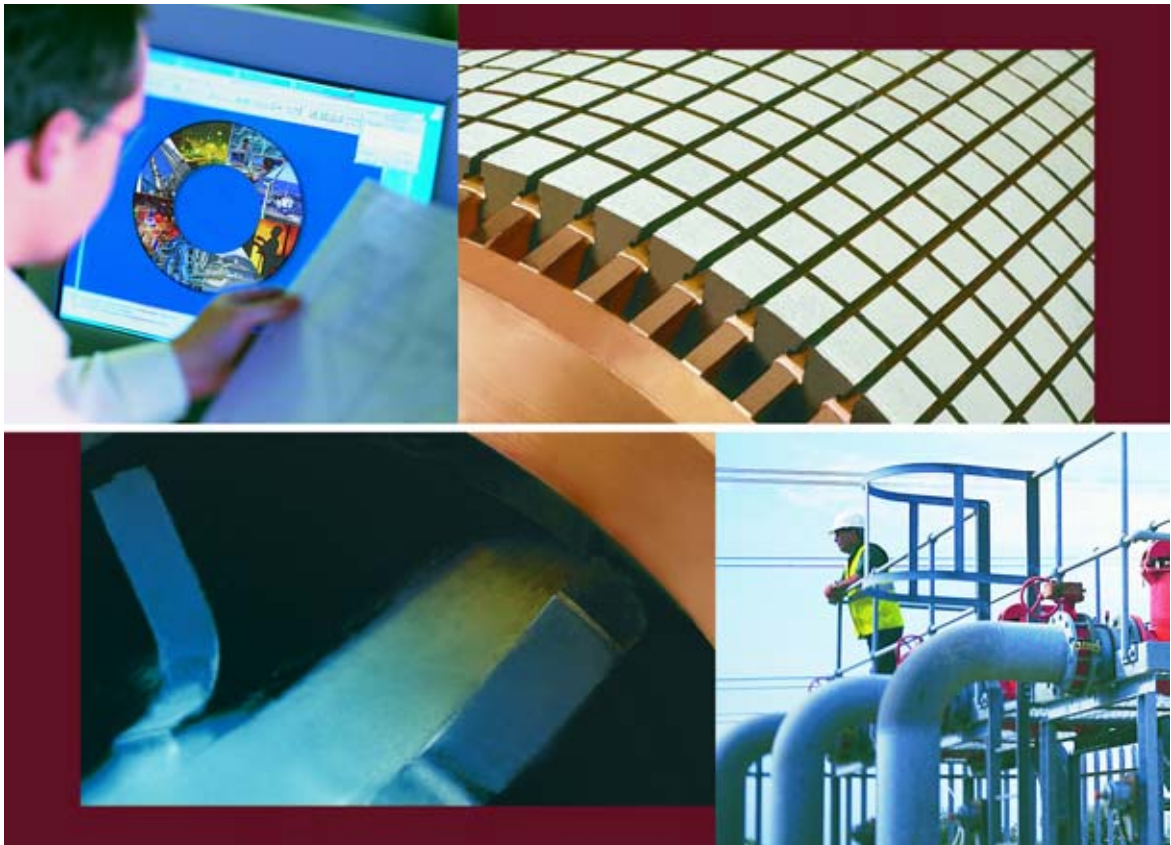


Guide des moteurs et génératrices asynchrones



motralec

4 rue Lavoisier . ZA Lavoisier . 95223 HERBLAY CEDEX
Tel. : 01.39.97.65.10 / Fax. : 01.39.97.68.48
Demande de prix / e-mail : service-commercial@motralec.com
www.motralec.com

ABB

Consignes de sécurité

AMA, AMB, AMG, AMH, AMK, AMZ, HXR, M3BM, M3GM

1. Généralités

Les consignes générales de sécurité, les accords spécifiques relatives à chaque lieu de travail et les mesures de sécurité présentées dans ce document doivent être respectées à tout moment.

2. Domaine d'application

Les machines électriques comportent des pièces en rotation, des pièces sous tension dangereuses et peuvent également présenter des surfaces chaudes. L'ensemble des opérations relatives au transport, au stockage, à l'installation, aux raccordements, à la mise en service, à l'exploitation et à la maintenance doivent être effectuées par des personnes qualifiées (conformément à la norme EN 50 110-1 / DIN VDE 0105 / CEI 60364). Une mauvaise manipulation de ces machines peut entraîner de graves lésions corporelles ainsi que des dégâts matériels. Danger !

Ces machines sont prévues pour être utilisées dans des installations industrielles et commerciales conformément à la Directive Machines (MD) 98/37/EC. La mise en service est interdite tant que la conformité du produit final avec cette directive n'a pas été établie (respectez les réglementations locales d'installation et de sécurité en vigueur comme par exemple la norme EN 60204).

Ces machines sont conformes aux séries harmonisées des normes EN 60034 / DIN VDE 0530. Leur utilisation est interdite en environnements explosifs, sauf si elles sont expressément conçues pour une telle utilisation (respectez les consignes de sécurité supplémentaires).

N'utilisez en aucun cas des degrés de protection IP inférieur ou égal à 23 en extérieur. Les modèles refroidis par air sont destinés, en règle générale, à des températures ambiantes comprises entre -20°C et +40°C et à des altitudes inférieures à 1000 m par rapport au niveau de la mer. La température ambiante des modèles refroidis par air/eau ne doit pas être inférieure à +5°C (pour les machines à paliers lisses, reportez-vous à la documentation du constructeur). Dans tous les cas, les divergences d'informations données sur la plaque signalétique doivent être enregistrées. Les conditions d'exploitation sur le terrain doivent être conformes aux marquages de la plaque signalétique.

3. Transport, stockage

A la réception, tout dommage doit être signalé immédiatement à l'entreprise de transport. Arrêtez la mise en service, si nécessaire. Les anneaux de levage sont dimensionnés par rapport au poids de la machine ; n'appliquez donc aucune charge supplémentaire. Veillez à utiliser des anneaux de levage corrects. Si nécessaire, utilisez des moyens de transport adaptés et de dimension adéquate (par ex. guides-câbles). Avant la mise en service, retirez les fixations de transport (verrous de palier, amortisseurs de vibrations, etc.). Conservez-les pour une utilisation ultérieure.

Les machines doivent être entreposées dans un endroit à l'abri de l'humidité et de la poussière, et non-soumis aux vibrations (risque d'endommagement du palier à l'arrêt). Avant la mise en service, mesurez la résistance d'isolation. Si des valeurs inférieures ou égales à 1k Ω par volt

de tension nominale sont relevées, séchez les bobinages. Respectez les instructions du constructeur.

4. Installation

Dans le cas d'un montage à patte ou à brides, assurez-vous que la machine dispose d'une assise plane, uniforme et solide et d'un alignement parfait, particulièrement en cas d'accouplement direct. Éliminez les résonnances par fréquence de rotation et fréquence de réseau double résultant du montage. Tournez le rotor et écoutez les éventuels bruits de glissement anormaux. Vérifiez le sens de rotation de la machine lorsque celle-ci n'est pas accouplée.

Respectez les instructions du constructeur pour monter ou retirer les accouplements ou autres éléments d'entraînement et équipez-les d'un dispositif de protection. Pour une marche d'essai sans accouplement, attachez ou retirez la clavette du bout d'arbre. Évitez toute charge radiale et axiale excessive (reportez-vous à la documentation du constructeur). L'équilibre de la machine est indiqué par H = demi-clavette et F = clavette entière. Dans un cas de demi-clavette, l'accouplement doit également être équilibré avec une demi-clavette. En cas de dépassement de la partie visible de la clavette du bout d'arbre, ré-équilibrez l'ensemble mécaniquement.

Raccordez les dispositifs de ventilation et de refroidissement nécessaires. Le circuit de ventilation ne doit pas être obstrué et l'air de ventilation, issu des ensembles voisins, ne doit pas entrer directement dans la machine directement

5. Raccordement électrique

Ces opérations ne doivent être effectuées sur une machine à l'arrêt par un personnel qualifié. Avant de procéder au raccordement, respectez strictement les consignes de sécurité suivantes :

- Mettez la machine hors tension !
- Prévoyez une sécurité contre le réenclenchement !
- Vérifiez l'isolation de l'alimentation !
- Reliez à la terre et aux dispositifs de court-circuit !
- Protégez-vous des éléments sous tension alentours !
- Mettez les circuits auxiliaires hors tension (par ex. résistances de réchauffage) !

Le dépassement des valeurs limites de zone A de la norme EN 60034-1 / DIN VDE 0530-1 - tension $\pm 5\%$, fréquence $\pm 2\%$, forme d'onde et symétrie – entraîne une augmentation de température plus importante et nuit à la compatibilité électromagnétique. Respectez les marquages de la plaque signalétique et du schéma de raccordement de la boîte à bornes.

Le raccordement doit être effectué de sorte à maintenir une connexion électrique permanente fiable. Utilisez une boîte à bornes appropriée. Établissez et maintenez une bonne liaison équipotentielle.

Les jeux entre les éléments sous tension non isolés et les jeux entre ces éléments et la terre ne doivent pas être inférieurs aux valeurs des normes en vigueur et aux valeurs éventuellement indiquées dans la documentation du constructeur.

La boîte à bornes doit être protégée contre les corps étrangers, les poussières ou l'humidité. Bouchez les trous d'entrée de câble non utilisés et fermez la boîte de sorte à mieux protéger ces éléments contre la poussière et l'humidité. Pour les machines équipées d'accessoires, vérifiez que ceux-ci fonctionnent correctement avant de mettre la machine en service.

Le personnel chargé de ces travaux est responsable d'une bonne installation (par ex. séparation des lignes de transmission de signaux et des lignes électriques, câbles blindés etc.).

6. Exploitation

La sévérité vibratoire dans le gamme de «satisfaction» ($V_p \leq 4.5$ mm/s) conformément à la norme ISO 3945 est acceptable en exploitation machine accouplée. En cas d'écart par rapport à une exploitation normale (par ex. température, bruits, vibrations élevés), déconnectez la machine. Trouvez la cause et consultez le constructeur, si nécessaire.

Ne retirez jamais les dispositifs de protection, même lors d'essais. Dans un environnement poussiéreux, le dispositif de refroidissement doit être nettoyé à intervalles réguliers. Ouvrez de temps en temps les orifices de purge de l'eau de condensation.

La lubrification des paliers se fait lors de la mise en service, avant la mise en marche.

Re-graissez les paliers anti-friction lorsque la machine est en marche. Respectez les instructions indiquées sur la plaque de palier. Utilisez le bon type de graisse. Pour les machines équipées de paliers lisses, respectez les intervalles de changement d'huile et si celles-ci possèdent un dispositif d'alimentation en huile, assurez-vous que ce circuit fonctionne correctement.

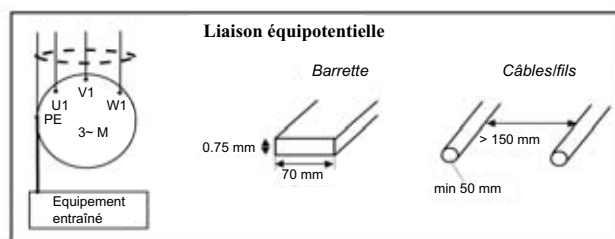
7. Maintenance

Respectez les instructions du constructeur. Pour obtenir plus d'informations, reportez-vous au Guide de l'utilisateur complet. Conservez ces consignes de sécurité dans un lieu sûr !

8. Convertisseurs de fréquence

Pour les applications à vitesse variable avec convertisseur de fréquence, la mise à la terre externe du châssis du moteur est nécessaire pour assurer la liaison équipotentielle entre le châssis du moteur et l'équipement entraîné, sauf si les deux machines sont montées sur le même support métallique. Pour les moteurs de hauteur d'axe > CEI 280, utilisez un conducteur plat de $0,75 \times 70$ mm² ou des conducteurs ronds de 2×50 mm² minimum. Les conducteurs ronds doivent être placés à plus de 150 mm les uns des autres.

Ce montage n'assure aucune fonction de sécurité électrique. Son but est d'assurer une liaison équipotentielle. Lorsque le moteur et le réducteur sont tous les deux montés sur un même support en acier, cette liaison équipotentielle n'est pas nécessaire.



N'utilisez que des câbles et des connecteurs homologués pour cette application et conformes à la norme CEM (reportez-vous aux instructions relatives au convertisseur de fréquence).

Consignes de sécurité supplémentaires concernant les machines synchrones à aimants permanents.

Raccordement électrique et fonctionnement

Sur ce type de machine, la rotation de l'axe envoie une tension sur les bornes. La tension induite est proportionnelle à la vitesse de rotation et peut s'avérer dangereuse même à faible vitesse. Empêcher toute rotation de l'axe avant d'ouvrir la boîte à bornes et/ou de travailler sur des bornes non protégées.

ATTENTION : Les bornes d'une machine à convertisseur de fréquence peuvent être sous tension même lorsque la machine est à l'arrêt.

ATTENTION : Attention au retour de courant lors d'une intervention sur le système d'alimentation.

ATTENTION : Ne pas dépasser la vitesse maximale autorisée de la machine. Se reporter à la documentation spécifique du produit.

Maintenance et entretien

L'entretien des machines synchrones à aimants permanents ne doit être exécuté que dans des ateliers qualifiés et homologués par ABB. Pour plus d'informations concernant l'entretien des machines synchrones à aimants permanents, veuillez contacter ABB.

ATTENTION : Seules des personnes qualifiées connaissant parfaitement les exigences de sécurité idoines sont autorisées à ouvrir les machines synchrones à aimants permanents et à en effectuer la maintenance.

ATTENTION : Il est interdit de retirer le rotor d'une machine synchrone à aimants permanents à l'aide d'autres outils que ceux spécialement conçus à cet effet.

ATTENTION : Les champs de dispersion magnétique générés par l'ouverture ou le démontage d'une machine synchrone à aimants permanents ou par un rotor séparé d'une telle machine peut provoquer des interférences ou des dégâts sur d'autres appareils et composants électriques ou électromagnétiques, tels que des stimulateurs cardiaques, des cartes de crédit, etc.

ATTENTION : Veiller à ce que des pièces ou des résidus métalliques ne pénètrent pas à l'intérieur de la machine synchrone à aimants permanents ni n'entrent en contact avec le rotor.

ATTENTION : Avant de fermer une machine synchrone à aimants permanents ayant été ouverte, retirer impérativement tout corps étranger de l'intérieur de la machine.

REMARQUE : Attention aux champs de dispersion magnétique et aux tensions possibles générés lors de la rotation du rotor séparé d'une machine synchrone à aimants permanents, qui peuvent provoquer des dégâts sur le matériel environnant, par exemple des tours ou des équilibreuse.



Consignes de sécurité supplémentaires pour moteurs électriques en environnements explosifs

REMARQUE : Pour garantir une installation, une exploitation et une maintenance fiable et sans problème de votre machine, respectez ces instructions. Le personnel chargé de l'installation, de l'exploitation ou de la maintenance de la machine doit être formé en conséquence. Le non-respect de ces instructions peut entraîner l'annulation de la garantie.

ATTENTION : Les moteurs pour environnements explosifs sont conçus conformément à la réglementation officielle relative aux risques d'explosion. Si ces machines ne sont pas utilisées correctement, si elles sont mal connectées ou si elles comportent des modifications, ne serait-ce que mineures, leur fiabilité ne peut plus être garantie.

Les normes relatives au raccordement et à l'utilisation d'une machine électrique dans un environnement explosif doivent être respectées, surtout les normes nationales d'installation (à savoir : EN 60079-14, EN 60079-17, EN 50281-1-2, IEC 60079-14, IEC 60079-17 et IEC 61241-1-2). Tous les entretiens et réparations doivent être effectués en fonction de la norme CEI 60079-19. Seul du personnel qualifié et connaissant ces normes doivent intervenir sur ce type d'appareil.

Déclaration de conformité

Les machines Ex ABB destinées à des environnements explosifs sont conformes à la directive ATEX 94/9/CE et portent le marquage CE sur leur plaque signalétique.

Validité

Dans le cas d'environnement explosif, les instructions suivantes s'appliquent aux différents types de machines ABB :

Non-producteurs d'étincelles Ex nA, EEx nA, Classe I Div 2, Classe I Zone 2

- Machines asynchrones AMA, dimensions : entre 315 et 500
- Machines asynchrones AMB, dimensions : entre 560 et 630
- Machines asynchrones HXR, dimensions : entre 315 et 560
- Machines synchrones AMZ, dimensions : entre 710 et 2500
- Machines à induction M3GM, dimensions : entre 315 et 400

Sécurité augmentée EEx e, Ex e

- Machines asynchrones AMA, dimensions : entre 315 et 500
- Machines asynchrones AMB, dimensions : entre 560 et 630
- Machines asynchrones HXR, dimensions : entre 315 et 560

Pressurisation EEx pe, Ex pxe, EEx p, Ex px

- Machines asynchrones AMA, dimensions : entre 315 et 500
- Machines asynchrones AMB, dimensions : entre 560 et 630
- Machines asynchrones HXR, dimensions : entre 315 et 560
- Machines synchrones AMZ, dimensions : entre 710 et 2500

Machines pour environnements poussiéreux, Classe II Div 2, Classe III

- Machines asynchrones AMA, dimensions : entre 315 et 500
- Machines asynchrones AMB, dimensions : entre 560 et 630
- Machines asynchrones HXR, dimensions : entre 315 et 560
- Machines à induction M3GM, dimensions : entre 315 et 400

(Des informations supplémentaires peuvent être obtenues pour les machines prévues pour des applications spéciales.)

