



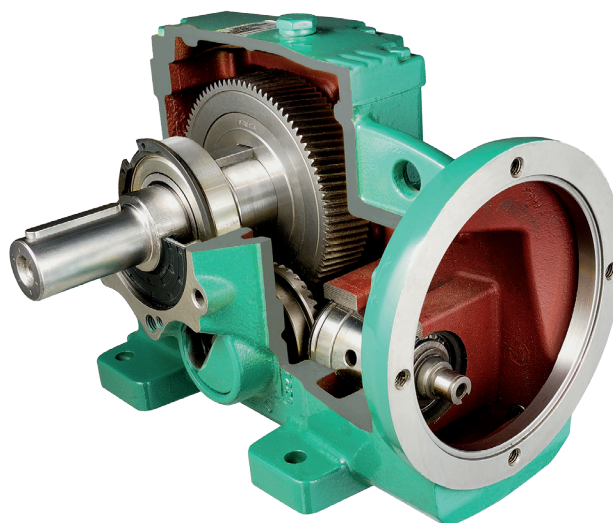
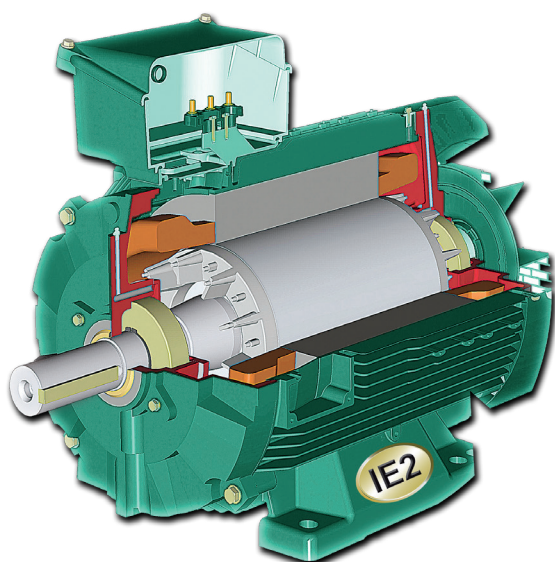
Réparations efficaces des machines tournantes

Guide des bonnes pratiques

LEROY-SOMER™

Nidec
All for dreams

Guide des bonnes pratiques pour une réparation efficiente des **MACHINES TOURNANTES**



MOTEURS ASYNCHRONES

MOTEURS COURANT CONTINU

MOTEURS FREINS

MOTORÉDUCTEURS

Leroy-Somer s'engage aux cotés de ses partenaires à promouvoir une réparation de qualité, non destructrice du rendement énergétique.

Nous voulons démontrer que le remplacement systématique pour des raisons de maintenance d'un moteur Leroy-Somer, même de petite puissance, peut être souvent évité tout en préservant ses caractéristiques initiales.

L'allongement de la durée d'utilisation des moteurs asynchrones permettant de réduire la quantité de déchets produite tout en étant favorable en termes de bilan carbone.

Problématique de la réparation

Le rendement d'un moteur est directement lié à ses pertes. La différence de rendement entre un moteur neuf et un moteur réparé est fonction de l'augmentation d'une ou de plusieurs pertes. L'augmentation des pertes suite à une réparation est attribuable à plusieurs causes qui peuvent être groupées en trois catégories :

Dommmages ou défauts qui n'ont pas été réparés correctement ou qu'il n'était pas possible de réparer complètement :

- Tôles du stator ou du rotor endommagées
- Carcasse endommagée

Dommmages causés lors de la réparation par des méthodes de travail inadaptées :

- Dégradation des propriétés des tôles et de l'isolation entre ses feuilles
- Dommmages aux paliers ou à la carcasse déformée, mauvais alignement des flasques



MODIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR QUI NE SONT PLUS CONFORMES À CELLES D'ORIGINE :

- Modification du nombre de tours sur les bobines du stator
- Modification du type d'enroulement et de leur raccordement (par exemple, passage d'un enroulement concentrique à un enroulement imbriqué ou l'inverse)
- Modification du ventilateur
- Lubrification inadéquate (quantité & qualité graisse)
- Roulements et joints inadaptés

Afin de pouvoir maîtriser au mieux sa maintenance, le Centre de Service doit pouvoir disposer :

- Des caractéristiques des moteurs neufs (rendement, courant à vide, $\cos \varphi$) dans une documentation mise à jour en permanence
- De pièces de rechange d'origine.
- D'une formation technique adaptée.

