique permanente pour protection maximale du moteur (même en cas de coupure d'alimentation)
- Mise en sécurité sur seuils de puissance paramétrables
- Contrôle du déséquilibre en courant des phases
- Surveillance températures moteur et environnement par CTP ou PT 100

#### • Autres fonctionnalités

- Mise en sécurité de l'installation sur défaut de terre
- Raccordement sur moteur « $\Delta$ » (6 fils)
- Gain d'au moins un calibre dans le dimensionnement du démarreur
- Détection automatique du couplage moteur
- Idéal pour le remplacement des démarreurs Y /  $\Delta$

#### • Communication

Modbus RTU, DeviceNet, Profibus, Ethernet/IP, Profinet, Modbus TCP, USB

#### • Simplicité de mise en service

- 3 niveaux de paramétrage
- Configurations pré-réglées pour pompes, ventilateurs, compresseurs, ...
- Standard : accès aux principaux paramètres
- Menu avancé : accès à l'ensemble des données
- Mémorisation
- Journal horodaté des mises en sécurité
- Consommation d'énergie et conditions de fonctionnement
- Dernières modifications
- Simulation du fonctionnement par forçage du Contrôle / Commande
- Visualisation de l'état des entrées / sorties
- Compteurs : temps de fonctionnement, nombre de démarrages, ...

## Fonctionnement

### Différents démarrages des moteurs asynchrones

Mode	Schéma de principe	Courbes caractéristiques	Nombre de crans	Moment de démarrage	Courant de démarrage	Avantages
Direct			1	$M_D$	$I_D$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simplicité de l'appareillage</li> <li>Couple important</li> <li>Temps de démarrage minimal</li> </ul>
Etoile Triangle			2	$M_D/3$	$I_D/3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appel de courant divisé par 3</li> <li>Appareillage simple</li> <li>3 contacteurs dont 1 bipolaire</li> </ul>

Fonctionnement

Différents démarrages des moteurs asynchrones

Mode	Schéma de principe	Courbes caractéristiques	Nombre de crans	Moment de démarrage	Courant de démarrage	Avantages
<p>Statorique avec auto transformateur</p>			<p><math>n \geq 3</math></p>	<p><math>K^2 \cdot M_D</math></p> <p><math>K = \frac{U_{\text{démarrage}}}{U_n}</math></p>	<p><math>K^2 \cdot I_D</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet de choisir le couple</li> <li>Diminution du courant proportionnel à celui du couple</li> <li>Pas de coupure du courant</li> </ul>
<p>Statorique avec résistances</p>			<p><math>n</math></p>	<p><math>K^2 \cdot M_D</math></p> <p><math>K = \frac{U_{\text{démarrage}}}{U_n}</math></p>	<p><math>K \cdot I_D</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet de choisir le couple ou le courant</li> <li>Pas de coupure du courant</li> <li>Surcoût modéré (1 contacteur par cran)</li> </ul>

Fonctionnement

Différents démarrages des moteurs asynchrones

Mode	Schéma de principe	Courbes caractéristiques	Nombre de crans	Moment de démarrage	Courant de démarrage	Avantages
DIGISTART D3				$K^2 M_D$	$K I_D$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réglable sur site</li> <li>Choix du couple et du courant</li> <li>Pas de coupure de courant</li> <li>Pas d'à-coups</li> <li>Encombrement réduit</li> <li>Sans entretien</li> <li>Nombre de démarrages élevé</li> <li>Numérique</li> <li>Protection moteurs et machines intégrée</li> <li>Liaison série</li> </ul>
DIGISTART D3 mode «6 fils»				$K^2 M_D$	$K I_D$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avantages communs au DIGISTART ci-dessus</li> <li>Courant réduit de 35%</li> <li>Adapté au rétrofit des installations Y - Δ</li> <li>Avec ou sans bypass</li> </ul>

## Fonctionnement Mode de freinage

### GÉNÉRALITÉS

Le couple de freinage est égal au couple développé par le moteur augmenté du couple résistant de la machine entraînée.

$$C_f = C_m + C_r$$

$C_f$  = couple de freinage

$C_m$  = couple moteur

$C_r$  = couple résistant

Le temps de freinage, ou temps nécessaire au moteur asynchrone pour passer d'une vitesse  $N$  à l'arrêt, est donné par :

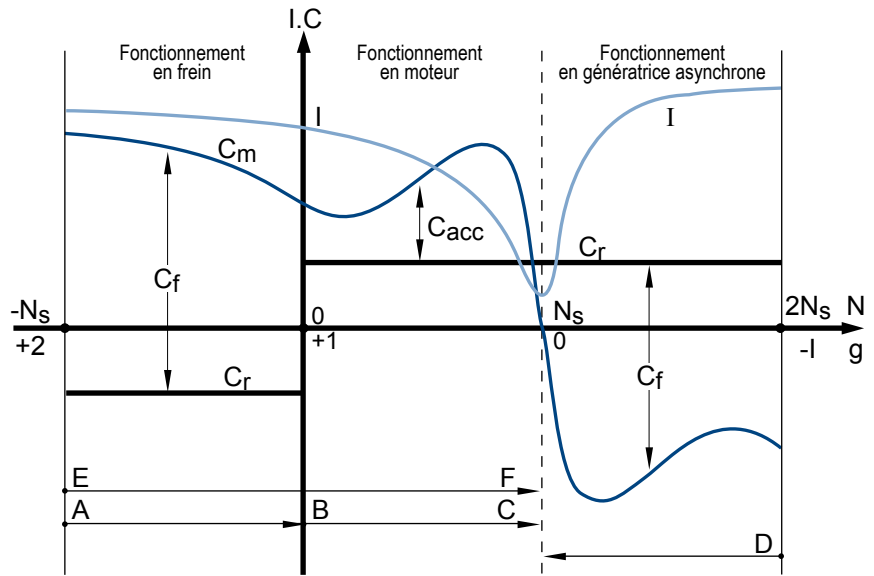
$$T_f = \frac{\pi \cdot J \cdot N}{30 \cdot C_f(\text{moy})}$$

$T_f$  (en s) = temps de freinage

$J$  (en  $\text{kgm}^2$ ) = moment d'inertie

$N$  (en  $\text{min}^{-1}$ ) = vitesse de rotation

$C_f(\text{moy})$  (en N.m) = couple de freinage moyen dans l'intervalle



Courbes  $I = f(N)$ ,  $C_m = f(N)$ ,  $C_r = f(N)$ , dans les zones de démarrage et de freinage du moteur.

$I$  = courant absorbé

$C$  = grandeur couple

$C_f$  = couple de freinage

$C_r$  = couple résistant

$C_m$  = couple moteur

$N$  = vitesse de rotation

$g$  = glissement

$N_s$  = vitesse de synchronisme

AB = freinage à contre-courant

BC = démarrage, mise en vitesse

DC = freinage en génératrice asynchrone

EF = inversion

### FREINAGE PAR CONTRE-COURANT

Ce mode de freinage est obtenu par inversion de deux phases.

Généralement, un dispositif électrique de coupure déconnecte le moteur du réseau au moment du passage de la vitesse à  $N=0$ .

Le couple de freinage moyen est, en général, supérieur au couple de démarrage pour des moteurs asynchrones à cage.

La variation du couple de freinage peut être conditionnée très différemment selon la conception de la cage rotorique.

Ce mode de freinage implique un courant absorbé important, approximativement constant et légèrement supérieur au courant de démarrage.

Les sollicitations thermiques, pendant le freinage, sont 3 fois plus importantes que pour une mise en vitesse.

Pour des freinages répétitifs, un calcul précis s'impose.

Nota : L'inversion du sens de rotation d'une machine est faite d'un freinage par contre-courant et d'un démarrage.

Thermiquement, une inversion est donc équivalente à 4 démarrages. Le choix des machines doit faire l'objet d'une attention très particulière.

### FREINAGE PAR TENSION CONTINUE

La stabilité de fonctionnement en freinage par contre-courant peut poser des problèmes, dans certains cas, en raison de l'allure plate de la courbe du couple de freinage dans l'intervalle de vitesse  $(0, -N_s)$ .

Le freinage par tension continue ne présente pas cet inconvénient : il s'applique aux moteurs à cage et aux moteurs à bagues.

Dans ce mode de freinage, le moteur asynchrone est couplé au réseau et le freinage est obtenu par coupure de la

tension alternative et application d'une tension continue au stator.

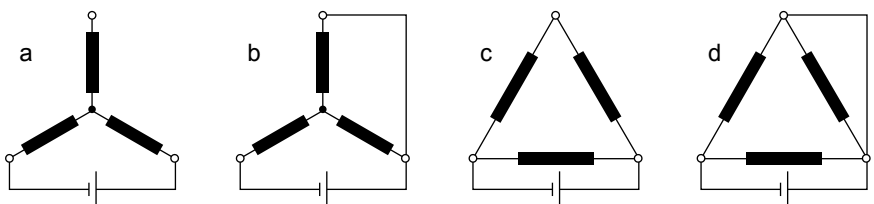
Si pilotage par variateur, une fonction de freinage par injection de courant continue est disponible en standard.

Quatre couplages des enroulements sur la tension continue peuvent être réalisés.

La tension continue d'excitation statorique est généralement fournie par une cellule de redresseur branchée sur le réseau.

Les sollicitations thermiques sont approximativement 3 fois moins élevées que pour le mode de freinage par contre-courant.

L'allure du couple de freinage dans l'intervalle de vitesse  $(0, -N_s)$  est similaire à celle de la courbe  $C_m = f(N)$  et s'obtient par changement de variable d'abscisse en  $N_f = N_s - N$ .



Couplage des enroulements du moteur sur la tension continue

## Fonctionnement Mode de freinage

Le courant de freinage s'obtient par la formule :

$$I_f = k1_i \times I_a \sqrt{\frac{C_f - C_{fe}}{k2 - C_d}}$$

Les valeurs de k1 suivant les 4 couplages sont :

$$\begin{array}{ll} k1_a = 1.225 & k1_c = 2.12 \\ k1_b = 1.41 & k1_d = 2.45 \end{array}$$

Le couple de freinage est donné par :

$$C_f = \frac{\pi \cdot J \cdot N}{30 \cdot T_f}$$

formules dans lesquelles :

- If (en A) = courant continu de freinage
- Id (en A) = courant de démarrage dans la phase  
=  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  Id du catalogue (pour le couplage Δ)
- Cf (en N.m) = couple de freinage moyen dans l'intervalle (Ns, N)
- Cfe (en N.m) = couple de freinage extérieur
- Cd (en N.m) = couple de démarrage
- J (en kgm<sup>2</sup>) = moment d'inertie total à l'arbre moteur
- N (en min<sup>-1</sup>) = vitesse de rotation
- Tf (en s) = temps de freinage
- k1i = coefficients numériques relatifs aux couplages a, b, c et d de la figure
- k2 = coefficients numériques tenant compte du couple de freinage moyen (k2 = 1.7)

La tension continue à appliquer aux enroulements est donnée par :

$$U_f = k3_i \cdot k4 \cdot I_f \cdot R1$$

Les valeurs de k3 pour les 4 schémas sont les suivantes :

$$\begin{array}{ll} k3_a = 2 & k3_b = 1.5 \\ k3_c = 0.66 & k3_d = 0.5 \end{array}$$

Uf (en V) = tension continue de freinage

If (en A) = courant continu de freinage

R1 (en Ω) = résistance de phase statorique à 20° C

k3i = coefficients numériques relatifs aux schémas a, b, c et d

k4 = coefficient numérique tenant compte de l'échauffement du moteur (k4 = 1.3)

### FREINAGE MÉCANIQUE

Des freins électromécaniques (excitation en courant continu ou en courant alternatif) peuvent être montés à l'arrière des moteurs.

Pour les définitions précises, merci de nous consulter.

## Fonctionnement

### Utilisation avec variateur de vitesse

#### MOTEURS UTILISÉS AVEC VARIATEUR DE VITESSE

##### GÉNÉRALITÉS

Le pilotage par variateur de fréquence peut entraîner une augmentation de l'échauffement de la machine à cause d'une tension d'alimentation sensiblement plus basse que sur le réseau, de pertes supplémentaires liées à la forme d'onde issue du variateur (PWM).

La norme CEI 60034-17 décrit de nombreuses bonnes pratiques pour tous types de moteurs électriques, néanmoins en tant que spécialiste, Moteurs Leroy-Somer décrit dans le chapitre ci-après les meilleures règles applicables à la vitesse variable.

Les moteurs LC sont particulièrement adaptés pour utilisation à couple constant, sur toute la plage de vitesse de 0 à 50Hz, sans déclassement. La capacité de refroidissement du moteur reste constante quel que soit le point de fonctionnement.

Le niveau de bruit de ces moteurs est moins important lors de fonctionnement en survitesse (au-delà de la vitesse nominale).

##### DÉCLASSEMENT EN PUISSANCE LORS DE L'USAGE EN VITESSE VARIABLE DE LA GAMME LC

La réserve thermique, spécificité Leroy-Somer, sera employée pour maintenir le moteur dans sa classe d'échauffement. Néanmoins dans certains cas, la classe d'échauffement passera de B à F soit entre 80 k et 105 k.

#### ADAPTATION DES MOTEURS

Un moteur est toujours caractérisé par les paramètres suivants dépendant de la conception faite :

- classe de température
- plage de tension
- plage de fréquence
- réserve thermique

#### ÉVOLUTION DU COMPORTEMENT MOTEUR

Lors d'une alimentation par variateur, on constate une évolution des paramètres ci-dessus en raison des phénomènes suivants :

- chutes de tension dans les composants du variateur
- augmentation du courant dans la proportion de la baisse de tension
- différence d'alimentation moteur suivant le type de contrôle (vectoriel ou  $U/F$ )

La principale conséquence est une augmentation du courant moteur qui entraîne une augmentation des pertes cuivre et donc un échauffement supérieur du bobinage (même à 50Hz).

Au delà de la vitesse de synchronisme, les pertes fer augmentent et donc contribuent à un échauffement supplémentaire du moteur.

Le mode de contrôle influence l'échauffement du moteur suivant son type :

- une loi  $U/F$  donne le maximum de tension fondamentale à 50 Hz mais nécessite plus de courant en basse vitesse pour obtenir un fort couple de démarrage donc génère un échauffement en basse vitesse lorsque le moteur est mal ventilé.
- le contrôle vectoriel demande moins de courant en basse vitesse tout en assurant un couple important mais régule la tension à 50 Hz et induit une chute de tension aux bornes du moteur, donc demande plus de courant à puissance égale.

#### Conséquences sur le moteur

**Rappel : Leroy-Somer recommande le raccordement de sondes CTP, surveillées par le variateur, afin de protéger au mieux le moteur.**

#### CONSÉQUENCES DE L'ALIMENTATION PAR VARIATEURS

L'alimentation du moteur par un variateur de vitesse à redresseur à diodes induit une chute de tension (~5%).

Certaines techniques de MLI permettent de limiter cette chute de tension (~2%), au détriment de l'échauffement de la machine (injection d'harmoniques de rang 5 et 7).

Le signal non sinusoïdal (PWM) fourni par le variateur génère des pics de tension aux bornes du bobinage à cause des grandes variations de tensions liées aux commutations des IGBT (appelés aussi  $dV/dt$ ). La répétition de ces surtensions peut à terme endommager les bobinages suivant leur valeur et / ou la conception du moteur.

La valeur des pics de tensions est proportionnelle à la tension d'alimentation. Cette valeur peut dépasser la tension limite des bobinages qui est liée au grade du fil, au type d'imprégnation et aux isolants présents ou non dans les fonds d'encoches ou entre phases.

Une autre possibilité d'atteindre des valeurs de tension importante se situe lors de phénomènes de régénération dans le cas de charge entraînant d'ou la nécessité de privilégier les arrêts en roue libre ou suivant la rampe la plus longue admissible.



## Fonctionnement

### Utilisation avec variateur de vitesse

#### SYSTÈME D'ISOLATION POUR USAGE VITESSE VARIABLE

Le système d'isolation de la série LC permet une utilisation sur variateur 2 quadrants dans sa conception de base quelle que soit la taille de la machine ou de l'application, pour une tension d'alimentation  $\leq 400$  V 50/60 Hz et accepte des pics de tension jusqu'à 1500 V et des variations de 3500 V/ $\mu$ s aux bornes du moteur.

Ces valeurs sont garanties sans utilisation de filtre aux bornes du moteur.

Pour toute tension  $> 400$  V, il est impératif d'utiliser le système d'isolation renforcé SIR de Leroy-Somer sauf accord de Leroy-Somer ou utilisation d'un filtre sinusoïdal (compatible uniquement avec un mode de contrôle U/f).

#### RECOMMANDATIONS SUR LA PIVOTERIE EN USAGE VITESSE VARIABLE

La forme d'onde de tension en sortie variateur (PWM) peut générer des circulations de courant de fuite haute fréquence, qui, dans certain cas peuvent endommager les roulements du moteur.

Ce phénomène s'amplifie avec :

- des tensions d'alimentation réseau élevées,
- l'augmentation de la taille du moteur,
- une mauvaise mise à la masse de l'ensemble moto-variateur,
- une longue distance de câble entre le variateur et le moteur,
- un mauvais alignement du moteur avec la machine entraînée.

Les machines Leroy-Somer mise à la masse dans les règles de l'art ne nécessitent pas d'options particulières sauf dans les cas listés ci-dessous.

- Pour tension  $> 400$  V / 50/60 Hz, l'utilisation d'un roulement arrière isolé ainsi que l'utilisation d'une bague de masse à l'avant sont fortement recommandées.
- Une utilisation avec un variateur 4 quadrants nécessite dans tous les cas :
  - 1 roulement isolé à l'arrière + 1 bague isolante à l'avant.
  - le système d'isolation renforcée du bobinage.

#### SYNTHÈSE DES PROTECTIONS PRÉCONISÉES

Type d'alimentation variateur	Niveau de contrainte subi par le moteur (avec longueur de câble $\leq 100$ m)
Variateur et filtre sinus	1 : niveau standard
Variateur 2 quadrants	2 : niveau sévère
Variateur 4 quadrants / Regen	3 : niveau extrême

À renseigner sur la commande		Préconisations Leroy-Somer sur la protection du moteur				
Tension	Niveau de contrainte	Protection bobinage	Roulement isolé avant	Roulement isolé arrière	Bague de masse avant	Codeur isolé
$U_n \leq 400$ V	1 ou 2	standard	non	non	non	non
	3	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
$400$ V $< U_n \leq 500$ V	1	standard	non	oui	oui pour $U_n \geq 440$ V	oui
	2	SIR adapté*	non	oui	oui pour $U_n \geq 440$ V	oui
	3	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
$500$ V $< U_n \leq 690$ V	1	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
	2	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
	3**	SIR adapté*	non	oui	oui	oui

\* SIR : Système d'isolation renforcée du bobinage. La solution technique est adaptée suivant le niveau de contrainte.

Isolation standard : 1500 V crête et 3500 V/ $\mu$ s.

Pour des longueurs de câble  $> 100$  m, nous consulter.

Dans le cas de demande spéciale de 2 roulements isolés, la bague de masse est obligatoire.

\*\* pour  $500$ V  $< U_n \leq 690$ V et le niveau de contrainte 3, l'utilisation du système d'isolation renforcée (SIR), peut modifier le dimensionnement du moteur.

## Fonctionnement

### Utilisation avec variateur de vitesse

#### BONNES PRATIQUES DE CÂBLAGE

Il est de la responsabilité de l'utilisateur et/ou de l'installateur d'effectuer le raccordement du système moto-variateur en fonction de la législation et des règles en vigueur dans le pays dans lequel il est utilisé. Ceci est particulièrement important pour la taille des câbles et le raccordement des masses et terres.

Les informations ci-après sont données à titre indicatif, en aucun cas elles ne se substituent aux normes en vigueur ni à la responsabilité de l'installateur.

Pour la sécurité des moteurs de hauteur d'axe supérieure ou égale à 315 mm nous recommandons l'installation de tresses de masses entre la boîte à borne et le carter et/ou le moteur et la machine entraînée.

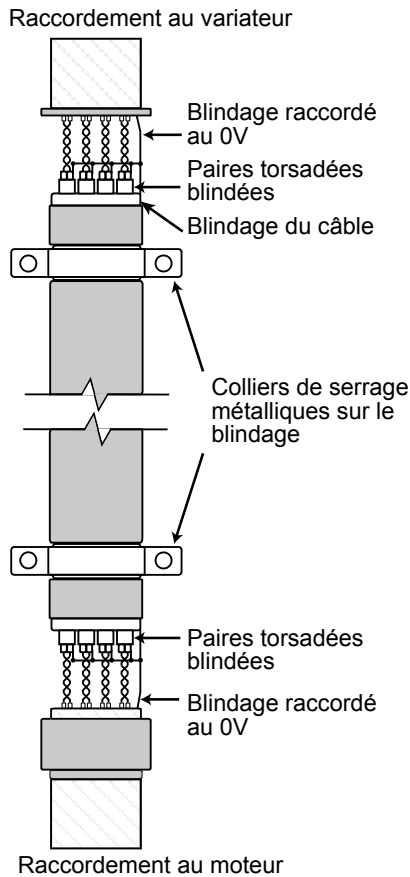
Pour des moteurs de fortes puissances des câbles d'alimentation monobrins non blindés peuvent être utilisés, s'ils sont installés ensemble dans une goulotte métallique reliée à la terre des 2 côtés par tresse de masse.

Les longueurs de câbles doivent être les plus courtes possibles.

#### Raccordement des câbles de contrôle et des câbles codeurs



**Dénuder le blindage au niveau des colliers de serrage métalliques afin d'assurer le contact sur 360°.**

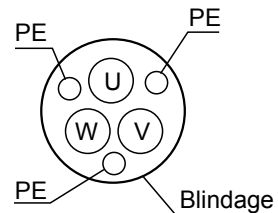


#### Câbles de puissance

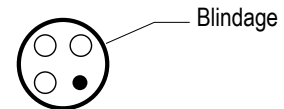
Les informations ci-après sont données à titre indicatif, en aucun cas elles ne se substituent aux normes en vigueur ni à la responsabilité de l'installateur. Pour de plus amples informations il est recommandé de se référer à la note technique CEI 60034-25.

Pour des raisons de sécurité des personnes, les câbles de mise à la terre seront dimensionnés au cas par cas en accord avec la réglementation locale.

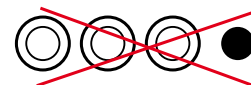
Le blindage des conducteurs de puissance entre variateur et moteur est impératif pour être en conformité avec la norme EN 61800-3. Utiliser un câble spécial variation de vitesse : blindé à faible capacité de fuite avec 3 conducteurs PE répartis à 120° (schéma ci-dessous). Il n'est pas nécessaire de blinder les câbles d'alimentation du variateur.



**ATTENTION : la configuration ci-dessous n'est acceptable que si les câbles moteurs incorporent des conducteurs de phase dont la section est inférieure à 10 mm<sup>2</sup> (moteurs < 30 kW / 40 HP).**



L'utilisation de câbles unipolaires blindés est proscrite.



Le câblage motovariateur doit se faire de façon symétrique (U,V,W côté moteur doit correspondre à U,V,W côté variateur) avec mise à la masse du blindage des câbles côté variateur et côté moteur sur 360°.

## Fonctionnement

### Utilisation avec variateur de vitesse

Lorsque l'installation est conforme à la norme d'émissions CEM 61800-3 catégorie C2 (si un transformateur HT/BT appartient à l'utilisateur), le câble blindé d'alimentation du moteur peut être remplacé par un câble à 3 conducteurs + terre placé dans un conduit métallique fermé sur 360° (goulotte métallique par exemple). Ce conduit métallique doit être relié mécaniquement à l'armoire électrique et à la structure supportant le moteur.

**Si le conduit comporte plusieurs éléments, ceux-ci doivent être reliés entre eux par des tresses afin d'assurer une continuité de masse.**

Les câbles doivent être plaqués au fond du conduit.

**La borne de terre du moteur (PE) doit être reliée directement à celle du variateur.**

Un conducteur de protection PE séparé est obligatoire si la conductivité du blindage du câble est inférieure à 50% à la conductivité du conducteur de phase.

### FONCTIONNEMENT AU-DELÀ DES VITESSES ASSIGNÉES PAR LES FRÉQUENCES RÉSEAU

L'utilisation à grande vitesse des moteurs asynchrones (supérieure à 3600 min<sup>-1</sup>) n'est pas sans risque :

- centrifugation des cages,
- diminution de la durée de vie des roulements,
- augmentation des vibrations,
- etc.

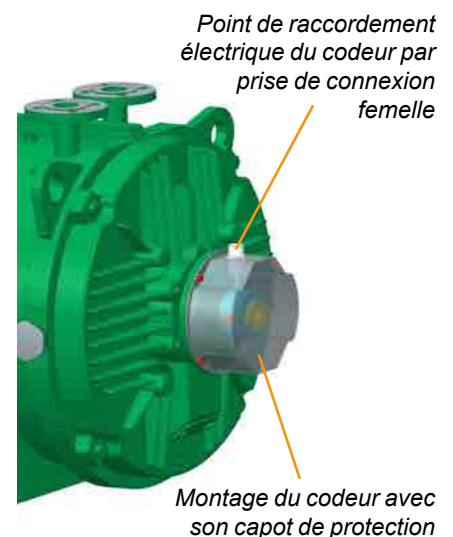
Dans l'utilisation des moteurs à grande vitesse, des adaptations sont souvent nécessaires, **une étude mécanique et électrique devra être réalisée.**

### CODEUR

En option, les moteurs LC peuvent être équipés d'un codeur incrémental ou absolu, isolé contre les courants de fuite éventuels générés par le fonctionnement sur variateur.

Le codeur est monté avec son capot de protection, selon le schéma ci-dessous.

Différents types de codeur peuvent être proposés en fonction des besoins de régulation optimale nécessaire à l'application.



## Fonctionnement

### Utilisation avec variateur de vitesse

#### INSTALLATION TYPE D'UN MOTO-VARIATEUR

Les informations ci-après sont données à titre indicatif, en aucun cas elles ne se substituent aux normes en vigueur ni à la responsabilité de l'installateur.