Conformité aux normes

Outre la conformité aux normes relatives aux caractéristiques mécaniques et électriques, les machines pour environnements explosifs doivent également satisfaire les exigences des normes européennes suivantes :

EN 50014;	Norme générale commune à tous les modes de protection pour environnements explosifs.
EN 50016;	Norme relative à la protection EEx p
EN 50019;	Norme relative à la protection EEx e
EN 60079-15;	Norme relative à la protection EEx nA
EN 50281-1-1	Norme relative à la protection contre les poussières combustibles
CEI 60079-0;	Norme relative aux exigences générales pour environnements explosifs
CEI 60079-2;	Norme relative à la protection Ex p
CEI 60079-7;	Norme relative à la protection Ex e
CEI 60079-15;	Norme relative à la protection Ex nA
IEC 61241-0;	Norme relative aux conditions générales régissant les poussières combustibles
IEC 61241-1;	Norme relative aux poussières combustibles, protection tD
NFPA 70	NEC (Code électrique américain)
C 22-1-98	Canadian Electrical Code, Part I (CE Code)

Les machines ABB (uniquement pour le groupe II) peuvent être installées dans les zones correspondant aux marquages suivants :

Zone (CEI)	Catégorie (EN)	Marquage
1	2	EEx p, EEx pe, EEx e Ex px, Ex pxe, Ex e
2	3	Ex nA, Ex N, EEx nA

Environnement (EN) ;

G - environnement explosif car présence de gaz

D - environnement explosif car présence de poussières

Inspection à la réception

- A la réception, vérifiez l'état de la machine ; tout dommage doit être signalé immédiatement à l'entreprise de transport.
- Vérifiez toutes les données de la plaque signalétique, plus particulièrement les données de tension, de connexion des bobinages (étoile ou triangle), de catégorie, de type de protection et de température.

En cours d'exploitation, respectez les instructions suivantes :

ATTENTION : Avant toute intervention, débranchez et désaccouplez la machine ou l'équipement entraîné. Vérifiez l'absence d'atmosphère explosive pendant toute la durée de l'intervention.

Mise en marche et redémarrage

- Le nombre maximum de mises en marche séquentielles est indiqué dans les documents techniques de la machine.
- La séquence de redémarrage peut avoir lieu lorsque le moteur a refroidi à la température ambiante (-> mise en marche à froid) ou à la température d'exploitation (-> mise en marche à chaud).

Mise à la terre et équipotentialité

- Avant de démarrer, vérifiez que tous les câbles de mise à la terre et d'équipotentialité sont correctement raccordés.
- Ne retirez pas les câbles de mise à la terre ou de liaison équipotentielle montés par le fabricant.

Distances, lignes de fuite et séparations.

- Aucune modification ou réglage ne doit être effectué dans les boîtes à bornes, pour ne pas risquer de réduire les lignes de fuite ou les distances entre les éléments.
- N'installez pas de nouveaux équipements sur les boîtes à bornes sans consulter ABB Oy.

- Assurez-vous que l'entrefer entre le rotor et le stator est mesuré après la maintenance du rotor ou des paliers. L'entrefer doit être le même à n'importe quel point entre le stator et le rotor.
- Placez le ventilateur au centre de la hotte de ventilation ou du guidage d'air après toute opération de maintenance. La distance doit être d'au moins 1% du diamètre maximal du ventilateur et être conforme aux normes.

Raccordements de la boîte à bornes

- Tous les raccordements de la boîte à bornes principale doivent être effectués par connecteurs certifiés EX. Ces connecteurs sont livrés avec la machine. Dans le cas contraire, demandez conseil auprès d'ABB Oy.
- Tous les raccordements de la boîte à bornes auxiliaires, comme indiqué sur les circuits à sécurité intrinsèque (Ex i or EEx i), doivent être reliés aux barrières de sécurité adaptées.

Radiateurs

- Si un radiateur anti-condensation, sans dispositif d'autorégulation, se met en marche immédiatement après l'arrêt du moteur, prenez les mesures appropriées pour régler la température à l'intérieur du compartiment moteur. Ces radiateurs anti-condensation ne peuvent fonctionner que dans un environnement dont la température peut être régulée.

REMARQUE : En cas de conflit entre les présentes instructions et le manuel d'utilisation, les instructions de ce document prévalent.

Chapitre 1 - Introduction

1.1	Informations générales.....	1
1.2	Remarque importante.....	1
1.3	Limitation de responsabilité.....	2
1.4	Documentation.....	2
1.4.1	Documentation de la machine.....	2
1.4.2	Informations non comprises dans la documentation.....	3
1.4.3	Unités utilisées dans ce Guide de l'utilisateur.....	3
1.5	Identification de la machine.....	3
1.5.1	Numéro de série de la machine.....	3
1.5.2	Plaque signalétique	3

Chapitre 2 - Transport et réception de la machine

2.1	Mesures de protection prises avant le transport.....	6
2.1.1	Généralités	6
2.1.2	Plaque de palier.....	6
2.2	Levage de la machine	8
2.2.1	Levage d'un emballage maritime (contenant la machine)	9
2.2.2	Levage d'une machine sur palette	10
2.2.3	Levage d'une machine non emballée	11
2.3	Rotation d'une machine montée verticalement	11
2.4	Vérifications à la réception de la machine et déballage.....	12
2.4.1	Vérification à la réception.....	12
2.4.2	Vérification lors du déballage.....	12
2.5	Instructions d'installation pour les pièces de la boîte à bornes principale et du refroidisseur	12
2.5.1	Installation de la boîte à bornes principale	13
2.5.2	Installation des pièces du refroidisseur	13
2.6	Stockage.....	14
2.6.1	Stockage de courte durée (moins de 2 mois)	14
2.6.2	Stockage de longue durée (plus de 2 mois)	14
2.6.3	Paliers à roulements.....	15
2.6.4	Paliers lisses.....	17
2.6.5	Ouvertures.....	17
2.7	Inspections et enregistrements	17

Chapitre 3 - Installation et alignement

3.1	Généralités	18
3.2	Conditions de l'assise	18
3.2.1	Généralités	18
3.2.2	Forces subites par l'assise	19
3.2.3	Plateaux d'accouplement pour machines montées verticalement	19
3.3	Préparation de la machine avant l'installation	19
3.3.1	Mesures de la résistance d'isolation.....	19
3.3.2	Démontage du verrou de transport.....	20
3.3.3	Type d'accouplement	20
3.3.4	Montage du moyeu d'accouplement	21
3.3.4.1	Equilibrage de l'accouplement	21
3.3.4.2	Montage	21

3.3.5	Transmission à courroie	22
3.3.6	Bouchons de purge	22
3.4	Installation sur assise en béton	22
3.4.1	Instructions de livraison concernant l'assise	22
3.4.2	Préparations générales.....	22
3.4.3	Préparations de l'assise.....	23
3.4.3.1	Préparation de l'assise et des trous d'ancrage	23
3.4.3.2	Préparation des goujons pour assise ou des plaques d'embase.....	23
3.4.4	Mise en place des machines	25
3.4.5	Alignement.....	25
3.4.6	Scellement.....	25
3.4.7	Installation finale et inspection	25
3.4.7.1	Chevillage des pieds de la machine.....	26
3.4.7.2	Capots et enveloppes de protection	26
3.5	Installation sur assise en acier	26
3.5.1	Instructions de livraison concernant l'assise	26
3.5.2	Inspection de l'assise	26
3.5.3	Mise en place des machines	26
3.5.4	Alignement.....	26
3.5.5	Installation finale et inspection	27
3.5.5.1	Chevillage des pieds de la machine.....	27
3.5.5.2	Capots et enveloppes de protection	27
3.5.6	Installation de machines montées avec plateau d'accouplement sur assise en acier	27
3.6	Alignement.....	28
3.6.1	Généralités.....	28
3.6.2	Mise à niveau approximative	28
3.1	Alignement.....	28
3.1.1	Généralités.....	28
3.1.2	Mise à niveau approximative	28
3.6.3	Ajustement approximatif.....	29
3.6.4	Correction de l'expansion thermique.....	30
3.6.4.1	Généralités	30
3.6.4.2	Expansion thermique vers le haut.....	30
3.6.4.3	Expansion thermique axiale	30
3.6.5	Alignement final.....	31
3.6.5.1	Généralités.....	31
3.6.5.2	Faux-rond des moyeux d'accouplement	31
3.6.5.3	Alignement parallèle, angulaire et axial.....	32
3.6.5.4	Alignement	32
3.6.5.5	Défaut d'alignement admissible.....	33
3.7	Dispositions à prendre après installation.....	35

Chapitre 4 - Raccordements mécaniques et électriques

4.1	Généralités	36
4.2	Raccordements mécaniques.....	36
4.2.1	Raccordement de l'air de refroidissement.....	36
4.2.2	Raccordement des canalisations d'eau	36
4.2.2.1	Refroidisseurs air/eau.....	36
4.2.2.2	Châssis à refroidissement par eau	37
4.2.3	Alimentation en huile des paliers lisses.....	38
4.2.4	Raccordement des canalisations pour gaz de chasse	38
4.2.5	Montage des capteurs de vibrations.....	39
4.3	Raccordements électriques	39
4.3.1	Informations générales.....	39
4.3.2	Sécurité	40
4.3.3	Mesures de la résistance d'isolation.....	40
4.3.4	Options de la boîte à bornes principale.....	40
4.3.5	Distances d'isolation des raccordements de l'alimentation principale	40
4.3.6	Câbles d'alimentation principale.....	41
4.3.7	Câbles secondaires pour machines à bagues collectrices	41
4.3.8	Boîtes à bornes auxiliaires	42
4.3.8.1	Raccordement des équipements auxiliaires et autres instruments.....	42
4.3.8.2	Raccordement d'un moto ventilateur.....	42
4.3.9	Raccordements à la terre.....	43
4.3.10	Conditions des machines alimentées par convertisseur de fréquence	43
4.3.10.1	Câble d'alimentation principale.....	43
4.3.10.2	Mise à la terre du câble d'alimentation principale.....	43
4.3.10.3	Câbles d'alimentation auxiliaires	43

Chapitre 5 - Mise en service et mise en marche

5.1	Généralités	44
5.2	Vérification des installations mécaniques.....	44
5.3	Mesures de la résistance d'isolation.....	44
5.4	Vérification des installations électriques	45
5.5	Dispositifs de mesure et de protection	45
5.5.1	Généralités	45
5.5.2	Température des bobinages du stator.....	46
5.5.2.1	Généralités	46
5.5.2.2	Capteurs de température à résistance	46
5.5.2.3	Thermistances	46
5.5.3	Protection thermique des paliers.....	46
5.5.3.1	Généralités	46
5.5.3.2	Capteurs de température à résistance	46
5.5.3.3	Thermistances	47
5.5.4	Dispositifs de protection	47
5.6	Mise en marche d'essai	47
5.6.1	Généralités	47
5.6.2	Précautions à prendre avant la mise en marche d'essai.....	47
5.6.3	Mise en marche.....	48
5.6.3.1	Sens de rotation	48

	5.6.3.2	Mise en marche des machines équipées de bagues collectrices	49
	5.6.3.3	Mise en marche des machines EEx p et Ex p.....	49
5.7		Première utilisation de la machine	49
	5.7.1	Surveillance pendant les premières heures d'exploitation.....	49
	5.7.2	Vérifications pendant l'exploitation de la machine	50
	5.7.3	Paliers	50
	5.7.3.1	Machines équipées de paliers à roulements.....	50
	5.7.3.2	Machines équipées de paliers lisses	51
	5.7.4	Vibrations.....	51
	5.7.5	Niveaux de température	51
	5.7.6	Echangeurs de chaleur.....	52
	5.7.7	Bagues collectrices.....	52
5.8		Arrêt de la machine	52

Chapitre 6 - Exploitation

6.1		Généralités.....	53
6.2		Conditions normales d'exploitation.....	53
6.3		Nombre de démarrages	53
6.4		Surveillance.....	54
	6.4.1	Paliers	54
	6.4.2	Vibrations	54
	6.4.3	Températures.....	54
	6.4.4	Echangeur de chaleur	55
	6.4.5	Bagues collectrices.....	55
6.5		Suivi de la machine	55
6.6		Arrêt de la machine	55

Chapitre 7 - Maintenance

7.1		Maintenance préventive	56
7.2		Mesures de sécurité.....	56
7.3		Programme de maintenance	57
	7.3.1	Programme de maintenance recommandé	59
	7.3.1.1	Structure générale.....	60
	7.3.1.2	Raccordements à haute tension	60
	7.3.1.3	Stator et rotor.....	62
	7.3.1.4	Bagues collectrices	63
	7.3.1.5	Paliers et circuits de lubrification.....	63
	7.3.1.6	Dispositifs de refroidissement	64
7.4		Maintenance des structures d'ensemble	65
	7.4.1	Serrage des fixations	66
	7.4.2	Vibrations et bruit	67
	7.4.3	Vibrations.....	67
	7.4.3.1	Procédures de mesurage et conditions d'exploitation.....	67
	7.4.3.2	Classification en fonction de la souplesse du support.....	68
	7.4.3.3	Evaluation.....	68
7.5		Maintenance des paliers et des dispositifs de lubrification.....	69
	7.5.1	Paliers lisses	70
	7.5.1.1	Niveau d'huile.....	70

	7.5.1.2	Température des paliers	70
7.5.2		Lubrification des paliers lisses.....	70
	7.5.2.1	Température de l'huile de lubrification	70
	7.5.2.2	Contrôle du lubrifiant.....	71
	7.5.2.3	Valeurs de contrôle recommandées pour l'huile lubrifiante.....	71
	7.5.2.4	Qualités de l'huile.....	71
	7.5.2.5	Intervalles de changement des huiles minérales	73
7.5.3		Paliers à roulements.....	73
	7.5.3.1	Construction des paliers	73
	7.5.3.2	Plaque signalétique de palier.....	73
	7.5.3.3	Intervalles de re-graissage.....	73
	7.5.3.4	Re-graissage	74
	7.5.3.5	Graisse des paliers.....	75
	7.5.3.6	Maintenance des paliers	76
7.5.4		Isolation des paliers et contrôle de la résistance d'isolation des paliers ..	77
	7.5.4.1	Procédure	77
	7.5.4.2	Propreté de l'isolation des paliers	78
7.6		Maintenance des bobinages du stator et du rotor.....	79
	7.6.1	Consignes de sécurité particulières relatives à la maintenance des bobinages.....	80
	7.6.2	Planification de la maintenance	80
	7.6.3	Température d'exploitation correcte.....	81
	7.6.4	Test de résistance d'isolation	81
	7.6.4.1	Conversion des valeurs de résistance d'isolation mesurées.....	82
	7.6.4.2	Considérations générales.....	83
	7.6.4.3	Valeurs minimums de la résistance d'isolation	83
	7.6.4.4	Mesurage de la résistance d'isolation des bobinages du stator.....	84
	7.6.4.5	Mesurage de la résistance d'isolation du bobinage du rotor	85
	7.6.5	Mesurage de la résistance d'isolation des équipements auxiliaires	85
	7.6.6	L'index de polarisation.....	86
	7.6.7	Autres travaux de maintenance.....	86
7.7		Maintenance des bagues collectrices et des porte-balais.....	87
	7.7.1	Maintenance des bagues collectrices	87
	7.7.1.1	Période d'immobilisation.....	87
	7.7.1.2	Usure	87
	7.7.2	Maintenance du porte-balais.....	87
	7.7.2.1	Pression des balais	88
7.8		Maintenance des refroidisseurs.....	88
	7.8.1	Consignes de maintenance pour les machines refroidies par air	88
	7.8.1.1	Nettoyage des filtres.....	89
	7.8.2	Consignes de maintenance pour les échangeurs de chaleur air/eau.....	89
	7.8.3	Consignes de maintenance pour les échangeurs de chaleur air/air	89
	7.8.3.1	Circulation d'air.....	90
	7.8.3.2	Nettoyage	90
	7.8.4	Maintenance des moteurs des ventilateurs externes	91
7.9		Réparations, démontage et assemblage	91

Chapitre 8 - Résolution des pannes

8.1	Résolution des pannes	92
8.1.1	Performances mécaniques	93
8.1.2	paliers et dispositifs de lubrification	94
8.1.2.1	Palier à roulements et dispositifs de lubrification	94
8.1.2.2	Paliers lisses dispositifs de lubrification	95
8.1.3	Performances thermiques	97
8.1.3.1	Performances thermiques, refroidissement à l'air libre	97
8.1.3.2	Performances thermiques, refroidissement air/air	98
8.1.3.3	Performances thermiques, refroidissement air/eau.....	99
8.1.3.4	Performances thermiques, par ailettes.....	100
8.2	Fuite d'huile des paliers lisses	101
8.2.1	Huile	101
8.2.2	Paliers lisses	102
8.2.3	Vérification des paliers	102
8.2.4	Réservoir et canalisations d'huile	103
8.2.5	Vérification du réservoir et des canalisations d'huile.....	103
8.2.6	Facteurs d'exploitation	103
8.2.7	Vérification des facteurs d'exploitation.....	105
8.3	Performances électriques, excitation, contrôles et protection	108
8.3.1	Courts-circuits de protection	108
8.3.2	Capteurs de température à résistance (Pt-100).....	108
8.4	Bagues collectrices et balais.....	110
8.4.1	Usure des balais.....	110
8.4.2	Etincelles au niveau des balais	110
8.5	Performances thermiques et dispositifs de refroidissement	111