Afin d'éliminer les risques d'endommagement, une maîtrise parfaite du processus d'intervention est primordial

Formation

- Les interventions seront réalisées par des personnes à jour d'habilitation.
- Les personnes intervenantes auront reçu les formations techniques nécessaires pour mener à bien leurs prestations.
- Avant toute intervention sur site les personnes auront pris connaissance des risques spécifiques dû à la production du client.

Prestations

- Le Centre de Service réalise ses interventions de maintenance sur les moteurs et motoréducteurs conformément au "Guide de bonnes pratiques pour une réparation efficiente" en sa possession pour les applications standard (en ce qui concerne les applications "sécurité" un document spécifique est donné après la formation adéquate).

1.1 - RÉALISER UN CONTRÔLE VISUEL DE L'ENSEMBLE

Aspect : carcasse – capot – boîte à bornes – presse étoupes – palier – carters

Présence de : poulie ou autres accessoires (sondes, VF, etc...)

Position des trous de purge (suivant position de fonctionnement)

Relevé de la plaque signalétique

Absence d'accessoires : capot de ventilation, presse étoupe, couvercle de boîte à bornes, etc...

Aspect général : chocs, propreté, etc...

“Si le moteur arrive dans un état anormal ou avec des pièces manquantes, prendre des photos qui seront jointes au **Dossier de suivi de réparation** est conseillé”

1.2 - CONTRÔLES AVANT DÉMONTAGE

- La nature et les raisons de la panne ne sont pas toujours connues.

Il faut donc procéder à certaines vérifications avant d'entreprendre le démontage de l'ensemble.

- Les moteurs à courant continu subiront un dépoussiérage complet de la partie interne.

1.2.1 - Contrôle de l'isolement sous 500v cc (mégohmmètre)

- Pour les moteurs asynchrones :

- mesure des résistances par phase (*Ohmmètre*)

- moteurs AC > 10MΩ

- Pour les moteurs Courant Continu :

- mesure des résistances de chaque enroulement (Induit + Inducteur) (*Ohmmètre*)

et éventuellement : pôle auxiliaire / pôle de commutation > si bornes de sorties.

: Compound.

- moteurs Courant Continu : > 10MΩ

- Contrôle de l'état des collecteurs et des balais.

1.2.2 - Test diélectrique (test à la réception) (*Diélectrimètre*)

- 1000 Volts durant 1 mn pour les moteurs alimentés sous une tension supérieure à 100 Volts.

- 500 Volts durant 1 mn pour les moteurs alimentés sous une tension inférieure à 100 Volts.



Dans les 2 cas, l'essai doit être commencé avec une tension ne dépassant pas la moitié de la pleine tension d'essai. La tension est ensuite augmentée jusqu'à la pleine tension d'une manière progressive.

(Norme CEI 60034 -1)

1.2.3 - Essai en rotation

- Courant

- Bruit (roulement / pignons)

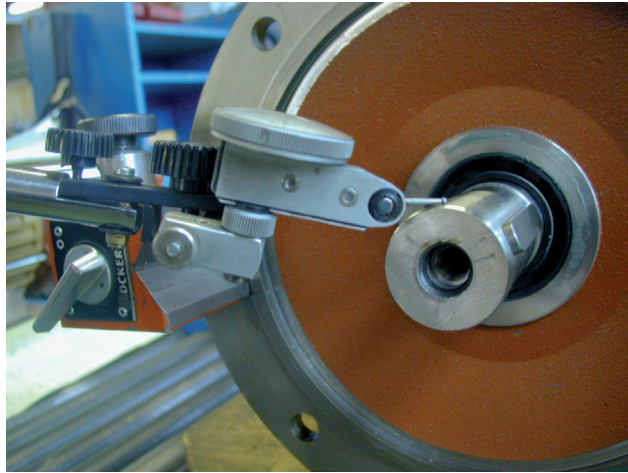
- Fonctionnement du frein

- Commutation (CC)

- Éventuellement, faire une mesure vibratoire (avec ou sans accouplement)