En fonction de l'installation, des éléments complémentaires optionnels peuvent venir s'ajouter à l'installation :

**Interrupteur à fusibles** : un organe de coupure consigné doit être installé pour isoler l'installation en cas d'intervention.

Cet élément doit assurer les protections thermiques et de court-circuits. Le calibre des fusibles est indiqué dans la documentation variateur. L'interrupteur à fusible peut être remplacé par un disjoncteur (avec un pouvoir de coupure adapté).

**Filtre RFI** : son rôle est de réduire les émissions électromagnétiques des variateurs et de répondre ainsi aux normes CEM. Nos variateurs sont, en standard, équipés d'un filtre RFI interne. Certains environnements nécessitent l'ajout d'un filtre externe. Consulter la documentation variateur pour connaître les niveaux de conformité du variateur, avec et sans filtre RFI externe.

**Câbles d'alimentation du variateur** : ces câbles ne nécessitent pas systématiquement de blindage. Leur section est préconisée dans la documentation variateur, cependant, elle peut être adaptée en fonction du type de câble, du mode de pose, de la longueur du câble (chute de tension), etc.

**Self de ligne** : son rôle est de réduire le risque d'endommagement des variateurs suite à un déséquilibre entre phases ou à de fortes perturbations sur le réseau. La self de ligne permet également la réduction des harmoniques basses fréquences.

**Self moteur** : différents types de selfs, ou de filtres sont disponibles. La self moteur permet de réduire, suivant les cas, les courants hautes fréquences de fuite à la terre, les courants différentiels entre phases, les pics de tension  $dV/dt$ ... Le choix de la self s'effectue en fonction de la distance entre moteur et variateur.

**Câbles d'alimentation du moteur** : ces câbles doivent être blindés pour assurer la conformité CEM de l'installation. Le blindage des câbles doit être raccordé sur 360° aux deux extrémités. La section des câbles est préconisée dans la documentation variateur, cependant, elle peut être adaptée en fonction du type de câble, du mode de pose, de la longueur du câble (chute de tension), etc.

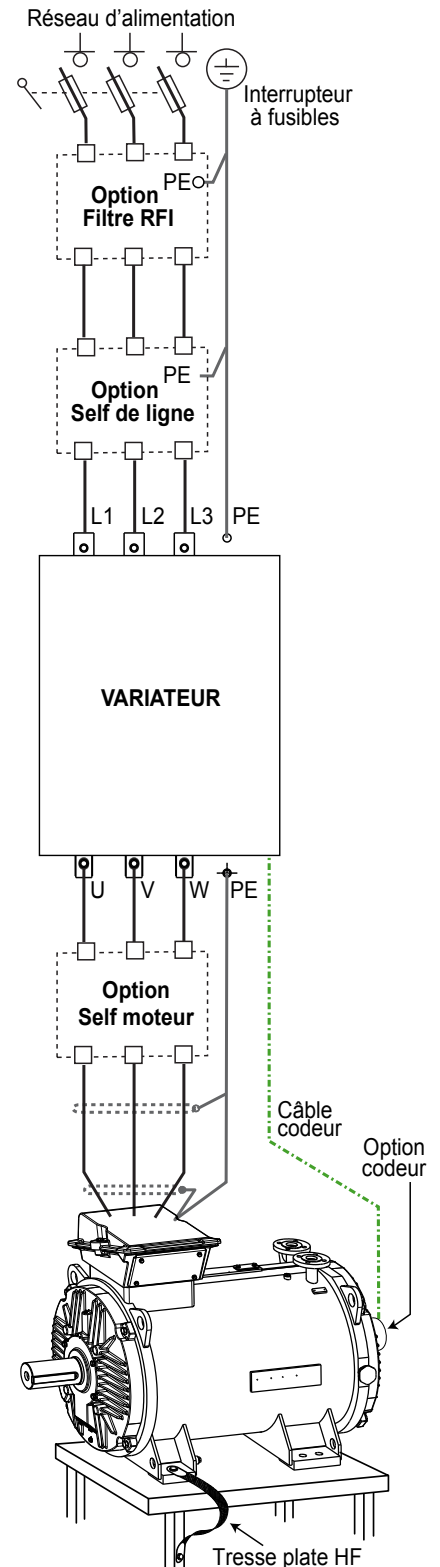
**Câbles codeur** : le blindage des câbles des capteurs est important en raison des interférences avec les câbles de puissance. Ce câble doit être disposé à 30 cm minimum de tout câble de puissance.

**Dimensionnement des câbles de puissance** : les câbles d'alimentation du variateur et du moteur doivent être dimensionnés en fonction de la norme applicable, et selon le courant d'emploi, indiqué dans la documentation variateur. Les différents facteurs à prendre en compte sont :

- Le mode de pose : dans un conduit, un chemin de câbles, suspendus ...
- Le type de conducteur : cuivre ou aluminium

Une fois la section des câbles déterminée, il faut vérifier la chute de tension aux bornes du moteur. Une chute de tension importante entraîne une augmentation du courant et des pertes supplémentaires dans le moteur (échauffement).

**Une liaison équipotentielle entre le châssis, le moteur, le variateur et la masse faite dans les règles de l'art contribuera fortement à atténuer la tension d'arbre et de carcasse moteur, ce qui se traduira par une diminution des courants de fuite haute fréquence. Les casses prématurées de roulements et d'équipements auxiliaires tels que des codeurs, seront ainsi évitées en grande partie.**



## Fonctionnement

### Utilisation avec variateur de vitesse

#### CONDITIONS EXTRÊMES D'UTILISATION ET PARTICULARITÉS

##### COUPLAGE DES MOTEURS

Leroy-Somer ne conseille pas de couplage spécifique pour les applications fonctionnant avec un seul moteur sur un seul variateur.

##### SURCHARGES INSTANTANÉES

Les variateurs sont conçus pour supporter des surcharges instantanées de 180 % en crête ou de 150 % pendant 60 secondes (toutes les dix minutes au maximum). Lorsque les valeurs de surcharge dépassent ces valeurs, le système se verrouille automatiquement. Les moteurs Leroy-Somer sont conçus pour tenir ces surcharges, cependant en cas de grande répétitivité l'utilisation d'une sonde de température au cœur du moteur reste préconisée.

#### COUPLE ET COURANT DE DÉMARRAGE

Grâce aux progrès de l'électronique de contrôle, le couple disponible au moment de la mise sous tension peut être réglé à une valeur comprise entre le couple nominal et le couple maximal du moto-variateur. Le courant de démarrage sera directement lié au couple (120 ou 180%).

#### RÉGLAGE DE LA FRÉQUENCE DE DÉCOUPAGE

La fréquence de découpage du variateur de vitesse a un impact sur les pertes dans le moteur et le variateur, sur le bruit acoustique et sur l'ondulation du couple.

Une fréquence de découpage basse a un impact défavorable sur l'échauffement des moteurs.

Leroy-Somer recommande une fréquence de découpage variateur de 3kHz minimum.

En outre, une fréquence de découpage élevée permet d'optimiser le niveau de bruit acoustique et l'ondulation du couple.

#### CHOIX DU MOTEUR

Deux cas sont à examiner :

##### a - Le variateur de fréquence n'est pas de fourniture Leroy-Somer

Tous les moteurs de ce catalogue sont utilisables sur variateur de fréquence. Suivant l'application, il est nécessaire de déclasser les moteurs d'environ 10 % par rapport aux courbes d'utilisation des moteurs afin de garantir la non-dégradation des moteurs.

##### b - Le variateur de fréquence est de fourniture Leroy-Somer

La maîtrise de la conception de l'ensemble moto-variateur permet de garantir les performances du système, conformément aux courbes de la page suivante.



## Fonctionnement

### Utilisation avec variateur de vitesse

#### APPLICATIONS ET CHOIX DES SOLUTIONS

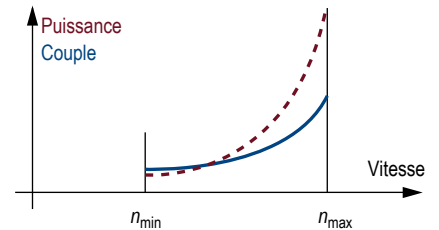
Il existe principalement trois types de charges caractéristiques. Il est essentiel de déterminer la plage de vitesse et le couple (ou puissance) de l'application pour sélectionner le système d'entraînement :

##### MACHINES CENTRIFUGES

Le couple varie comme le carré de la vitesse (puissance au cube). Le couple nécessaire à l'accélération est faible (environ 20 % du couple nominal). Le couple de démarrage est faible.

- Dimensionnement : en fonction de la puissance ou du couple à la vitesse maximum.
- Sélection du variateur en surcharge réduite.

*Applications types : ventilation, pompage, ...*

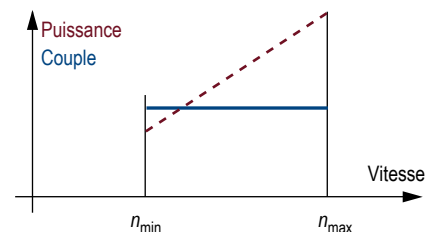


##### APPLICATIONS À COUPLE CONSTANT

Le couple reste constant dans la plage de vitesse. Le couple nécessaire à l'accélération peut être important selon les machines (supérieur au couple nominal).

- Dimensionnement : en fonction du couple nécessaire sur la plage de vitesse.
- Sélection du variateur en surcharge maximum.

*Machines types : extrudeuses, broyeurs, ponts roulants, presses, ...*

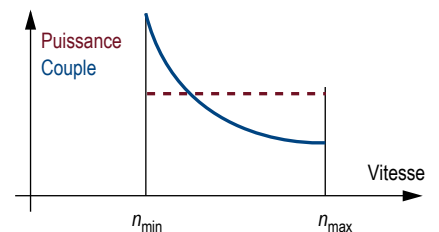


##### APPLICATIONS À PUISSANCE CONSTANTE

Le couple décroît dans la plage de vitesse. Le couple nécessaire à l'accélération est au plus égal au couple nominal. Le couple de démarrage est maximum.

- Dimensionnement : en fonction du couple nécessaire à la vitesse minimum et de la plage de vitesse d'utilisation.
- Sélection du variateur en surcharge maximum
- Un retour codeur est conseillé pour une meilleure régulation

*Machines types : enrouleurs, broches de machine outil, ...*

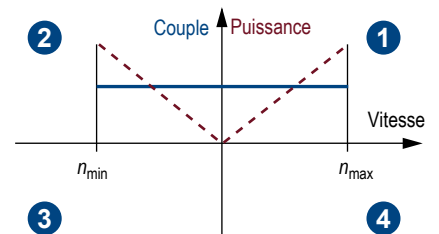


##### MACHINES 4 QUADRANTS

Ces applications ont un type de fonctionnement couple/vitesse décrit ci-contre, mais la charge devient entraînée dans certaines étapes du cycle.

- Dimensionnement : voir ci-dessus en fonction du type de charge.
- Dans le cas de freinage répétitif, prévoir un SIR (système d'isolation renforcée).
- Sélection du variateur : pour dissiper l'énergie d'une charge entraînée, il est possible d'utiliser une résistance de freinage, ou de renvoyer l'énergie sur le réseau. Dans ce dernier cas, on utilisera un variateur régénératif ou 4 quadrants.

*Machines types : centrifugeuses, ponts roulants, presses, broches de machine outil, ...*



## Fonctionnement

### Fonctionnement en génératrice asynchrone

#### GÉNÉRALITÉS

Le fonctionnement en génératrice asynchrone a lieu toutes les fois où la charge devient entraînée et que la vitesse du rotor dépasse la vitesse de synchronisme ( $N_s$ ).

Cela peut être réalisé de façon volontaire dans le cas des centrales électriques (au fil de l'eau, éolienne...) ou de façon involontaire liée à l'application (mouvement de descente du crochet de grue ou de palans, convoyeur incliné...).

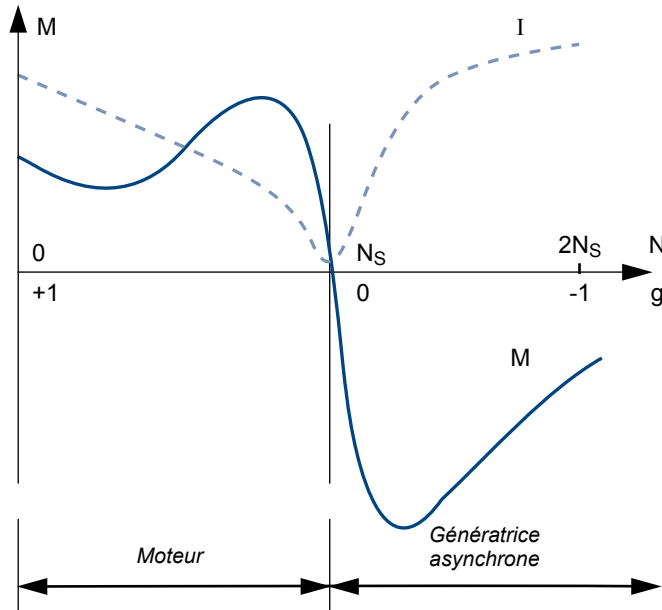
#### CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Le schéma ci-contre montre les différents fonctionnements d'une machine asynchrone en fonction de son glissement ( $g$ ) ou de sa vitesse ( $N$ ).

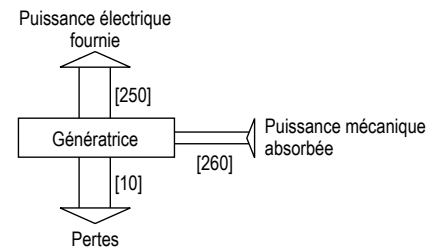
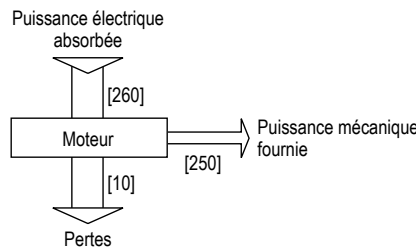
Exemple : considérons un moteur asynchrone LC 315 LB de 250 kW, 4 pôles, 50 Hz sous 400 V. En première approximation, on pourra déduire ses caractéristiques en génératrice asynchrone de ses caractéristiques nominales en moteur, en appliquant les règles de symétrie.

Si l'on souhaite obtenir des valeurs plus précises, on doit s'adresser au constructeur.

En pratique, on vérifie que la même machine, fonctionnant en moteur et en génératrice avec le même glissement, aura sensiblement les mêmes pertes dans les deux cas, et donc un rendement pratiquement identique. On en déduit que la puissance électrique nominale sera fournie par la génératrice asynchrone sera sensiblement égale à la puissance utile du moteur.



Caractéristiques	Moteur	GA
Vitesse de synchronisme ( $\text{min}^{-1}$ )	1500	1500
Vitesse de nominale ( $\text{min}^{-1}$ )	1484	1516
Couple nominal (m.N)	+ 1613	- 1613
Courant nominal sous 400 (A)	440 A (absorbé)	440 A (fourni)



## Fonctionnement

### Fonctionnement en génératrice asynchrone

#### COUPLAGE À UN RÉSEAU PUISSANT

On suppose ici que le stator de la machine est connecté à un réseau électrique puissant (en général, le réseau national, soit, en France, le réseau d'Électricité de France (EDF), c'est-à-dire un réseau alimenté par un alternateur avec la régulation à une puissance au moins égale à deux fois celle de la génératrice asynchrone.

Dans ces conditions, le réseau impose à la génératrice asynchrone sa propre tension et sa propre fréquence ; par ailleurs, il lui fournit automatiquement l'énergie réactive dont elle a besoin à tous ses régimes de fonctionnement.

#### COUPLAGE - DÉCOUPLAGE

Avant de réaliser le couplage de la génératrice asynchrone au réseau, on s'assure que les sens de rotation des phases de la génératrice asynchrone et du réseau sont dans le même ordre.

- Pour coupler une génératrice asynchrone sur le réseau, on l'accélère progressivement jusqu'à sa vitesse de synchronisme  $N_s$ . A cette vitesse, le couple de la machine est nul et le courant minimal.

**On note ici un avantage important des génératrices asynchrones : le rotor n'étant pas polarisé lorsque le stator n'est pas encore sous tension, il n'est pas nécessaire de synchroniser le réseau et la machine au moment du couplage.**

Toutefois, il est nécessaire de mentionner un phénomène propre au couplage des génératrices asynchrones qui peut, dans certains cas, être gênant : le rotor de la génératrice asynchrone, bien que non excité, possède toujours une certaine aimantation rémanente.

Au couplage, lorsque les deux flux magnétiques, celui créé par le réseau et celui dû à l'aimantation rémanente du rotor, ne sont pas en phase, on observe au stator une pointe de courant très brève (une à deux alternances), associée à un surcouple instantané de même durée.

Pour limiter ce phénomène, il est conseillé d'utiliser des résistances statoriques de couplage.

- Le découplage de la génératrice asynchrone du réseau ne pose aucun problème particulier.

Dès que la machine est découplée, elle devient électriquement inerte puisqu'elle n'est plus excitée par le réseau. Elle ne freine plus la machine d'entraînement qui doit alors être arrêtée pour éviter le passage en survitesse.

#### Compensation de la puissance réactive

Pour limiter le courant dans les lignes et le transformateur, on peut compenser la génératrice asynchrone en ramenant à l'unité le  $\cos \varphi$  de l'installation, grâce à une batterie de condensateurs.

Dans ce cas, on n'insérera les condensateurs aux bornes de la génératrice asynchrone qu'une fois le couplage réalisé, pour éviter une auto-excitation de la machine à partir de l'aimantation rémanente lors de la montée en vitesse. Pour une génératrice asynchrone triphasée à basse tension, on utilisera des condensateurs triphasés ou monophasés branchés en triangle.

#### Protections et sécurités électriques

Il existe deux catégories de protections et sécurités :

- celles concernant le réseau,
- celles concernant le groupe avec sa génératrice.

Les principales protections du réseau sont celles à :

- maximum-minimum de tension,
- maximum-minimum de fréquence,
- minimum de puissance ou retour d'énergie (fonctionnement en moteur),
- défaut de couplage de la génératrice.

Les principales protections du groupe sont :

- arrêt sur détection de départ à l'emballlement,
- défauts de lubrification,
- protection magnétothermique de la génératrice, complétée généralement par des sondes dans le bobinage.

#### ALIMENTATION D'UN RÉSEAU ISOLÉ

Il s'agit d'alimenter un réseau de consommation ne comportant pas un autre générateur de puissance suffisante pour imposer sa tension et sa fréquence à la génératrice asynchrone.

#### COMPENSATION DE PUISSANCE RÉACTIVE

Dans le cas le plus général, il faut fournir de l'énergie réactive :

- à la génératrice asynchrone,
- aux charges d'utilisation qui en consomment.

Pour alimenter en énergie réactive ces deux types de consommation, on dispose, en parallèle sur le circuit, d'une source d'énergie réactive de puissance convenable. C'est généralement une batterie de condensateurs à un ou plusieurs étages qui, selon les cas, sera fixe, ajustable manuellement (par crans) ou automatiquement. On n'utilise plus que très rarement des compensateurs synchrones.

**Exemple :** Dans un réseau isolé consommant 50 kW avec  $\cos \varphi = 0,9$  (soit  $\tan \varphi = 0,49$ ), alimenté par une génératrice asynchrone ayant un  $\cos \varphi$  de 0,8 à 50 kW (soit  $\tan \varphi = 0,75$ ), on utilisera une batterie de condensateurs fournissant :  $(50 \times 0,49) + (50 \times 0,75) = 62$  kvar.





## Fonctionnement Environnements particuliers

Certaines industries et process sont particulièrement agressifs pour les moteurs électriques.

Pour répondre aux besoins des applications sévères de fonctionnement, Leroy-Somer, fort de sa longue expérience sur toutes les applications et des retours d'expériences aux travers des utilisateurs et des centres de service, a développé des solutions adaptées aux contraintes d'utilisation.

### APPLICATIONS MARINE MARCHANDE

#### APPLICATIONS INDUSTRIELLES EMBARQUÉES

- compresseurs d'air,
- compresseurs frigorifiques,
- pompes,
- ventilateurs,
- convoyeurs.



**Contrainte** : corrosion saline, usage sévère, sécurité de fonctionnement, conformité aux spécifications des sociétés de classification selon les utilisations.

**Solution** : moteurs permettant tout type de protections mécaniques et électriques suivant les besoins.



BUREAU  
VERITAS



DNV

Les moteurs pour application «Marine» sont conformes aux cahiers des charges des Sociétés de classifications de l'IACS (LR, RINA, BV, DNV, ABS, ...) : température ambiante élevée, surcharge, tolérances accrues sur tension et fréquence nominale, sur-vitesse, ...).

### PROPULSION ÉLECTRIQUE

- propulsion principale,
- propulsion auxiliaire (propulsion d'étrave).



**Contrainte** : encombrements et poids réduits, silence de fonctionnement, puissance massique importante, faible courant de démarrage, haut rendement, conformité aux spécifications des sociétés de classification selon les utilisations.

**Solution** : moteurs IP23 refroidis par air, moteurs refroidis par air avec échangeurs air/eau, moteurs LC à double carters refroidis par eau. Circuits magnétiques adaptés pour nombre de démarrages/heures élevé.



## Caractéristiques techniques

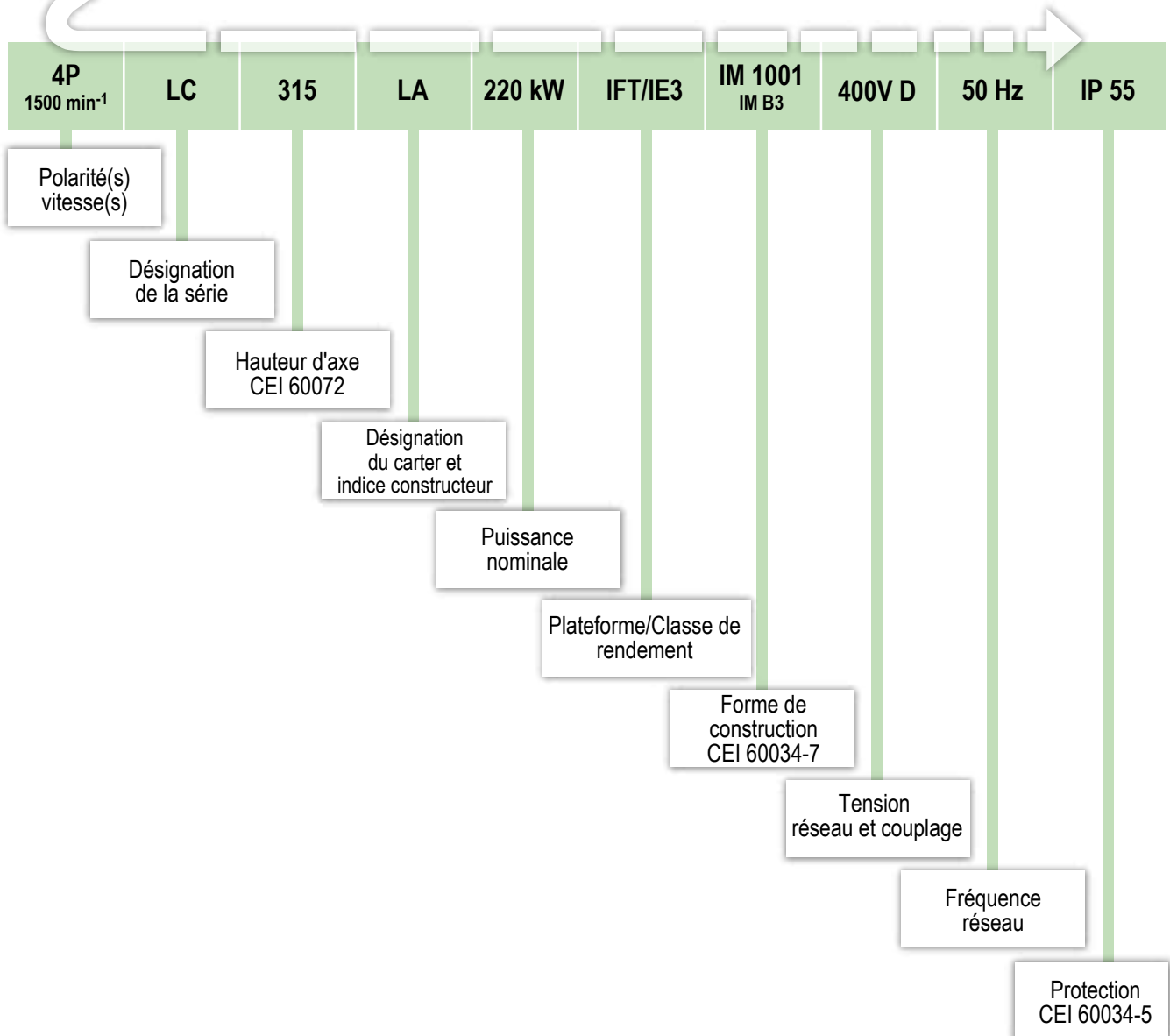
### Désignation



IP 55  
Cl. F -  $\Delta T$  80 K

La **désignation** complète du moteur décrite ci-dessous permettra de passer **commande** du matériel souhaité.

La méthode de sélection consiste à suivre le libellé de l'appellation.



## Caractéristiques techniques

### Identification

#### PLAQUES SIGNALÉTIQUES

La plaque signalétique permet d'identifier les moteurs, d'indiquer les principales performances et de montrer la compatibilité du moteur concerné aux principales normes et réglementations le concernant.

Tous les moteurs de ce catalogue sont équipés de deux plaques signalétiques : une dédiée aux performances lorsque le moteur est alimenté sur le réseau et l'autre dédiée aux performances du moteur alimenté sur variateur.

Pour les marquages, voir le tableau ci-dessous.

		Marquage de la plaque	CE	cURus	cCSAus	CEI & CE (IE3)	CSAE	ee (CC055B)	NEMA Premium
Moteurs LC refroidis liquide IP55	Puissance ≥ 150 kW	2, 4 & 6 P	Standard	Option	-	Standard	-	-	-

Option : peut être proposée sur demande. Dans certains cas cette option peut engendrer une modification ou un dimensionnement spécifique du moteur.