Chapitre 9 - Service après-ventes et pièces de rechange

9.1	Service après-ventes	112
9.1.1	Services sur site	112
9.1.2	Pièces de rechange	112
9.1.3	Garanties	112
9.1.4	Support des centres de services	112
9.1.5	Coordonnées du Service après-ventes.....	112
9.2	Pièces de rechange pour machines électriques tournantes	113
9.2.1	Considérations générales sur les pièces de rechange	113
9.2.2	Changements de pièces périodiques.....	113
9.2.3	Besoin en pièces de rechange.....	113
9.2.4	Sélection du kit pièces de rechange le mieux adapté	114
9.2.5	Pièces de rechange recommandées généralement par type de kit.....	114
9.2.5.1	Pièces de rechange de sécurité	115
9.2.5.2	Pièces de rechange de maintenance.....	115
9.2.5.3	Pièces de rechanges capitales	115
9.2.5.4	Pièces de rechange de sécurité	116
9.2.5.5	Pièces de rechange de maintenance.....	116
9.2.5.6	Pièces de rechanges capitales	116
9.2.5.7	Pièces de rechange de sécurité	117
9.2.5.8	Pièces de rechange de maintenance.....	117
9.2.5.9	Pièces de rechanges capitales	117
9.2.5.10	Pièces de rechange de sécurité	117

9.2.5.11	Pièces de rechange de maintenance	118
9.2.5.12	Pièces de rechanges capitales.....	118
9.2.6	Références.....	118

Chapitre 10 - Recyclage

10.1	Introduction.....	119
10.2	Distribution moyenne des matériaux	119
10.3	Recyclage des emballages	120
10.4	Démontage de la machine.....	120
10.5	Séparation des différents matériaux.....	120
10.5.1	Châssis, logement des paliers, capots et ventilateur	120
10.5.2	Composants à isolation électrique	120
10.5.3	Aimants permanents	121
10.5.4	Déchets dangereux	121
10.5.5	Déchets non dangereux	121

Annexes

RAPPORT DE MISE EN SERVICE.....	122
Position habituelle des plaques	132
Raccordements types des câbles d'alimentation principale.....	133

Chapitre 1 Introduction

1.1 Informations générales

Le présent Guide de l'utilisateur contient des informations sur le transport, le stockage, l'installation, la mise en service, l'exploitation et la maintenance des machines électriques tournantes construites par ABB.

Ce guide couvre tous les aspects de l'exploitation, de la maintenance et de la surveillance de la machine. Pour assurer le bon fonctionnement et une longue durée de vie à la machine, nous vous recommandons de commencer par une étude approfondie du contenu de ce guide et des autres documentations relatives à la machine.

REMARQUE : Les éléments propres à certains clients ne sont pas tous inclus dans ce Guide de l'utilisateur. De telles informations se trouvent dans la documentation spécifique du projet.

Les actions décrites dans ce guide ne doivent être effectuées que par un personnel habilité et autorisé par l'utilisateur et ayant une expérience suffisante dans ce domaine.

Il est interdit de reproduire ou de copier l'intégralité ou toute partie de ce document sans la permission écrite expresse d'ABB, et son contenu ne doit pas être transmis à des tiers ni utilisé dans un but non autorisé.

ABB cherchant continuellement à améliorer la qualité des informations données dans ce Guide de l'utilisateur, toutes les suggestions allant dans ce sens sont les bienvenues. Pour connaître les coordonnées d'ABB, reportez-vous au *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

REMARQUE : Ces instructions doivent être respectées pour garantir une installation, une exploitation et une maintenance correcte et sans danger de la machine. Elles doivent être portées à la connaissance de toute personne qui installe, utilise ou effectue la maintenance de ce matériel. Le non-respect de ces instructions invalide la garantie.

1.2 Remarque importante

Certaines informations contenues dans ce document sont génériques et s'appliquent à diverses machines construites par ABB.

Si des différences sont constatées entre le présent document et la machine livrée, l'utilisateur décide de la marche à suivre en fonction de ses connaissances en ingénierie. En cas de doute, contactez ABB.

Les mesures de sécurité présentées dans le chapitre *Consignes de sécurité* au début de ce guide doivent être respectées à tout moment.

La sécurité dépend de la prise de conscience, du soin et de la prudence de toutes les personnes qui utilisent et effectuent la maintenance des machines. L'ensemble des mesures de sécurité doivent être respectées, et faites particulièrement attention lorsque vous êtes dans le périmètre de la machine ; soyez toujours sur vos gardes !

REMARQUE : Pour éviter les risques d'accident, les mesures et dispositifs de sécurité appliqués sur le site où la machine est installée doivent être conformes aux règlements de sécurité en vigueur sur le lieu de travail. Cela comprend la réglementation de sécurité du pays concerné, les consignes de sécurité de ce présent guide ainsi que les instructions de sécurité spécifiques livrées avec la machine.

1.3 Limitation de responsabilité

ABB ne peut en aucun cas être tenu responsable pour les dommages directs, indirects, particuliers, consécutifs ou immatériels de toute nature que ce soit résultant de l'utilisation de ce document, ni ne peut être tenu responsable des dommages accessoires ou immatériels résultant de l'utilisation de logiciels ou matériels décrits dans ce document.

La garantie délivrée couvre les vices de fabrication et de matériaux. Cette garantie ne couvre pas les dommages causés à la machine, au personnel ou aux tiers suite à un stockage inapproprié, une installation ou une utilisation incorrecte. Les conditions de garanties sont définies plus en détails dans les termes et conditions de Orgalime S2000.

REMARQUE : La garantie délivrée n'est pas valide si les conditions d'exploitation de la machine sont changées, si la structure de la machine a subi des modifications ou si des réparations ont été effectuées sur la machine sans l'accord préalable par écrit de l'usine ABB qui a livré la machine.

REMARQUE : Les bureaux de ventes ABB locaux peuvent disposer d'informations de garantie différentes ; celles-ci sont indiquées dans les termes et conditions de vente et de garantie.

Pour connaître les coordonnées de ces bureaux de vente, reportez-vous à la dernière page de couverture de ce Guide de l'utilisateur. N'oubliez pas d'indiquer le numéro de série de la machine pour tout problème lié à votre machine.

1.4 Documentation

1.4.1 Documentation de la machine

Il est recommandé de commencer par étudier soigneusement la documentation de la machine. Ce Guide et les mesures de sécurité sont livrés avec chaque machine et se trouvent dans une pochette en plastique fixée au châssis de la machine.

REMARQUE : La documentation est livrée au client qui commande la machine. Pour obtenir des copies supplémentaires de ces documents, veuillez contacter votre représentant local ABB ou le Service après ventes. Reportez-vous au *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

En plus de ce guide, chaque machine est livrée avec un Plan d'encombrement, un Schéma de connexions électriques et une fiche technique donnant les informations suivantes :

- Montage et dimensions d'encombrement de la machine.
- Poids de la machine et portance de l'assise nécessaire.
- Emplacement des anneaux de levage de la machine.

- Instrumentation et emplacement des accessoires.
- Type de graisse des paliers ou d'huile des paliers lisses et conditions de lubrification.
- Connexions principales et auxiliaires.

REMARQUE : Les éléments propres à certains clients ne sont pas tous inclus dans ce Guide de l'utilisateur. De telles informations se trouvent dans la documentation spécifique du projet.

1.4.2 Informations non comprises dans la documentation

Ce Guide de l'utilisateur ne contient aucune information sur les équipements de mise en marche, de protection ou de réglage de vitesse. Ces informations se trouvent dans les guides de l'utilisateur des équipements en question.

1.4.3 Unités utilisées dans ce Guide de l'utilisateur

Les unités de mesure utilisées dans ce Guide de l'utilisateur correspondent au système métrique et au système américain.

1.5 Identification de la machine

1.5.1 Numéro de série de la machine

Chaque machine est identifiée par un numéro de série à 7 chiffres. Il est inscrit sur la plaque signalétique et sur le châssis de la machine.

Ce numéro de série doit être communiqué à chaque fois que vous contactez ABB pour toute question relative à une machine, car il s'agit de la seule information disponible pour l'identifier.

1.5.2 Plaque signalétique

Une plaque signalétique en acier inoxydable est rivetée au châssis de la machine ; elle ne doit en aucun cas être enlevée. Pour connaître l'emplacement de la plaque signalétique, reportez-vous à l'*Annexe Position habituelle des plaques*.

Sur cette plaque signalétique apparaissent des informations sur la construction et l'identification de la machine ainsi que des données électriques et mécaniques. Reportez-vous à la *Figure 1-1 Plaque signalétique pour machines en ligne directe construites conformément à la norme CEI*.

ABB		II 3 G		CE		ABB OY		Made in Helsinki, Finland	
Type	HXR 500LP14	No	4570787		Output	470	kW		
Year	2002	Phases	3~	Duty	S1	Voltage	3300	V	
Connection	D	Frequency	50	Hz	Speed	425	rpm		
Insul.cl.	F	Weight	7100	kg	Current	145	A		
IP	55	Power factor	0.59						
IC	411								
IM	1001								
EEx nA II T3, EN 50021									
VTT 03 ATEX 011X									
IEC 60034-1									

Figure 1-1 Plaque signalétique pour machines en ligne directe construites conformément à la norme CEI

ABB		ABB OY		Made in Helsinki, Finland	
Type	HXR 450LJ6	No	4574367		
Year	2003	Phases	3~	Duty	S1
Connection	D	Insul.cl.	F	Weight	4095 kg
IP	55	IC	411	IM	1002
S1, CONVERTER SUPPLY					
250	-	455	-	500	- kW
383	-	690	-	690	- V
25	-	45,2	-	49,8	- Hz
495,5	-	899,5	-	990,5	- rpm
475	-	475	-	500	- A
0.83	-	0.83	-	0.87	- PF
INVERTER PARAMETER SETTING:					
455 kW / 690 V / 45,2 Hz / 899,5 rpm / 475 A /					
0,83 PF / Tmax/Tn= 3,0					
OVERLOAD 1,8 x In, 60 s / 10 min					
495 - 900 - 990 rpm					
820 - 820 - 910 A					
IEC 60034-1					

Figure 1-2 Plaque signalétique pour convertisseurs de fréquence construits conformément à la norme CEI

Chapitre 2 Transport et réception de la machine

2.1 Mesures de protection prises avant le transport

2.1.1 Généralités

Les mesures de protection suivantes sont prises en usine avant de livrer la machine au client. Ces mêmes mesures doivent être prises à chaque fois que la machine est déplacée :

- Certains machines, ainsi que tous les machines équipées de paliers à roulements ou de paliers lisses, possèdent des outillages de blocage de transport.

*****Puce suivante pour les types de machines : A paliers à roulements**

- Les roulements à billes et paliers à roulements sont lubrifiés avec une graisse indiquée sur la plaque de palier fixée au châssis de la machine. Reportez-vous au *Chapitre 2.1.2 Plaque de palier*.

*****Puce suivante pour les types de machines : A paliers lisses**

- Les paliers lisses sont arrosés d'huile puis vidangés. Tous les orifices d'entrée et sortie d'huile ainsi que les tubes de graissage sont bouchés. Ces organes sont ainsi mieux protégés contre la corrosion.

*****Puce suivante pour les types de refroidissement : Air/eau**

- Les réfrigérants air/eau sont vidangés et les orifices d'entrée/sortie du refroidisseur sont bouchés.
- Les surfaces métalliques usinées, comme le bout d'arbre, sont protégées contre la corrosion à l'aide d'un revêtement anticorrosion.
- Afin de protéger efficacement la machine contre l'eau, les projections de sel, l'humidité, la rouille et les vibrations pendant son chargement, son transport en mer et son déchargement, la machine doit être transportée dans un emballage maritime.

2.1.2 Plaque de palier

Une plaque en acier inoxydable est attachée au châssis de la machine et donne des informations sur un palier particulier. Pour connaître l'emplacement de cette plaque, reportez-vous à l'*Annexe Position habituelle des plaques*.

Cette plaque de palier indique le type de palier utilisé et la lubrification à effectuer. Reportez-vous à la *Figure 2-1 Plaque de palier pour paliers à roulements lubrifiés à la graisse* et à la *Figure 2-2 Plaque de palier pour palier lisse*.

*****Figure suivante pour les types de palier : Paliers à roulements**

DRIVE END (DE) BEARING	6326/C3	1
NON DRIVE END (NDE) BEARING	6324/C3	2
LUBRICATION INTERVAL AT 70°C (158°F) BEARING TEMPERATURE	8800 DUTY HOURS	3
QUANTITY OF GREASE DE	80 GRAMS	4
NDE	80 GRAMS	5
NOTE! EVERY 15°C (59°F) INCREASE ABOVE 70°C (158°F) IN THE BEARING TEMPERATURE HALVES THE RATED LUBRICATION INTERVAL. NOTE! ABOVE 85°C (185°F) HIGH TEMPERATURE GREASE SHALL BE USED.		6
Empty the waste grease box every 6th relubrication		7
DELIVERED FROM FACTORY WITH GREASE	ESSO UNIREX N2	7
FOR ADDITIONAL INFORMATION SEE MAINTENANCE MANUAL		

Figure 2-1 Plaque de palier pour paliers à roulements lubrifiés à la graisse

1. Type de palier côté accouplement
2. Type de palier côté opposé à l'accouplement
3. Intervalle de lubrification
4. Quantité de graisse pour le palier côté accouplement
5. Quantité de graisse pour le palier côté opposé à l'accouplement
6. Informations supplémentaires
7. Type de graisse utilisée en usine avant la livraison

*****Figure suivante pour les types de palier : Paliers lisses**

DRIVE END (DE) BEARING	EFZLK 11-125	1
NON DRIVE END (NDE) BEARING	EFZLQ 11-125 (INSULATED)	2
OIL CHANGE EVERY	8800 DUTY HOURS	4
VISCOSITY	ISO VG 46	4
OIL QUANTITY DE BEARING	4.2 l	5
OIL QUANTITY NDE BEARING	4.2 l	6
DE BEARING LUBRICATION	SELF LUBRICATION BY OIL RING	7
NDE BEARING LUBRICATION	SELF LUBRICATION BY OIL RING	7
ROTOR END FLOAT	+/- 8 mm	8
FOR ADDITIONAL INFORMATION SEE MAINTENANCE MANUAL		9

Figure 2-2 Plaque de palier pour palier lisse

1. Type de palier côté accouplement
2. Type de palier côté opposé à l'accouplement

3. Intervalle de changement d'huile
4. Classe de viscosité
5. Quantité d'huile pour le palier côté accouplement (auto-lubrifié)
6. Quantité d'huile pour le palier côté opposé à l'accouplement (auto-lubrifié)
7. Méthode de lubrification pour le palier côté accouplement. Débit et pression d'huile pour palier lubrifié par arrosage
8. Méthode de lubrification pour le palier côté opposé à l'accouplement. Débit et pression d'huile pour palier lubrifié par arrosage
9. Jeu de l'extrémité du rotor (jeu axial)

REMARQUE : Les informations données sur la plaque de palier doivent impérativement être suivies. Le non-respect de ces informations annulera la garantie des paliers.

2.2 Levage de la machine

Avant de lever la machine, assurez-vous d'utiliser un matériel de levage adapté et que le personnel chargé du levage est formé pour ce genre de travaux. Le poids de la machine est indiqué sur la plaque signalétique, le plan d'encombrement et le bordereau d'expédition.

REMARQUE : Pour soulever l'intégralité de la machine, n'utilisez que les oreilles et les anneaux de levage prévus à cet effet. Ne vous servez pas des petits anneaux et oreilles supplémentaires ; ceux-ci ne sont à utiliser que pour des travaux de maintenance.

REMARQUE : Le centre de gravité des machines ayant le même châssis peut varier en fonction des équipements accouplés, des montages et des équipements auxiliaires.

REMARQUE : Vérifiez que les oreilles ou les anneaux de levage du châssis de la machine ne sont pas endommagés. Des oreilles de levage endommagées ne doivent pas être utilisées.

REMARQUE : Les anneaux de levage doivent être serrés avant de procéder au levage. Si besoin est, la position des anneaux peut être ajustée à l'aide de rondelles adaptées.

2.2.1 Levage d'un emballage maritime (contenant la machine)

Les emballages pour le transport des machines en mer sont en général des caisses en bois doublées à l'intérieur de papier stratifié. Ces caisses doivent être soulevées par-dessous avec un chariot élévateur ou par une grue à l'aide d'élingues. Les positions des élingues sont peintes sur la caisse.