2 - CONTRÔLE GÉOMÉTRIQUE

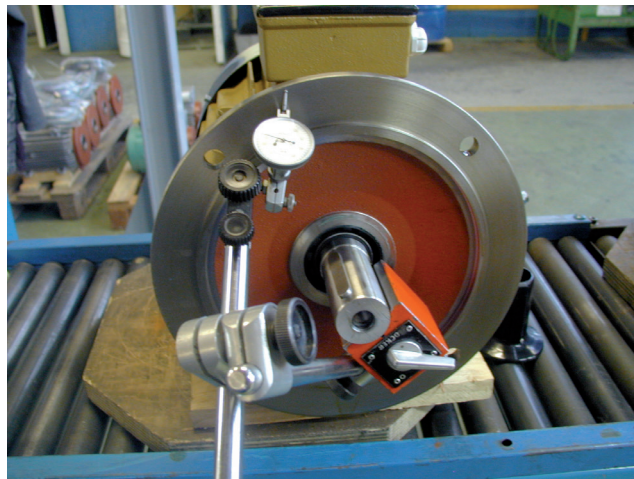
2.1 - Battement du bout d'arbre (Norme CEI 72.1)



Équipement :
*Comparteur +
Support magnétique*

- BA Ø 10 à 18 mm : 0.035
- BA Ø 18 à 30 mm : 0.040
- BA Ø 30 à 50 mm : 0.050
- BA Ø 50 à 80 mm : 0.060
- BA Ø 80 à 120 mm : 0.070

2.2 - Battement de la bride (Norme CEI 72.1)



Équipement :
*Comparteur +
Support magnétique*

- F55 à F115 : 0.08
- F130 à F265 : 0.1
- F300 à F500 : 0.125
- F600 à F640 : 0.16
- F940 à F1080 : 0.2

3 - DÉMONTAGE

3.1 - LORS DU DÉMONTAGE, IL SERA RÉALISÉ UN REPÉRAGE DE :

- La position des composants mécaniques par un marquage (exemple : pointeau) sur paliers, carcasse, carter, chapeaux de roulements, corps de pompe, boîte à bornes, capot de protection, etc...
- De la position sur le bout d'arbre des poulies, moyeux ou autres accessoires par un croquis et un relevé de cotes sur la fiche d'atelier.
- Des raccordements électriques par repérage ou par schéma sur la fiche d'atelier.
- Noter la position des barrettes.
- Le démontage des organes de transmission (demi-manchon d'accouplement, poulie, pignon, etc...) sera réalisé à l'aide d'extracteurs adaptés, à deux ou trois prises, selon la taille de l'organe à extraire. Les prises devront être parfaitement réparties sur la périphérie de la pièce à démonter.

4 - DÉBOBINAGE

4.1 - DÉBOBINAGE STATORS OU INDUCTEURS

Cette opération sera réalisée après relevé des caractéristiques techniques sur la fiche de bobinage

(section, classe d'isolation, nombre de spires, pas, connexion, etc..., sur fiche de suivi du moteur)

- Le débobinage devra être réalisé en évitant tout risque de détérioration des caractéristiques magnétiques des tôles et déformation géométrique de l'ensemble.
- La température de chauffe ne devra pas être supérieure à 300°.
- Dans le cas d'un débobinage par flambard, cela devra être effectué en assurant aucun point chaud localisé.
- *Nota : Un essai de fer pourra être réalisé afin de vérifier l'état du paquet de tôles.*



Un moteur n'est pas toujours à rebobiner :

- *Si le bobinage est correct, il pourra être réalisé, si nécessaire, un lavage avec un produit neutre non agressif suivi d'un étuvage à 120° pendant une durée de 8 à 14 heures en fonction de la masse du stator à traiter.*
- *Après refroidissement, il sera appliqué un vernis anti-flash du type polyuréthane sur les têtes de chignons.*
- ***Les machines révisées sont soumises, après nettoyage et séchage à un essai à une tension égale à 1.5 fois la tension assignée avec un minimum de 1000 Volts si la tension assignée est égale ou supérieure à 100 Volts et un minimum de 500 Volts si la tension assignée est inférieure à 100 Volts (Norme CEI60034-1).***

5 - REBOBINAGE

5.1 - REBOBINAGE

- Les enroulements seront réalisés à l'identique de l'origine en conservant le type de bobinage (CPC, CPNC, imbriqué), avec du fil de mêmes caractéristiques : section, grade, etc...
- Il en sera de même pour les autres composants : Isolants de fond et de fermeture d'encoche, entre phases, gaines, cordonnets de ficelage etc
- L'insertion devra être réalisée en prenant toutes les précautions nécessaires afin d'éviter tout risque de blessure de l'émail des enroulements lors de l'introduction dans les encoches.