#### DÉFINITION DES SYMBOLES DES PLAQUES SIGNALÉTIQUES



Repère légal de la conformité du matériel aux exigences des Directives Européennes

#### Plaque alimentation réseau :

**MOT 3 ~** : moteur triphasé alternatif  
**LC** : série  
**450** : hauteur d'axe  
**LA** : symbole de carter  
**4** : polarité

#### N° moteur

**74893200** : numéro série moteur  
**X** : année de production  
**M** : mois de production  
**01** : N° d'ordre dans la série  
**IE3** : Classe de rendement  
**97,4%** : rendement à 4/4 de charge

**IP55 IK08** : indice de protection  
**Ins cl. F** : Classe d'isolation F  
**40°C** : température d'ambiance contractuelle de fonctionnement  
**S1** : Service - Facteur de marche  
**kg** : masse  
**V** : tension d'alimentation  
**Hz** : fréquence d'alimentation  
**min<sup>-1</sup>** : nombre de tours par minute  
**kW** : puissance assignée  
**cos φ** : facteur de puissance  
**A** : intensité assignée  
**Δ** : branchement triangle  
**Y** : branchement étoile

**Min Water Flow (l/mn)** : débit d'eau mini.  
**Max Water Temp (°C)** : température d'entrée d'eau maxi.  
**Max pressure (bars)** : pression maxi.

#### Roulements

**DE** : drive end  
roulement côté entraînement  
**NDE** : non drive end  
roulement côté opposé à l'entraînement  
**g** : masse de graisse à chaque regraissage (en g)  
**h** : périodicité de graissage (en heures)

**POLYREX EM103** : type de graisse

**A** : niveau de vibration

**H** : mode d'équilibrage

**Informations à rappeler pour toute commande de pièces détachées**

#### Plaque alimentation variateur :

**Inverter settings** : valeurs nécessaires au réglage du variateur de fréquence  
**Motor performance** : couple disponible sur l'arbre du moteur exprimé en % du couple nominal aux fréquences plaquées  
**Min. Fsw (kHz)** : fréquence de découpage minimum acceptable pour le moteur  
**Nmax (min<sup>-1</sup>)** : vitesse maximum mécanique acceptable pour le moteur

## Caractéristiques techniques

### Identification

#### PLAQUES SIGNALÉTIQUES MOTEURS LC REFROIDIS LIQUIDE IE3

Leroy-Somer		MOT. 3~ LC 450 LA 4				CE	
		N° 74893200XM01		2016	4100 kg		
DE 6326 C3		80 g	3000 h	IP 55	1000 m		IE3
NDE 6324 C3		72 g	3700 h	IK 08	IM 1001		
40 °C		Ins cl. F	S 1	100%	6 d/h	SF 1.0	97.4 %
V	Hz	min <sup>-1</sup>	kW	A	cos φ	%	
Δ 400	50	1491	1000	1665	0.89	97.4	
Δ 690	50	1491	1000	961	0.89		
Δ 380	50	1490	1000	1739	0.90		
Δ 415	50	1492	1000	1623	0.88		
Δ 460	60	1788	1000	1448	0.89	97.4	
Moturs Leroy-Somer Bd Marcellin Leroy CS10015 16915 Angoulême Cedex 9 - France Polyrex EM 103 Min water flow = 70 l/min Max water temp = 38°C Max pressure = 5 bars IEC 60034-1 - MADE IN FRANCE							

Leroy-Somer		MOT. 3~ LC 450 LA 4				CE	
		N° 74893200XM01		2016	4100 kg		
DE 6326 C3		80 g	3000 h	IP 55	1000 m		IE3
NDE 6324 C3		72 g	3700 h	IK 08	IM 1001		
40 °C		Ins cl. F	S 9	%	d/h	SF	
Inverter settings							
V	Hz	min <sup>-1</sup>	kW	A	cos φ		
Δ 400	50	1491	1000	1800	0.89		
							min. Fsw (kHz) : 3
							Nmax (min <sup>-1</sup> ) : 2610
Motor performance							
Hz	10	17	25	50	60	87	
T/Tn%	100	100	100	100	83	57	
Polyrex EM 103 Min water flow = 70 l/min Max water temp = 38°C Max pressure = 5 bars IEC 60034-1 - MADE IN FRANCE							

La réglementation européenne impose la mise sur le marché de moteurs IE3 ou IE2 + variateur à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015.

Les moteurs de ce catalogue sont conformes au règlement 640/2009 (et ses différents amendements) de la directive ErP.

Pour une meilleure sélection, utilisation et réglage des paramètres du variateur, les moteurs IE3, tels que définis dans les pages suivantes, bénéficient du double plaquage permettant d'obtenir les performances aussi bien sur réseau (marché hors UE) que sur variateur (marché UE).

\* valeurs plaquées communiquées uniquement à titre d'information.

## Caractéristiques techniques

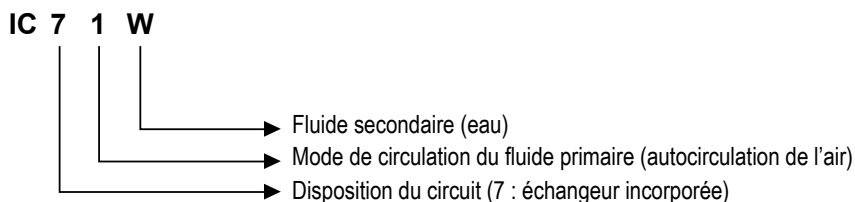
### Descriptif conception de base d'un moteur LC

Désignations	Matières	Commentaires
<b>Carter</b>	Acier	Avec anneaux de levage Double enveloppe pour circulation d'eau. Bornes de masse
<b>Stator</b>	Tôles magnétiques FeSi isolée à faible taux de carbone Cuivre électrolytique	Tôles magnétiques fully process Tôles assemblées Encoches semi-fermées Système d'isolation classe F
<b>Rotor</b>	Tôle magnétique FeSi isolée à faible taux de carbone + Aluminium ou alliage de cuivre suivant versions	Encoches inclinées Cage rotorique coulée sous-pression en aluminium ou brasée en alliage de cuivre Montage fretté à chaud sur l'arbre ou claveté pour rotors brasées
<b>Arbre</b>	Acier	Clavette débouchante
<b>Paliers</b>	Acier ou fonte	Refroidis par eau dans certains cas
<b>Roulements et graissage</b>	-	Roulements à billes regraissables
<b>Graisse</b>	Polyrex EM103	-
<b>Chicanes Joint d'étanchéité</b>	-	Gorges de décompression
<b>Plaque signalétique</b>	Acier inoxydable	2 plaques signalétiques : 1 avec valeurs de fonctionnement sur réseau 1 avec valeurs de fonctionnement sur variateur
<b>Visserie</b>	Acier inoxydable	-
<b>Boîte à bornes Raccordement réseau</b>	Acier ou fonte	Orientable Possibilité de perçage et de presse étoupe uniquement en option Borne ou barre de masse Pour hauteurs d'axe $\leq 355$ : 1 planchette 6 bornes acier en standard Pour hauteurs d'axe $\geq 355$ LK et $\leq 500$ : 2 planchettes 6 bornes acier en standard
<b>Boîte à bornes auxiliaire</b>	Fonte	1 boîte à borne avec 2 perçages ISO16 pour le raccordement : - du détecteur de fuite d'eau - des résistances de réchauffage éventuelles
<b>Méthode d'équilibrage</b>	-	Équilibrage 1/2 clavette afin d'avoir un niveau de vibration classe A en standard
<b>Indice de protection</b>	-	IP55, autres niveaux de protection IP56 ou IP65 sur demande
<b>Indice de refroidissement</b>	-	IC 71 W

## Caractéristiques techniques

### Mode de refroidissement

Système de désignation du mode de refroidissement code IC (International Cooling) de la norme CEI 60034-6.



#### Disposition du circuit

Chiffre caractéristique	Désignation abrégée	Description
7 <sup>(1)</sup>	Échangeur incorporé (n'utilisant pas le milieu environnant)	Le fluide de refroidissement primaire (air) circule en circuit fermé et cède sa chaleur au fluide secondaire (eau), qui n'est pas le fluide entourant la machine, dans un échangeur de chaleur qui est incorporé et formant une partie intégrante de la machine.

<sup>(1)</sup> La nature des éléments échangeurs de chaleur n'est pas spécifiée (tubes lisses ou à ailettes, parois ondulées, etc...)

#### Mode de circulation (circulation fluide primaire)

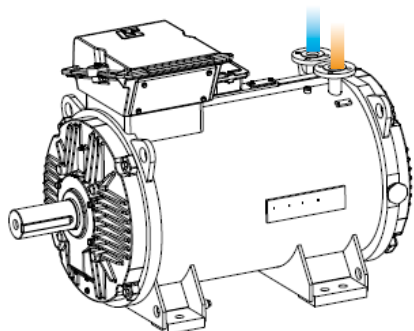
Chiffre caractéristique	Désignation abrégée	Description
1	Autocirculation	La circulation du fluide de refroidissement dépend de la vitesse de rotation de la machine principale, soit par action du rotor seul, soit par un dispositif monté directement dessus.

#### Fluide de refroidissement (fluide secondaire)

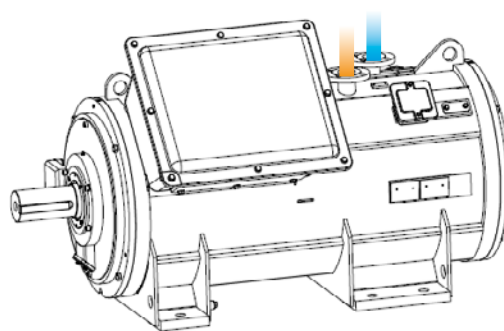
Lettre caractéristique	Nature du fluide
W	Eau

Les buses d'entrée et de sortie d'eau (circuit secondaire) sont situées en standard sur le dessus de la carcasse. D'autres positions peuvent être étudiées sur consultation.

Des plaques repères indiquent l'entrée (Inlet) et la sortie (Outlet) du circuit d'eau.



LC 315 à LC 355 L



LC 355 LK à LC 500

## Caractéristiques techniques

### Mode de refroidissement

**1 -** Les moteurs LC de Leroy-Somer sont conçus avec un niveau de rendement IE3 jusqu'à une température d'entrée d'eau de 38°C maxi.

Pour toutes demandes de rendement avec des températures d'entrée d'eau différentes, nous consulter.

**2 -** Qualité de l'eau : le circuit d'eau des moteurs possède les propriétés suivantes :

Les carcasses des moteurs sont formées d'une double enveloppe en acier dans laquelle circule l'eau de refroidissement.

Les précautions à prendre au niveau des eaux de refroidissement industrielles doivent être prises conformément aux règles de l'art, en particulier afin d'éviter entartrage, corrosion et prolifération organique. Les valeurs typiques suivantes sont données à titre indicatif :

- pH de 7,5 à 8,5
- CaCO<sub>3</sub> : 100 à 400 mg/l
- Cl<sup>-</sup> : <200 mg/l

• Conductivité : 1000 à 1500 µS/cm.  
Le fonctionnement sans eau de refroidissement n'est pas admis.

**3 -** Les moteurs de ce catalogue sont définis pour des conditions de fonctionnement suivantes :

Température ambiante : -16°C à +40°C  
Altitude ≤ 1000 m. Pour une utilisation à une température ambiante inférieure à +5°C, un antigel (type glycol) doit être ajouté à l'eau de refroidissement dans la proportion 40% d'antigel / 60% d'eau.

**4 -** Impact de la température d'entrée d'eau sur la conception :

En conception standard, la température d'entrée d'eau est de :

• 32°C pour les moteurs LC 315 à LC 355. Pour une température comprise entre 32°C < T° < 38°C, selon la polarité et la puissance, la conception des moteurs pourra être adaptée.

• 38°C pour les moteurs LC 355 LK à LC 500.

Pour une T° > 38°C, nous consulter.

Hauteur d'axe	Débit minimum (litre/min)	Chute de pression maxi (bar)	Pression maxi (bar)	Échauffement de l'eau maxi (°C)
315	30	1	5	5
315LK / 355	30	1	5	6
355 LK 2 pôles	50	1	5	6
355 LK 4-6 pôles	40	1	5	6
400	45	1	5	6
400 LK / 450	70	1	5	6
500 L 4 pôles	100	1	5	6
500 M 6 pôles	80	1	5	6

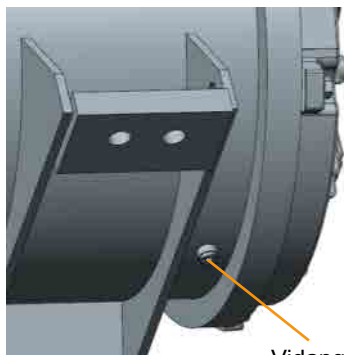
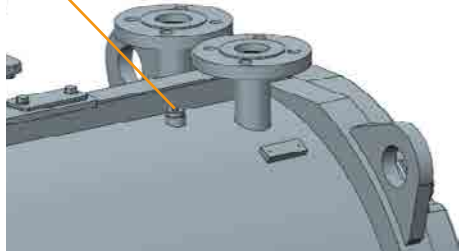
**Important : il est impératif de nous communiquer la température d'entrée d'eau sur la commande**

**5 -** Purge du circuit d'eau et évènements de dégazage :

Les moteurs LC sont équipés en standard de purges du circuit d'eau et d'évènements de dégazage.

#### LC 315 L à LC 355 L

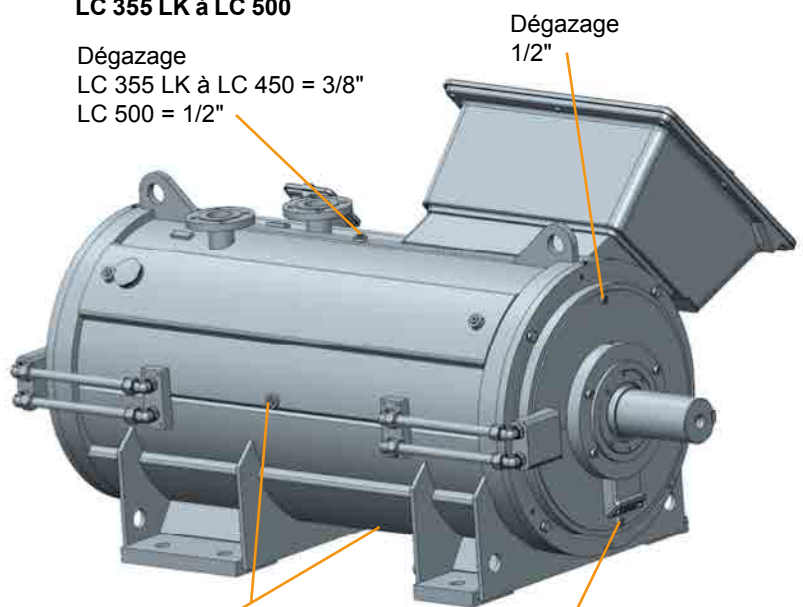
Dégazage  
3/8"



Vidange 3/8"

#### LC 355 LK à LC 500

Dégazage  
LC 355 LK à LC 450 = 3/8"  
LC 500 = 1/2"



Vidange  
LC 355 LK à LC 450 = 3/8"  
LC 500 = 1/2"

Dégazage  
1/2"

Vidange  
1/2"

## Caractéristiques techniques Équipements de série

### BOUCHON AVEC MEMBRANE RESPIRANTE

Les moteurs de ce catalogue sont livrés en série avec un bouchon intégrant une membrane respirante et imperméable. Cette membrane de type PTFE est perméable à l'air et à la vapeur d'eau mais est étanche aux liquides (IP66 mini).

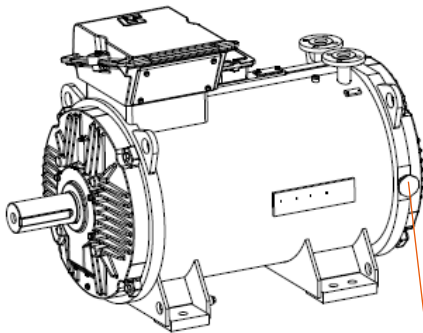
Le liquide de refroidissement circule autour du moteur le soumettant à des différences de température importantes. Suivant les conditions d'environnement, il y a donc de la condensation qui se forme dans le moteur. Ces condensats, qui peuvent être très importants peuvent endommager le moteur. La solution habituelle consiste à les évacuer grâce à des trous de vidange en position basse du moteur.



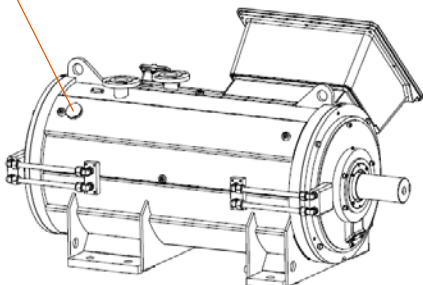
Ces trous de vidange sont toujours présents, mais grâce à la présence de ce bouchon à membrane respirante sur les moteurs LC, les opérations de maintenance sont limitées.

Ce système est breveté par Leroy-Somer.

#### LC 315 et LC 355 L



Bouchon à membrane respirante



#### LC 355LK, LC 400, LC 450 et LC 500

### DÉTECTEUR DE FUITE D'EAU

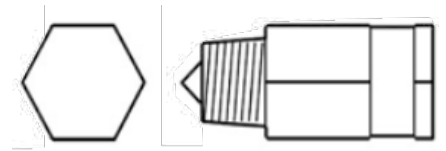


Un détecteur de fuite est monté en série sur chaque moteur. Quelle que soit la configuration du moteur (horizontal ou vertical) le détecteur est placé en partie basse.

La technologie utilisée est un détecteur optique. Le capteur comporte un émetteur infrarouge et un récepteur optique. Le récepteur détecte ainsi la présence d'eau par une modification de la transmission de la lumière de l'émetteur.

Les caractéristiques sont les suivantes :

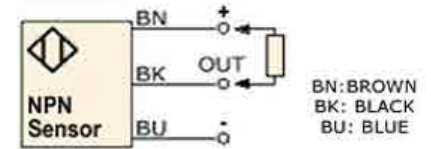
Tension	12-28 V
Courant	100 mA max.
Type de sortie	NPN circuit fermé (ouvert en cas de défaut)
Température	-40°C / +125°C



Il est nécessaire de prévoir une alimentation extérieure.

Le raccordement s'effectue dans la boîte à bornes auxiliaires prévue de série.

### CONNEXIONS ÉLECTRIQUES



Le détecteur de fuite d'eau est situé à l'intérieur du moteur au niveau du palier avant.



## Caractéristiques techniques Équipements optionnels

---

### FONCTIONNEMENT SUR VARIATEUR

- Sur-isolation du bobinage (système SIR Leroy-Somer)
- Roulement à billes isolé, Avant et/ou Arrière
- Bague de masse à l'avant
- Codeur isolé avec son capot de protection

### ADAPTATION MÉCANIQUE

- Boîte à bornes à droite ou à gauche vue du bout d'arbre
- Roulements à rouleaux
- 2ème bout d'arbre
- Arbre côté DE :
  - différent du catalogue
  - conique (conicité 10%)
  - lisse sans clavetage
  - clavetage spécial
- Boîte à bornes principale agrandie pour LC 315, LC 315 LK & LC 355 L pouvant accueillir 2 planchettes à bornes.

**IMPORTANT : dans ce cas 1 seule boîte à bornes auxiliaire est possible, et l'orientation des entrées de câbles sera limitée à gauche et à droite (180°).**

- Équilibrage :
  - classe B
  - type F (clavette entière) ou type N (sans clavette)
- Préparation pour sondes SPM :
  - soit AV et ARR : 12h - 12 h.
  - soit AV : 3h – 9h – 12h.
  - et ARR : 3h – 9h – 12h – axiale

### PROTECTION MOTEUR

- Protection IP56 ou IP65
- Sondes thermiques bobinage et paliers (PT100, CTP, KTY, PTO ou PTF, thermocouples, autres...)
- Résistances de réchauffage à l'arrêt
- Isolation classe H du bobinage
- 2<sup>ème</sup> boîte à bornes auxiliaire (hors codeur), avec 2 perçages ISO 20, pour raccordement de protections thermiques
- Ensemble comprenant :
  - des tresses de masse (carcasse/corps de boîte, corps de boîte/couvercle, couvercle/cornet d'épanouissement).
  - une barre de masse dans la boîte à bornes.
  - et un cornet d'épanouissement.Cet ensemble est fourni de série pour les moteurs LC 500.
- Finition Corrobloc (Peinture syst IIIa, PE laiton)
- PE laiton
- Tropicalisation Complète
- Plaque support PE amagnétique

### DIVERS

- Conformité cURus (pour le système d'isolation bobinage)
- Autres nuances de peinture

**Nous pouvons également proposer sur consultation d'autres équipements tels que :**

- Puissances / hauteurs d'axe :
  - < LC 315
  - > LC 500
- Raccords spéciaux pour l'entrée et la sortie d'eau
- Frein

## Caractéristiques techniques Manutention

### LEVAGE DU MOTEUR SEUL (non accouplé à la machine)

La réglementation précise qu'au-delà 25 kg, il est nécessaire d'utiliser un moyen de manutention adapté.

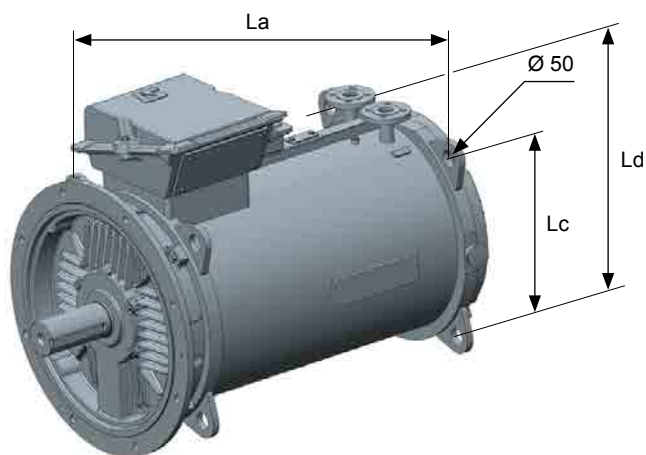
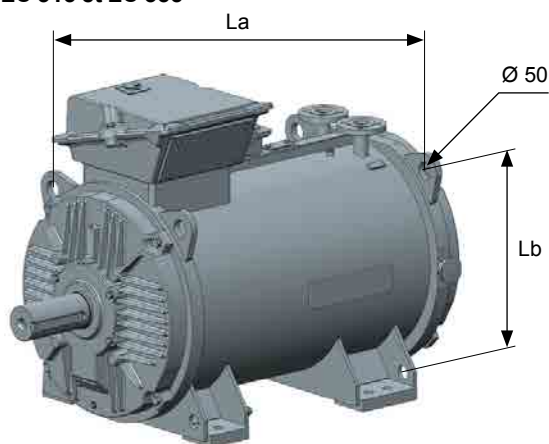
Tous nos moteurs sont équipés d'un moyen de préhension permettant de manutentionner le moteur sans risque. Vous trouverez ci-dessous le plan de la position des anneaux de levage avec les dimensions à respecter.

Pour éviter tout endommagement du moteur lors de sa manutention (par exemple : passage du moteur de la position horizontale à la position verticale), il est impératif de respecter ces préconisations.