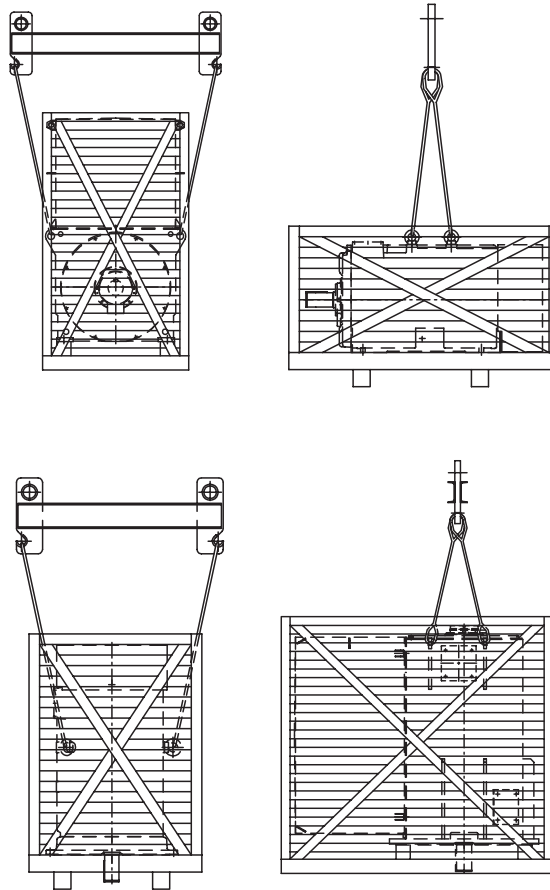


Figure 2-3 Levage des emballages maritimes contenant des machines horizontales et verticales

2.2.2 Levage d'une machine sur palette

Une machine fixée sur une palette doit être soulevée avec une grue par ses anneaux de levage (voir la *Figure 2-4 Levage des machines horizontales et verticales sur palettes*) ou par-dessous la palette à l'aide d'un chariot élévateur. La machine est fixée à la palette par des boulons.

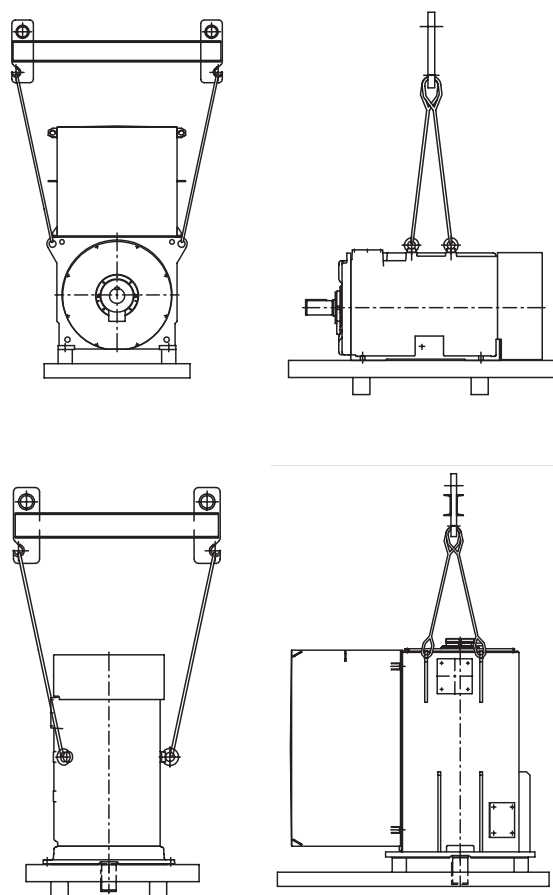


Figure 2-4 Levage des machines horizontales et verticales sur palettes

2.2.3 Levage d'une machine non emballée

Utilisez un matériel de levage adapté ! La machine doit toujours être soulevée par les anneaux de levage du châssis de la machine à l'aide d'une grue. Reportez-vous à la *Figure 2-5 Levage de machines non emballées*. La machine ne doit *jamais* être soulevée par-dessous ou par ses pieds par un chariot élévateur.

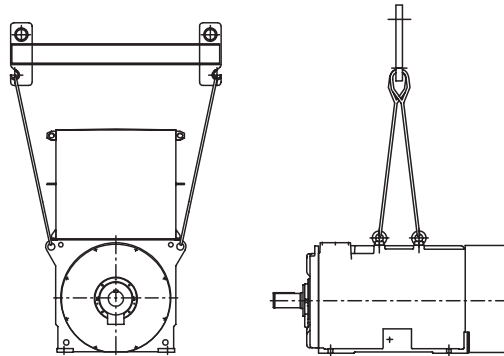


Figure 2-5 Levage de machines non emballées

*****Chapitre suivant pour un type de montage : Vertical**

2.3 Rotation d'une machine montée verticalement

Il est parfois nécessaire de tourner les machines de la position verticale à la position horizontale, et vice versa, pour le changement des paliers par exemple. Reportez-vous à la *Figure 2-6 Machine équipée d'anneaux de levage tournants : levage et rotation*. Lors de cette opération, protégez la peinture et les autres parties de la machine. Enlevez ou installez l'outillage de blocage rotor uniquement lorsque la machine est en position verticale.

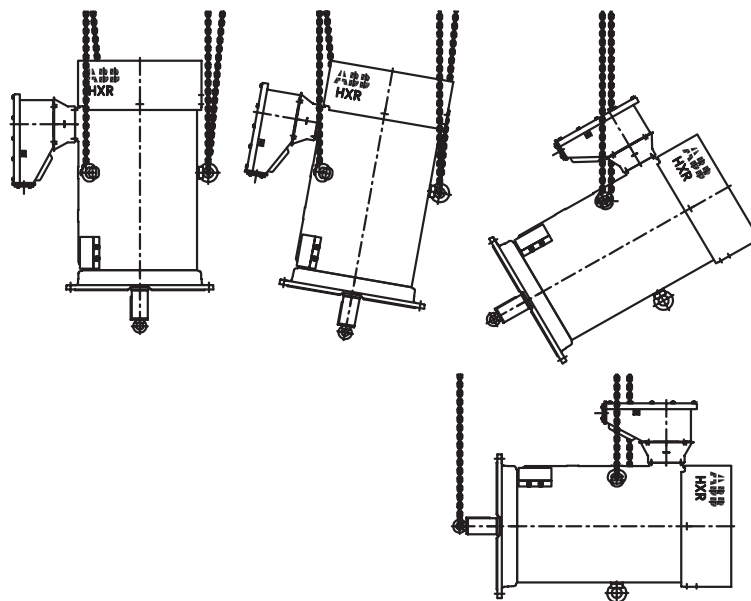


Figure 2-6 Machine équipée d'anneaux de levage tournants : levage et rotation

2.4 Vérifications à la réception de la machine et déballage

2.4.1 Vérification à la réception

La machine et son emballage doivent être inspectés immédiatement dès leur arrivée. Pour recourir à l'assurance transport, les éventuels dommages causés lors du transport doivent être photographiés et signalés immédiatement, à savoir dans un délai d'une (1) semaine à partir de la date de livraison. Il est par conséquent essentiel d'inspecter soigneusement l'emballage et de signaler immédiatement à l'entreprise de transport et au fournisseur toute preuve d'un transport négligé. Pour cela, utilisez les listes de contrôle de l'*Annexe RAPPORT DE MISE EN SERVICE*.

Des mesures de protection ainsi qu'une surveillance adaptée doivent être mises en place pour les machines qui ne sont pas installées immédiatement après leur arrivée. Pour plus de détails, reportez-vous au *Chapitre 2.6 Stockage*.

2.4.2 Vérification lors du déballage

Placez la machine sur une surface plane et stable et de sorte à ne pas gêner la manutention d'autres marchandises.

Une fois l'emballage retiré, vérifiez que la machine n'est pas endommagée et qu'elle contient tous ses accessoires. Vérifiez avec le bordereau d'expédition inclus que tous les accessoires ont été livrés. Si un accessoire est manquant ou si des dommages sont constatés, photographiez les parties endommagées et signalez les accessoires manquants immédiatement au fournisseur. Pour cela, utilisez les listes de contrôle de l'*Annexe RAPPORT DE MISE EN SERVICE*.

Pour éliminer les emballages ou les recycler, reportez-vous au *Chapitre 10.3 Recyclage des emballages*.

2.5 Instructions d'installation pour les pièces de la boîte à bornes principale et du refroidisseur

Ces instructions s'appliquent lorsque la machine est livrée sur site avec ses composants principaux démontés, tels que les pièces de la boîte à bornes principale ou du refroidisseur. Reportez-vous au Plan d'encombrement inclus dans la documentation spécifique du projet pour connaître la bonne position des pièces. Tous les boulons, écrous et rondelles sont compris dans la livraison.

Le montage mécanique ne doit être effectué que par un personnel expérimenté. Les pièces électriques actives telles que les câbles du stator ne doivent être installées que par un personnel qualifié.

Les consignes de sécurité doivent être respectées en tout temps ; pour en savoir plus, reportez-vous aux *Consignes de sécurité* au début de ce guide.

Pour que les termes de la garantie compris dans le contrat d'achat du projet ne soient pas invalidés, ces consignes doivent toujours être respectées.

2.5.1 Installation de la boîte à bornes principale

La boîte à bornes principale est livrée avec la machine dans un emballage séparé. L'installation de la boîte à bornes principale doit être effectuée conformément aux instructions suivantes :

1. Ouvrez l'emballage et soulevez la boîte à bornes principale avec un équipement de levage approprié (une grue par exemple) par les anneaux de levage de la boîte à bornes.
2. Vérifiez que toutes les pièces de raccord sont propres.
3. Préparez les boulons et rondelles compris dans l'emballage.
4. Placez la boîte à bornes principale directement sur le châssis de la machine là où la boîte à bornes doit être raccordée (reportez-vous au Plan d'encombrement inclus dans la documentation du projet).
5. Pour une boîte à bornes principale NEMA uniquement : tirez les câbles du stator à travers la membrane supérieure.
6. Reliez la boîte à bornes principale avec les vis livrés avec le châssis de la machine. Assurez-vous que le joint d'isolation se trouve bien à la surface de raccord du logement de la machine.
7. Serrez tous les vis à un couple de 200 Nm maximum (voir *Tableau 7-2 Couples de serrage généraux*).

Pour une boîte à bornes principale NEMA uniquement : après avoir relié mécaniquement la boîte à bornes principale au logement de la machine, les câbles du stator doivent être reliés aux bornes :

1. Vérifiez les marquages des câbles du stator et des bornes.
2. Reliez les câbles du stator aux bornes correspondantes conformément aux marquages des câbles (U1, V1, W1 ou L1, L2, L3). Reportez-vous au Schéma de connexions électriques pour en savoir plus.
3. Serrez les vis préinstallés à un couple de 80 Nm maximum (voir *Annexe Raccordements types des câbles d'alimentation principale*).

2.5.2 Installation des pièces du refroidisseur

Si le refroidisseur ou les pièces du circuit de refroidissement (par exemple le silencieux ou la conduite d'arrivée d'air) sont livrés séparément, ils doivent être installés sur site conformément aux instructions suivantes :

1. Ouvrez l'emballage du refroidisseur/des pièces du refroidisseur et soulevez la ou les pièces à l'aide d'un équipement de levage adapté (une grue par exemple) par les anneaux de levage de l'emballage.
2. Vérifiez que toutes les pièces de raccord sont propres.
3. Vérifiez les positions d'installation à l'aide du Plan d'encombrement livré avec la documentation du projet.
4. Vérifiez que toutes les pièces de raccord, les boulons, écrous et rondelles sont compris dans la livraison.
5. Placez le refroidisseur sur son emplacement et reliez-le aux pièces d'installation livrées. Assurez-vous que toutes les pièces d'étanchéité sont installées aux bons endroits.
6. Serrez tous les vis à un couple de 80 Nm maximum (voir *Tableau 7-2 Couples de serrage généraux*).

2.6 Stockage

2.6.1 Stockage de courte durée (moins de 2 mois)

La machine doit être placée dans un entrepôt dont l'environnement est surveillé.

Caractéristiques d'un lieu de stockage adapté :

- Une température stable, de préférence entre 10°C (50°F) et 50°C (120°F). Si des résistances de réchauffage sont utilisés et que l'air ambiant est supérieur à 50°C (120°F), vérifiez que la machine n'est pas surchauffée.
- Surveillez l'humidité relative de l'air ; celle-ci doit de préférence ne pas dépasser 75%. La température de la machine doit être supérieure au point de rosée, pour éviter l'humidité de se condenser à l'intérieur de la machine. Si la machine est équipée de résistances de réchauffage, ceux-ci doivent être utilisés. Surveillez régulièrement que ces résistances de réchauffage fonctionnent. Si la machine n'est pas équipée de résistances de réchauffage, utilisez une autre méthode pour chauffer la machine et empêcher l'humidité de se condenser à l'intérieur.
- Un support stable et non soumis aux chocs et vibrations. Si vous pensez que les vibrations sont trop fortes, la machine doit être isolée en plaçant des blocs en caoutchouc sous ses pieds.
- Un air ventilé, propre et ne contenant pas de poussières ni de gaz corrosifs.
- Une protection contre les insectes et les nuisibles.

Si la machine doit être entreposée en extérieur, elle ne doit pas être laissée en l'état dans son emballage de transport. Au contraire, la machine doit être :

- Sortie de son emballage plastique.
- Recouverte, pour la protéger entièrement de la pluie. La machine doit cependant être suffisamment ventilée.
- Surélevée d'au moins 100 mm (4") grâce à des cales rigides, pour empêcher l'humidité de pénétrer dans la machine par-dessous.
- Suffisamment ventilée. Si la machine est laissée dans son emballage de transport, des ouvertures suffisamment grandes doivent être effectuées dans la caisse pour garantir une ventilation suffisante.
- Protégée contre les insectes et les nuisibles.

2.6.2 Stockage de longue durée (plus de 2 mois)

En plus des précautions décrites pour le stockage de courte durée, les mesures suivantes doivent être prises :

Mesurez la résistance d'isolation et la température des bobinages tous les trois mois. Reportez-vous à la *Chapitre 7.6 Maintenance des bobinages du stator et du rotor*.

Vérifiez l'état des surfaces peintes tous les trois mois. Si des traces de corrosion sont constatées, éliminez-les et appliquez une peinture anticorrosive.

Vérifiez l'état du revêtement anticorrosion sur les surfaces métalliques lisses (par ex. les bouts d'arbre) tous les trois mois. Si des traces de corrosion sont constatées, éliminez-les à l'aide d'une toile d'émeri fine et appliquez de nouveau un traitement anticorrosion.

Si la machine est entreposée dans une caisse en bois, pratiquez de petites ouvertures pour la ventilation. Empêchez l'eau, les insectes et les nuisibles d'entrer dans la caisse. Reportez-vous à la *Figure 2-7 Trous de ventilation*.

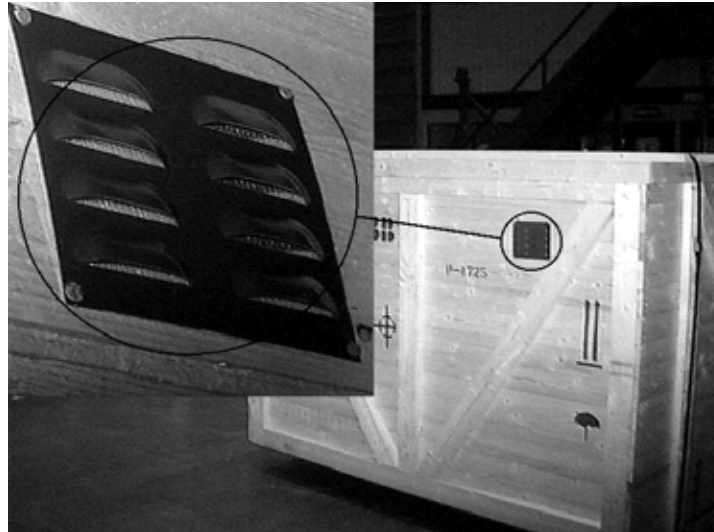


Figure 2-7 Trous de ventilation

*****Puce suivante pour les types de refroidissement : Chemise d'eau**

Les machines refroidies par chemise d'eau doivent être remplies avec un mélange d'eau et de glycol (50% de glycol minimum). Le glycol peut être remplacé par n'importe quel autre liquide similaire. Assurez-vous que ce mélange supporte les températures de stockage et qu'il ne gèle pas. Les orifices de remplissage/vidange du liquide doivent être fermés une fois le remplissage terminé.

*****Chapitre suivant pour les types de machines : A paliers à roulements**

2.6.3 Paliers à roulements

Prenez les mesures suivantes :

- Les paliers à roulements doivent être bien lubrifiés pendant le stockage de la machine. Les types de graisses acceptés sont indiqués au *Chapitre 2.1.2 Plaque de palier*.
- Tournez le rotor de 10 tours tous les trois mois pour garder les paliers en bon état. Pour tourner le rotor, enlevez l'éventuel outillage de blocage de transport.
- Les machines sont en effet parfois équipées d'un outillage de blocage pour protéger les paliers pendant le transport et le stockage. Vérifiez l'outillage de blocage des paliers régulièrement. Serrez l'outillage de blocage de transport en fonction du type de palier de butée. Reportez-vous au *Tableau 2-1 Couple de serrage pour les machines horizontales (vis lubrifiée)*.

REMARQUE : Un outillage de blocage de transport trop serré risque d'endommager le palier.

REMARQUE : Le type de palier utilisé est indiqué sur la plaque de palier. Reportez-vous au *Chapitre 2.1.2 Plaque de palier*, et aux informations relatives au palier données dans le plan d'encombrement.