5.1.1 - induit moteurs courant continu

- Le rebobinage sera effectué à l'identique.
- L'imprégnation sera réalisée au goutte à goutte ou, si possible, sous vide et pression.
- Le frettage sera fait avec un ruban verre polyester ou dérivé, avec respect de la tension de mise en œuvre et le nombre de tours (résistance mécanique) suivant les préconisations du fournisseur.

5.1.2 - inducteur moteurs courant continu

- Les bobines seront réalisées à l'identique de l'origine.
- L'imprégnation sera réalisée au goutte à goutte ou, si possible, sous vide et pression

6 - IMPRÉGNATION / ÉTUVAGE

6.1 - IMPRÉGNATION / ÉTUVAGE

- Le vernis utilisé sera de classe H.
- Il sera impératif de respecter le mode opératoire pour assurer un bon niveau de qualité (respect des préconisations constructeur)
 - séchage / déshumidification du bobinage
 - immersion du bobinage dans le vernis jusqu'à disparition complète des bulles d'air
 - égouttage
 - évaporation des solvants
 - polymérisation

6.1.1 - contrôle du vernis



- La viscosité du vernis devra être vérifiée périodiquement, soit par un contrôle interne à l'aide d'un viscosimètre ou d'une coupe AFNOR n° 4 ou par transmission d'un échantillon au fournisseur.

**- Si nécessaire, des corrections devront être effectuées suivant les indications du fournisseur.
(Norme NFT30.014 – ISO2431)**

7 - CONTRÔLE DIMENSIONNEL

7.1 - CONTRÔLE DIMENSIONNEL SUR PALIERS OU FLASQUES BRIDE

- Contrôle dimensionnel des emboîtements de roulement : (paliers et brides) Tolérance J6
- Contrôle des emboîtements des brides (centrage) : tolérance J6 jusqu'à Ø F500 pour les brides aluminium : tolérance H6 pour les brides fonte

Important : La mesure des diamètres s'effectue en 4 points.

7.2 - CONTRÔLE SUR ROTORS ET INDUITS

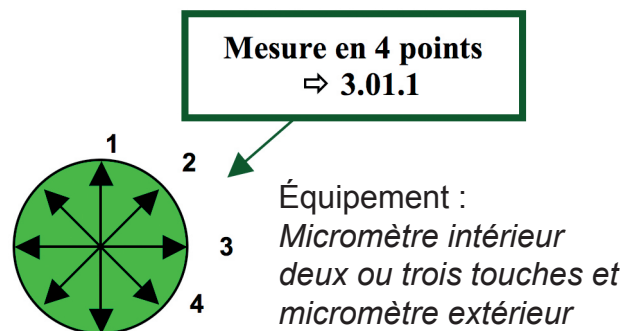
- **Contrôle visuel** de la masse rotorique pour détecter d'éventuelles traces d'échauffement et de destruction de la cage d'écureuil.
- Pour ce dernier point, il faudra utiliser un appareil de contrôle magnétique.

Contrôle dimensionnel

Roulement à billes		Roulement NU	
Conditions	Tolérance	Conditions	Tolérance
Si diamètre ≤ 100 mm	j6	Si diamètre arbre ≤ 25 mm	j6
Tous cas de figure	k6	Tous cas de figure	k6

- Diamètre du bout d'arbre (Idem 7.1)

Ø 11 à 28 : j6
Ø 32 à 48 : k6
Ø ≥ 55 : m6



8 - MÉTALLISATION

8.1 - Dans le cas d'une portée détruite, il sera effectué une métallisation suivie d'une rectification en respectant les tolérances indiquées en 7.2.

8.2 - Pour une portée de joint d'étanchéité, il sera impératif de réaliser une rectification en "plongée" afin d'éviter des traces hélicoïdales.