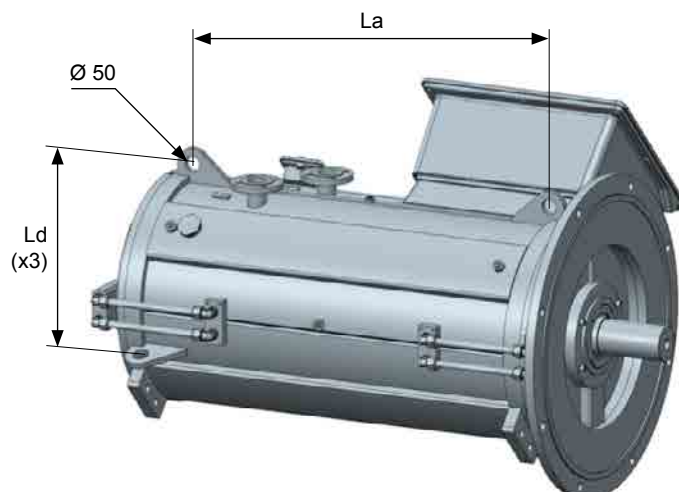
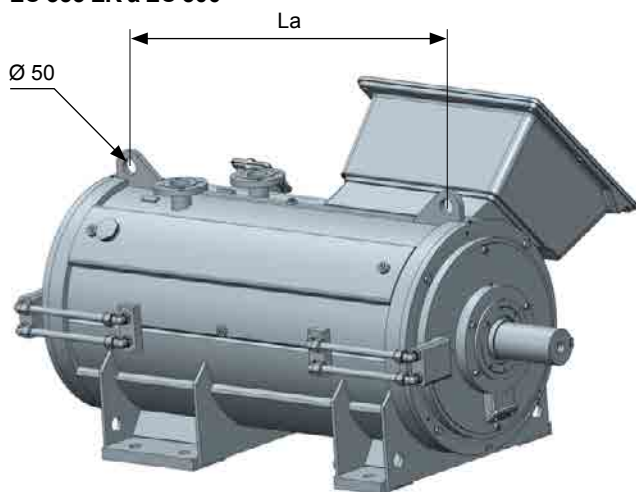
### POSITION DES ANNEAUX DE LEVAGE

Type	La	Lb	Lc	Ld
LC 315	950	490	475	670
LC 355	1050	560	540	760
LC 355 LK / LC 400	1220	-	-	630
LC 400 LK / LC 450	1410	-	-	730
LC 500 M	1720	-	-	840
LC 500 L	2020	-	-	840

#### LC 315 et LC 355



#### LC 355 LK à LC 500



## Caractéristiques électriques IE3 alimentation réseau

Les valeurs de rendement indiquées dans les tableaux ci-dessous sont des valeurs minimum

### 2 PÔLES

Type	Puissance nominale $P_n$ kW	Moment nominal $M_n$ N.m	Moment démarrage/ Moment nominal $M_d/M_n$	Moment maximum/ Moment nominal $M_m/M_n$	Intensité démarrage/ Intensité nominale $I_d/I_n$	Moment d'inertie $J$ kg.m <sup>2</sup>	Masse IM B3 kg	Bruit (50 Hz) LP db(A)	400V / 50Hz							
									Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement CEI 60034-2-1 - 2007			Facteur de puissance		
											4/4	$\eta$ 3/4	2/4	4/4	Cos $\phi$ 3/4	2/4
LC 315 LA	220	707	1,9	2,6	6,3	1,5	1101	60	2970	366	96,4	96,6	96,4	0,90	0,88	0,84
LC 315 LB	250	802	2,4	2,9	7,6	1,6	1118	60	2976	422	96,4	96,6	96,4	0,88	0,86	0,82
LC 315 LKA	315	1008	2,7	3,0	8,0	3,7	1656	66	2984	538	96,4	96,4	96,2	0,87	0,85	0,81
LC 315 LKB	355	1136	2,7	3,0	8,0	3,7	1656	66	2981	606	96,4	96,4	96,2	0,87	0,85	0,81
LC 315 LKC	400	1281	3,0	2,4	7,6	3,7	1656	66	2980	682	96,4	96,5	96,3	0,87	0,86	0,82
LC 355 LA	400	1281	3,0	2,4	7,6	3,7	1681	66	2980	682	96,4	96,5	96,3	0,87	0,86	0,82
LC 355 LB	450	1440	1,6	2,5	5,7	4,5	1746	66	2984	753	96,4	96,4	96,2	0,89	0,88	0,85
LC 355 LKA	550	1763	1,8	2,4	6,2	4,1	2253	70	2980	908	96,4	96,4	96,2	0,90	0,89	0,86
LC 355 LKB	700	2243	2,1	2,6	6,8	4,5	2487	70	2980	1152	96,4	96,5	96,2	0,90	0,89	0,86

### 4 PÔLES

Type	Puissance nominale $P_n$ kW	Moment nominal $M_n$ N.m	Moment démarrage/ Moment nominal $M_d/M_n$	Moment maximum/ Moment nominal $M_m/M_n$	Intensité démarrage/ Intensité nominale $I_d/I_n$	Moment d'inertie $J$ kg.m <sup>2</sup>	Masse IM B3 kg	Bruit (50 Hz) LP db(A)	400V / 50Hz							
									Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement CEI 60034-2-1 - 2007			Facteur de puissance		
											4/4	$\eta$ 3/4	2/4	4/4	Cos $\phi$ 3/4	2/4
LC 315 LA	220	1420	2,6	3,0	6,3	3,1	1170	60	1485	380	96,5	96,9	97,0	0,87	0,84	0,75
LC 315 LB	250	1608	2,4	2,1	6,4	3,2	1200	60	1485	441	96,3	96,7	96,8	0,86	0,83	0,75
LC 315 LKA	315	2022	2,2	2,8	7,3	5,9	1552	66	1488	536	96,5	96,5	96,1	0,88	0,85	0,77
LC 315 LKB	355	2279	2,4	2,6	7,6	6,3	1606	66	1488	618	96,4	96,4	96,0	0,86	0,83	0,75
LC 315 LKC	400	2568	2,4	3,4	7,5	7,0	1688	66	1488	706	96,6	96,9	96,8	0,85	0,82	0,75
LC 355 LA	400	2568	2,4	3,4	7,5	7,0	1716	66	1488	706	96,6	96,9	96,8	0,85	0,82	0,75
LC 355 LB	450	2879	1,6	3,1	8,0	9,3	1852	66	1493	770	96,6	96,9	96,9	0,87	0,85	0,79
LC 355 LC	500	3204	1,6	2,8	8,1	9,3	1912	66	1490	849	96,6	96,9	97,1	0,88	0,86	0,80
LC 355 LKA	560	3602	0,8	2,3	5,6	11,4	2405	70	1485	955	96,1	96,4	96,4	0,88	0,86	0,81
LC 355 LKB	630	4054	0,8	2,3	5,6	12,1	2519	70	1484	1075	96,1	96,4	96,4	0,88	0,87	0,82
LC 400 LA	750	4797	1,2	2,9	8,5	16,6	2847	70	1493	1256	96,6	96,9	96,9	0,89	0,86	0,79
LC 400 LKA	850	5442	1,0	2,9	8,2	32,8	4066	70	1492	1398	96,6	96,9	96,9	0,90	0,89	0,85
LC 450 LA	1000	6402	1,1	3,0	8,9	32,8	4098	70	1492	1661	96,6	96,9	96,9	0,89	0,88	0,84
LC 450 LB	1200	7687	1,0	2,8	7,4	32,8	4098	70	1491	2026	96,6	96,9	96,9	0,88	0,87	0,83
LC 500 L*	1500	9607	0,3	1,9	5,1	67,2	6300	80	1491	2529	96,2	96,3	96,0	0,89	0,88	0,87

\* Valeurs à 690V 50Hz - Moteur optimisé en vitesse variable pour la tension de 690V Y 50Hz. Nous consulter pour d'autres valeurs

### 6 PÔLES

Type	Puissance nominale $P_n$ kW	Moment nominal $M_n$ N.m	Moment démarrage/ Moment nominal $M_d/M_n$	Moment maximum/ Moment nominal $M_m/M_n$	Intensité démarrage/ Intensité nominale $I_d/I_n$	Moment d'inertie $J$ kg.m <sup>2</sup>	Masse IM B3 kg	Bruit (50 Hz) LP db(A)	400V / 50Hz							
									Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement CEI 60034-2-1 - 2007			Facteur de puissance		
											4/4	$\eta$ 3/4	2/4	4/4	Cos $\phi$ 3/4	2/4
LC 315 LA	150	1447	2,7	2,1	6,1	3,9	1157	60	990	277	95,7	95,9	95,6	0,82	0,78	0,69
LC 315 LB	170	1645	1,8	2,6	6,8	4,2	1214	60	987	304	95,6	95,8	95,5	0,84	0,80	0,71
LC 315 LKA	270	2597	2,0	2,8	7,1	10,6	1692	65	993	483	96,3	96,3	95,6	0,84	0,80	0,69
LC 315 LKB	315	3021	5,5	3,9	9,7	12,3	1783	65	996	557	96,5	96,5	95,8	0,84	0,80	0,70
LC 355 LA	270	2597	2,0	2,8	7,1	10,6	1720	65	993	483	96,3	96,3	95,6	0,84	0,80	0,69
LC 355 LB	315	3021	5,5	3,9	9,7	12,3	1811	65	996	557	96,5	96,5	95,8	0,84	0,80	0,70
LC 355 LKA	355	3418	1,8	2,7	7,1	14,8	2292	66	992	640	96,3	96,4	96,0	0,83	0,79	0,69
LC 355 LKB	400	3863	1,3	2,4	5,3	14,8	2319	66	989	718	96,5	96,9	96,9	0,84	0,80	0,71
LC 355 LKC	500	4830	1,3	2,0	5,3	16,3	2459	66	989	886	95,9	96,1	95,7	0,85	0,81	0,73
LC 400 LA	500	4830	1,3	2,0	5,3	16,3	2504	66	989	886	95,9	96,1	95,7	0,85	0,81	0,73
LC 400 LB	650	6293	1,2	1,8	4,9	20,7	2796	66	986	1155	95,8	96,0	95,6	0,85	0,81	0,73
LC 400 LKA	850	8175	1,1	2,9	7,6	44,4	3818	72	993	1447	96,5	96,8	96,8	0,87	0,84	0,77
LC 450 LA	950	9153	1,2	2,9	7,8	48,3	4106	72	993	1614	96,5	96,8	96,7	0,88	0,85	0,78
LC 450 LB	1050	10120	1,1	2,9	7,0	48,3	4106	72	992	1768	96,5	96,8	96,8	0,89	0,86	0,79
LC 500 M**	1300	12475	0,9	2,4	6,4	83,2	6280	80	995	1401	96,5	96,6	96,4	0,80	0,76	0,67

\*\* Valeurs à 690 VD 50Hz - Moteur optimisé en vitesse variable pour la tension de 690V D 50Hz. Nous consulter pour d'autres valeurs

## Caractéristiques électriques IE3 alimentation réseau

Les valeurs de rendement indiquées dans les tableaux ci-dessous sont des valeurs minimum

### 2 PÔLES

Type	Puissance nominale $P_n$ kW	380V / 50Hz				415V / 50Hz				460V / 60Hz				
		Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4	Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4	Puissance nominale $P_n$ kW	Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4
		LC 315 LA	220	2966	385	96,5	0,90	2973	353	97,0	0,89	220	3574	316
LC 315 LB	250	2973	440	96,8	0,89	2978	413	97,1	0,87	250	3579	365	97,3	0,88
LC 315 LKA	315	2982	562	97,3	0,88	2985	523	97,3	0,86	315	3585	467	97,4	0,87
LC 315 LKB	355	2978	634	97,2	0,87	2982	586	97,3	0,87	355	3583	524	97,4	0,87
LC 315 LKC	400	2977	715	96,8	0,88	2982	662	97,3	0,86	400	3583	588	97,3	0,88
LC 355 LA	400	2977	715	96,8	0,88	2982	662	97,3	0,86	400	3583	588	97,3	0,88
LC 355 LB	450	2982	795	97,3	0,88	2986	727	97,6	0,88	450	3583	650	97,5	0,89
LC 355 LKA	550	2976	958	96,8	0,90	2982	877	97,2	0,90	550	3583	787	97,4	0,90
LC 355 LKB	700	2978	1216	97,2	0,90	2982	1109	97,6	0,90	700	3582	999	97,7	0,89

### 4 PÔLES

Type	Puissance nominale $P_n$ kW	380V / 50Hz				415V / 50Hz				460V / 60Hz				
		Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4	Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4	Puissance nominale $P_n$ kW	Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4
		LC 315 LA	220	1482	396	96,3	0,88	1486	371	96,7	0,85	220	1786	329
LC 315 LB	250	1481	459	96,0	0,87	1484	430	96,2	0,84	250	1788	380	97,2	0,85
LC 315 LKA	315	1486	557	96,3	0,89	1489	527	96,7	0,86	315	1789	461	96,9	0,89
LC 315 LKB	355	1486	636	96,2	0,88	1489	612	96,5	0,84	355	1789	530	96,7	0,87
LC 315 LKC	400	1486	722	96,4	0,87	1489	703	96,7	0,82	400	1789	603	96,9	0,86
LC 355 LA	400	1486	722	96,4	0,87	1489	703	96,7	0,82	400	1789	603	96,9	0,86
LC 355 LB	450	1492	782	96,9	0,90	1493	733	97,2	0,88	450	1793	662	97,4	0,88
LC 355 LC	500	1489	877	96,8	0,89	1491	837	97,2	0,86	500	1791	730	97,3	0,88
LC 355 LKA	560	1482	998	95,8	0,89	1486	932	96,3	0,87	560	1787	823	96,6	0,88
LC 355 LKB	630	1481	1126	95,8	0,89	1486	1046	96,3	0,87	630	1786	927	96,6	0,88
LC 400 LA	750	1492	1302	96,9	0,90	1494	1233	97,2	0,87	750	1794	1088	97,3	0,89
LC 400 LKA	850	1491	1472	97,2	0,90	1492	1352	97,5	0,90	850	1792	1215	97,5	0,90
LC 450 LA	1000	1491	1738	97,3	0,90	1492	1618	97,5	0,88	1000	1792	1436	97,5	0,90
LC 450 LB	1200	1490	2125	96,9	0,88	1491	1966	97,3	0,87	1200	1791	1749	97,3	0,88

### 6 PÔLES

Type	Puissance nominale $P_n$ kW	380V / 50Hz				415V / 50Hz				460V / 60Hz				
		Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4	Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4	Puissance nominale $P_n$ kW	Vitesse nominale $N_n$ min <sup>-1</sup>	Intensité nominale $I_n$ A	Rendement $\eta$ 4/4	Facteur de puissance $\cos \phi$ 4/4
		LC 315 LA	150	989	289	95,2	0,83	991	272	95,7	0,80	150	1191	239
LC 315 LB	170	985	319	95,4	0,85	988	296	95,8	0,83	170	1188	264	96,2	0,84
LC 315 LKA	270	992	493	96,3	0,86	993	482	96,3	0,81	270	1194	417	96,5	0,84
LC 315 LKB	315	995	569	96,8	0,87	996	556	97,0	0,81	315	1196	482	97,2	0,84
LC 355 LA	270	992	493	96,3	0,86	993	482	96,3	0,81	270	1194	417	96,5	0,84
LC 355 LB	315	995	569	96,8	0,87	996	556	97,0	0,81	315	1196	482	97,2	0,84
LC 355 LKA	355	991	662	96,1	0,85	993	630	96,4	0,81	355	1193	554	96,7	0,83
LC 355 LKB	400	987	760	95,3	0,84	990	694	96,1	0,83	400	1191	620	96,5	0,84
LC 355 LKC	500	986	934	95,4	0,85	990	857	96,2	0,84	500	1190	763	96,6	0,85
LC 400 LA	500	986	934	95,4	0,85	990	857	96,2	0,84	500	1190	763	96,6	0,85
LC 400 LB	650	984	1225	95,1	0,85	988	1111	96,0	0,85	650	1188	991	96,4	0,85
LC 400 LKA	850	992	1487	96,8	0,90	993	1430	97,2	0,85	850	1193	1248	97,4	0,88
LC 450 LA	950	992	1657	97,0	0,90	994	1593	97,3	0,85	950	1194	1389	97,4	0,88
LC 450 LB	1050	990	1827	96,7	0,90	993	1740	97,0	0,86	1050	1193	1525	97,5	0,89

## Caractéristiques électriques IE3 alimentation variateur

### 2 PÔLES

Type	400V / 50Hz				% Moment nominal $M_n$ à					Vitesse mécanique maximum
	Puissance nominale	Vitesse nominale	Intensité nominale	Facteur de puissance	10Hz	17Hz	25Hz	50Hz	87Hz	
	$P_n$ kW	$N_n$ min <sup>-1</sup>	$I_n$ A	Cos $\phi$ 4/4						
LC 315 LA	220	2970	393	0,90	100	100	100	100	—	3600
LC 315 LB	250	2976	457	0,88	100	100	100	100	—	3600
LC 315 LKA	315	2984	582	0,87	100	100	100	100	—	3600
LC 315 LKB	355	2981	656	0,87	100	100	100	100	—	3600
LC 315 LKC	400	2980	740	0,87	100	100	100	100	—	3600
LC 355 LA	400	2980	740	0,87	100	100	100	100	—	3600
LC 355 LB	450	2984	814	0,89	100	100	100	100	—	3600
LC 355 LKA	550	2980	983	0,90	100	100	100	100	—	3600
LC 355 LKB	700	2980	1252	0,90	100	100	100	100	—	3600

### 4 PÔLES

Type	400V / 50Hz				% Moment nominal $M_n$ à					Vitesse mécanique maximum
	Puissance nominale	Vitesse nominale	Intensité nominale	Facteur de puissance	10Hz	17Hz	25Hz	50Hz	87Hz	
	$P_n$ kW	$N_n$ min <sup>-1</sup>	$I_n$ A	Cos $\phi$ 4/4						
LC 315 LA	220	1485	406	0,87	100	100	100	100	57	2610
LC 315 LB	250	1484	468	0,86	100	100	100	100	57	2610
LC 315 LKA	315	1488	575	0,88	100	100	100	100	57	2610
LC 315 LKB	355	1488	664	0,86	100	100	100	100	57	2610
LC 315 LKC	400	1488	755	0,85	100	100	100	100	57	2610
LC 355 LA	400	1488	755	0,85	100	100	100	100	57	2610
LC 355 LB	450	1493	830	0,87	100	100	100	100	57	2610
LC 355 LC	500	1490	912	0,88	100	100	100	100	57	2610
LC 355 LKA	560	1485	1027	0,88	100	100	100	100	—	1800
LC 355 LKB	630	1484	1155	0,88	100	100	100	100	—	1800
LC 400 LA	750	1493	1353	0,89	100	100	100	100	—	1800
LC 400 LKA	850	1492	1517	0,90	100	100	100	100	—	1800
LC 450 LA	1000	1492	1804	0,89	100	100	100	100	—	1800
LC 450 LB	1200	1491	2189	0,88	100	100	100	100	—	1800

### 6 PÔLES

Type	400V / 50Hz				% Moment nominal $M_n$ à					Vitesse mécanique maximum
	Puissance nominale	Vitesse nominale	Intensité nominale	Facteur de puissance	10Hz	17Hz	25Hz	50Hz	87Hz	
	$P_n$ kW	$N_n$ min <sup>-1</sup>	$I_n$ A	Cos $\phi$ 4/4						
LC 315 LA	150	990	296	0,82	100	100	100	100	57	1740
LC 315 LB	170	987	328	0,84	100	100	100	100	57	1740
LC 315 LKA	270	993	517	0,84	100	100	100	100	57	1740
LC 315 LKB	315	996	602	0,84	100	100	100	100	57	1740
LC 355 LA	270	993	517	0,84	100	100	100	100	57	1740
LC 355 LB	315	996	602	0,84	100	100	100	100	57	1740
LC 355 LKA	355	992	688	0,83	100	100	100	100	57	1740
LC 355 LKB	400	989	765	0,84	100	100	100	100	57	1740
LC 355 LKC	500	989	951	0,85	100	100	100	100	57	1740
LC 400 LA	500	989	951	0,85	100	100	100	100	57	1740
LC 400 LB	650	986	1238	0,85	100	100	100	100	57	1740
LC 400 LKA	850	993	1570	0,87	100	100	100	100	57	1740
LC 450 LA	950	993	1735	0,88	100	100	100	100	57	1740
LC 450 LB	1050	992	1918	0,88	100	100	100	100	57	1740

## Caractéristiques électriques IE3 alimentation variateur

### Rappels des protections préconisées

Type d'alimentation variateur	Niveau de contrainte subi par le moteur (avec longueur de câble ≤ 100 m)
Variateur et filtre sinus	1 : niveau standard
Variateur 2 quadrants	2 : niveau sévère
Variateur 4 quadrants / Regen	3 : niveau extrême

À renseigner sur la commande		Préconisations Leroy-Somer sur la protection du moteur				
Tension	Niveau de contrainte	Protection bobinage	Roulement isolé avant	Roulement isolé arrière	Bague de masse avant	Codeur isolé
$U_n \leq 400V$	1 ou 2	standard	non	non	non	non
	3	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
$400V < U_n \leq 500V$	1	standard	non	oui	oui pour $U_n \geq 440V$	oui
	2	SIR adapté*	non	oui	oui pour $U_n \geq 440V$	oui
	3	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
$500V < U_n \leq 690V$	1	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
	2	SIR adapté*	non	oui	oui	oui
	3**	SIR adapté*	non	oui	oui	oui

\* SIR : Système d'isolation renforcée du bobinage. La solution technique est adaptée suivant le niveau de contrainte.

Isolation standard : 1500 V crête et 3500 V/ $\mu$ s.

Pour des longueurs de câble > 100 m, nous consulter.

Dans le cas de demande spéciale de 2 roulements isolés, la bague de masse est obligatoire.

\*\* pour  $500V < U_n \leq 690V$  et le niveau de contrainte 3, l'utilisation du système d'isolation renforcée (SIR), peut modifier le dimensionnement du moteur.



**RAPPEL : tous les moteurs 2, 4 et 6 pôles mis sur le marché de l'UE doivent être IE3 ou IE2 et utilisés avec un variateur de vitesse :**

- à partir du 01/01/2015 pour puissances de 7,5 à 375 kW

- à partir du 01/01/2017 pour puissances de 0,75 à 375 kW

- en outre, pour être éligibles à la classe de rendement IE3, la température d'entrée d'eau des moteurs refroidis par eau doit être comprise entre 0°C et +32°C.

## Caractéristiques électriques

### Raccordement planchettes à bornes

#### PLANCHETTES À BORNES

Tous les moteurs standards sont livrés avec un schéma de branchement placé dans la boîte à bornes.

Les barrettes nécessaires à la réalisation du couplage sont disponibles à l'intérieur de la boîte à bornes.

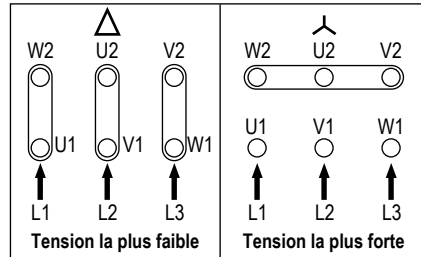
**Couple de serrage sur les écrous des planchettes à bornes**

Borne	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Couple N.m	1	2,5	4	10	20	35	50	65

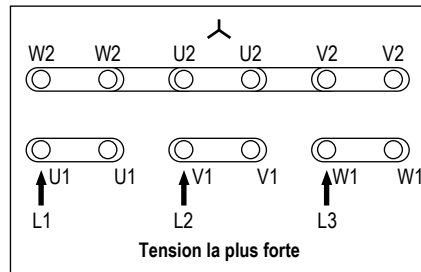
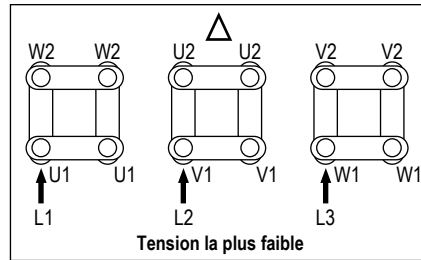
Série	Type de moteur	Bornes
LC	315 LA/LB/LKA/LKB/LKC	M12
	355 LA/LB/LC	
	355 LKA/LKB	M14
	400 LA/LB/LKA	
	450 LA/LB	
500 M/L	M16	

Les schémas de branchements usuels sont les suivants :

Moteurs LC 315 L, 315 LK et 355 L : le couplage se fait sur 6 bornes.



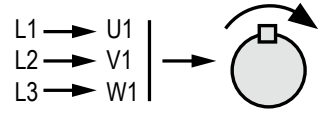
Moteurs LC 355 LK, 400 L, 400 LK, 450 et 500 : le couplage se fait sur 12 bornes.



Lorsque le moteur est alimenté par un variateur, L1, L2 et L3 sont remplacés par les connexions U, V et W du variateur.

#### SENS DE ROTATION

Dans tous les cas, le sens de rotation vu du bout d'arbre est donné par :



En permutant l'alimentation de 2 phases, le sens de rotation sera inversé (il y aura lieu de s'assurer au préalable, que le moteur a été conçu pour les 2 sens de rotation).

Si le moteur est piloté par un variateur Powerdrive MD2, une fonction permettant d'inverser le sens de rotation à l'aide d'un paramètre est disponible en standard, ce qui permet de s'affranchir de la modification du câblage.

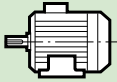
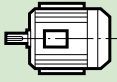
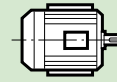
## Caractéristiques mécaniques

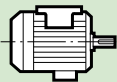

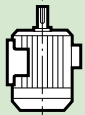
### Formes de construction et positions de fonctionnement

#### MODES DE FIXATION ET POSITIONS (selon Norme CEI 60034-7)

##### Moteurs à pattes de fixation

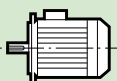
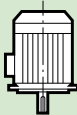

- toutes hauteurs d'axes

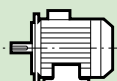

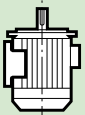
<p>IM 1001 (IM B3) - Arbre horizontal - Pattes au sol</p> 
<p>IM 1051 (IM B6) - Arbre horizontal - Pattes au mur à gauche vue du bout d'arbre</p> 
<p>IM 1061 (IM B7) - Arbre horizontal - Pattes au mur à droite vue du bout d'arbre</p> 

<p>IM 1071 (IM B8) - Arbre horizontal - Pattes en haut</p> 
<p>IM 1011 (IM V5) - Arbre vertical vers le bas - Pattes au mur</p> 
<p>IM 1031 (IM V6) - Arbre vertical vers le haut - Pattes au mur</p> 

##### Moteurs à bride (FF) de fixation à trous lisses

- toutes hauteurs d'axes  
(excepté IM 3001 limité à hauteur d'axe 225 mm)

<p>IM 3001 (IM B5) - Arbre horizontal</p> 
<p>IM 3011 (IM V1) - Arbre vertical en bas</p> 
<p>IM 3031 (IM V3) - Arbre vertical en haut</p> 

<p>IM 2001 (IM B35) - Arbre horizontal - Pattes au sol</p> 
<p>IM 2011 (IM V15) - Arbre vertical en bas - Pattes au mur</p> 
<p>IM 2031 (IM V36) - Arbre vertical en haut - Pattes au mur</p> 

Hauteur d'axe (mm)	Positions de montage											
	IM 1001	IM 1051	IM 1061	IM 1071	IM 1011	IM 1031	IM 3001	IM 3011	IM 3031	IM 2001	IM 2011	IM 2031
315 à 450	●	■	■	■	■	■	■	●	■	●	■	■
500	●							●		●		

● : positions possibles

■ : nous consulter en précisant le mode d'accouplement et les charges axiales et radiales éventuelles



## Caractéristiques mécaniques

### Raccordement boîtes à bornes

#### LA BOÎTE À BORNES PRINCIPALE

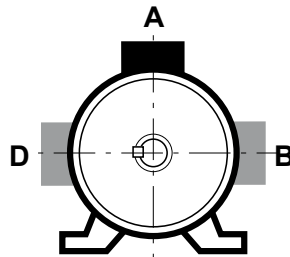
Placée en standard sur le dessus et à l'avant du moteur, elle est de protection IP 55 et équipée d'une plaque support démontable non percée.

Les boîtes à bornes des moteurs LC 315, LC 315 LK et LC 355 (hors versions LK) en construction B3 sont montées sur le sommet du moteur. En standard les sorties de câbles sont prévues sur la droite vue du bout d'arbre, les positions vers la gauche et vers l'avant sont possibles en option.

Pour ces hauteurs d'axe une version de boîte à bornes agrandie est disponible sur consultation.

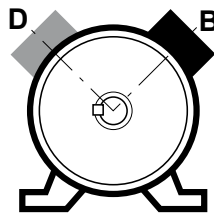
Les boîtes à bornes des moteurs LC 355 LK à LC 500 sont montées à 45° sur la droite vue du bout d'arbre. La sortie des câbles peut s'effectuer vers le bas en standard ou vers le haut en option. La position de la boîte à bornes à 45° vers la gauche est disponible en option.