*****Tableau suivant pour un type de montage : Horizontal**

Tableau 2-1. Couple de serrage pour les machines horizontales (vis lubrifiée)

Type de palier	Couple de serrage [Nm]	Couple de serrage [livre-pied]
6316	45	33
6317	50	37
6319	60	44
6322	120	90
6324	140	100
6326	160	120
6330	240	180
6334	300	220
6034	140	100

*****Le Tableau suivant pour un type de montage : Vertical**

Tableau 2-2. Couple de serrage pour les machines verticales (vis lubrifiée)

Type de palier	Couple de serrage [Nm]	Couple de serrage [livre-pied]
7317	30	22
7319	30	22
7322	60	44
7324	60	44
7326	90	66
7330	160	120
7334	350	260

*****Chapitre suivant pour les types de machines : A paliers lisses**

2.6.4 Paliers lisses

Prenez les mesures suivantes :

- Les machines équipées de paliers lisses sont livrées *sans lubrifiant*, c'est à dire sans huile. Inspectez l'intérieur des paliers et appliquez une couche protectrice d'huile. Pour des périodes de stockage supérieures à deux mois, du Tectyl 511 ou toute autre produit similaire doit être vaporisé à l'intérieur du palier par l'orifice de remplissage. Ce traitement anticorrosion doit être répété tous les six mois pour des périodes de stockage supérieures à deux ans. Si la période de stockage est supérieure à deux ans, les paliers doivent être démontés et traités séparément.
- Suite à une période de stockage, les paliers doivent être ouverts et chaque pièce doit être inspectée avant de les remettre en service. Toute trace de corrosion doit être éliminée à l'aide d'une toile d'émeri fine. Si l'arbre porte des marques sur le demi-coussinnet inférieur, il doit être changé.
- Les machines équipées de paliers lisses possèdent un outillage de blocage de transport pour protéger les paliers pendant le transport et le stockage. Vérifiez cet outillage de blocage de transport régulièrement. Serrez l'outillage de blocage de transport en fonction du palier. Reportez-vous au *Tableau 2-1 Couple de serrage pour les machines horizontales (vis lubrifiée)*.

REMARQUE : Un outillage de blocage de transport trop serré risque d'endommager le palier.

Tableau 2-3. Couple de serrage (vis lubrifiée). La force de verrouillage s'exerce sur le palier de butée

Type de palier de butée	Couple de serrage [Nm]	Couple de serrage [livre-pied]
ZMNLB 7	100	74
EFZLB 9	250	180
EFZLB 11	300	220
EFZLB 14	600	440

2.6.5 Ouvertures

Si des ouvertures sont prévues pour des câbles qui ne sont pas reliés à la boîte à bornes ou pour des brides qui ne sont pas reliées à la tuyauterie, celles-ci doivent être bouchées. Les refroidisseurs et la tuyauterie interne à la machine doivent être nettoyés et séchés avant de boucher les ouvertures. Pour cela, insufflez de l'air chaud et sec dans les tuyaux.

2.7 Inspections et enregistrements

Les périodes de stockage ainsi que les précautions et mesures prises, y compris les dates, doivent être enregistrées. Pour connaître les listes de contrôle appropriées, reportez-vous à l'*Annexe RAPPORT DE MISE EN SERVICE*.

Chapitre 3 Installation et alignement

3.1 Généralités

Pour simplifier l'installation et utiliser la machine en toute sécurité, les procédures d'installation doivent être préparées à l'avance.

*****Paragraphe suivant pour les enveloppes de protection électrique : Machines pour zones de danger**

Les normes relatives au raccordement et à l'utilisation d'une machine électrique dans des zones de danger doivent être respectées, surtout les normes nationales d'installation (voir norme CEI 60079-14).

REMARQUE : Les consignes générales et locales de sécurité en vigueur sur le lieu de travail doivent être respectées lors de l'installation de la machine.

3.2 Conditions de l'assise

3.2.1 Généralités

L'assise doit permettre des conditions d'exploitation fiables et un accès facile à la machine. Un espace suffisant doit être laissé autour de la machine pour permettre d'effectuer les opérations d'entretien ou de surveillance. L'air de refroidissement doit circuler librement autour de la machine. Assurez-vous que les autres équipements voisins ne chauffent pas l'air de refroidissement de la machine ni ses éléments, comme par exemple les paliers.

L'assise doit être résistante, rigide, plane et non-sujette aux vibrations externes. Vérifiez la résonance de la machine par rapport à l'assise. Pour éviter les vibrations dues à la résonance, la fréquence naturelle de l'assise et de la machine ne doit pas être comprise dans une plage de $\pm 20\%$ de la fréquence de la vitesse de marche.

Il est préférable d'utiliser une assise en béton, même si les structures en acier satisfaisant les exigences données ci-dessus sont acceptées. Le scellement à l'assise, les arrivées d'air, d'eau, d'huile et les chemins de câbles ainsi que l'emplacement des trous d'ancrage doivent être étudiés avant de commencer l'installation. La position des trous d'ancrage et la hauteur de l'assise doivent être conformes aux dimensions correspondantes données sur le schéma d'encombrement inclus.

L'assise doit permettre la pose de cales de mise à niveau de 2 mm (0,8 pouces) sous les pieds de la machine pour les éventuels réglages et doit faciliter l'installation d'une éventuelle machine de remplacement. La hauteur d'arbre de la machine et l'emplacement des pieds sur l'assise peuvent légèrement différer par rapport aux données d'usine ; ces cales de mise à niveau de 2mm (0,8pouces) permettent donc de compenser cet écart.

REMARQUE : La préparation de l'assise n'est pas du ressort d'ABB, mais de celui du client ou d'un tiers. De même, ABB n'est normalement pas responsable du scellement de la machine à l'assise.

3.2.2 Forces subites par l'assise

L'assise et les boulons d'ancrage doivent être dimensionnés de sorte à supporter des forces mécaniques soudaines, qui se produisent à chaque mise en marche ou court-circuit de la machine. La force du court-circuit correspond à une onde sinusoïdale à amortissement graduel et de direction variable. La magnitude de ces forces est indiquée sur le schéma d'encombrement de la machine.

*****Chapitre suivant pour un type de montage : Vertical**

3.2.3 Plateaux d'accouplement pour machines montées verticalement

Les machines montées verticalement sont équipées d'un plateau d'accouplement conforme à la norme CEI 60072. Ce plateau d'accouplement doit toujours être monté du côté opposé au plateau de l'assise.

Nous recommandons l'utilisation d'un adaptateur de montage pour faciliter le raccord de l'accouplement et les inspections en cours d'exploitation.

3.3 Préparation de la machine avant l'installation

Avant l'installation, préparez la machine de la façon suivante :

- Mesurez tout d'abord la résistance d'isolation du bobinage, de la façon décrite dans le *Chapitre 3.3.1 Mesures de la résistance d'isolation*.
- Enlevez le verrou de transport si celui-ci est mis. Conservez-le pour une utilisation ultérieure. Reportez-vous au *Chapitre 3.3.2 Démontage du verrou de transport* pour en savoir plus.
- Vérifiez que la graisse utilisée est conforme aux spécifications de la plaque de palier. Reportez-vous au *Chapitre 2.1.2 Plaque de palier*. Les autres graisses recommandées sont indiquées dans le *Chapitre 7.5.3.5 Graisse des paliers*.

*****Puce et remarque suivantes pour les types de palier : A roulements à douille**

- Remplissez les roulements à douille avec l'huile recommandée. Pour connaître la liste des huiles recommandées, reportez-vous au *Chapitre 7.5.2.4 Qualités de l'huile*.

REMARQUE : Les roulements à douille sont toujours livrés non lubrifiés !

- Enlevez le revêtement anticorrosion du bout d'arbre et des pieds de la machine avec du white spirit.
- Installez le moyeu d'accouplement de la façon décrite dans le *Chapitre 3.3.4 Montage du moyeu d'accouplement*.
- Vérifiez que les bouchons de purge situés en bas des deux extrémités de la machine sont ouverts. Reportez-vous au *Chapitre 3.3.6 Bouchons de purge*.

3.3.1 Mesures de la résistance d'isolation

Avant de mettre en marche une machine pour la première fois, ou après un entreposage de longue durée ou pour effectuer les travaux d'entretien, mesurez la résistance d'isolation de la machine. Mesurez le bobinage du stator et tous les équipements auxiliaires. Pour les machines équipées de bagues collectrices, mesurez également le bobinage du rotor. Reportez-vous au *Chapitre 7.6.4 Test de résistance d'isolation*.

3.3.2 Démontage du verrou de transport

Certaines machines, ainsi que toutes les machines équipées de paliers à roulements ou de roulements à douille, possèdent des verrous de transport. Pour les machines à roulements à douille ou à rouleaux cylindriques, le verrou de transport est une barre d'acier fixée à la fois au flasque de palier côté accouplement et à l'extrémité du bout d'arbre.

Ce verrou de transport doit être enlevé avant d'installer la machine. Enlevez également le revêtement anticorrosion se trouvant sur le bout d'arbre. Conservez le verrou de transport pour une utilisation ultérieure.

REMARQUE : Pour éviter d'endommager les paliers, le verrou de transport doit être mis à chaque fois que la machine est déplacée, entreposée ou déménagée. Reportez-vous au *Chapitre 2.1 Mesures de protection prises avant le transport*.

3.3.3 Type d'accouplement

***Paragraphe suivant pour les types de machine : A paliers à roulements

Les machines équipées de paliers à roulements doivent être raccordées à l'équipement entraîné à l'aide d'accouplements flexibles, par ex. avec des pignons ou des engrenages d'accouplement.

Si le palier fixe axial se trouve du côté opposé à l'accouplement (voir schéma d'encombrement), assurez-vous qu'un mouvement axial libre continu est possible entre les moyeux d'accouplement pour permettre une expansion thermique de l'arbre de la machine qui n'endommage pas les paliers. L'expansion thermique axiale du rotor attendue se calcule de la façon décrite dans le *Chapitre 3.6.4 Correction de l'expansion thermique*.

***Paragraphe suivant pour un type de montage : Vertical

Les machines verticales peuvent parfois être conçues pour supporter des charges provenant de l'arbre de l'équipement entraîné. Dans ce cas, les moyeux d'accouplement doivent être verrouillés par un frein placé sur l'extrémité de l'arbre pour éviter qu'ils glissent dans le sens axial.

REMARQUE : La machine n'est pas adaptée pour les accouplements par courroie, chaîne ou engrenages, sauf spécifications contraires. Il en est de même pour les applications à forte poussée axiale.

***Deux paragraphes et figure suivants pour les types de palier: A roulements à douille avec jeu axial

La structure des roulements à douille permet au rotor de se déplacer dans le sens axial entre les limites mécaniques du jeu. Les roulements standard ne peuvent supporter aucune force axiale provenant de l'équipement entraîné. Toute force axiale causée par la charge endommagera les roulements. Par conséquent, toutes les forces axiales doivent être supportées par l'équipement entraîné et le type de jeu axial de l'accouplement doit être limité.

Le roulement à douille côté accouplement possède un indicateur du centre de marche, qui est repéré par une rainure sur l'arbre. D'autres rainures sur l'arbre indiquent les limites mécaniques du jeu du rotor. L'indicateur doit toujours se trouver à l'intérieur de ces limites. Reportez-vous à la *Figure 3-1 Repères sur l'arbre et indicateur du centre de marche*. Notez que le centre de marche n'est pas nécessairement le même que le centre magnétique, étant donné que le ventilateur peut écarter le rotor du centre magnétique.

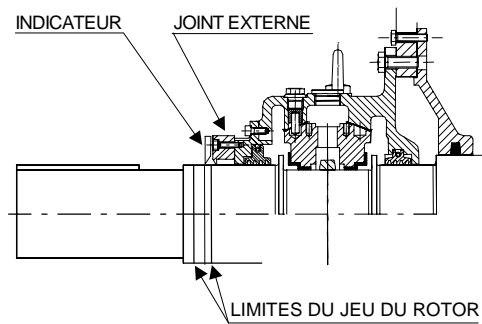


Figure 3-1 Repères sur l'arbre et indicateur du centre de marche

3.3.4 Montage du moyeu d'accouplement

3.3.4.1 Equilibrage de l'accouplement

Le rotor est équilibré dynamiquement de série par une demi-clavette. La méthode d'équilibrage est imprimée sur l'extrémité de l'arbre :

- H = demi-clavette et
- F = clavette entière

Le moyeu d'accouplement doit être équilibré respectivement.

3.3.4.2 Montage

Tenez compte des instructions suivantes pour monter le moyeu d'accouplement :

- Respectez les instructions générales données par le fournisseur de l'accouplement.
- Le poids du moyeu d'accouplement peut être conséquent. Munissez-vous d'un équipement de levage adapté.
- Enlevez le revêtement anticorrosion se trouvant sur le bout d'arbre et vérifiez les dimensions du bout d'arbre et de l'accouplement avec les dimensions des schémas inclus. Vérifiez également que les rainures de l'accouplement et du bout d'arbre ne sont pas ébarbées.
- Appliquez une fine couche d'huile sur le bout d'arbre et dans l'alésage du moyeu pour faciliter le montage du moyeu d'accouplement. N'appliquez jamais de bisulfure de molybdène (molikotage) ou autres produits similaires sur les surfaces de contact.
- L'accouplement doit être protégé par une enveloppe électrique.

REMARQUE : Pour ne pas endommager les paliers, ceux-ci ne doivent supporter aucune force lors du montage du moyeu d'accouplement.

3.3.5 Transmission à courroie

Les machines conçues pour être entraînées par courroie sont toujours équipées d'un palier à roulements cylindriques côté accouplement. Si une transmission à courroie est utilisée, assurez-vous que l'entraînement et les poulies réceptrices sont correctement alignées.

REMARQUE : Vérifiez que le bout d'arbre et que les paliers peuvent être utilisés avec une transmission à courroie. Ne dépassez jamais la force radiale indiquée dans les spécifications de la commande.

3.3.6 Bouchons de purge

Des bouchons de purge se trouvent au bas de la machine. Ces bouchons de purge sont conçus pour empêcher la poussière de pénétrer à l'intérieur de la machine et à laisser sortir l'eau de condensation. Les bouchons de purge doivent toujours être ouverts, à savoir la moitié du bouchon est à l'intérieur et l'autre moitié à l'extérieur. Le bouchon de purge s'ouvre en tirant dessus.

*****Paragraphe suivant pour un type de montage : Horizontal**

Pour les machines horizontales, deux bouchons de purge se trouvent aux deux extrémités de la machine.

*****Paragraphe suivant pour un type de montage : Vertical**

Pour les machines verticales, deux bouchons de purge se trouvent sur le flasque inférieur.

Un bouchon de purge se trouve au bas de la boîte à bornes principale ; fermez-le lorsque la machine est en marche.

*****Paragraphe suivant pour un type de montage : Horizontal sur assise en béton**

3.4 Installation sur assise en béton

3.4.1 Instructions de livraison concernant l'assise

La livraison de la machine ne comprend normalement pas l'installation, les cales de mise à niveau, les boulons d'ancrage, la plaque de l'assise ni la plaque d'embase. Ces éléments sont livrés uniquement sur commande spéciale.

3.4.2 Préparations générales

Avant de procéder à l'installation, munissez-vous du matériel suivant :

- Des tôles en acier pour la mise à niveau de la machine. Les éventuels réglages de l'alignement demandent des cales d'une épaisseur de 1, 0,5, 0,2, 0,1 et 0,05 mm (40, 20, 8, 4 et 2 mil).
- Un marteau butoir, des vis de réglage ou des vérins hydrauliques pour les ajustements axiaux et horizontaux.
- Un comparateur à cadran ou de préférence un analyseur de spectre optique laser pour aligner la machine avec précision.
- Un bras de levier simple pour tourner le rotor au cours de l'alignement.

- Pour les installations en extérieur, protégez la machine du soleil ou de la pluie pour éviter les erreurs de mesure.

REMARQUE : Les machines sont livrées avec des vis de réglage pour le réglage vertical de chaque pied.

3.4.3 Préparations de l'assise

3.4.3.1 Préparation de l'assise et des trous d'ancrage

Des goujons pour assise ou des plaques d'embase sont utilisés pour fixer la machine à une assise en béton.