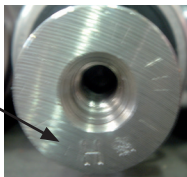
- Rugosité : Ra 0,2 à 0.6 (*Rugosimètre ou plaque viso-tactile*)
- Diamètre tolérance h11 (*Micromètre*)

8.3 - La rainure de clavette ne devra pas être marquée par des déformations susceptibles d'engendrer un "flottement" de la clavette. Tolérance N9 pour toutes les largeurs (sauf demande particulière) (*cales étalons*)

9 - ÉQUILIBRAGE

9.1 - ÉQUILIBRAGE DE L'INDUIT / ROTOR AVANT REMONTAGE

- Il sera effectué un équilibrage dynamique selon la norme ISO 8821 (La classe d'équilibrage est indiquée à l'extrémité du bout d'arbre.
- Équilibrage clavette entière : Lettre F
- Équilibrage demi-clavette : Lettre H
- Équilibrage sans clavette : Lettre N



Ancienne norme
ISO 8821

9.2 - ÉQUILIBRAGE DE L'INDUIT / ROTOR AVANT REMONTAGE.

- Depuis juillet 2008, la norme impose seulement 2 classes de tolérance : A & B
 - > Le niveau « A » remplace le « N » (Standard LS)
 - > Le niveau « B » remplace le « S »
 - > Le niveau « R » est supprimé
- L'équilibrage se fait systématiquement ½ clavette.
- Le marquage comme indiqué ci-dessus reste en vigueur.

Norme
CEI 60034-014

10 - USINAGE DU COLLECTEUR

- Le collecteur sera repris au tour afin d'éliminer tous les défauts de surface ainsi que le défaut de forme (cylindricité).
- Il s'en suivra un fraisage des micas avec un léger chanfreinage des arêtes de chaque lame (*fraiseuse + outil adapté*).
 - > Rugosité : Ra 0.9 à 1.8 (*rugosimètre*)

11 - REMONTAGE

11.1 - ROULEMENTS

- Les roulements seront remplacés par des roulements neufs, de mêmes caractéristiques que ceux d'origine.
- Le montage sera réalisé après chauffage par induction à une température maximum de 100°C.
Ils seront montés en utilisant des "jet de montage" adaptés
- Les roulements ouverts seront graissés avec de la graisse préconisée par le fournisseur.

Qualité et quantité doivent être respectées

Leroy-Somer utilise de la graisse ESSO - UNIREX N3

IP23 IK08	I	d.F	40°C	S1	%	c/h
V	Hz	min ⁻¹	KW	cos φ	A	
Δ 380	50	2970	250	0,92	434	
Δ 400		2974		0,90	422	
Y 690		2974		0,90	244	
Δ 415		2976		0,88	415	
Δ 440	60	3568	298	0,92	419	
Δ 460		3572		0,91	417	

DE	6316 C3	935	g	ESSO UNIREX N3
HDE	6316 C3	2900	tt	

Attention : pour les roulements munis de capteur, (moteurs pilotés par variateurs de vitesse) le montage par induction est interdit, seul le montage à la presse est autorisé.

11.2 - JOINTS

- Les joints seront remplacés par des joints neufs de mêmes caractéristiques que ceux d'origine.
- Pour les joints d'étanchéité, (GAMMA, VLS, V Ring ou à lèvres) le montage sera réalisé après graissage des emboîtements et des portées en utilisant des douilles de montage adaptées.

11.3 - ROTOR

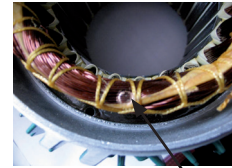
- La mise en place du rotor se fera en prenant toutes les précautions afin d'éviter tout risque de blessure du bobinage stator.

11.4 - PALIERS

- Les paliers seront emboîtés bien parallèlement afin d'éviter tout arrachement de métal.
- S'assurer que les bouchons obturant les orifices d'évacuation des condensas soient présents.

11.5 - VIS ET TIGES DE MONTAGE

- Les vis et les tiges de montage seront conformes à celles d'origine (Qualité \geq 8.8).
- Les longueurs de vis doivent être respectées.
- Le serrage se fait en respectant un ordre et un couple de serrage.



Attention : lors d'un accouplement avec une bride B14, une vis trop longue peut avoir ce genre de conséquence.

11.6 - BOITES À BORNES

- Avant remontage de la boîte à bornes, il sera impératif de s'assurer du bon état des joints d'étanchéité. Si nécessaire, l'échange sera fait par des joints de mêmes caractéristiques.

11.7 - VENTILATEUR

- Si le ventilateur doit être remplacé, il le sera par un ventilateur d'origine constructeur (un ventilateur mal adapté pouvant créer un échauffement, voire diminuer le rendement s'il est trop grand, ou générer des perturbations et/ou du bruit si sa forme est mal adaptée).