Positions de la boîte à bornes par rapport au bout d'arbre moteur (moteur en position IM 1001)



Moteurs LC 315 à LC 355 (hors 355 LK)

A : position standard



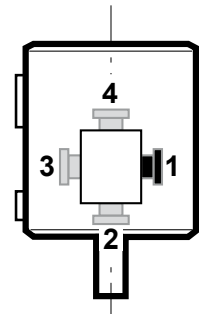
Moteurs LC 355 LK à LC 500

B : position standard

Position de la boîte à bornes	A	B	D
LC315, LC315LK et LC355	●	◆	◆
LC355LK, LC400, LC450 et LC500		●	■

● standard ◆ sur consultation ■ en option

Positions des entrées de câbles par rapport au bout d'arbre moteur



Position 1 : standard à la livraison (orientable)

Position 2 : peu recommandée (irréalisable sur moteurs standard à bride à trous lisses FF)

Position des entrées de câbles	1	2	3	4
LC315, LC315LK et LC355	●	■	■	-
LC355LK, LC400, LC450 et LC500	●	-	■	-

● standard ■ en option - non prévu

#### DESCRIPTIF DES BOÎTES À BORNES POUR TENSION NOMINALE D'ALIMENTATION 400 V (selon EN 50262)

Série	Type	Matériau de la boîte à bornes	Puissance + auxiliaires	
			Nombre de perçages	Diamètre de perçage
LC	315	Fonte	0	Standard : plaque support fine démontable non percée. En option : plaque épaisse démontable à tarauder
	355	Fonte	0	
	400	Fonte	0	Standard : plaque support épaisse démontable à tarauder
	450	Fonte	0	
	500	Acier	0	

#### LES BOÎTES À BORNES AUXILIAIRES

Une boîte à bornes auxiliaire pour les équipements additionnels (e.g. détecteur de fuite d'eau, résistances de réchauffage) est disponible sur ces moteurs. Elle est percée de deux trous bouchonnés (2 x ISO 16).

Une deuxième boîte à bornes auxiliaire percée de deux trous bouchonnés (2 x ISO 20), est disponible en option, pour le raccordement de protections thermiques type PT100, CTP, etc ...



Boîte à bornes auxiliaire de série

Position de la 2<sup>ème</sup> boîte à bornes auxiliaire en option

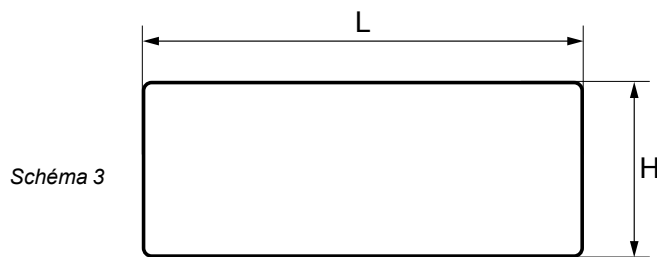
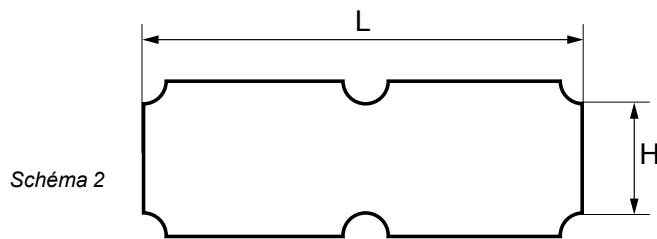
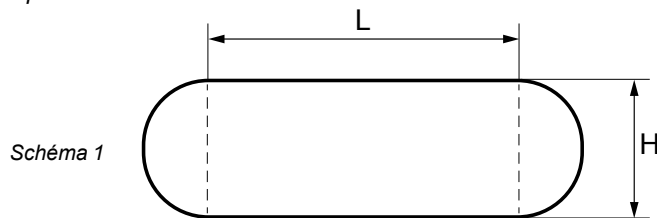
## Caractéristiques mécaniques

### Raccordement boîtes à bornes

#### DIMENSIONS DES PLAQUES SUPPORT PRESSE-ÉTOUPE DE LA BOÎTE À BORNES PRINCIPALE

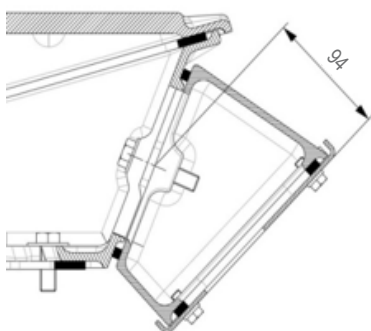
Type moteur	Schéma	Zone utile pour perçage des plaques support PE (dimensions en mm)	
		Sans cornet d'épanouissement (standard)	Avec cornet d'épanouissement (en option*)
LC 315 LA/LB	1	H = 115 L = 125	H = 135 L = 280
LC 315 LKA/LKB/LKC			
LC 355 LA/LB/LC			
LC 355 LKA/LKB/LKC	2	H = 170 L = 460	H = 170 L = 460
LC 400 LA/LB			
LC 400 LKA			
LC 450 LA/LB			
LC 500 M/L	3	-	H = 290 L = 774

\* standard pour le moteur LC 500

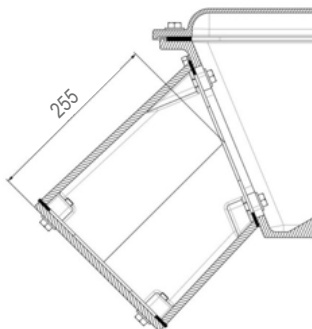


Un cornet d'épanouissement, monté sur la boîte à bornes principale, peut être proposé en option.

LC 315 L - 315 LK - 355 L



LC 355 LK - 400 L - 400 LK - 450 L



#### SORTIE DIRECTE PAR CÂBLE

Sur cahier des charges, les moteurs peuvent être équipés de sortie directe par câbles monoconducteurs (en option, les câbles peuvent être protégés par gaine) ou multiconducteurs.

La demande devra préciser les caractéristiques du câble (type section, longueur, nombre de conducteurs), la méthode de raccordement (sortie directe ou sur planchette) et la position du perçage.

#### BORNE OU BARRE DE MASSE

La borne de masse est située à l'intérieur de la boîte à bornes. Composée d'une vis à tête hexagonale, elle permet le raccordement de câbles de section au moins égale à la section des conducteurs de phase.

Elle est repérée par le symbole  $\perp$  situé dans l'empreinte de la boîte à bornes.

Une borne de masse est également implantée sur une patte du carter ; une seconde borne peut être demandée en option.

Pour les applications VV, une barre de masse est montée systématiquement dans la boîte à bornes, avec des tresses de masse et un cornet d'épanouissement, prévus dans l'option décrite page 57 § "Protection moteur".

#### SCHÉMAS DE BRANCHEMENT

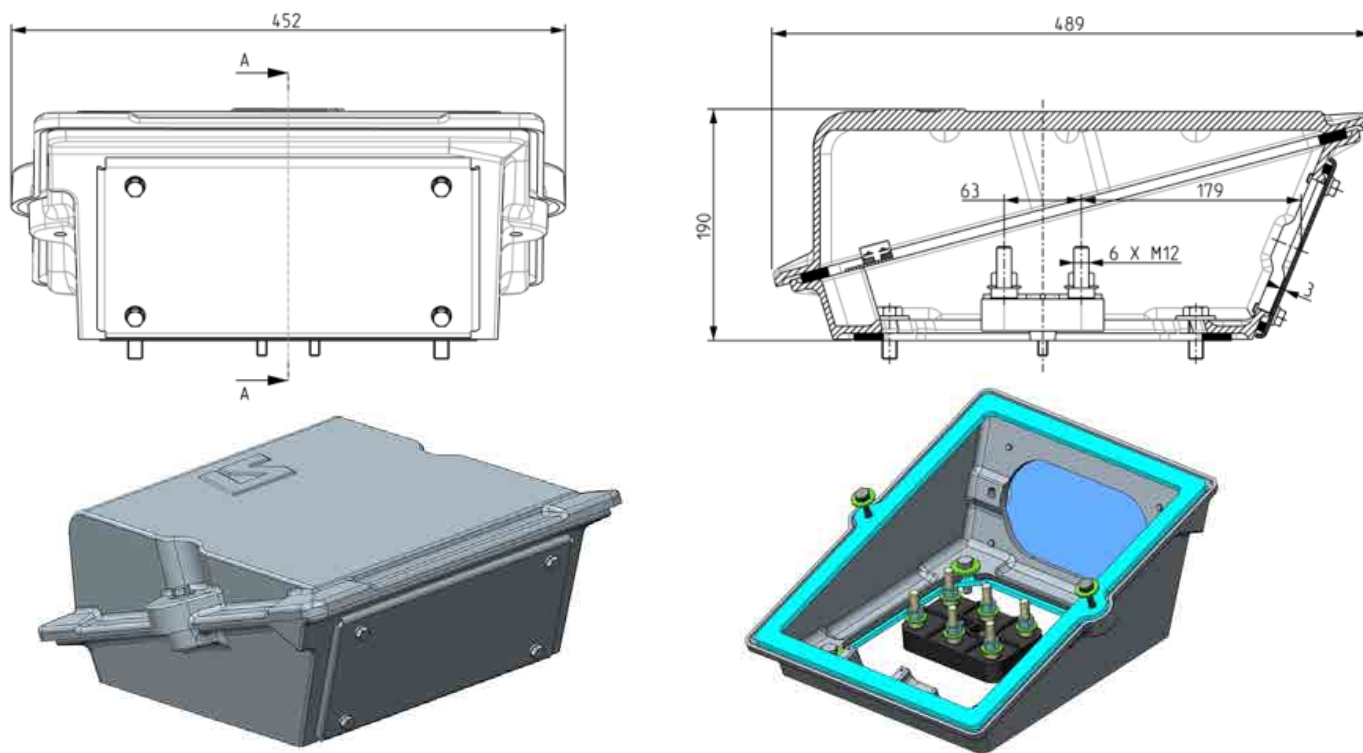
Tous les moteurs standard sont livrés avec un schéma de branchement placé dans la boîte à bornes.

Se reporter au chapitre «Raccordement planchettes à bornes» pour les raccordements électriques

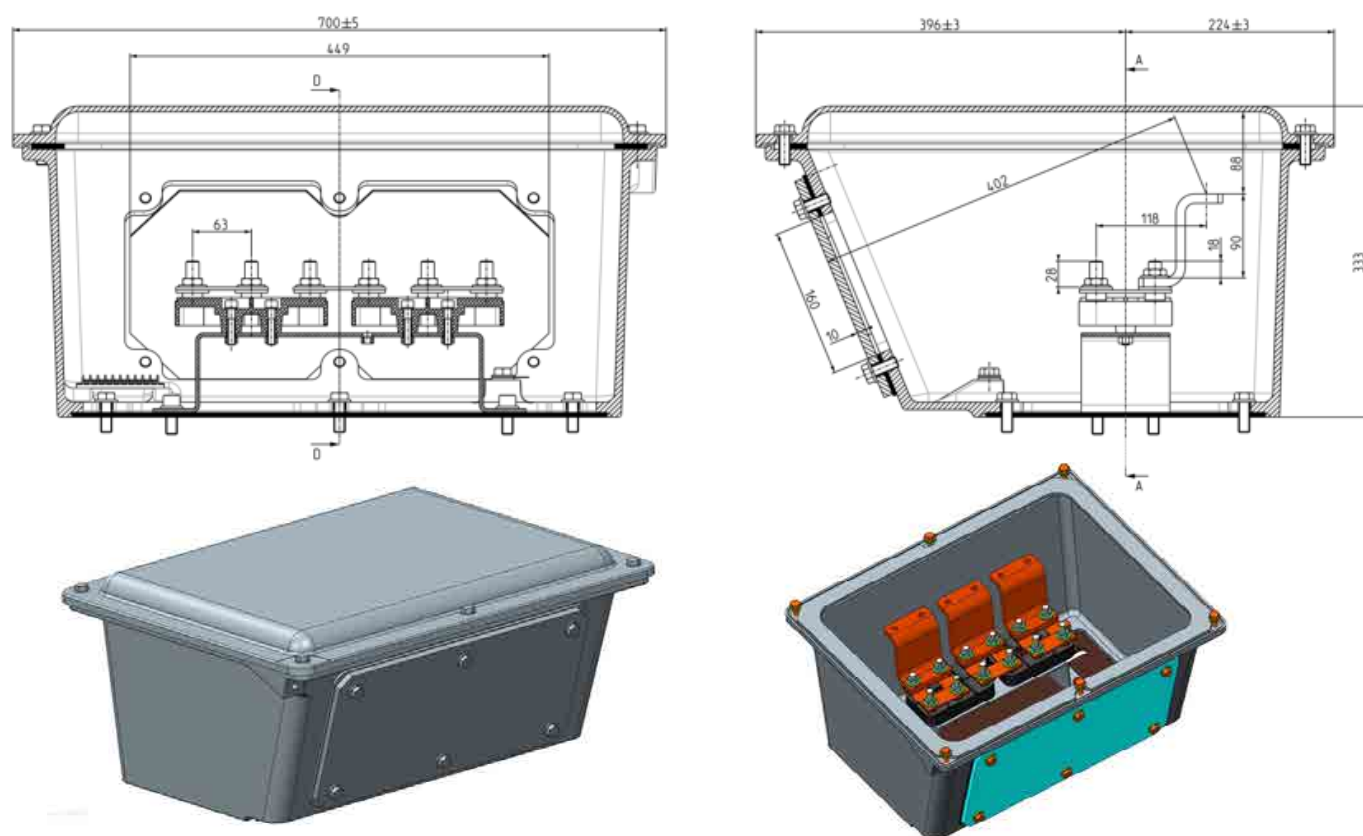
## Caractéristiques mécaniques Raccordement boîtes à bornes

### TAILLE ET DIMENSIONS DES BOÎTES À BORNES PRINCIPALES

#### LC 315 L - 315 LK - 355 L



#### LC 355 LK - 400 L - 400 LK - 450 L

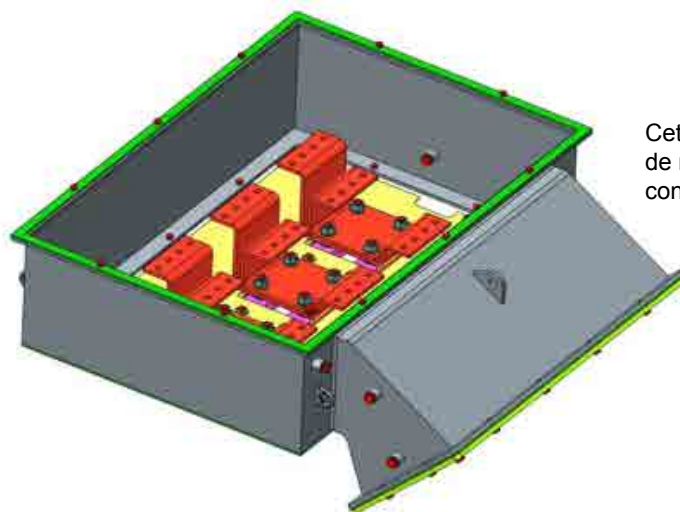
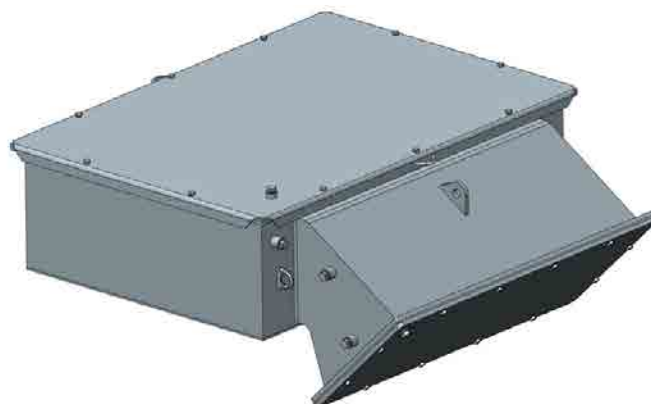
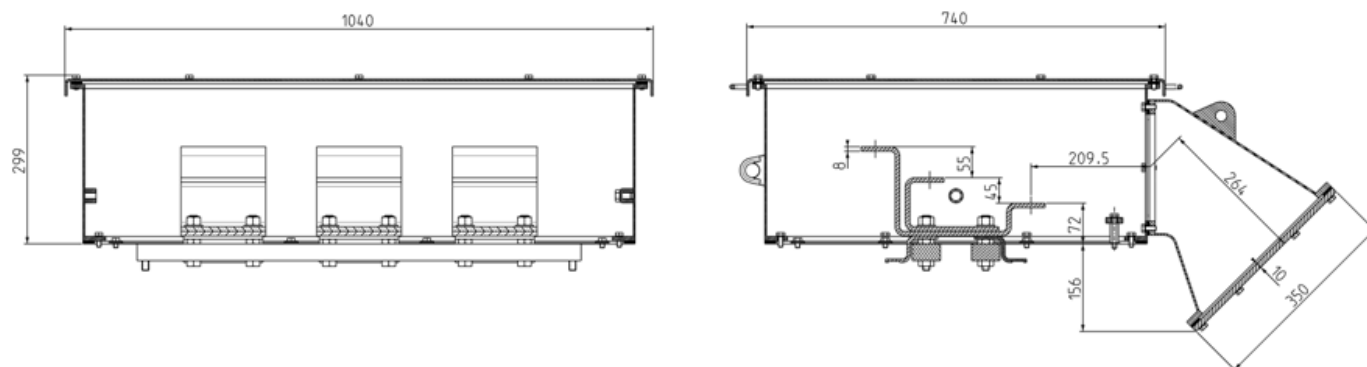


## Caractéristiques mécaniques

### Raccordement boîtes à bornes

#### TAILLE ET DIMENSIONS DES BOÎTES À BORNES PRINCIPALES

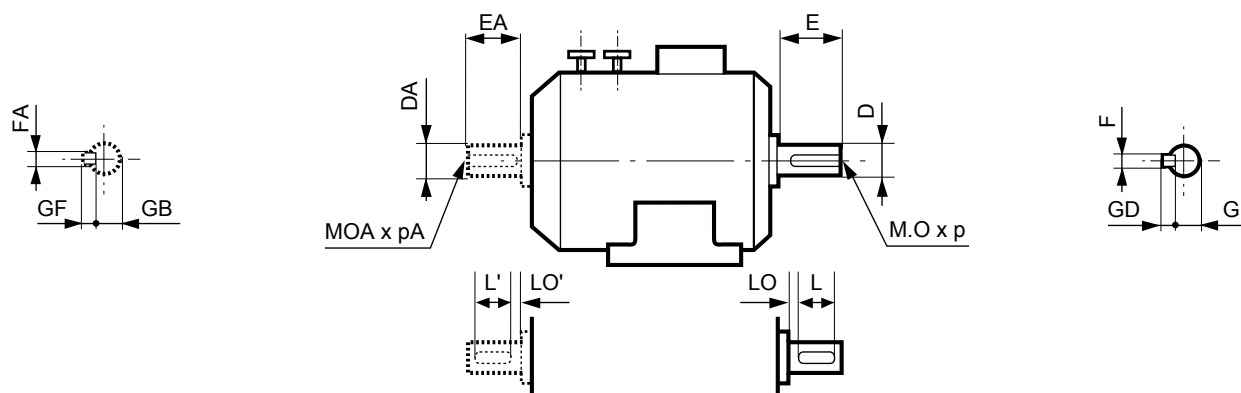
##### LC 500



Cette configuration permet de raccorder jusqu'à 12 conducteurs par phase

Caractéristiques mécaniques  
Dimensions bouts d'arbre

Dimensions en millimètres



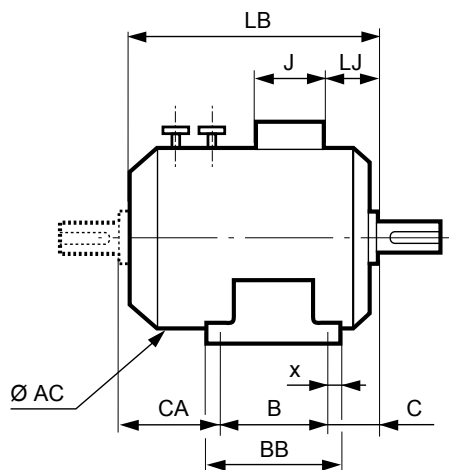
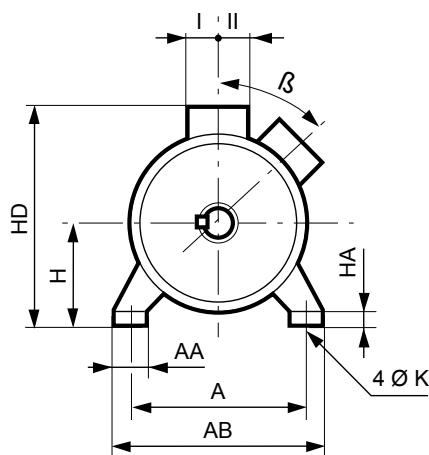
Type	Bouts d'arbre principal																	
	4 et 6 pôles									2 pôles								
	F	GD	D	G	E	O	p	L	LO	F	GD	D	G	E	O	p	L	LO
LC 315 LA	25	14	90m6	81	170	24	50	140	30	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LB	25	14	90m6	81	170	24	50	140	30	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LKA	25	14	90m6	81	170	24	50	140	30	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LKB	25	14	90m6	81	170	24	50	140	30	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LKC (2 & 4 p)	25	14	90m6	81	170	24	50	140	30	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 355 LA	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	22	14	80m6	71	170	20	42	140	30
LC 355 LB	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	22	14	80m6	71	170	20	42	140	30
LC 355 LC (4 p)	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 355 LKA	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	22	14	80m6	71	170	20	42	140	30
LC 355 LKB	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	22	14	80m6	71	170	20	42	140	30
LC 355 LKC (6 p)	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 400 LA	28	16	110m6	100	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 400 LB (6 p)	28	16	110m6	100	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 400 LKA	28	16	110m6	100	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 450 LA	32	18	120m6	109	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 450 LB	32	18	120m6	109	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 500 M/L	36	20	140m6	128	250	30	60	220	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Type	Bouts d'arbre secondaire																	
	4 et 6 pôles									2 pôles								
	FA	GF	DA	GB	EA	OA	pA	L'	LO'	FA	GF	DA	GB	EA	OA	pA	L'	LO'
LC 315 LA	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LB	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LKA	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LKB	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 315 LKC (2 & 4 p)	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 355 LA	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 355 LB	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15
LC 355 LC (4 p)	20	12	70m6	62,5	140	20	42	125	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 355 LKA	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	22	14	80m6	71	170	20	42	140	30
LC 355 LKB	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	22	14	80m6	71	170	20	42	140	30
LC 355 LKC (6 p)	28	16	100m6	90	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 400 LA	28	16	110m6	100	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 400 LB (6 p)	28	16	110m6	100	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 400 LKA	28	16	110m6	100	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 450 LA	32	18	120m6	109	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 450 LB	32	18	120m6	109	210	24	50	180	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LC 500 M/L	36	20	140m6	128	250	30	60	220	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Caractéristiques mécaniques

### Dimensions - Pattes de fixation IM 1001 (IM B3)

Dimensions en millimètres



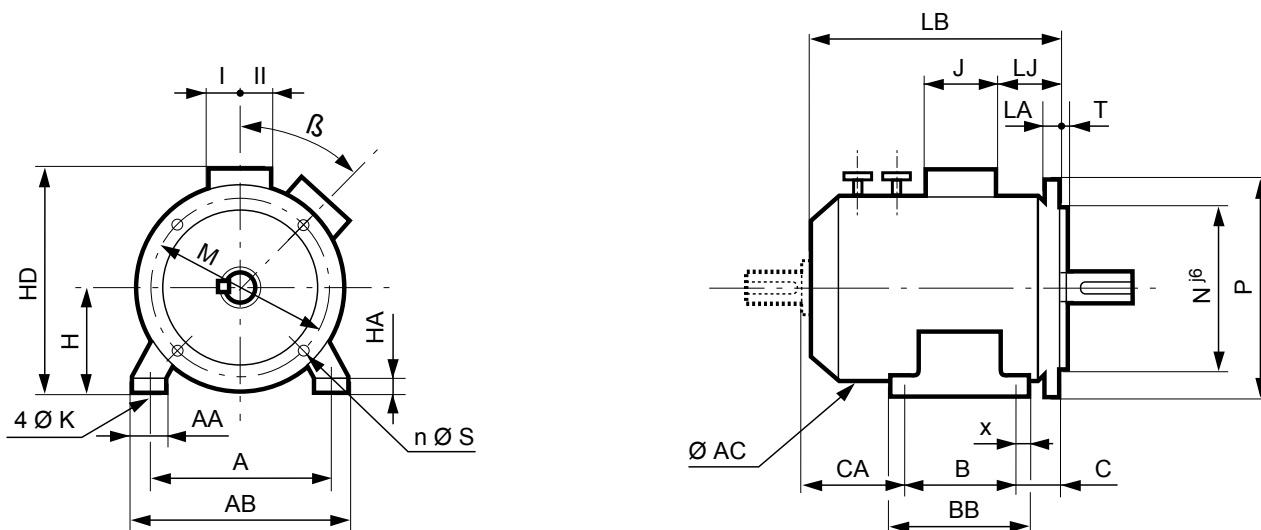
Type	Dimensions principales																	β Angle BaB Vertical	CA
	A	AB	B	BB	C	X	AA	K	HA	H	AC*	HD	LB	LJ	J	I	II		
LC 315 LA	508	600	508	645	216	58	120	28	35	315	590	843	1090	46	452	220	268	0	376
LC 315 LB	508	600	508	625	216	44	120	28	35	315	590	843	1219	66	452	220	268	0	376
LC 315 LKA	508	600	508	625	216	44	120	28	35	315	680	885	1219	66	452	220	268	0	512
LC 315 LKB	508	600	508	625	216	44	120	28	35	315	680	885	1219	66	452	220	268	0	512
LC 315 LKC (2 & 4 p)	508	600	508	625	216	44	120	28	35	355	680	885	1219	66	452	220	268	0	512
LC 355 LA	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	680	925	1219	66	452	220	268	0	352
LC 355 LB	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	680	925	1219	66	452	220	268	0	352
LC 355 LC (4 p)	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	680	925	1219	66	452	220	268	0	352
LC 355 LKA	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	705	1119	1589	98	700	224	396	45	715
LC 355 LKB	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	705	1119	1589	98	700	224	396	45	715
LC 355 LKC (6 p)	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	705	1119	1589	98	700	224	396	45	715
LC 400 LA	686	800	900	1072	280	92	150	35	35	400	705	1053	1589	98	700	224	396	45	419
LC 400 LB (6 p)	686	800	900	1072	280	92	150	35	35	400	705	1053	1589	98	700	224	396	45	419
LC 400 LKA	686	800	900	1072	280	95	150	35	35	400	800	1081	1789	107	700	224	396	45	619
LC 450 LA	750	890	1000	1165	315	90	150	35	35	450	800	1131	1789	107	700	224	396	45	484
LC 450 LB	750	890	1000	1165	315	90	150	35	35	450	800	1131	1789	107	700	224	396	45	484
LC 500 M	850	990	1400	1590	355	105	220	35	45	500	928	1355	2139	160	1040	400	662	45	694
LC 500 L	850	990	1400	1590	355	105	220	35	45	500	928	1355	2439	160	1040	400	662	45	694