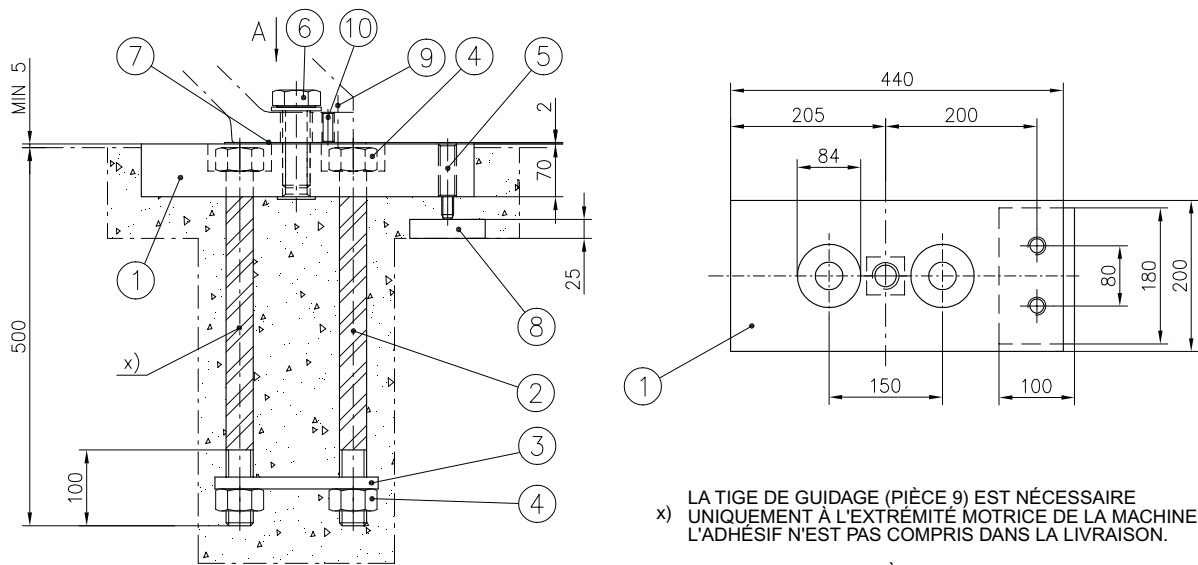
Etudiez les points suivants lorsque vous préparez l'assise :

- Balayez ou passez l'aspirateur sur l'assise.
- Les parois des trous d'ancrage doivent être rugueuses pour permettre une meilleure adhérence. Pour la même raison, ces trous doivent être lavés puis rincés pour éliminer les salissures et autres poussières. Raclez la surface de l'assise pour enlever les éventuelles traces d'huile ou de graisse.
- Vérifiez que la position des trous d'ancrage et que la hauteur de l'assise correspondent aux dimensions indiquées sur le schéma d'encombrement.
- Attachez un fil d'acier sur l'assise pour repérer la ligne centrale de la machine. Repérez également la position axiale de la machine.

3.4.3.2 Préparation des goujons pour assise ou des plaques d'embase

Si des plaques d'embase et des goujons pour assise sont compris dans la livraison, ils seront livrés comme articles séparés. Leur montage se fera sur le site.

REMARQUE : Pour que les goujons pour assise soient correctement fixés au béton, enlevez l'éventuelle peinture qui les recouvre et nettoyez-les pour éliminer les salissures et autres poussières.



x) LA TIGE DE GUIDAGE (PIÈCE 9) EST NÉCESSAIRE UNIQUEMENT À L'EXTREMITÉ MOTRICE DE LA MACHINE. L'ADHÉSIF N'EST PAS COMPRIS DANS LA LIVRAISON.

BOULON D'ANCRAGE À MONTER DANS L'ASSISE.
GOIJONS POUR ASSISE LIVRÉS NON-MONTÉS.
UN JEU INCLUT DES PIÈCES POUR UNE MACHINE (4 PIÈCES).

ÉLÉMENT	NOM DES PIÈCES	TAILLE	QUANTITÉ/JEU [PIÈCES]
1	PLAQUE	70x200x440	4
2	GOIJON	M36x500/45+100	8
3	BRIDE	10x60x210	4
4	ÉCROU	M36	16
5	VIS DE RÉGLAGE	M24x60	8
6	VIS D'ANCRAGE	M36x90/90	4
7	CALE	2x170x250	4
8	PLAQUE DE SUPPORT	25x100x180	4
9	TIGE DE GUIDAGE	10x100	2
10	VIS DE RÉGLAGE	M16x55	4

Figure 3-2 Montage typique de goujons pour assise

Pour monter les goujons pour assise ou les plaques d'embase, la machine doit être soulevée par une grue. Procédez de la façon suivante (reportez-vous à la *Figure 3-2 Montage typique de goujons pour assise*) :

- Nettoyez au white spirit les pièces protégées d'un revêtement anticorrosion.
- Serrez les vis de réglage graissées dans les goujons pour assise (pièce 5) ou les plaques de montage.
- Entourez la partie supérieure des boulons d'ancrage (pièce 2) d'un ruban adhésif comme sur la *Figure 3-2 Montage typique de goujons pour assise*. Cet adhésif empêche la partie supérieure du boulon de coller au béton et permet de resserrer le boulon une fois que le béton a pris.
- Insérez le boulon d'ancrage (pièce 2) dans les plaques de l'assise (pièce 1) ou les plaques d'embase de sorte que leur partie supérieure dépasse de 1...2 mm (40...80 mil) du haut des écrous (pièce 4).
- Insérez la plaque d'ancrage (pièce 3) et l'écrou inférieur (pièce 4) sur les boulons d'ancrage (pièce 2). Soudez la plaque d'ancrage (pièce 3) aux boulons et serrez les écrous. Si vous ne pouvez pas souder la plaque d'ancrage, bloquez-la entre deux écrous.

- Une fois le montage des plaques de l'assise terminé, la machine doit être soulevée et suspendue au-dessus du sol. Les pieds de la machine, les surfaces latérales et inférieures des plaques de l'assise et les boulons d'ancrage doivent être nettoyés au white spirit.
- Montez les ensembles goujons pour assise ou plaques d'embase sous les pieds de la machine à l'aide des boulons de montage (pièce 6) et de la plaque d'ancrage (pièce 3). Centrez le boulon de montage (pièce 6) dans le trou de la machine en enroulant la partie supérieure du boulon dans du papier, du carton ou de l'adhésif par exemple.
- Placez les cales de mise à niveau de 2 mm (0,8 pouces) (pièce 7) entre le pied et la plaque de l'assise (pièce 1). Serrez bien la plaque contre le pied à l'aide du boulon de montage (pièce 6).
- Placez la plaque de réglage (pièce 8) sous la vis de réglage (pièce 5).
- Vérifiez que l'espace entre la plaque d'assise (pièce 1) et les boulons d'ancrage (pièce 2) est étroit. Si du béton pénètre dans cet espace jusqu'aux écrous, vous devez recommencer le serrage.

REMARQUE : L'adhésif et la plaque en acier ne sont pas compris dans la livraison des goujons pour assise.

3.4.4 Mise en place des machines

La machine est levée en douceur puis placée au-dessus de l'assise. Un alignement horizontal approximatif est effectué à l'aide du fil d'acier attaché précédemment et à l'aide du repérage de l'emplacement axial. L'alignement vertical est effectué à l'aide des vis de réglage. La précision de position requise est de 2 mm (80 mil) maximum.

3.4.5 Alignement

L'alignement s'effectue de la façon décrite au *Chapitre 3.6 Alignement*.

3.4.6 Scellement

Le scellement de la machine dans l'assise constitue une partie importante de l'installation. Les instructions données par le fournisseur des éléments d'ancrage doivent être respectées.

Nous recommandons d'utiliser des matériaux d'ancrage indéformables de haute qualité pour éviter les éventuelles difficultés de scellement. Des éléments d'ancrage fissurés ou des mauvaises fixations à l'assise en béton sont inacceptables !

3.4.7 Installation finale et inspection

Une fois que le béton a pris, soulevez la machine et resserrez les boulons d'ancrage. Bloquez les écrous en les soudant ou en les frappant suffisamment fort à l'aide d'un pointeau. Reposez la machine sur l'assise et serrez les boulons de montage.

Vérifiez l'alignement pour vous assurer que la machine tournera avec le minimum de vibrations. Si nécessaire, ajustez la machine à l'aide des cales de mise à niveau, puis effectuez le chevillage en fonction des trous des pieds côté accouplement de la machine.

3.4.7.1 Chevillage des pieds de la machine

La machine possède un alésage par pied du côté côté accouplement. Approfondissez ces alésages en les perçant jusqu'à l'assise en acier. Ensuite, les alésages sont rendus coniques à l'aide un alésoir. Des chevilles coniques sont insérées dans les alésages pour garantir un alignement exact et pour faciliter les éventuelles réinstallations suite aux déplacements de la machine.

3.4.7.2 Capots et enveloppes de protection

Terminez l'installation de l'accouplement en montant les deux moyeux d'accouplement l'un à l'autre conformément aux instructions du fabricant de l'accouplement.

REMARQUE : L'accouplement doit être protégé par une enveloppe électrique.

Une fois la machine mise en place, alignée et ses accessoires installés, vérifiez qu'aucun outil ou autre objet ne se trouve à l'intérieur des enveloppes de protection. Retirez également les saletés et autres débris.

Vérifiez que les joints d'étanchéité sont intacts lorsque vous installez les flasques.

Conservez le matériel nécessaire à l'alignement et au montage avec les verrous de transport pour les utilisations ultérieures.

*****Chapitre suivant pour un type de montage : Horizontal sur assise en acier**

3.5 Installation sur assise en acier

3.5.1 Instructions de livraison concernant l'assise

La livraison de la machine ne comprend normalement pas l'installation, les cales de mise à niveau ni les boulons de montage. Ces éléments sont livrés uniquement sur commande spéciale.

3.5.2 Inspection de l'assise

Avant de lever la machine au-dessus de l'assise, les inspections suivantes doivent être effectuées.

- L'assise doit être propre.
- L'assise doit être plate et parallèle (tolérance maximum : 0,1 mm/4,0 mil).
- L'assise ne doit pas être soumise aux vibrations externes.

3.5.3 Mise en place des machines

La machine est levée en douceur puis placée au-dessus de l'assise.

3.5.4 Alignement

L'alignement s'effectue de la façon décrite au *Chapitre 3.6 Alignement*.

3.5.5 Installation finale et inspection

3.5.5.1 Chevillage des pieds de la machine

La machine possède un alésage par pied du côté accouplement. Approfondissez ces alésages en les perçant jusqu'à l'assise en acier. Ensuite, les alésages sont rendus coniques à l'aide un alésoir. Des chevilles coniques sont insérées dans les alésages pour garantir un alignement exact et pour faciliter les éventuelles réinstallations suite à des déplacements de la machine.

3.5.5.2 Capots et enveloppes de protection

Terminez l'installation de l'accouplement en montant les deux moyeux d'accouplement l'un à l'autre conformément aux instructions du fabricant de l'accouplement.

REMARQUE : L'accouplement doit être protégé par une enveloppe électrique.

Une fois la machine mise en place, alignée et ses accessoires installés, vérifiez qu'aucun outil ou autre objet ne se trouve à l'intérieur des enveloppes de protection. Éliminez également les saletés et autres débris.

Vérifiez que les joints d'étanchéité sont intacts lorsque vous installez les flasques.

Conservez le matériel nécessaire à l'alignement et au montage avec les verrous de transport pour les utilisations ultérieures.

*****Chapitre suivant pour un type de montage : Vertical uniquement**

3.5.6 Installation de machines montées avec plateau d'accouplement sur assise en acier

Le but d'un plateau d'accouplement pour les machines verticales est de faciliter l'installation et le raccord de l'accouplement, et de faciliter l'inspection de l'accouplement en cours d'exploitation. Les plateaux d'accouplement que vous comptez utiliser avec les machines ABB doivent être conformes à la norme CEI.

Le plateau d'accouplement n'est pas compris dans la livraison ABB.

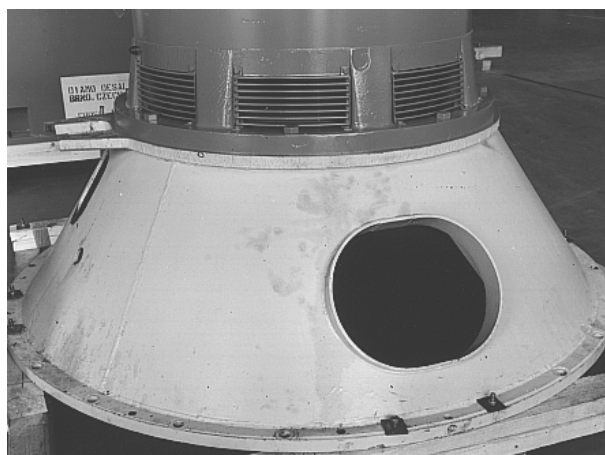


Figure 3-3 Plateau d'accouplement

La machine est levée puis placée sur le plateau d'accouplement. Les boulons de montage sont légèrement serrés.

3.6 Alignement

3.6.1 Généralités

Pour garantir une longue durée de vie du dispositif d'entraînement et de l'équipement entraîné, les machines doivent être correctement alignées l'une par rapport à l'autre. Pour cela, la déviation radiale et angulaire entre les deux arbres des machines doit être minimale. L'alignement doit être effectué correctement, car les erreurs d'alignement peuvent endommager les paliers et l'arbre.

Avant de procéder à l'alignement, les moyeux d'accouplement doivent être montés. Reportez-vous au *Chapitre 3.3.4 Montage du moyeu d'accouplement*. Le moyeu d'accouplement du dispositif d'entraînement doit être légèrement boulonné au moyeu d'accouplement de l'équipement entraîné pour que l'ensemble puisse se déplacer librement au cours de l'alignement.

Les informations qui suivent se réfèrent aux installations sur les deux types d'assise (béton et acier). Les cales de mise à niveau ne sont pas nécessaires pour une assise en béton si l'alignement et le scellement sont effectués correctement.

3.6.2 Mise à niveau approximative

Pour faciliter l'alignement et permettre le montage des cales de mise à niveau, des vis de réglage sont montées sur les pieds de la machine. Reportez-vous à la *Figure 3-4 Positionnement vertical du pied de la machine*. La machine repose sur ces vis de réglage. Notez que la machine doit reposer sur ses quatre pieds (vis) sur une surface parallèle (tolérance maximum : 0,1 mm/4,0mil). Dans le cas contraire, le châssis de la machine se déformera, risquant d'endommager les paliers ou d'autres pièces.

Vérifiez que la machine est à niveau verticalement, horizontalement et dans le sens axial. Ajustez la machine en conséquence en plaçant des cales de mise à niveau sous ses quatre pieds. La position horizontale de la machine est vérifiée à l'aide d'un niveau.

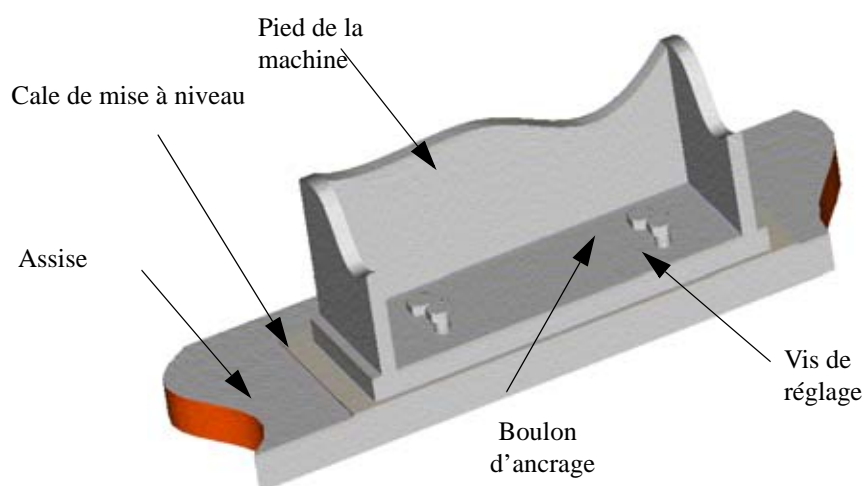


Figure 3-4 Positionnement vertical du pied de la machine

3.6.3 Ajustement approximatif

Pour faciliter l'alignement dans le sens axial et transversal, placez dans les angles des tasseaux munis de vis de réglage. Reportez-vous à la *Figure 3-5 Positionnement des tasseaux*.

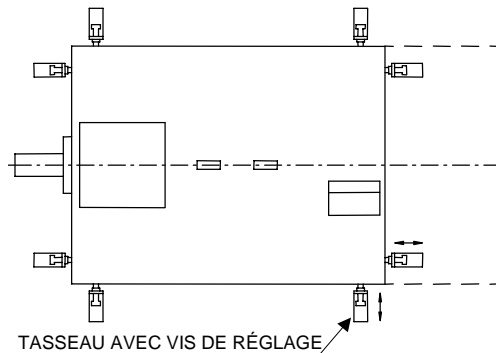


Figure 3-5 Positionnement des tasseaux

Les tasseaux sont placés contre le bord de l'assise et fixés à l'aide de boulons extensibles. Reportez-vous à la *Figure 3-6 Montage d'un tasseau*. Déplacez la machine à l'aide des vis de réglage jusqu'à ce que les lignes centrales de l'arbre et de l'équipement entraîné soient plus ou moins alignées et que la distance désirée entre les moyeux d'accouplement soit obtenue. Ne laissez les vis de réglage que légèrement serrées.

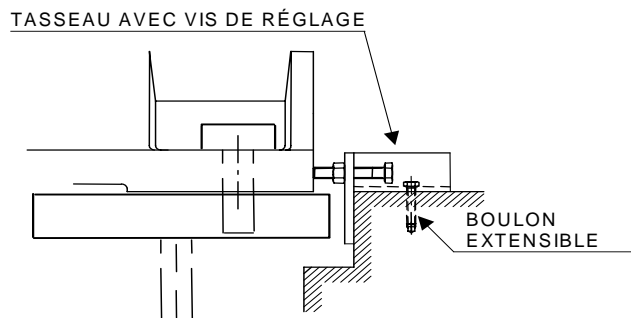


Figure 3-6 Montage d'un tasseau

REMARQUE : La *Figure 3-6 Montage d'un tasseau* représente un tasseau monté sur une assise en béton. La position du tasseau est la même pour les assises en acier.