11.8 - MOTEURS COURANT CONTINU

- Les moteurs CC seront équipés de balais neufs, de même qualité que ceux d'origine, suivi d'un rodage.
- Il faudra s'assurer du bon état des porte-balais et vérifier la pression des ressorts à l'aide d'un dynamomètre
~ 200 gr/mm² pour les moteurs industrie - "LSK, MS, MFA"
~ 300 gr/mm² pour les moteurs basse tension - "Traction"

12.1 - ESSAIS SUR MOTEURS COURANT ALTERNATIF

- Les enroulements entièrement rebobinés doivent être essayés à la pleine valeur prévue pour les machines neuves.
- Contrôles diélectriques :
 - ($2u + 1000$ durant 1mn pour les moteurs alimentés sous une tension supérieure à 100 volts)
 - ($2u + 500$ durant 1mn pour les moteurs alimentés sous une tension inférieure à 100 volts)



Dans les 2 cas, l'essai doit être commencé avec une tension ne dépassant pas la moitié de la pleine tension d'essai. La tension est ensuite augmentée jusqu'à la pleine tension d'une manière progressive (Norme CEI 60034 -1)

- Mesure d'isolement (500v CC) > 50M Ω (Mégohmmètre)
- Contrôle du courant "Équilibrage des phases" (Ampèremètre)
- Vitesse de rotation (tr/mn) (Tachymètre)
- Niveau de bruit (db) (Sonomètre / oreille)

12.2 - ESSAIS SUR MOTEURS COURANT CONTINU

Les essais doivent s'effectuer dans les deux sens de rotation

- Contrôle diélectrique - (induit / inducteur) - 11.1
- Mesure d'isolement (induit / inducteur) - 11.1
- Calage de la ligne neutre (Tachymètre)
- Battement collecteur (documentation technique)
- Tension (induit / inducteur) (plaque signalétique)
- Courant (inducteur) (plaque signalétique)
- Niveau de bruit (Sonomètre)



Les tests diélectriques ainsi que les tests d'isolement se font sans barettes, sans cellule, sans codeur.

13.1 - CONTRÔLE ÉLECTRIQUE

- Réaliser un contrôle d'isolement identique à 1.1 ainsi qu'un test diélectrique identique à 1.2 sur l'inducteur ou la bobine après avoir débranché le pont redresseur pour les freins alimentés en courant continu.
- Cette pièce sera échangée par une pièce d'origine constructeur.

13.2 - CONTRÔLE MÉCANIQUE

- Contrôler l'état des faces de friction (usure et souillure).
- L'épaisseur de la garniture sera minimum de 1.5 mm. L'échange sera fait par des garnitures d'origine constructeur.

13.3 - CLAVETTES

- Vérifier l'état des clavettes et des rainures pour les freins avec une seule face de freinage.
- Vérifier l'état et les jeux sur les cannelures des moyeux et des disques pour les freins multi-faces.

13.4 - ENTREFER

- Le réglage de l'entrefer sera réalisé en respectant les indications inscrites sur les documents techniques (Vérification en 3 points minimum).

13.5 - MOMENT DE FREINAGE

- Le moment de freinage sera (sauf spécification particulière) réglé à 150% du moment nominal du moteur. (voir notice constructeur)
- Dans le cas de moteurs freins utilisés en mouvement de levage, le moment de freinage sera réglé à 2 fois le moment nominal du moteur.
- Afin d'obtenir le moment de freinage optimum, il faudra effectuer un rodage du frein. Le contrôle s'effectuera en statique à l'aide d'une clé dynamométrique.

13.6 - CONTRÔLES FINAUX

- Contrôle de résistance et de l'isolement (Ohmmètre)
- Essai fonctionnel du frein (Visuel)
- Contrôle en statique du moment de freinage (Clé dynamométrique)

14 - RÉDUCTEURS

14.1 - CONTRÔLER

- L'aspect de la pignonerie (piqûres, écaillage, grippage et avarie sur roulements)
- Les portées de roulements (7.2)
- Les portées de joint (8.3)
- L'aspect de l'huile (pollution, limaille, eau, etc...)
- La position des bouchons et reniflards sur le carter / position de fonctionnement.