\* AC : diamètre carter sans les anneaux de levage

Caractéristiques mécaniques

Dimensions - Pattes et bride de fixation à trous lisses IM 2001 (IM B35)

Dimensions en millimètres



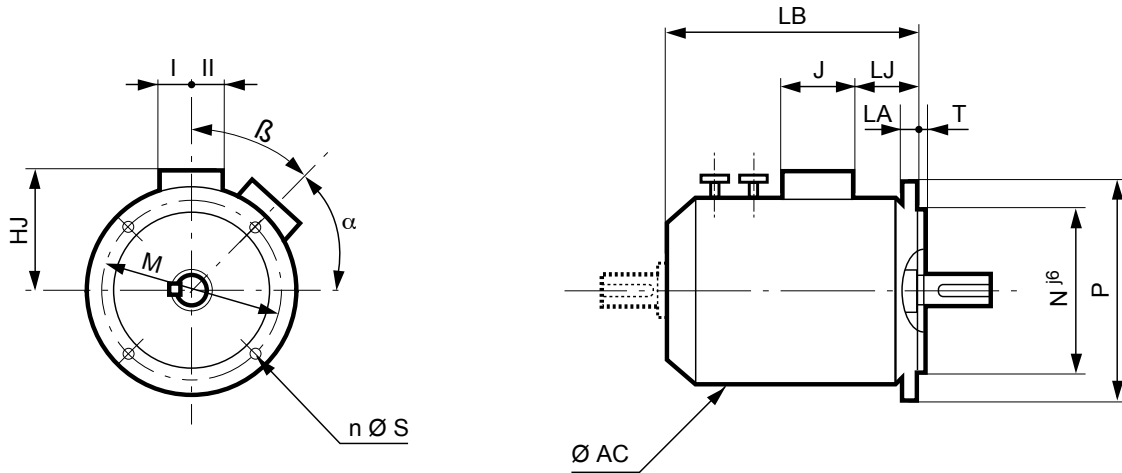
Type	Dimensions principales																		
	A	AB	B	BB	C	X	AA	K	HA	H	AC*	HD	LB	LJ	J	I	II	CA	Symb
LC 315 LA	508	600	508	645	216	58	120	28	35	315	590	843	1090	46	452	220	268	376	FF600
LC 315 LB	508	600	508	625	216	44	120	28	35	315	590	843	1219	66	452	220	268	376	FF600
LC 315 LKA	508	600	508	625	216	44	120	28	35	315	680	885	1219	66	452	220	268	512	FF600
LC 315 LKB	508	600	508	625	216	44	120	28	35	315	680	885	1219	66	452	220	268	512	FF600
LC 315 LKC (2 & 4 p)	508	600	508	625	216	44	120	28	35	355	680	885	1219	66	452	220	268	512	FF600
LC 355 LA	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	680	925	1219	66	452	220	268	352	FF740
LC 355 LB	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	680	925	1219	66	452	220	268	352	FF740
LC 355 LC (4 p)	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	680	925	1219	66	452	220	268	352	FF740
LC 355 LKA	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	705	1119	1589	98	700	224	396	715	FF740
LC 355 LKB	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	705	1119	1589	98	700	224	396	715	FF740
LC 355 LKC (6 p)	610	710	630	765	254	70	120	28	35	355	705	1119	1589	98	700	224	396	715	FF740
LC 400 LA	686	800	900	1072	280	92	150	35	35	400	705	1053	1589	98	700	224	396	419	FF940
LC 400 LB (6 p)	686	800	900	1072	280	92	150	35	35	400	705	1053	1589	98	700	224	396	419	FF940
LC 400 LKA	686	800	900	1072	280	95	150	35	35	400	800	1081	1789	107	700	224	396	619	FF940
LC 450 LA	750	890	1000	1165	315	90	150	35	35	450	800	1131	1789	107	700	224	396	484	FF1080
LC 450 LB	750	890	1000	1165	315	90	150	35	35	450	800	1131	1789	107	700	224	396	484	FF1080
LC 500 M	850	990	1400	1590	355	105	220	35	45	500	928	1355	2139	160	1040	400	662	694	FF1080
LC 500 L	850	990	1400	1590	355	105	220	35	45	500	928	1355	2439	160	1040	400	662	694	FF1080

\* AC : diamètre carter sans les anneaux de levage

Caractéristiques mécaniques

Dimensions - Bride de fixation à trous lisses IM 3001 (IM B5) IM 3011 (IM V1)

Dimensions en millimètres



Symbole CEI	Cotes des brides							
	M	N	P	T	n	$\alpha^\circ$	S	LA
FF600	600	550	660	6	8	22,5	24	25
FF600	600	550	660	6	8	22,5	24	25
FF600	600	550	660	6	8	22,5	24	25
FF600	600	550	660	6	8	22,5	24	25
FF600	600	550	660	6	8	22,5	24	25
FF740	740	680	800	6	8	22,5	24	25
FF740	740	680	800	6	8	22,5	24	25
FF740	740	680	800	6	8	22,5	24	25
FF740	740	680	800	6	8	22,5	24	25
FF740	740	680	800	6	8	22,5	24	25
FF940	940	880	1000	6	8	22,5	28	30
FF940	940	880	1000	6	8	22,5	28	30
FF940	940	880	1000	6	8	22,5	28	30
FF1080	1080	1000	1150	6	8	22,5	28	30
FF1080	1080	1000	1150	6	8	22,5	28	30
FF1080	1080	1000	1150	6	8	22,5	28	30
FF1080	1080	1000	1150	6	8	22,5	28	30

Type	Dimensions principales						
	AC*	LB	HJ	LJ	J	I	II
LC 315 LA	590	1090	528	46	452	220	268
LC 315 LB	590	1219	528	66	452	220	268
LC 315 LKA	680	1219	570	66	452	220	268
LC 315 LKB	680	1219	570	66	452	220	268
LC 315 LKC (2 & 4 p)	680	1219	530	66	452	220	268
LC 355 LA	680	1219	570	66	452	220	268
LC 355 LB	680	1219	570	66	452	220	268
LC 355 LC (4 p)	680	1219	570	66	452	220	268
LC 355 LKA	705	1589	764	98	700	224	396
LC 355 LKB	705	1589	764	98	700	224	396
LC 355 LKC (6 p)	705	1589	764	98	700	224	396
LC 400 LA	705	1589	653	98	700	224	396
LC 400 LB (6 p)	705	1589	653	98	700	224	396
LC 400 LKA	800	1789	681	107	700	224	396
LC 450 LA	800	1789	681	107	700	224	396
LC 450 LB	800	1789	681	107	700	224	396
LC 500 M	928	2139	855	160	1040	400	662
LC 500 L	928	2439	855	160	1040	400	662

\* AC : diamètre carter sans les anneaux de levage

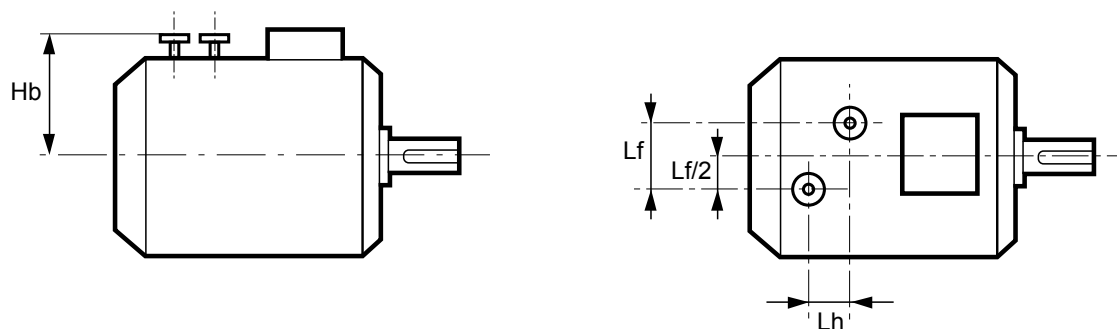
**ATTENTION** : la position IM3001 (IM B5) n'est pas autorisée pour le moteur LC 500, et sur consultation pour les autres hauteurs d'axe.



## Caractéristiques mécaniques

### Dimensions - Bride de raccordement d'eau

Dimensions en millimètres



Type	Cotes des brides de raccordement d'eau			
	Taille	Lf	Lh	Hb
LC 315 LA	DN25-PN16 EN1092-1	140	0	340
LC 315 LB	DN25-PN16 EN1092-1	140	0	340
LC 315 LKA	DN32-PN16 EN1092-1	160	0	380
LC 315 LKB	DN32-PN16 EN1092-1	160	0	380
LC 315 LKC (2 & 4 p)	DN32-PN16 EN1092-1	160	0	380
LC 355 LA	DN32-PN16 EN1092-1	160	0	380
LC 355 LB	DN32-PN16 EN1092-1	160	0	380
LC 355 LC (4 p)	DN32-PN16 EN1092-1	160	0	380
LC 355 LKA	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	385
LC 355 LKB	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	385
LC 355 LKC (6 p)	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	385
LC 400 LA	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	385
LC 400 LB (6 p)	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	385
LC 400 LKA	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	435
LC 450 LA	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	435
LC 450 LB	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	435
LC 500 M/L	DN50-PN16 EN1092-1	180	150	500

## Caractéristiques mécaniques Roulements et graissage

### PALIER À ROUEMENTS AVEC GRAISSEUR

Le tableau ci-dessous indique, suivant le type de moteur, les intervalles de lubrification à respecter en ambiance 25°C, 40°C et 55°C pour une machine installée arbre horizontal.

**Le tableau ci-dessous est valable pour les moteurs LC lubrifiés avec la graisse polyrex EM103 utilisée en standard.**

### CONSTRUCTION ET AMBIANCE SPÉCIALES



**Pour une machine installée en arbre vertical, les intervalles de lubrification sont d'environ 50 % des valeurs indiquées par le tableau ci-dessous.**

Nota : la qualité et la quantité de graisse ainsi que l'intervalle de lubrification sont indiqués sur la plaque signalétique de la machine.

Les instructions nécessaires à la maintenance des paliers sont portées sur la plaque signalétique de la machine.

Série	Type	Polarité	Type de roulements pour palier à graisseur		Quantité de graisse g	Intervalles de lubrification en heures									
			N.D.E.	D.E.		3000 min <sup>-1</sup>			1500 min <sup>-1</sup>			1000 min <sup>-1</sup>			
						25°C	40°C	55°C	25°C	40°C	55°C	25°C	40°C	55°C	
LC	315 LA	2	6316 C3	6218 C3	33	7500	3700	2400	-	-	-	-	-	-	
	315 LA	4 ; 6	6316 C3	6320 C3	51	-	-	-	16600	10400	6500	26100	26100	20700	
	315 LB	2	6316 C3	6218 C3	33	7500	3700	3000	-	-	-	-	-	-	
	315 LB	4 ; 6	6316 C3	6320 C3	51	-	-	-	16600	10400	6500	26100	26100	16400	
	315 LKA	2	6316 C3	6218 C3	33	7500	7500	3700	-	-	-	-	-	-	
	315 LKA	4 ; 6	6316 C3	6322 C3	60	-	-	-	14300	9000	4500	23600	23600	11800	
	315 LKB	2	6316 C3	6218 C3	33	7500	4700	3000	-	-	-	-	-	-	
	315 LKB	4 ; 6	6316 C3	6322 C3	60	-	-	-	14300	7100	3600	23600	23600	11800	
	315 LKC	2	6316 C3	6218 C3	33	7500	4700	3000	-	-	-	-	-	-	
	315 LKC	4	6316 C3	6322 C3	60	-	-	-	14300	7100	4500	-	-	-	
	355 LA	2	6316 C3	6218 C3	33	7500	3700	1900	-	-	-	-	-	-	
	355 LA	4 ; 6	6316 C3	6322 C3	60	-	-	-	11300	7100	3600	23600	18700	11800	
	355 LB	2	6316 C3	6218 C3	33	7500	3700	1900	-	-	-	-	-	-	
	355 LB	4 ; 6	6316 C3	6322 C3	60	-	-	-	14300	7100	3600	23600	18700	11800	
	355 LC	4	6316 C3	6322 C3	60	-	-	-	14300	14300	11300	-	-	-	
	355 LKA	2	6317 C3	6317 C3	37	6600	6600	5200	-	-	-	-	-	-	
	355 LKA	4 ; 6	6324 C3	6324 C3	72	-	-	-	10000	6300	3100	21600	21600	13600	
	355 LKB	2	6317 C3	6317 C3	37	6600	6600	6600	-	-	-	-	-	-	
	355 LKB	4 ; 6	6324 C3	6324 C3	72	-	-	-	12500	12500	12500	21600	21600	21600	
	400 LA	4 ; 6	6324 C3	6324 C3	72	-	-	-	12500	12500	12500	21600	21600	21600	
	400 LB	6	6324 C3	6324 C3	72	-	-	-	-	-	-	21600	21600	21600	
	400 LKA	4 . 6	6324 C3	6326 C3	81	-	-	-	11000	8800	5500	19800	9900	6200	
	450 LA	4 ; 6	6324 C3	6326 C3	81	-	-	-	16500	11000	11000	19800	9900	6200	
	450 LB	4 ; 6	6324 C3	6326 C3	81	-	-	-	16500	11000	11000	19800	19800	19800	
	500 M/L	4 ; 6	6330 C3	6330 C3	104	-	-	-	8500	8500	8500	16700	16700	16700	
	<b>en position V1 (IM3011)</b>														
	400 LKA	4 . 6	6324 C3	7326	81	-	-	-	5500	4400	2750	9900	4950	3100	
	450 LA	4 ; 6	6324 C3	7326	81	-	-	-	8250	5500	5500	9900	4950	3100	
450 LB	4 ; 6	6324 C3	7326	81	-	-	-	8250	5500	5500	9900	9900	9900		
500 M/L	4 ; 6	6330 C3	7330	104	-	-	-	4250	4250	4250	8350	8350	8350		

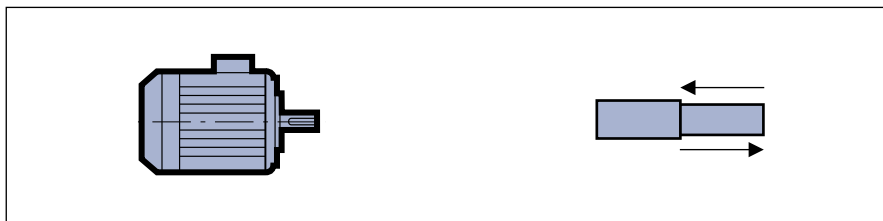
Le roulement avant est bloqué, quel que soit le type de montage.

## Caractéristiques mécaniques

### Charges axiales

#### MOTEUR HORIZONTAL

Pour une durée de vie  $L_{10h}$   
des roulements à 25 000 heures  
et 40 000 heures



Série	Type	Polarité	Charge axiale admissible (en daN) sur le bout d'arbre principal pour montage standard des roulements													
			3000 min <sup>-1</sup>						1500 min <sup>-1</sup>				1000 min <sup>-1</sup>			
			25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures		
			IM B3 / B6 IM B7 / B8 IM B5 / B35													
LC	315 LA	2 ; 4 ; 6	405	343	165	103	786	646	546	406	897	724	657	484		
	315 LB	2 ; 4 ; 6	400	338	160	98	778	639	538	399	882	710	642	470		
	315 LKA	2 ; 4 ; 6	400	342	100	42	745	617	445	317	746	599	446	299		
	315 LKB	2 ; 4 ; 6	400	342	100	42	731	602	431	302	730	583	430	283		
	315 LKC	2 ; 4	400	342	100	42	701	571	401	271	-	-	-	-		
	355 LA	2 ; 4 ; 6	399	341	99	41	826	682	526	382	893	721	593	421		
	355 LB	2 ; 4 ; 6	388	332	88	32	800	659	500	359	875	705	575	405		
	355 LC	4	-	-	-	-	740	599	560	419	-	-	-	-		
	355 LKA	2 ; 4 ; 6	537	456	235	154	1026	870	421	265	1154	958	549	353		
	355 LKB	2 ; 4 ; 6	514	436	212	133	1008	8548	403	250	1154	958	549	353		
	400 LA	4 ; 6	-	-	-	-	939	793	334	189	1130	938	525	333		
	400 LB	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1040	862	436	257		
	400 LKA	4 ; 6	-	-	-	-	818	657	415	254	917	737	513	333		
	450 LA	4 ; 6	-	-	-	-	796	634	393	230	866	682	462	279		
	450 LB	4 ; 6	-	-	-	-	817	655	414	252	866	682	462	279		
	500 M/L	4 ; 6	-	-	-	-	751	-	206	-	842	-	298	-		

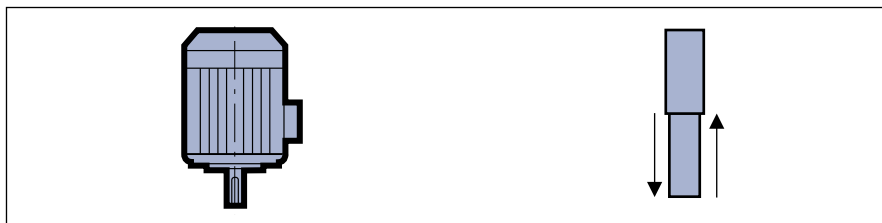
**ATTENTION** : la position IM3001 (IM B5) n'est pas autorisée pour le moteur LC 500, et sur consultation pour les autres hauteurs d'axe.

## Caractéristiques mécaniques

### Charges axiales

#### MOTEUR VERTICAL BOUT D'ARBRE EN BAS

Pour une durée de vie  $L_{10h}$   
des roulements à 25 000 heures  
et 40 000 heures



Série	Type	Polarité	Charge axiale admissible (en daN) sur le bout d'arbre principal pour montage standard des roulements											
			3000 min <sup>-1</sup>				1500 min <sup>-1</sup>				1000 min <sup>-1</sup>			
			25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures	25 000 heures	40 000 heures
IM V5 IM V1 / V15														
LC	315 LA	2 ; 4 ; 6	240	170	443	373	567	415	941	789	660	490	1094	924
	315 LB	2 ; 4 ; 6	231	161	448	378	553	401	949	797	660	490	1094	924
	315 LKA	2 ; 4 ; 6	126	56	553	483	558	395	1128	964	508	306	1424	1221
	315 LKB	2 ; 4 ; 6	126	55	56	483	521	358	1155	993	426	223	1520	1317
	315 LKC	2 ; 4	126	55	56	483	481	320	1164	1004	-	-	-	-
	355 LA	2 ; 4 ; 6	60	9	619	549	476	315	1168	1008	503	300	1427	1225
	355 LB	2 ; 4 ; 6	125	55	557	487	351	189	1311	1149	420	218	1523	1321
	355 LC	4	-	-	-	-	291	129	1371	1209	-	-	-	-
	355 LKA	2 ; 4 ; 6	291	200	646	555	492	312	1299	1120	569	365	1533	1329
	355 LKB	2 ; 4 ; 6	258	167	667	576	454	275	1327	1149	569	365	1533	1329
	400 LA	4 ; 6	-	-	-	-	227	50	1536	1359	514	310	1586	1382
	400 LB	6	-	-	-	-	-	-	-	-	346	141	1721	1516
	400 LKA	4 ; 6	-	-	-	-	2662	2087	815	815	3037	2379	1200	1200
	450 LA	4 ; 6	-	-	-	-	2637	2062	818	818	2919	2261	1301	1301
	450 LB	4 ; 6	-	-	-	-	2637	2062	818	818	2919	2261	1301	1301
	500 M/L	4 ; 6	-	-	-	-	2185	1541	1489	1489	2463	1725	2236	2236

## Caractéristiques mécaniques

### Charges radiales

#### CHARGE RADIALE ADMISSIBLE SUR LE BOUT D'ARBRE PRINCIPAL

Dans le cas d'accouplement par poulie-courroie, le bout d'arbre moteur portant la poulie est soumis à un effort radial  $F_{pr}$  appliqué à une distance  $X$  (mm) de l'appui du bout d'arbre de longueur  $E$ .

#### Effort radial agissant sur le bout d'arbre moteur : $F_{pr}$

L'effort radial  $F_{pr}$  agissant sur le bout d'arbre exprimé en daN est donné par la relation.

$$F_{pr} = 1.91 \cdot 10^6 \frac{P_N \cdot k}{D \cdot N_N} \pm P_P$$

avec :

$P_N$  = puissance nominale du moteur (kW)

$D$  = diamètre primitif de la poulie moteur (mm)

$N_N$  = vitesse nominale du moteur ( $\text{min}^{-1}$ )

$k$  = coeff. dépendant du type de transmission

$P_P$  = poids de la poulie (daN)

Le poids de la poulie est à prendre en compte avec le signe + lorsque ce poids agit dans le même sens que l'effort de tension des courroies (avec le signe - lorsque ce poids agit dans le sens contraire à l'effort de tension des courroies).

Ordre de grandeur du coefficient  $k$ (\*)

- courroies crantées :  $k = 1$  à  $1,5$
- courroies trapézoïdales :  $k = 2$  à  $2,5$
- courroies plates
  - avec enrouleur :  $k = 2,5$  à  $3$
  - sans enrouleur :  $k = 3$  à  $4$

(\*) Une valeur plus précise du coefficient  $k$  peut être obtenue auprès du fournisseur de la transmission.

#### Effort radial admissible sur le bout d'arbre moteur

Les abaques des pages suivantes indiquent, suivant le type de moteur, l'effort radial  $FR$  en fonction de  $X$  admissible sur le bout d'arbre côté entraînement, pour une durée de vie des roulements L10h de 25000 H.

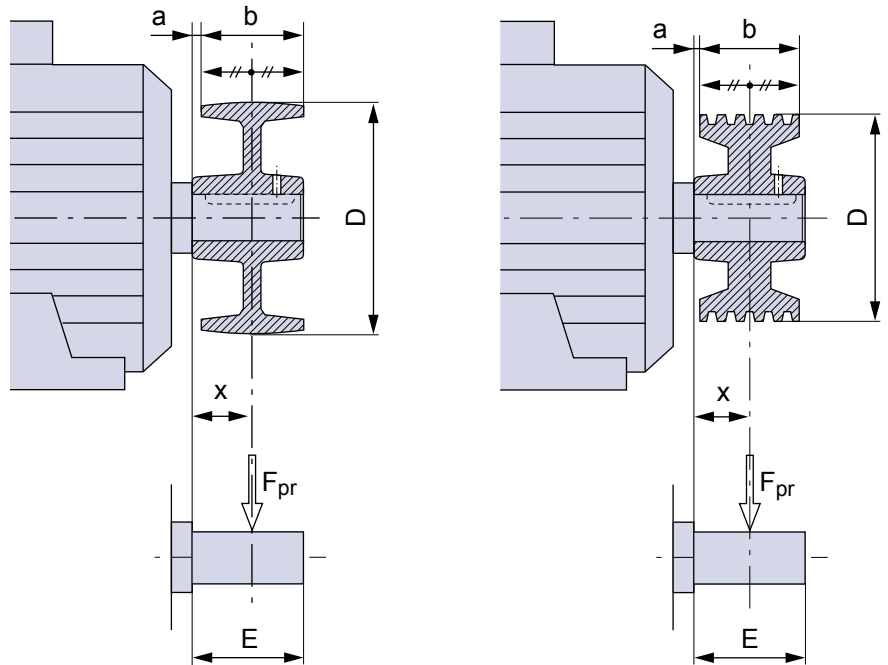
Nota : les abaques sont valables pour un moteur installé avec un arbre horizontal.

#### Évolution de la durée de vie des roulements en fonction du coefficient de charge radiale

Pour une charge radiale  $F_{pr}$  ( $F_{pr} \neq FR$ ), appliquée à la distance  $X$ , la durée de vie L10h des roulements évolue, en première approximation, en fonction du rapport  $kR$ , ( $kR = F_{pr} / FR$ ) comme indiqué sur l'abaque ci-contre, pour les montages standard.