3.6.4 Correction de l'expansion thermique

3.6.4.1 Généralités

Les températures d'exploitation ont une influence considérable sur l'alignement. Ces températures doivent donc être prises en compte lors de l'alignement. La température de la machine est plus basse lors de son installation qu'en cours d'exploitation. C'est pourquoi le centre de l'arbre est plus haut, c'est à dire plus loin des pieds, lorsque la machine est en marche.

Il est par conséquent nécessaire d'effectuer un alignement qui tienne compte de la compensation causé par la chaleur en fonction de la température d'exploitation de l'équipement entraîné, le type d'accouplement, la distance entre les machines, etc.

3.6.4.2 Expansion thermique vers le haut

L'expansion thermique de la distance entre les pieds et le centre de l'arbre de la machine peut se calculer approximativement selon la formule suivante :

$$\Delta H = \alpha \times \Delta T \times H \text{ où}$$

ΔH =expansion thermique [mm]

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 40 \text{ K}$$

H=hauteur de l'arbre [mm]

REMARQUE : Tenez compte de l'expansion thermique de l'équipement entraîné par rapport à la machine pour déterminer l'expansion thermique totale.

3.6.4.3 Expansion thermique axiale

L'expansion thermique axiale doit être prise en compte si le mouvement axial du palier côté opposé à l'accouplement est verrouillé. Reportez-vous au schéma d'encombrement pour savoir quelle extrémité est verrouillée.

L'expansion thermique du rotor attendue est proportionnelle à la longueur du cadre du stator et peut se calculer approximativement selon la formule suivante :

$$\Delta L = \alpha \times \Delta T \times L \text{ où}$$

ΔL =expansion thermique [mm]

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 50 \text{ K (pour AMA, AMB, AMK), } 80 \text{ K (pour AMH, HXR, M3BM, M3GM)}$$

L=longueur du châssis[mm]

REMARQUE : Assurez-vous qu'un mouvement axial libre continu est possible entre les moyeux d'accouplement (sauf pour accouplements rigides) pour permettre une expansion thermique axiale de l'arbre de la machine et ainsi ne pas endommager les paliers.

3.6.5 Alignement final

3.6.5.1 Généralités

Les sections suivantes se réfèrent à un alignement final effectué à l'aide de comparateurs à cadran, bien que d'autres équipements de mesure plus précis existent sur le marché. Les comparateurs à cadran utilisés ici permettent cependant d'énoncer une théorie d'alignement.

REMARQUE : Les mesures doivent être effectuées uniquement une fois l'ajustement terminé et une fois les boulons d'ancrage suffisamment serrés.

REMARQUE : Il est conseillé d'enregistrer les mesures effectuées lors de l'alignement final pour les utiliser ultérieurement.

3.6.5.2 Faux-rond des moyeux d'accouplement

Pour commencer la procédure d'alignement, mesurez le faux-rond des moyeux d'accouplement. Cette mesure permet de déceler les éventuelles anomalies de l'arbre et/ou des moyeux d'accouplement.

Mesurez le faux-rond du moyeu d'accouplement par rapport au logement du palier de la machine. Placez les comparateurs conformément à la *Figure 3-7 Mesure du faux-rond du moyeu d'accouplement*. De la même façon, mesurez le faux-rond du moyeu d'accouplement de l'équipement entraîné par rapport au logement de son palier.

Pour tourner le rotor d'une machine à roulements à douille, un simple bras de levier suffit.

***Remarque suivante pour les types de machine : A roulements à douille

REMARQUE : Les roulements à douille doivent être remplis d'huile avant de tourner le rotor. L'erreur admissible de faux-rond doit être inférieure à 0,02 mm (0,8 mil).

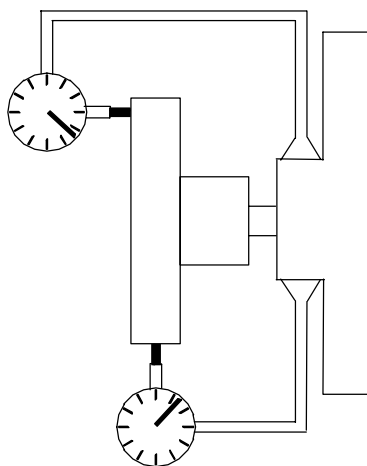


Figure 3-7 Mesure du faux-rond du moyeu d'accouplement

3.6.5.3 Alignement parallèle, angulaire et axial

Une fois la machine approximativement positionnée, comme décrit au *Chapitre 3.1.2 Mise à niveau approximative* et *Chapitre 3.6.3 Ajustement approximatif*, vous pouvez procéder à l'alignement final. Soyez extrêmement précis pour effectuer cet alignement final. Un manque de précision peut entraîner des vibrations importantes et endommager le dispositif d'entraînement et l'équipement entraîné.

L'alignement doit être effectué conformément aux instructions données par le fabricant de l'accouplement. L'alignement parallèle, angulaire et axial de la machine est nécessaire. Certaines normes donnent des recommandations sur l'alignement de l'accouplement, comme par ex. la norme BS 3170:1972 "*Accouplements flexibles pour transmission de puissance mécanique*".

En général, le défaut d'alignement parallèle et angulaire ne doit pas dépasser 0,05-0,10 mm et le défaut d'alignement axial ne doit pas dépasser 0,10 mm. Reportez-vous à la *Figure 3-8 Définition du défaut d'alignement*. Le faux-rond correspondant est de 0,10-0,20 mm pour le défaut d'alignement parallèle et angulaire.

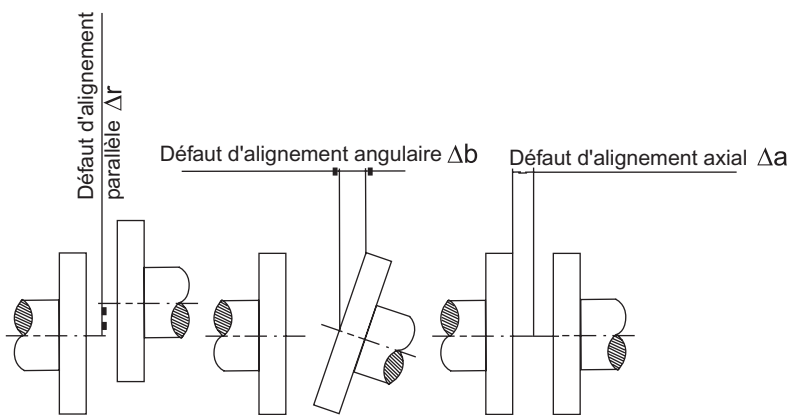


Figure 3-8 Définition du défaut d'alignement

3.6.5.4 Alignement

L'alignement de la machine doit être effectué conformément aux instructions suivantes :

1. La machine doit reposer sur ses vis de réglage.
2. Tournez le rotor et vérifiez son jeu axial. Reportez-vous au *Chapitre 3.6.3 Ajustement approximatif*.

*****Remarque suivante pour les types de machine : A roulements à douille**

REMARQUE : Les roulements à douille doivent être remplis d'huile avant de tourner le rotor.

3. Montez le matériel d'alignement. Si des comparateurs sont utilisés, il est recommandé de régler le comparateur à cadran de sorte à placer l'aiguille environ au centre du cadran. Vérifiez la rigidité des supports du comparateur pour ne pas qu'ils se détendent. Reportez-vous à *Figure 3-9 Vérification de l'alignement à l'aide de comparateurs*.

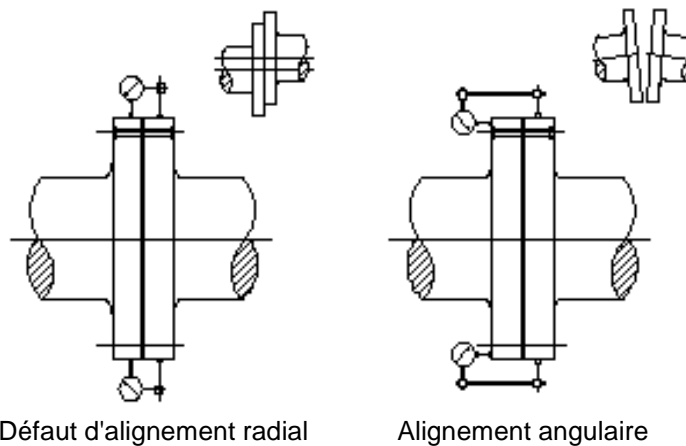


Figure 3-9 Vérification de l'alignement à l'aide de comparateurs

4. Mesurez le défaut d'alignement parallèle, angulaire et axial pour quatre positions différentes : en haut, en bas, à droite et à gauche, c'est à dire tous les 90°, tout en tournant les deux arbres. Enregistrez ces mesures.
5. Alignez la machine verticalement en tournant les vis de réglage ou à l'aide de vérins hydrauliques. Pour faciliter l'alignement sur le plan vertical, les vis de réglage sont montées sur les pieds de la machine horizontale. Reportez-vous à la *Figure 3-4 Positionnement vertical du pied de la machine*. La précision de l'alignement de la machine est parfois faussée par l'expansion thermique de son châssis. Reportez-vous au *Chapitre 3.6.4 Correction de l'expansion thermique*.
6. Mesurez la distance entre le bas des pieds de la machine et la plaque d'embase et faites correspondre des blocs ou cales solides ou utilisez suffisamment de cales de mise à niveau.
7. Placez les blocs solides ou les cales de mise à niveau sous les pieds de la machine. Desserrez les vis de réglage et serrez les boulons d'ancrage.
8. Vérifiez de nouveau l'alignement. Corrigez si nécessaire.
9. Conservez une liste de ces mesures en vue des vérifications futures.
10. Resserrez et bloquez les écrous en les soudant ou en les frappant suffisamment fort à l'aide d'un pointeau.
11. Chevillez les pieds de la machine pour faciliter les futures réinstallations. Reportez-vous au *Chapitre 3.4.7.1 Cheillage des pieds de la machine*.

3.6.5.5 Défaut d'alignement admissible

Il est impossible de définir des tolérances d'alignement définitives étant donné le nombre élevé de facteurs qui entrent en jeu. Des tolérances trop grandes entraînent des vibrations et peuvent endommager les paliers et d'autres pièces. Il est par conséquent recommandé de chercher à utiliser les tolérances les plus étroites possibles. Les défauts d'alignement admissibles maximums sont indiqués dans le *Tableau 3-1 Défaut d'alignement admissible recommandé*. Pour définir les défauts d'alignement, reportez-vous à la *Figure 3-8 Définition du défaut d'alignement*.

REMARQUE : Les tolérances données par les fabricants d'accouplements concernent les tolérances de l'accouplement et non les tolérances de l'alignement du

dispositif d'entraînement ou de l'équipement entraîné. Les tolérances données par le fabricant de l'accouplement doivent être utilisées comme référence pour l'alignement uniquement si elles sont plus petites que les défauts d'alignement admissibles maximums indiqués dans le *Tableau 3-1 Défaut d'alignement admissible recommandé*.

Tableau 3-1. Défaut d'alignement admissible recommandé

Informations sur l'accouplement		Défaut d'alignement admissible		
Diamètre de l'accouplement	Type d'accouplement	Parallèle Δr	Angulaire Δb	Axial Δa
100 – 250 mm (4 – 10")	Plateau rigide	0,02 mm (0,8 mil)	0,01 mm (0,4 mil)	0,02 mm (0,8 mil)
	Engrenage	0,05 mm (2 mil)	0,03 mm (1 mil)	0,05 mm (2 mil)
	Flexible	0,10 mm (4 mil)	0,05 mm (2 mil)	0,10 mm (4 mil)
250 – 500 mm (10 – 20")	Plateau rigide	0,02 mm (0,8 mil)	0,02 mm (0,8 mil)	0,02 mm (0,8 mil)
	Engrenage	0,05 mm (2 mil)	0,05 mm (2 mil)	0,05 mm (2 mil)
	Flexible	0,10 mm (4 mil)	0,10 mm (4 mil)	0,10 mm (4 mil)

3.7 Dispositions à prendre après installation

Si une fois installée, la machine n'est pas utilisée pendant une longue période, les mesures données dans le *Chapitre 2.6.1 Stockage de courte durée (moins de 2 mois)* doivent être appliquées. N'oubliez pas de tourner l'arbre de 10 tours au moins tous les 3 mois et que les paliers auto-lubrifiés doivent être remplis d'huile. Si des vibrations externes se font sentir, l'accouplement de l'arbre doit être ouvert et des blocs en caoutchouc adaptés doivent être placés sous les pieds de la machine.

*****Remarque suivante pour les types de machine : A paliers à roulements**

REMARQUE : Les vibrations externes endommagent les surfaces des paliers et réduisent donc la durée de vie des paliers.

*****Remarque suivante pour les types de machine : A roulements à douille**

REMARQUE : Les vibrations externes endommagent les surfaces de glissement des paliers et réduisent donc la durée de vie des paliers.

Chapitre 4 Raccordements mécaniques et électriques

4.1 Généralités

Les raccordements mécaniques et électriques sont effectués une fois les procédures d'installation et d'alignement terminées. Les raccordements mécaniques comprennent le branchement des conduites d'air, des canalisations d'eau et/ou des éventuelles alimentations en huile.

Les raccordements électriques comprennent le branchement des câbles principaux et auxiliaires, du câble de terre et des éventuels ventilateurs externes.

Pour effectuer les bons raccordements, veuillez consulter le Plan d'encombrement, le Schéma de connexion et les fiches techniques livrées avec la machine.

REMARQUE : Pour ne pas endommager la machine, il est déconseillé de percer des trous dans le châssis.

4.2 Raccordements mécaniques

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Conduites d'air**

4.2.1 Raccordement de l'air de refroidissement

Les machines conçues pour être refroidies par conduites d'air possèdent des brides de raccordement, comme indiqué sur le plan d'encombrement.

Nettoyez les conduites d'air et vérifiez qu'elles ne sont pas obstruées avant de les raccorder à la machine. Étancheisez les raccords à l'aide de joints appropriés. Une fois les conduites d'air raccordées, vérifiez qu'elles ne fuient pas.

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air/eau et chemise d'eau**

4.2.2 Raccordement des canalisations d'eau

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air/eau**

4.2.2.1 Refroidisseurs air/eau

Les machines équipées d'un échangeur de chaleur air/eau possèdent des brides conformes aux normes DIN 633 ou ANSI B 16.5. Reliez les brides et étancheisez les raccords à l'aide de joints appropriés. Avant de mettre en marche la machine, l'alimentation en eau doit être ouverte.

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Chemise d'eau****4.2.2.2 Châssis à refroidissement par eau**

Les châssis en acier refroidis par circulation d'eau ne doivent être utilisés qu'avec un circuit d'eau douce fermé. Les brides du circuit de refroidissement par eau sont réalisées en fonction des spécifications du client et sont définies sur le plan d'encombrement.

L'eau de refroidissement circule dans des conduites intégrées au châssis de la machine. Le châssis et ces conduites sont en acier au carbone et sont conformes à la norme EN 10025 : S235 JRG2, équivalente de la norme DIN 17100 - RSt 37-2. Ce matériau a tendance à se détériorer en eau saline et en eau croupie. Les produits de corrosion et les salissures risquent de bloquer les conduites d'eau. Il est donc très important d'utiliser une eau pure et inhibée dans le circuit de refroidissement.

Valeurs standard de l'eau à utiliser dans le circuit de refroidissement :

- pH 7,0 - 9,0
- Alcalinité (CaCO₃) ≥ 1 mmol/kg
- Chlorure (Cl) < 20 mg/kg
- Sulfate < 100 mg/kg
- Concentration de KMnO₄ < 20 mg/kg
- Toutes concentrations $< 0,3$ mg/kg
- Concentration de Mn $< 0,05$ mg/kg

Dans la plupart des cas, une eau du robinet normale, c'est à dire une eau de consommation domestique, satisfait ces critères.

L'eau de refroidissement doit également être inhibée avec un agent protégeant le circuit de refroidissement contre la corrosion, les salissures et éventuellement le gel. Tous les matériaux en contact avec l'eau de refroidissement (tuyaux, échangeur de chaleur, etc.) doivent être pris en compte pour choisir l'inhibiteur.

Inhibiteur recommandé :

Fabricant ASHLAND
Produit RD-25

Cette substance peut être utilisée avec l'acier, le cuivre, l'aluminium et de nombreux autres matériaux.

N'utilisez que des joints et des pièces de connexion adaptés et de haute qualité pour raccorder la machine au circuit de refroidissement par eau. Une fois les tuyauteries en place, vérifiez que les joints ne fuient pas.

*****Chapitre suivant pour les types de machine : A paliers lisses**

4.2.3 Alimentation en huile des paliers lisses

Les machines lubrifiées par arrosage possèdent des brides de canalisation d'huile et sont parfois équipées de manomètres et d'indicateurs de débit. Installez toutes les canalisations d'huile nécessaires et raccordez le circuit d'alimentation en huile.

Installez le circuit d'alimentation en huile près de la machine à une distance égale de chaque palier. Avant de relier les canalisations aux paliers, testez le circuit d'alimentation en huile en y faisant circuler de l'huile de rinçage. Retirez ensuite le filtre à huile et nettoyez-le.