14.2 - CHANGEMENT DE PIÈCES

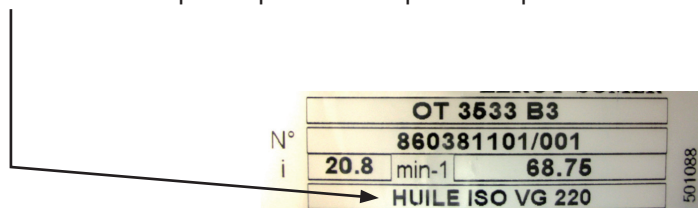
- Dans le cas de rupture d'un organe composant un couple d'engrenage, **l'ensemble pignon/roue** devra être remplacé. Les pièces seront évidemment d'origine constructeur.

14.3 - REMONTAGE

- Le remontage devra être réalisé après nettoyage complet des pièces composant l'ensemble, en respectant les règles et précautions de montage, de calage et de réglage du jeu fonctionnel des roulements.
- Remontage des roulements et joints : 11.1 / 11.2

14.4 - LIVRAISON

- Les réducteurs devront, sauf cas particulier, être livrés avec de l'huile, **en respectant la qualité préconisée par le constructeur** ainsi que la quantité adéquate à la position de fonctionnement (voir notice de maintenance).



- Dans le cas d'un réducteur livré sans huile, une étiquette sera accrochée sur le réducteur précisant :

RÉDUCTEUR SANS HUILE

14.5 - ESSAIS

- Les essais seront réalisés à vide dans les deux sens de rotation.
- Pour les moteurs à courant continu, il est conseillé de réaliser un essai en charge.

14.6 - VÉRIFIER

- La conformité du rapport de réduction à l'aide d'un tachymètre (vitesse de sortie au niveau de l'arbre lent).

15 - EMBALLAGE

Pour l'expédition, l'emballage de la machine devra être adapté pour éviter toute détérioration durant le transport.

16 - ÉTALONNAGE ET SUIVI DES MOYENS DE CONTRÔLE

16.1 - ÉTALONNAGE

- Un étalonnage est défini comme étant l'ensemble des valeurs issues de la comparaison des résultats de mesure de l'instrument par rapport à l'étalon. Il se traduit par un document d'étalonnage dont l'exploitation permet de diminuer l'incertitude des mesures réalisées à l'aide de l'instrument.

16.2 - IDENTIFICATION

- Chaque appareil sera identifié. Le numéro sera gravé sur le montant de l'appareil.

16.3 - FRÉQUENCE D'ÉTALONNAGE

- La périodicité d'étalonnage sera indiquée dans un tableau "fréquence pour chaque appareil", sachant qu'il est toléré un dépassement de deux mois maximum après la date de référence. (dans le cas où l'appareil ne peut être envoyé à l'étalonnage à la date prévue)

16.4 - DOCUMENT DE SUIVI

- Chaque appareil sera suivi par une "fiche de vie" sur laquelle sera indiqué l'ensemble des indications nécessaires au bon fonctionnement de l'appareil.
- Numéro de l'appareil
- Fréquence d'étalonnage
- Date de/des étalonnage(s)
- Date du futur étalonnage
- Relevé des valeurs d'étalonnage

16.5 - APPAREILS NON-CONFORMES

- Tout appareil trouvé hors tolérance est déclaré REFORMÉ et sera détruit.

Tous les appareils de mesure, quelle que soit leur mesure physique, doivent être étalonnés.

Mesures et contrôles garantissant les performances d'un moteur refait



Traçabilité de l'étalonnage des appareils de mesure utilisés, garantissant la justesse des mesures effectuées

17 - CONCLUSION

Les essais effectués par Leroy-Somer en collaboration avec ses centres de service montrent que, lorsque la réparation est effectuée en respectant les règles de ce manuel, le rendement des moteurs électriques est conservé.

LEROY-SOMER[™]

www.leroy-somer.com

Restons connectés :

twitter.com/Leroy_Somer

facebook.com/leroy-somer.nidec

youtube.com/user/LeroySomerOfficiel

linkedin.com/company/44575



Nidec
All for dreams

© 2017 Moteurs Leroy-Somer SAS. The information contained in this brochure is for guidance only and does not form part of any contract. The accuracy cannot be guaranteed as Moteurs Leroy-Somer SAS have an ongoing process of development and reserve the right to change the specification of their products without notice.

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.