Dans le cas où le coefficient de charge  $kR$  est supérieur à 1,05, il est nécessaire

de consulter les services techniques en indiquant les positions de montage et les directions des efforts avant d'opter pour un montage spécial.



$$\left\{ \begin{array}{l} x = a + \frac{b}{2} \\ \text{avec} \\ x \leq E \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = a + \frac{b}{2} \\ \text{avec} \\ x \leq E \end{array} \right.$$

## Caractéristiques mécaniques

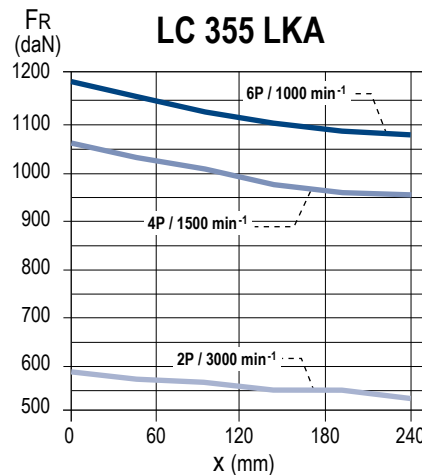
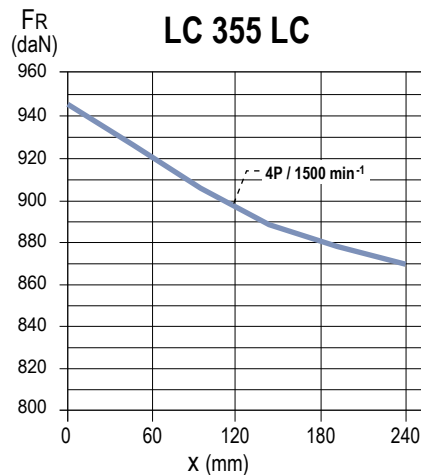
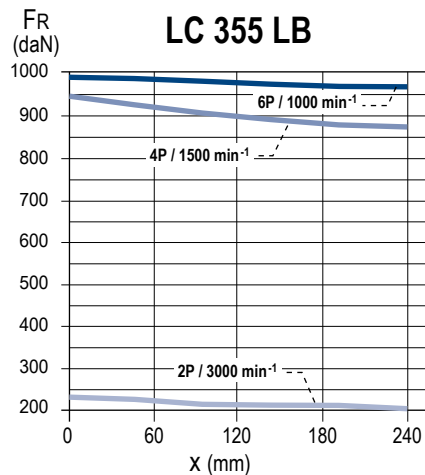
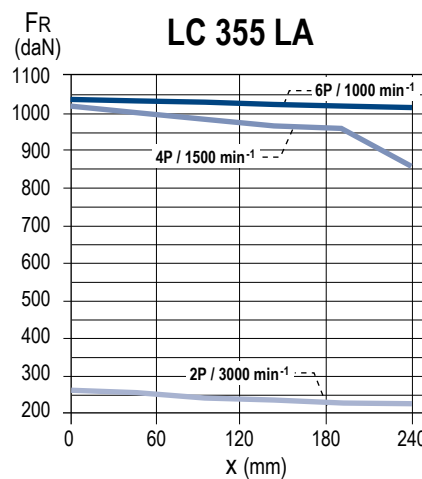
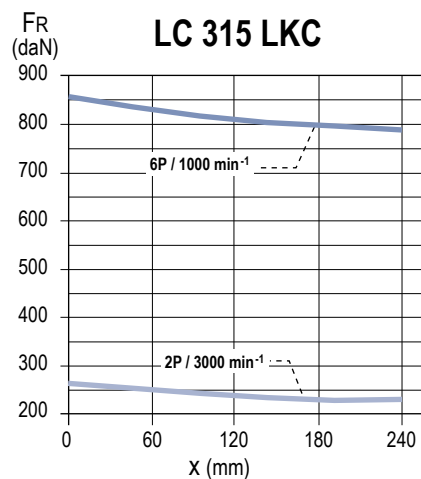
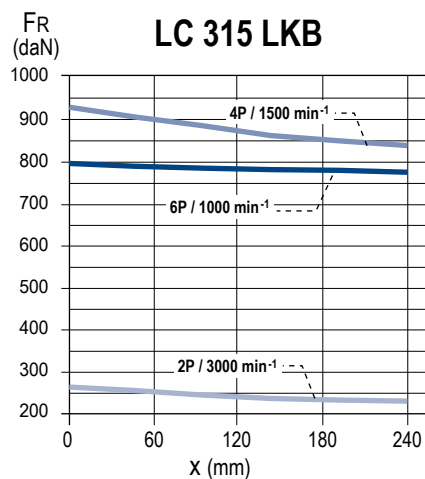
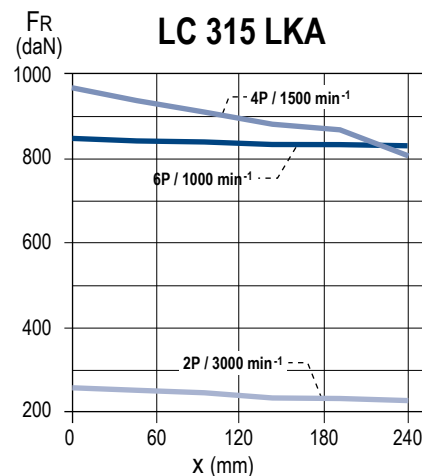
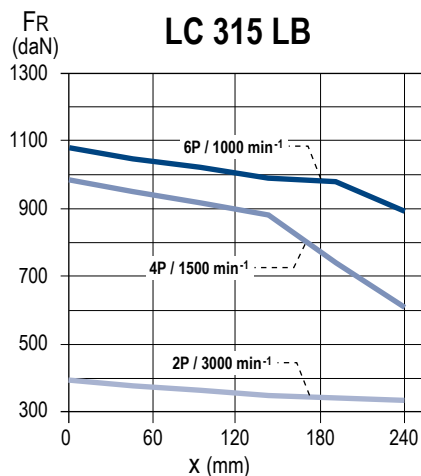
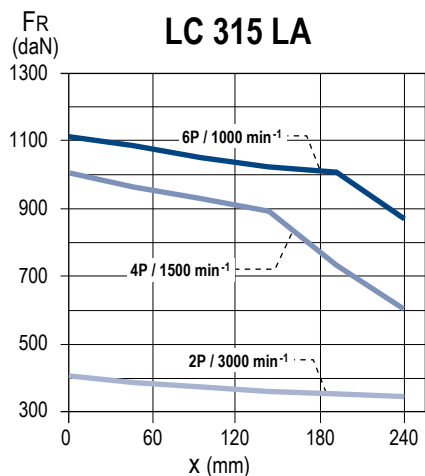
### Charges radiales

#### MONTAGE STANDARD

Charge radiale admissible sur le bout d'arbre principal, pour une durée de vie  $L_{10h}$  des roulements de 25 000 heures.

FR : Force Radiale

X : distance par rapport à l'épaulement de l'arbre



## Caractéristiques mécaniques

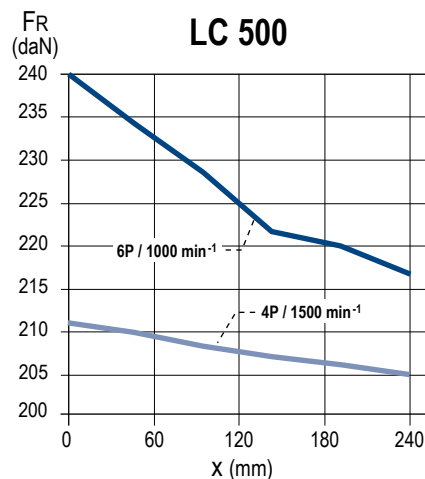
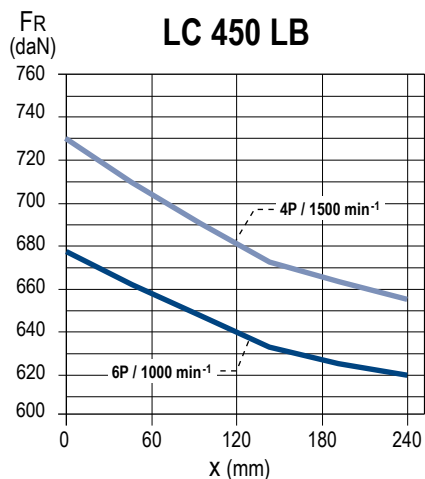
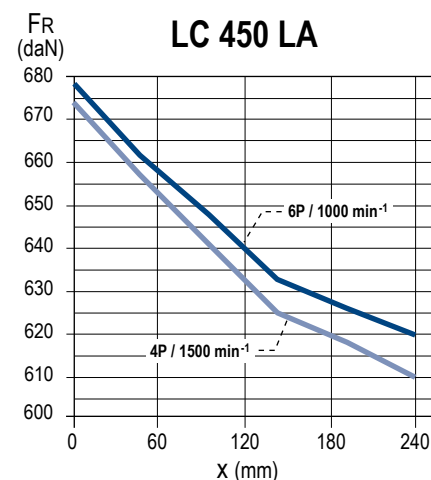
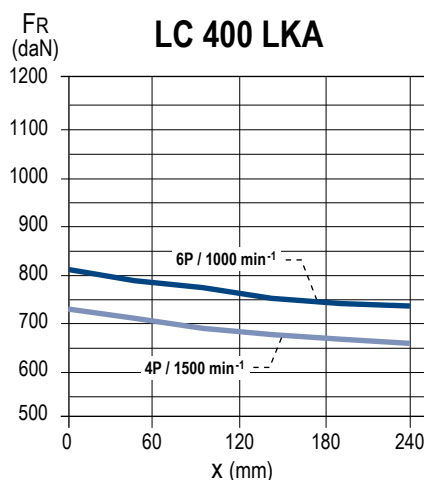
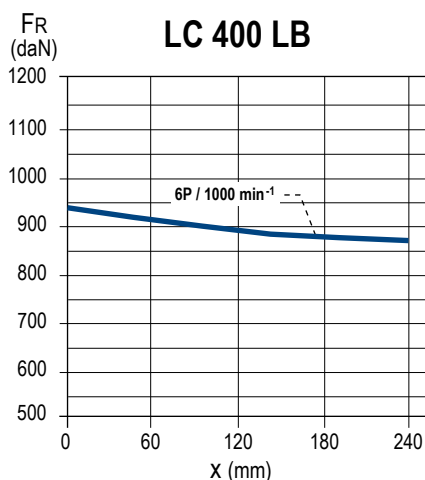
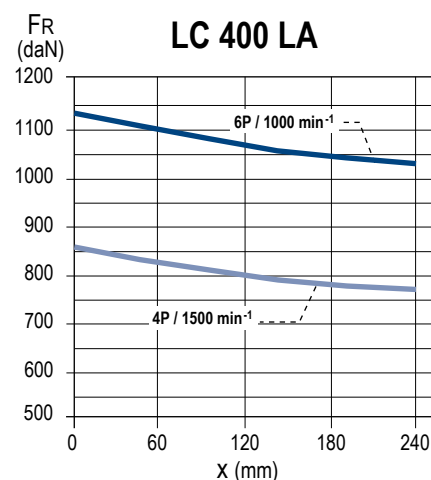
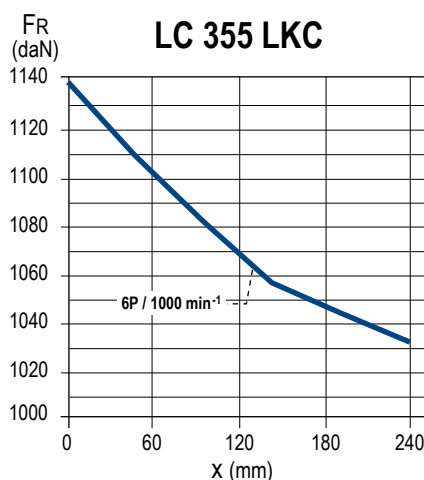
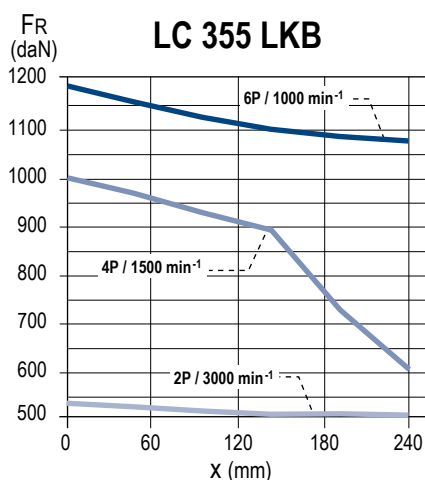
### Charges radiales

#### MONTAGE STANDARD

Charge radiale admissible sur le bout d'arbre principal, pour une durée de vie  $L_{10h}$  des roulements de 25 000 heures.

FR : Force Radiale

X : distance par rapport à l'épaulement de l'arbre



## Caractéristiques mécaniques

### Charges radiales

#### MONTAGE SPÉCIAL

##### Type de roulements à rouleaux à l'avant

Série	Type	Polarité	Roulement arrière (N.D.E.)	Roulement avant (D.E.)
LC	315 LA	4 ; 6	6316 C3	NU320
	315 LB	4 ; 6	6316 C3	NU320
	315 LKA	4 ; 6	6316 C3	NU322
	315 LKB	4 ; 6	6316 C3	NU322
	315 LKC	4	6316 C3	NU322
	355 LA	4 ; 6	6316 C3	NU322
	355 LB	4 ; 6	6316 C3	NU322
	355 LC	4	6316 C3	NU322
	355 LKA	4 ; 6	6324 C3	NU324
	355 LKB	4 ; 6	6324 C3	NU324
	400 LA	4 ; 6	6324 C3	NU324
	400 LB	6	6324 C3	NU324
	400 LKA	4 ; 6	6324 C3	NU326
	450 LA	4 ; 6	6324 C3	NU326
	450 LB	4 ; 6	6324 C3	NU326
	500 M/L	4 ; 6	6330 C3	NU330



## Caractéristiques mécaniques

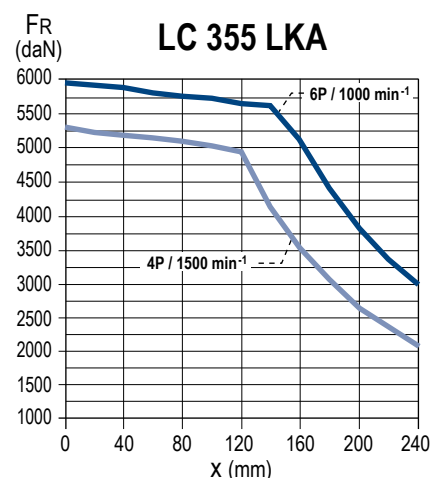
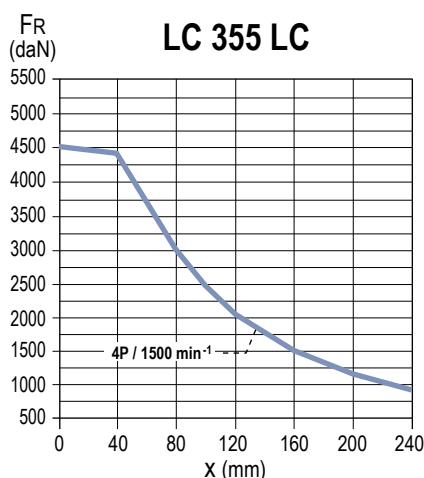
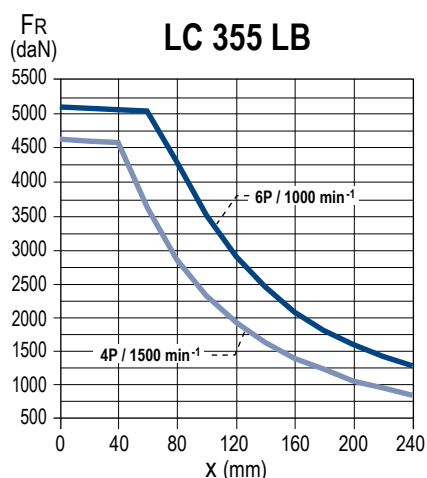
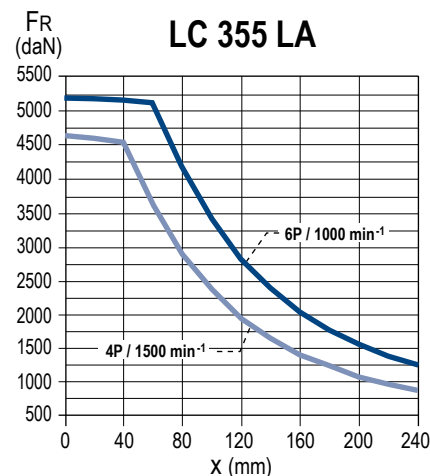
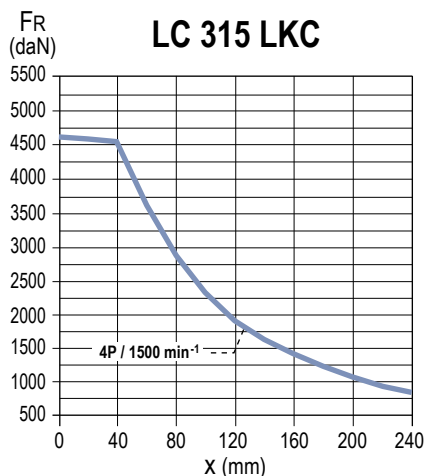
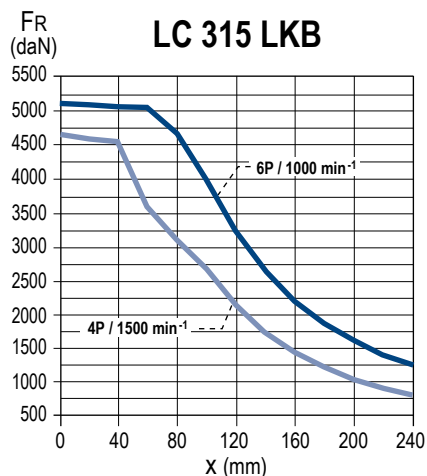
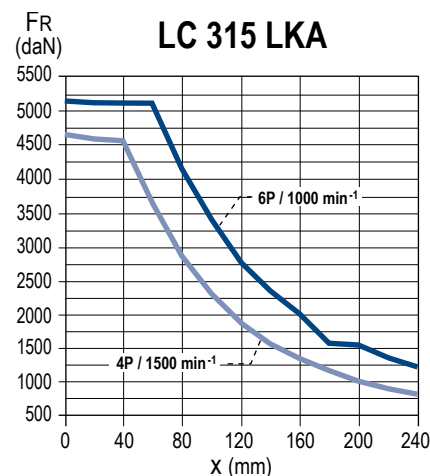
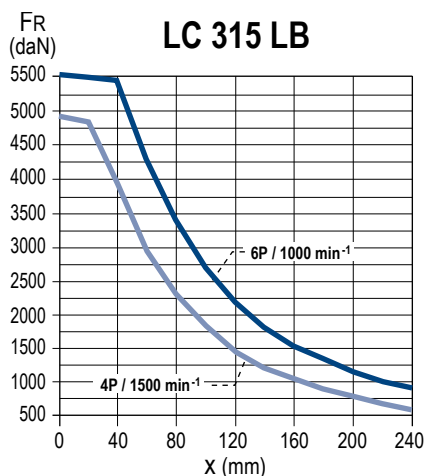
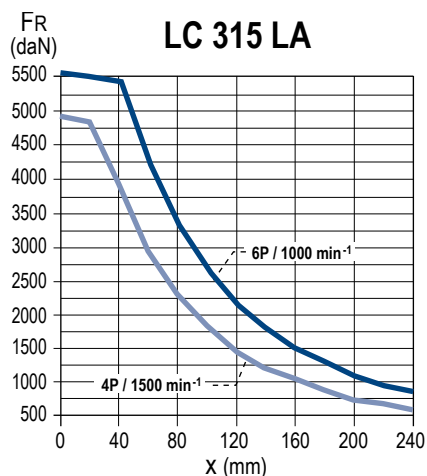
### Charges radiales

#### MONTAGE SPÉCIAL

Charge radiale admissible sur le bout d'arbre principal, pour une durée de vie  $L_{10h}$  des roulements de 25 000 heures.

FR : Force Radiale

X : distance par rapport à l'épaulement de l'arbre



## Caractéristiques mécaniques

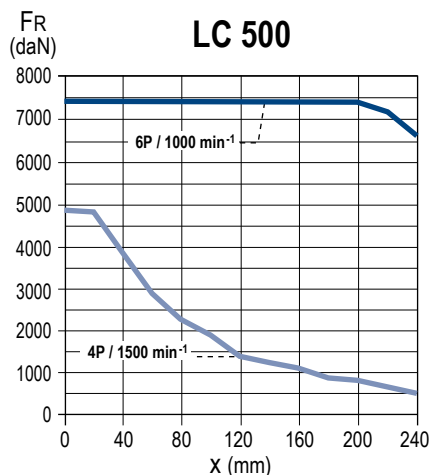
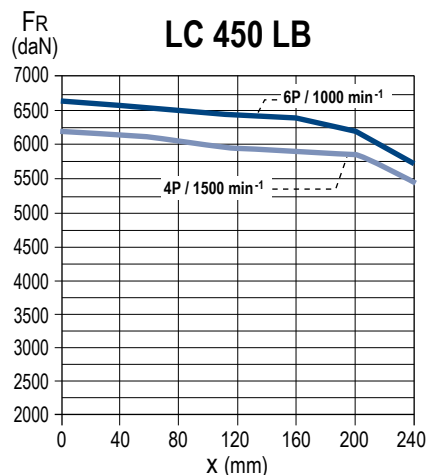
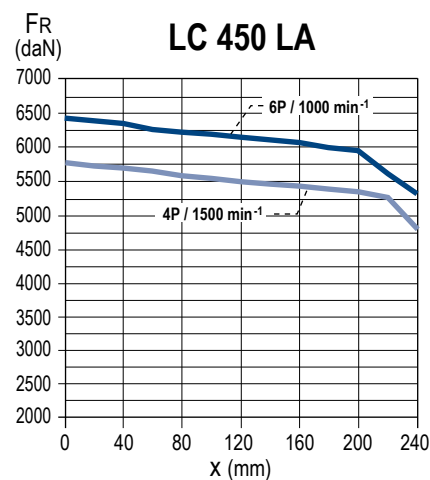
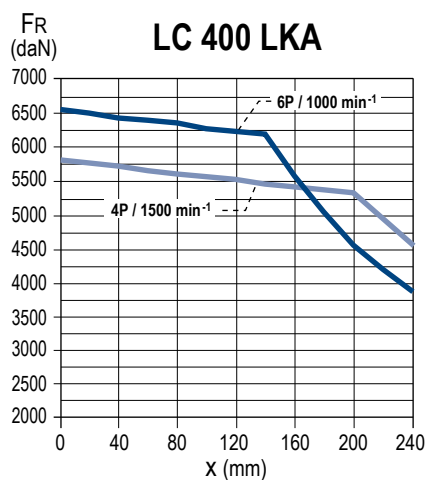
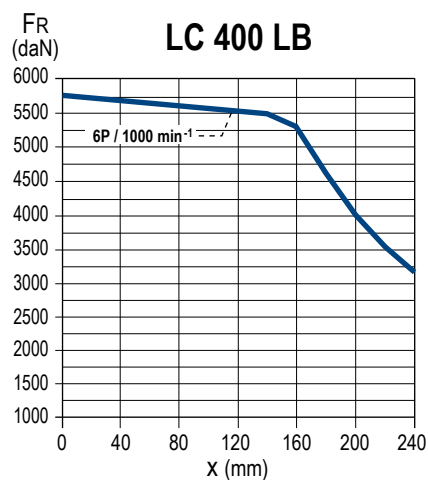
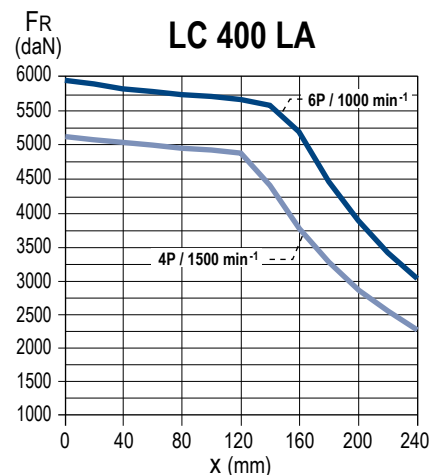
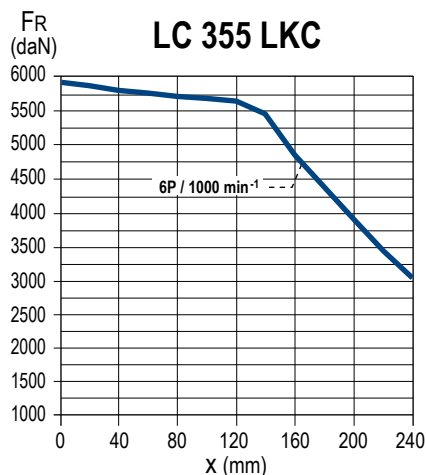
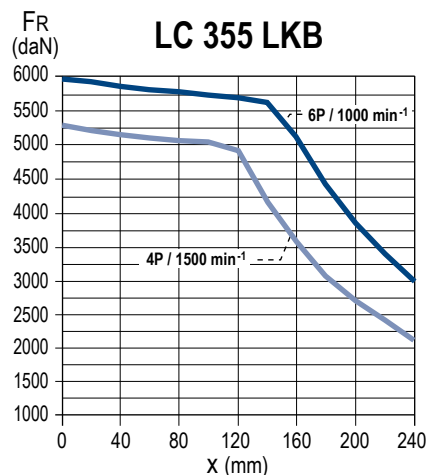
### Charges radiales

#### MONTAGE SPÉCIAL

Charge radiale admissible sur le bout d'arbre principal, pour une durée de vie  $L_{10h}$  des roulements de 25 000 heures.

FR : Force Radiale

X : distance par rapport à l'épaule de l'arbre



## Annexe Calcul du rendement d'un moteur asynchrone

### RENDEMENT D'UNE MACHINE

Le rendement est le ratio entre la puissance utile (nécessaire pour entraîner une machine) et la puissance absorbée (la puissance consommée). C'est donc une grandeur forcément inférieure à 1. La différence entre puissance utile et puissance absorbée est constituée par les pertes de la machine électrique. Un rendement de 85 % signifie donc qu'il y a 15 % de pertes.

#### La méthode de mesure directe

Avec la méthode directe, le rendement est calculé à partir de mesures mécaniques (couple C et vitesse Ω) et électrique (puissance absorbée P<sub>abs</sub>). Si les outils de mesure sont précis (utilisation de couplemètre), cette méthode présente l'avantage d'être relativement simple à réaliser. Par contre, elle ne donne pas d'indications sur le comportement de la machine et sur les origines des pertes potentielles.

$$\eta = \frac{P_u}{P_{abs}} \text{ avec } P_u = C \Omega$$

#### Les méthodes de mesure indirecte

Ces méthodes déterminent le rendement au travers de la détermination des pertes de la machine. On distingue traditionnellement trois types de pertes : les pertes joule (stator P<sub>js</sub> et rotor P<sub>jr</sub>), les pertes fer (P<sub>f</sub>) et les pertes mécaniques (P<sub>m</sub>) qui sont relativement aisées à mesurer. A ces pertes s'ajoutent des pertes diverses et plus difficiles à déterminer dénommées pertes supplémentaires.

Dans la norme CEI 60034-2 de 1972 et applicable jusqu'en novembre 2010, la méthode de calcul des pertes supplémentaires sont forfaitisées à 0,5 % de la puissance absorbée.

$$\eta = \frac{P_{abs} - P_{js} - P_{jr} - P_f - P_m - P_{sup}}{P_{abs}} \text{ avec } P_{sup} = 0,5\% P_{abs}$$

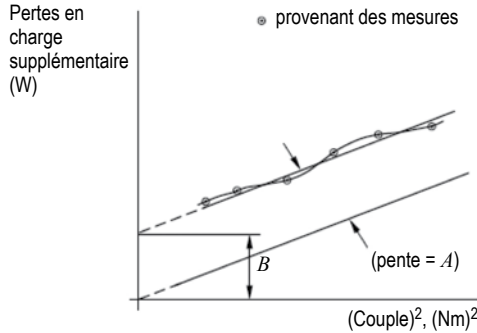
Les pertes supplémentaires ont diverses origines : les pertes en surface, les courants inter-barres, les pertes hautes fréquences, les pertes liées au flux de fuite... Elles sont spécifiques à chaque machine et contribuent à diminuer le rendement mais leur calcul quantitatif est très complexe.

Dans la norme CEI 60034-2-1 de septembre 2007, ces pertes supplémentaires doivent être mesurées de manière précise. Cette démarche est comparable à celle des normes américaine IEEE112-B et canadienne CSA390 qui déduisent les pertes supplémentaires d'une courbe en charge à thermique stabilisée.

Les pertes résiduelles sont calculées à chaque point de charge 25%, 50%, 75%, 100%, 115% et 125% :

$$P_{res} = P_{abs} - P_{js} - P_{jr} - P_f - P_m - P_u \text{ avec } P_u = C \Omega$$

On trace la droite approchant au mieux les points de la courbe. La mesure est acceptable si un coefficient de corrélation supérieur ou égal à 0.95 est assuré.



La droite ramenée à 0 donne les pertes supplémentaires au point nominal donc à 100% de charge.

A partir de là, l'équation habituelle donne le rendement :

$$\eta = \frac{P_{abs} - P_{js} - P_{jr} - P_f - P_m - P_{sup}}{P_{abs}}$$

Il est à noter que cette méthode impose une correction des pertes Joule selon la température ainsi qu'une correction des pertes fer selon la chute de tension résistive dans le stator.

## Annexe Unités et formules simples

### ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTROMAGNÉTISME

Grandeurs				Unités		Grandeurs et unités d'emploi déconseillé
Nom français	Nom anglais	Symbole	Définition	SI	Non SI, mais admises	Conversions
Fréquence Période	Frequency	$f$		Hz (hertz)		
Courant électrique (intensité de)	Electric current	$I$		A (ampère)		
Potentiel électrique Tension Force électromotrice	Electric potential Voltage Electromotive force	$V$ $U$ $E$		V (volt)		
Déphasage	Phase angle	$\varphi$		rad	° degré	
Facteur de puissance	Power factor	$\cos \varphi$				
Réactance Résistance  Impédance	Reactance Resistance  Impedance	$X$ $R$  $Z$		$\Omega$ (ohm)		$j$ est défini comme $j^2 = -1$ $\omega$ pulsation = $2 \pi \cdot f$
Inductance propre (self)	Self inductance	$L$		H (henry)		
Capacité	Capacitance	$C$		F (farad)		
Charge électrique, Quantité d'électricité	Quantity of electricity	$Q$		C (coulomb)	A.h 1 A.h = 3 600 C	
Résistivité	Resistivity	$\rho$		$\Omega \cdot m$		$\Omega/m$
Conductance	Conductance	$G$		S (siemens)		$1/\Omega = 1 S$
Nombre de tours, (spires) de l'enroulement Nombre de phases Nombre de paires de pôles	N° of turns (coil)  N° of phases N° of pairs of poles	$N$  $m$ $p$				
Champ magnétique	Magnetic field	$H$		A/m		
Différence de potentiel magnétique Force magnétomotrice Solénaion, courant totalisé	Magnetic potential difference Magnetomotive force	$Um$ $F, Fm$ $H$		A		l'unité AT (ampère tour) est impropre car elle suppose le tour comme unité
Induction magnétique, Densité de flux magnétique	Magnetic induction Magnetic flux density	$B$		T (tesla) = Wb/ $m^2$		(gauss) $1 G = 10^{-4} T$
Flux magnétique, Flux d'induction magnétique	Magnetic flux	$\Phi$		Wb (weber)		(maxwell) $1 \text{ max} = 10^{-8} \text{ Wb}$
Potentiel vecteur magnétique	Magnetic vector potential	$A$		Wb/m		
Perméabilité d'un milieu Perméabilité du vide	Permeability Permeability of vacuum	$\mu = \mu_o \mu_r$ $\mu_o$		H/m		
Permittivité	Permittivity	$\epsilon = \epsilon_o \epsilon_r$		F/m		

## Annexe Unités et formules simples

### THERMIQUE

Grandeurs				Unités		Grandeurs et unités d'emploi déconseillé
Nom français	Nom anglais	Symbole	Définition	SI	Non SI, mais admises	Conversions
Température Thermodynamique	Temperature Thermodynamic	$T$		K (kelvin)	température Celsius, $t$ , °C $T = t + 273,15$	°C : degré Celsius $t_C$ : temp. en °C $t_F$ : temp. en °F f température Fahrenheit °F
Écart de température	Temperature rise	$\Delta T$		K	°C	1 °C = 1 K
Densité de flux thermique	Heat flux density	$q, \varphi$		W/m <sup>2</sup>		
Conductivité thermique	Thermal conductivity	$\lambda$		W/m.K		
Coefficient de transmission thermique global	Total heat transmission coefficient	K		W/m <sup>2</sup> .K		
Capacité thermique	Heat capacity	$C$		J/K		
Capacité thermique massique	Specific heat capacity	$c$		J/kg.K		
Énergie interne	Internal energy	$U$		J		

### BRUITS ET VIBRATIONS

Grandeurs				Unités		Grandeurs et unités d'emploi déconseillé
Nom français	Nom anglais	Symbole	Définition	SI	Non SI, mais admises	Conversions
Niveau de puissance acoustique	Sound power level	$L_w$	$L_w = 10 \lg(P/P_o)$ ( $P_o = 10^{-12} W$ )	dB (décibel)		lg logarithme à base 10 $\lg 10 = 1$
Niveau de pression acoustique	Sound pressure level	$L_p$	$L_p = 20 \lg(P/P_o)$ ( $P_o = 2 \times 10^{-5} Pa$ )	dB		

### DIMENSIONS

Grandeurs				Unités		Grandeurs et unités d'emploi déconseillé
Nom français	Nom anglais	Symbole	Définition	SI	Non SI, mais admises	Conversions
Angle (angle plan)	Angle (plane angle)	$\alpha, \beta, T, \varphi$		rad	degré : ° minute : ' seconde : ''	180° = $\pi$ rad = 3,14 rad
Longueur Largeur Hauteur Rayon Longueur curviligne	Length Breadth Height Radius	$l$ $b$ $h$ $r$ $s$		m (mètre)	micromètre	cm, dm, dam, hm 1 inch = 1" = 25,4 mm 1 foot = 1' = 304,8 mm $\mu m$ micron $\mu$ angström : A = 0,10 nm
Aire, superficie	Area	$A, S$		m <sup>2</sup>		1 square inch = 6,45 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>
Volume	Volume	$V$		m <sup>3</sup>	litre : l liter : L	galon UK = 4,546 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> galon US = 3,785 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>

## Annexe Unités et formules simples

### MÉCANIQUE ET MOUVEMENT

Grandeurs				Unités		Grandeurs et unités d'emploi déconseillé
Nom français	Nom anglais	Symbole	Définition	SI	Non SI, mais admises	Conversions
Temps Intervalle de temps, durée Période (durée d'un cycle)	Time	$t$		s (seconde)	minute : min heure : h jour : d	Les symboles ' et " sont réservés aux angles. minute ne s'écrit pas mn
	Period (periodic time)	$T$				
Vitesse angulaire Pulsation	Angular velocity Circular frequency	$\omega$	$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$	rad/s		
Accélération angulaire	Angular acceleration	$\alpha$	$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	rad/s <sup>2</sup>		
Vitesse Célérité	Speed Velocity	$u, v, w,$ $c$	$v = \frac{ds}{dt}$	m/s	1 km/h = 0,277 778 m/s 1 m/min = 0,016 6 m/s	
Accélération	Acceleration	$a$	$a = \frac{dv}{dt}$	m/s <sup>2</sup>		
Accélération de la pesanteur	Acceleration of free fall	$g=9,81m/s^2$	à Paris			
Vitesse de rotation	Revolution per minute	$N$		s <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	tr/mn, RPM, TM...
Masse	Mass	$m$		kg (kilogramme)	tonne : t 1 t = 1 000 kg	kilo, kgs, KG... 1 pound : 1 lb = 0,453 6 kg
Masse volumique	Mass density	$\rho$	$\frac{dm}{dV}$	kg/m <sup>3</sup>		
Masse linéique	Linear density	$\rho_e$	$\frac{dm}{dL}$	kg/m		
Masse surfacique	Surface mass	$\rho_A$	$\frac{dm}{dS}$	kg/m <sup>2</sup>		
Quantité de mouvement	Momentum	$P$	$p = m.v$	kg. m/s		
Moment d'inertie	Moment of inertia	$J, I$	$I = \sum m.r^2$	kg.m <sup>2</sup>		$J = \frac{MD^2}{4}$ kg.m <sup>2</sup> livre pied carré = 1 lb.ft <sup>2</sup> = 42,1 x 10 <sup>-3</sup> kg.m <sup>2</sup>
Force Poids	Force Weight	$F$ $G$	$G = m.g$	N (newton)		kgf = kgp = 9,81 N pound force = lbf = 4,448 N
Moment d'une force	Moment of force, Torque	$M$ $T$	$M = F.r$	N.m		mdaN, mkg, m.N 1 mkg = 9,81 N.m 1 ft.lbf = 1,356 N.m 1 in.lbf = 0,113 N.m
Pression	Pressure	$p$	$p = \frac{F}{S} = \frac{F}{A}$	Pa (pascal)	bar 1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa	1 kgf/cm <sup>2</sup> = 0,981 bar 1 psi = 6 894 N/m <sup>2</sup> = 6 894 Pa 1 psi = 0,068 94 bar 1 atm = 1,013 x 10 <sup>5</sup> Pa
Contrainte normale Contrainte tangentielle, Cission	Normal stress Shear stress	$\sigma$ $\tau$		Pa on utilise le MPa = 10 <sup>6</sup> Pa		kg/mm <sup>2</sup> , 1 daN/mm <sup>2</sup> = 10 MPa psi = pound per square inch 1 psi = 6 894 Pa
Facteur de frottement	Friction coefficient	$\mu$				improprement = coefficient de frottement $f$
Travail Énergie Énergie potentielle Énergie cinétique Quantité de chaleur	Work Energy Potential energy Kinetic energy Quantity of heat	$W$ $E$ $Ep$ $Ek$ $Q$	$W = F.l$	J (joule)	Wh = 3 600 J (wattheure)	1 N.m = 1 W.s = 1 J 1 kgm = 9,81 J (calorie) 1 cal = 4,18 J 1 Btu = 1 055 J (British thermal unit)
Puissance	Power	$P$	$P = \frac{W}{t}$	W (watt)		1 ch = 736 W 1 HP = 746 W
Débit volumique	Volumetric flow	$q_v$	$q_v = \frac{dV}{dt}$	m <sup>3</sup> /s		
Rendement	Efficiency	$\eta$		< 1		%
Viscosité dynamique	Dynamic viscosity	$\eta, \mu$		Pa.s		poise, 1 P = 0,1 Pa.s
Viscosité cinématique	Kinematic viscosity	$\nu$	$\nu = \frac{\eta}{\rho}$	m <sup>2</sup> /s		stokes, 1 St = 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s

## Annexe Conversions d'unités

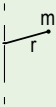
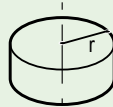
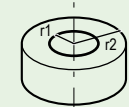
Unités	MKSA (système international SI)	AGMA (système US)
Longueur	1 m = 3,280 8 ft    1 mm = 0,0393 7 in	1 ft = 0,304 8 m    1 in = 25,4 mm
Masse	1 kg = 2,204 6 lb	1 lb = 0,453 6 kg
Couple ou moment	1 Nm = 0,737 6 lb.ft    1 N.m = 141,6 oz.in	1 lb.ft = 1,356 N.m    1 oz.in = 0,007 06 N.m
Force	1 N = 0,224 8 lb	1 lb = 4,448 N
Moment d'inertie	1 kg.m <sup>2</sup> = 23,73 lb.ft <sup>2</sup>	1 lb.ft <sup>2</sup> = 0,042 14 kg.m <sup>2</sup>
Puissance	1 kW = 1,341 HP	1 HP = 0,746 kW
Pression	1 kPa = 0,145 05 psi	1 psi = 6,894 kPa
Flux magnétique	1 T = 1 Wb / m <sup>2</sup> = 6,452 10 <sup>4</sup> line / in <sup>2</sup>	1 line / in <sup>2</sup> = 1,550 10 <sup>-6</sup> Wb / m <sup>2</sup>
Pertes magnétiques	1 W / kg = 0,453 6 W / lb	1 W / lb = 2,204 W / kg

Multiples et sous-multiples		
Facteur par lequel l'unité est multipliée	Préfixe à placer avant le nom de l'unité	Symbole à placer avant celui de l'unité
10 <sup>18</sup> ou 1 000 000 000 000 000 000	exa	E
10 <sup>15</sup> ou 1 000 000 000 000 000	peta	P
10 <sup>12</sup> ou 1 000 000 000 000	téra	T
10 <sup>9</sup> ou 1 000 000 000	giga	G
10 <sup>6</sup> ou 1 000 000	méga	M
10 <sup>3</sup> ou 1 000	kilo	k
10 <sup>2</sup> ou 100	hecto	h
10 <sup>1</sup> ou 10	déca	da
10 <sup>-1</sup> ou 0,1	déci	d
10 <sup>-2</sup> ou 0,01	centi	c
10 <sup>-3</sup> ou 0,001	milli	m
10 <sup>-6</sup> ou 0,000 001	micro	μ
10 <sup>-9</sup> ou 0,000 000 001	nano	n
10 <sup>-12</sup> ou 0,000 000 000 001	pico	p
10 <sup>-15</sup> ou 0,000 000 000 000 001	femto	f
10 <sup>-18</sup> ou 0,000 000 000 000 000 001	atto	a

Annexe

Formules simples utilisées en électrotechnique

FORMULAIRE MÉCANIQUE

Titres	Formules	Unités	Définitions / Commentaires
Force	$F = m \cdot \gamma$	$F$ en N $m$ en kg $\gamma$ en $m/s^2$	Une force $F$ est le produit d'une masse $m$ par une accélération $\gamma$
Poids	$G = m \cdot g$	$G$ en N $m$ en kg $g = 9,81$ $m/s^2$	
Moment	$M = F \cdot r$	$M$ en N.m $F$ en N $r$ en m	Le moment $M$ d'une force par rapport à un axe est le produit de cette force par la distance $r$ du point d'application de $F$ par rapport à l'axe.
Puissance	- en rotation $P = M \cdot \omega$  - en linéaire $P = F \cdot V$	$P$ en W $M$ en N.m $\omega$ en rad/s  $P$ en W $F$ en N $V$ en m/s	La puissance $P$ est la quantité de travail fournie par unité de temps  $\omega = 2\pi N/60$ avec $N$ vitesse de rotation en $min^{-1}$  $V =$ vitesse linéaire de déplacement
Temps d'accélération	$t = J \cdot \frac{\omega}{M_a}$	$t$ en s $J$ en $kg \cdot m^2$ $\omega$ en rad/s $M_a$ en Nm	$J$ moment d'inertie du système $M_a$ moment d'accélération Nota : tous les calculs se rapportent à une seule vitesse de rotation $\omega$ . Les inerties à la vitesse $\omega'$ sont ramenées à la vitesse $\omega$ par la relation : $J_\omega = J_{\omega'} \cdot \left(\frac{\omega'}{\omega}\right)^2$
Moment d'inertie Masse ponctuelle	$J = m \cdot r^2$		
Cylindre plein autour de son axe	$J = m \cdot \frac{r^2}{2}$	$J$ en $kg \cdot m^2$ $m$ en kg $r$ en m	
Cylindre creux autour de son axe	$J = m \cdot \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$		
Inertie d'une masse mouvement linéaire	$J = m \cdot \left(\frac{V}{\omega}\right)^2$	$J$ en $kg \cdot m^2$ $m$ en kg $v$ en m/s $\omega$ en rad/s	Moment d'inertie d'une masse en mouvement linéaire ramené à un mouvement de rotation.



## Annexe

### Formules simples utilisées en électrotechnique

#### FORMULAIRE ÉLECTRIQUE

Titres	Formules	Unités	Définitions / Commentaires
Moment d'accélération (couple)	$M_a = \frac{M_D + 2M_A + 2M_M + M_N - M_r}{6}$ <i>Formule générale :</i> $M_a = \frac{1}{N_N} \int_0^{N_N} (M_{mot} - M_r) dN$	Nm	Le couple d'accélération $M_a$ est la différence entre le couple moteur $M_{mot}$ (estimation), et le couple résistant $M_r$ . ( $M_D, M_A, M_M, M_N$ , voir courbe ci-dessous) N = vitesse instantanée $N_N$ = vitesse nominale
Puissance exigée par la machine	$P = \frac{M \cdot \omega}{\eta_A}$	P en W M en N.m $\omega$ en rad/s $\eta_A$ sans unité	$\eta_A$ exprime le rendement des mécanismes de la machine entraînée. M moment exigé par la machine entraînée.
Puissance absorbée par le moteur (en triphasé)	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	P en W U en V I en A	$\varphi$ déphasage courant / tension. U tension d'induit. I courant de ligne.
Puissance réactive absorbée par le moteur	$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$	Q en VAR	
Puissance réactive fournie par une batterie de condensateurs	$Q = \sqrt{3} \cdot U^2 \cdot C \cdot \omega$	U en V C en $\mu F$ $\omega$ en rad/s	U = tension aux bornes du condensateur C = capacité du condensateur $\omega$ = pulsation du réseau ( $\omega = 2\pi f$ )
Puissance apparente	$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	S en VA	
Puissance fournie par le moteur (en triphasé)	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \eta$		$\eta$ exprime le rendement du moteur au point de fonctionnement considéré.
Glissement	$g = \frac{N_S - N}{N_S}$		Le glissement est l'écart relatif de la vitesse réelle N à la vitesse de synchronisme $N_S$
Vitesse de synchronisme	$N_S = \frac{120 \cdot f}{p}$	$N_S$ en $\text{min}^{-1}$ f en Hz	p = nombre de pôles f = fréquence du réseau

Grandeurs	Symboles	Unités	Courbe de moment et d'intensité en fonction de la vitesse
Courant de démarrage	$I_D$	A	
Courant nominal	$I_N$		
Courant à vide	$I_0$		
Couple* de démarrage	$M_D$	Nm	
Couple d'accrochage	$M_A$		
Couple maximal ou de décrochage	$M_M$		
Couple nominal	$M_N$		
Vitesse nominale	$N_N$	$\text{min}^{-1}$	
Vitesse de synchronisme	$N_S$		

\* Couple est le terme usuel exprimant le moment d'une force.

## Annexe Tolérance des grandeurs principales

### TOLÉRANCES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTROMÉCANIQUES

La norme CEI 60034-1 précise les tolérances des caractéristiques électro-mécaniques.

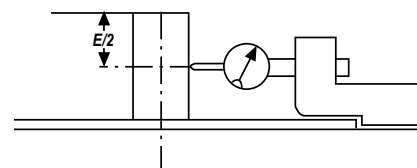
Grandeurs	Tolérances
Rendement $\left\{ \begin{array}{l} \text{machines } P \leq 150 \text{ kW} \\ \text{machines } P > 150 \text{ kW} \end{array} \right.$	$- 15 \% \text{ de } (1 - \eta)$ $- 10 \% \text{ de } (1 - \eta)$
$\cos \varphi$	$- 1/6 (1 - \cos \varphi)$ (min 0,02 - max 0,07)
Glissement $\left\{ \begin{array}{l} \text{machines } P < 1 \text{ kW} \\ \text{machines } P \geq 1 \text{ kW} \end{array} \right.$	$\pm 30 \%$ $\pm 20 \%$
Couple rotor bloqué	$- 15 \%, + 25 \% \text{ du couple annoncé}$
Appel de courant au démarrage	$+ 20 \%$
Couple minimal pendant le démarrage	$- 15 \% \text{ du couple annoncé}$
Couple maximal	$- 10 \% \text{ du couple annoncé}$ $> 1,5 M_N$
Moment d'inertie	$\pm 10 \%$
Bruit	$+ 3 \text{ dB (A)}$
Vibrations	$+ 10 \% \text{ de la classe garantie}$

Nota : le courant - n'est pas toléré dans la CEI 60034-1  
- est toléré à  $\pm 10 \%$  dans la NEMA-MG1

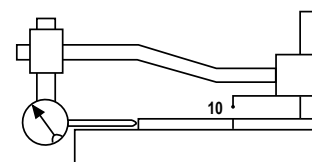
### TOLÉRANCES ET AJUSTEMENTS

Les tolérances normalisées reprises ci-dessous sont applicables aux valeurs des caractéristiques mécaniques publiées dans les catalogues. Elles sont en conformité avec les exigences de la norme CEI 60072-1.

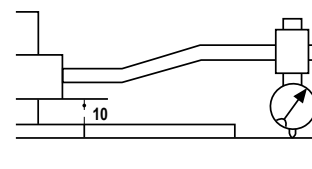
Caractéristiques	Tolérances
Hauteur d'axe $H \leq 250$ $\geq 280$	$0, - 0,5 \text{ mm}$ $0, - 1 \text{ mm}$
Diamètre $\varnothing$ du bout d'arbre : - de 11 à 28 mm - de 32 à 48 mm - de 55 mm et plus	<b>j6</b> <b>k6</b> <b>m6</b>
Diamètre N des emboîtements des brides	<b>j6 jusqu'à FF 500,</b> <b>js6 pour FF 600 et plus</b>
Largeur des clavettes	<b>h9</b>
Largeur de la rainure de la clavette dans l'arbre (clavetage normal)	<b>N9</b>
Hauteur des clavettes : - de section carrée - de section rectangulaire	<b>h9</b> <b>h11</b>
① <b>Mesure de battement ou faux-rondeur du bout d'arbre des moteurs à bride</b> (classe normale) - diamètre > 10 jusqu'à 18 mm - diamètre > 18 jusqu'à 30 mm - diamètre > 30 jusqu'à 50 mm - diamètre > 50 jusqu'à 80 mm - diamètre > 80 jusqu'à 120 mm	<b>0,035 mm</b> <b>0,040 mm</b> <b>0,050 mm</b> <b>0,060 mm</b> <b>0,070 mm</b>
② <b>Mesure de la concentricité du diamètre d'emboîtement et</b> ③ <b>mesure de la perpendicularité de la face d'appui de la bride par rapport à l'arbre</b> (classe normale) Désignation de la bride (FF ou FT) :	<b>0,08 mm</b> <b>0,10 mm</b> <b>0,125 mm</b> <b>0,16 mm</b> <b>0,20 mm</b>
- F 55 à F 115 - F 130 à F 265 - FF 300 à FF 500 - FF 600 à FF 740 - FF 940 à FF 1080	



① **Mesure de battement ou faux-rondeur du bout d'arbre des moteurs à bride**



② **Mesure de la concentricité du diamètre d'emboîtement**



③ **Mesure de la perpendicularité de la face d'appui de la bride par rapport à l'arbre**

## Annexe Configurateur



Le configurateur Leroy-Somer permet d'effectuer le choix des moteurs les plus appropriés et fournit les spécifications techniques et plans correspondants.

Inscription en ligne :

<http://www.emersonindustrial.com/fr-FR/leroy-somer-motors-drives/Products/Configurator/>

- Aide à la sélection de produits
- Édition des spécifications techniques
- Édition de fichiers CAO 2D et 3D
- L'équivalent de 400 catalogues en 16 langues.



The screenshot shows the website's navigation menu with options: ACCUEIL, PRODUITS, MARCHÉS, SERVICES, TÉLÉCHARGEMENTS, and ACTUALITÉS ET SALONS. The main heading is 'CONFIGURATEUR' with a sub-path: Emerson Industrial Automation > France (French) > Leroy-Somer Motors and Drives > Produits > Configurateur. A sidebar lists product categories: MOTEURS ASYNCHRONES, MOTEURS À COURANT CONTINU, MOTEURS FREINS, MOTEURS SYNCHRONES À AIMANTS PERMANENTS, MOTEURS SERVO, MOTEURS GEARLESS, RÉDUCTEURS - MOTORÉDUCTEURS, CONTRÔLEURS ÉLECTRONIQUES & DÉMARREURS, VARIATEURS AC, VARIATEURS DC, and CONFIGURATEUR. The main content area features a description of the configurator's capabilities and a 'Lancer le configurateur' button.

**LEROY-SOMER**<sup>™</sup>

[www.nidecautomation.com](http://www.nidecautomation.com)

**Restons connectés :**

[twitter.com/Leroy\\_Somer](https://twitter.com/Leroy_Somer)

[facebook.com/leroy-somer.nidec](https://facebook.com/leroy-somer.nidec)

[youtube.com/user/LeroySomerOfficiel](https://youtube.com/user/LeroySomerOfficiel)

[theautomationengineer.com](http://theautomationengineer.com) (blog)



***Nidec***  
All for dreams

Moteurs Leroy-Somer SAS. Headquarters: Bd Marcellin Leroy, CS 10015, 16915 Angoulême Cedex 9, France. Share Capital: 65 800 512 €, RCS Angoulême 338 567 258.