Installez et reliez les tuyaux d'entrée d'huile aux paliers. Installez le tuyau de sortie d'huile orienté vers le bas à une angle minimum de 10°, ce qui correspond à une pente de 160 - 170mm/m (2 - 2½ pouces/pied). Le niveau d'huile à l'intérieur du palier augmente si la pente du tuyau n'est pas suffisante ; l'huile s'écoulera trop lentement du palier vers le réservoir d'huile, ce qui peut entraîner des fuites d'huiles ou perturber l'écoulement de l'huile.

REMARQUE : Pour ne pas risquer d'endommager la machine, ne percez aucun trou dans le châssis lorsque vous installez les canalisations ou tout autre matériel.

Remplissez le circuit d'alimentation en huile avec une huile ayant une viscosité appropriée. Le type d'huile à utiliser est indiqué sur le plan d'encombrement. En cas de doute sur la propreté de l'huile, utilisez un filtre de 0,01 mm (0,4 mil) pour éliminer les débris indésirables.

Mettez le circuit d'alimentation en huile en route et vérifiez que celui-ci ne fuit pas avant de mettre en marche la machine. Le niveau d'huile est normal lorsque celui-ci atteint la moitié du voyant d'huile.

REMARQUE : Les paliers sont livrés non-lubrifiés.

REMARQUE : Faire tourner la machine sans lubrification endommagera immédiatement les paliers.

*****Chapitre suivant pour les types d'enveloppes de protection électrique : EEx p et Ex p**

4.2.4 Raccordement des canalisations pour gaz de chasse

Les machines EEx p ou Ex p sont protégées contre les explosions par pressurisation. Elles sont équipées d'un purgeur-distributeur comprenant un régulateur d'air et un clapet de décharge. Ce dispositif utilise de l'air sous pression non contaminé comme gaz de protection. Avant la mise en marche, la machine est purgée afin d'éliminer les gaz dangereux. En cours d'exploitation, la machine est maintenue en surpression pour empêcher les gaz dangereux d'entrer dans la machine.

L'alimentation en air de purge et gaz de chasse est reliée à la bride du régulateur d'air. La pression de l'alimentation en air doit être entre 4 et 8 bars. Le débit d'air requis au cours de la purge et de la pressurisation est indiqué sur le certificat Ex. Pour des informations plus détaillées sur le purgeur-distributeur, reportez-vous au manuel d'instructions du fabricant.

4.2.5 Montage des capteurs de vibrations

Si les capteurs de vibration installés font saillie avec le châssis de la machine, c'est qu'ils sont livrés non montés, afin d'éviter les risques d'endommagement pendant le transport.

Pour installer les capteurs de vibrations, procédez de la façon suivante :

1. Débranchez les câbles des capteurs de vibration démontés.
2. Retirez les bouchons des orifices de montage taraudés situés sur le flasque de la machine.
3. Protégez les surfaces de montage contre la rouille à l'aide d'un agent anticorrosion adapté.
4. Montez les capteurs de vibrations dans les trous de montage taraudés. Le couple de serrage dépend du type de capteur utilisé :
 - PYM TRV18 : 10 Nm
 - PYM 330400_ : 3,3 Nm
 - PYM 330500_ : 4,5 Nm
5. Enfin, raccordez les câbles des capteurs de vibrations.

4.3 Raccordements électriques

4.3.1 Informations générales

Les mesures de sécurité présentées dans *Consignes de sécurité* au début de ce guide doivent être respectées à tout moment.

L'installation électrique doit être préparée à l'avance. Les schémas de connexion livrés avec la machine doivent être étudiés avant de commencer l'installation. Il est important de vérifier que la tension et la fréquence d'alimentation correspondent aux valeurs indiquées sur la plaque signalétique de la machine.

La tension et la fréquence de secteur ne doivent pas dépasser les limites définies dans les normes en vigueur. Tenez compte des marquages de la plaque signalétique et du schéma de connexion de la boîte à bornes. Pour plus d'informations, reportez-vous à la fiche technique des caractéristiques de la machine.

REMARQUE : Avant de procéder à l'installation, il est important de vérifier que les câbles entrants sont séparés du réseau d'alimentation et que les câbles sont reliés à la terre.

REMARQUE : Vérifiez toutes les données de la plaque signalétique, et plus particulièrement la tension et le raccordement des bobinages.

*****Paragraphe suivant pour les types de rotor : A aimant permanent**

Les machines ne sont destinées qu'à des entraînements à vitesse variable, c'est à dire qu'elles doivent être fournies avec des convertisseurs de fréquence. Le convertisseur de fréquence doit être conçu pour fonctionner avec une machine synchrone à aimants permanents. En cas de doutes concernant la compatibilité entre la machine synchrone à aimants permanents et le convertisseur de fréquence, veuillez contacter le bureau de ventes d'ABB.

4.3.2 Sécurité

L'installation électrique doit être effectuée uniquement par un personnel qualifié. Les règles de sécurité suivantes doivent être respectées :

- Eteignez tous les équipements, y compris les équipements auxiliaires.
- Assurez-vous que ces équipements ne peuvent pas être remis sous tension.
- Vérifiez que toutes les pièces sont isolées de leur alimentation respective.
- Reliez toutes les pièces à la terre et à un dispositif de court-circuit.
- Isolez les pièces actives de l'environnement de travail (par des capots ou autres moyens).

*****Puce suivante pour les types de rotors : A aimant permanent**

- Les machines synchrones à aimants permanents produisent de la tension lorsque l'arbre tourne. Empêchez l'arbre de tourner avant d'ouvrir la boîte à bornes. N'ouvrez pas ou ne touchez pas des bornes non protégées lorsque l'arbre de la machine tourne. Respectez les *Consignes de sécurité* au début de ce guide.

4.3.3 Mesures de la résistance d'isolation

Avant de mettre en marche une machine pour la première fois, après un stockage de longue durée ou pour effectuer les travaux de maintenance, mesurez la résistance d'isolation de la machine. Reportez-vous au *Chapitre 7.6.4 Test de résistance d'isolation*.

4.3.4 Options de la boîte à bornes principale

L'intérieur de la boîte à bornes principale doit être propre, protégé contre l'humidité et les corps étrangers. La boîte, les presse-étoupes et les entrées de câbles non utilisées doivent être étanchéisés contre l'eau et la poussière.

Un bouchon de purge se trouve au bas de la boîte à bornes principale. Pendant le transport et le stockage, ce bouchon doit être ouvert, à savoir la moitié du bouchon est à l'intérieur et l'autre moitié à l'extérieur. En cours d'exploitation, le bouchon doit être fermé mais ouvert de temps en temps. Si la position de la boîte change après livraison de la machine, vérifiez que le bouchon fonctionne et repositionnez-le au bas de la boîte si nécessaire.

Certaines boîtes à bornes sont orientables par pas de 90°. Avant de changer leur position, vérifiez que la longueur des câbles reliant le bobinage du stator et la boîte à bornes est suffisante.

4.3.5 Distances d'isolation des raccordements de l'alimentation principale

Le raccordement des câbles d'alimentation principale doit pouvoir supporter des conditions d'exploitation difficiles, étant donné que les isolateurs peuvent être soumis aux salissures, à l'humidité et à des surtensions transitoires. Pour garantir une exploitation de longue durée et sans problème, il est important que les distances d'isolation et les lignes de fuite soient suffisantes. Les distances d'isolation et les lignes de fuite minimum doivent être égales ou supérieures aux conditions définies par :

- Les critères locaux.
- Les normes.
- Les règles de classification.

- Les classifications zone de danger.

Les distances d'isolation et les lignes de fuite s'appliquent à la fois aux distances d'isolation entre deux bornes de phase différentes et aux distances d'isolation entre une borne de phase et la terre. La distance d'isolation de l'air est la distance la plus courte entre deux points au potentiel électrique différent (tension). La ligne de fuite de surface est la distance la plus courte le long des surfaces entre deux points au potentiel électrique différent (tension).

4.3.6 Câbles d'alimentation principale

La taille des câbles d'entrée doit être adaptée à un courant de charge maximum et être conforme aux normes locales. Le type et la taille de la boîte à bornes doivent être corrects. Tous les raccordements aux différents équipements doivent être vérifiés.

Les raccordements des câbles d'alimentation principale doivent être correctement serrés pour garantir une exploitation sans problème. Pour plus de détails, reportez-vous à l'*Annexe Raccordements types des câbles d'alimentation principale*.

*****Remarque suivante pour les types d'enveloppes de protection électrique : Toutes les machines pour zones de danger**

REMARQUE : Pour les machines Ex, les presse-étoupes ou les traversées pour câbles d'alimentation doivent être certifiés Ex. Les presse-étoupes ou les traversées ne sont pas compris dans la livraison.

REMARQUE : Avant de procéder à l'installation, il est important de vérifier que les câbles entrants sont séparés du réseau d'alimentation et que les câbles sont reliés à la terre.

Les bornes du stator sont repérées par les lettres U, V et W conformément à la norme CEI 60034-8 ou T1, T2, et T3 selon la norme NEMA MG-1. La borne neutre est repérée par un N (CEI) ou un T0 (NEMA). Le dénudage, l'épissage et l'isolation des câbles à haute tension doivent être effectués conformément aux instructions données par le fabricant des câbles.

Les câbles doivent être arrimés sur les bornes de telle manière que celles-ci ne subissent aucun effort mécanique.

REMARQUE : Vérifiez l'ordre des phases d'après le schéma de connexion.

*****Paragraphe suivant pour les types de rotor : A aimant permanent**

REMARQUE : Les machines synchrones à aimants permanents doivent être raccordées à l'aide de câbles blindés symétriques et de presse-étoupes à continuité de masse de 360° (également appelés presse-étoupes CEM).

*****Paragraphe suivant pour les types de rotor : Bagues collectrices**

4.3.7 Câbles secondaires pour machines à bagues collectrices

Le logement de la bague collectrice du côté opposé à l'accouplement de la machine sert de boîte à bornes pour les câbles secondaires et possède le même degré de protection que la machine.

Les câbles peuvent être raccordés des deux côtés. Le raccordement s'effectue aux bornes du rotor sur la plaque de raccordement, conçue pour raccorder jusqu'à six cosses de câble par borne de phase. Les bornes sont repérées par les lettres K, L et M conformément à la norme CEI 60034-8.

REMARQUE : Etudiez soigneusement le schéma de connexion livré avec la machine avant de raccorder les câbles.

4.3.8 Boîtes à bornes auxiliaires

Les boîtes à bornes auxiliaires sont fixées au châssis de la machine en fonction des accessoires et des besoins du client, et leur position est indiquée sur le plan d'encombrement de la machine.

Les boîtes à bornes auxiliaires possèdent des plaques à bornes et des presse-étoupes. Reportez-vous à la *Figure 4-1 Boîte à bornes auxiliaire ordinaire*. La taille maximum des conducteurs est normalement limitée à 2,5 mm² (0,004 pouces carrés) et leur tension est limitée à 750 V. Les presse-étoupes sont conçus pour des câbles de 10 – 16 mm (0,4” – 0,6”) de diamètre.

*****Remarque suivante pour les types d'enveloppes de protection électrique : Toutes les machines pour zones de danger**

REMARQUE : Pour les machines Ex, les presse-étoupes ou les traversées pour câbles d'alimentation doivent être certifiés Ex. Les presse-étoupes ou les traversées ne sont pas compris dans la livraison.

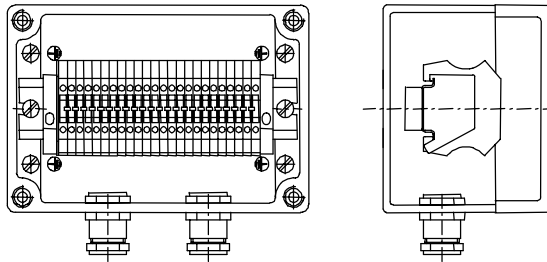


Figure 4-1 Boîte à bornes auxiliaire ordinaire

4.3.8.1 Raccordement des équipements auxiliaires et autres instruments

Raccordez les divers instruments et équipements auxiliaires conformément au schéma de connexion.

REMARQUE : Etudiez soigneusement le schéma de connexion livré avec la machine avant de raccorder les câbles. Vérifiez le raccordement et le fonctionnement des accessoires avant la mise en service de la machine.

REMARQUE : Etiquetez les bornes des accessoires, qui restent normalement sous tension lorsque la machine est arrêtée.

4.3.8.2 Raccordement d'un moto ventilateur

Le ventilateur externe possède normalement un moteur asynchrone triphasé. Une boîte à bornes se trouve en général sur le châssis du moteur du ventilateur. La plaque signalétique du moteur du ventilateur externe indique la tension et la fréquence à utiliser. Le sens de rotation du ventilateur est indiqué par une flèche située sur une plaque fixée à la machine.

REMARQUE : Vérifiez visuellement le sens de rotation du ventilateur externe avant de mettre en marche la machine. Si le ventilateur tourne dans le mauvais sens, l'ordre des phases du moteur du ventilateur doit être changé.

4.3.9 Raccordements à la terre

Le châssis de la machine, la boîte à bornes principale, les boîtes à bornes auxiliaires et les équipements associés doivent être reliés à la terre. Les raccordements à la terre et à l'alimentation doivent pouvoir protéger le châssis de la machine contre les potentiels électriques (tension) dangereux.

REMARQUE : La mise à la terre doit être effectuée conformément aux réglementations locales avant de relier la machine à l'alimentation.

REMARQUE : La garantie ne couvre pas les paliers endommagés suite à un câblage ou une mise à la terre inapproprié.

Marquez la machine et les boîtes à bornes avec des symboles de terre conformes aux normes nationales en vigueur.

*****Chapitre suivant pour les types d'application : Entraînements à vitesse variable**

4.3.10 Conditions des machines alimentées par convertisseur de fréquence

Conformément à la directive CEM (89/336/ CEE, modifiée 93/68/CEE), les machines à courant alternatif alimentées par convertisseur de fréquence doivent être installées avec des câbles blindés, comme indiqué ci-dessous. Pour connaître les autres câbles équivalents, veuillez contacter votre représentant ABB local.

4.3.10.1 Câble d'alimentation principale

Le câble d'alimentation principale reliant la machine au convertisseur de fréquence doit être un câble blindé symétrique à trois conducteurs afin de répondre aux exigences de puissance rayonnée définies dans la norme générique sur l'émission pour les environnements industriels (EN 50081-2). Pour en savoir plus, consultez le manuel ABB *Câblage et scellement du dispositif d'entraînement (3AFY 61201998 R0125 REV A)*.

4.3.10.2 Mise à la terre du câble d'alimentation principale

Conformément à la directive CEM, le câble d'alimentation principale demande une mise à la terre à haute fréquence. Une mise à la terre sur 360° des câbles blindés aux entrées de câbles est donc nécessaire dans la machine et dans le convertisseur de fréquence. La mise à la terre côté machine est effectuée par exemple à l'aide de traversées de câbles EMC ROX SYSTEM pour installations blindées.

REMARQUE : La mise à la terre à haute fréquence sur 360° des entrées de câbles sert à éliminer les perturbations électromagnétiques. De plus, les câbles blindés doivent être reliés à la terre pour répondre aux exigences de sécurité.

4.3.10.3 Câbles d'alimentation auxiliaires

Les câbles d'alimentation auxiliaires doivent être blindés pour répondre aux exigences de la directive CEM. Des presse-étoupes spéciaux doivent être utilisés pour une mise à la terre à haute fréquence sur 360° des câbles blindés aux entrées de câbles.

Chapitre 5 Mise en service et mise en marche

5.1 Généralités

L'établissement d'un rapport de mise en service est essentiel pour effectuer la maintenance de la machine et remédier aux éventuelles pannes.

La mise en service est jugée comme définitive uniquement lorsqu'un rapport de mise en service acceptable a été établi et remis aux parties concernées, à savoir le client et le fournisseur.

Pour obtenir le certificat de garantie de la machine, ce rapport de mise en service doit être envoyé à l'usine ABB qui a livré la machine. Pour connaître les coordonnées d'ABB, reportez-vous au *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

Un modèle de rapport de mise en service se trouve dans l'*Annexe RAPPORT DE MISE EN SERVICE*.

5.2 Vérification des installations mécaniques

Avant la mise en service, vérifiez l'alignement de la machine :

- Consultez le rapport d'alignement et assurez-vous que la machine est alignée conformément aux spécifications d'ABB définies dans le *Chapitre 3.6 Alignement*.
- Le rapport d'alignement doit toujours être inclus dans le rapport de mise en service.

Vérifiez que la machine est correctement fixée à son assise :

- Assurez-vous que l'assise n'est pas fissurée et que son état général est satisfaisant.
- Vérifiez le serrage des boulons d'ancrage.

Vérifications supplémentaires, le cas échéant :

- Vérifiez que le circuit de lubrification est mis en service et opérationnel avant de mettre en marche la machine.
- Si possible, assurez-vous manuellement que le rotor tourne librement et qu'aucun bruit anormal ne se fait entendre.
- Vérifiez le montage de la boîte à bornes principale et du circuit de refroidissement.
- Vérifiez le raccordement éventuel des canalisations d'huile et du circuit de refroidissement. Ceux-ci ne doivent pas fuir lorsqu'ils sont en marche.
- Vérifiez la pression et le débit de l'huile dans le circuit de lubrification, ainsi que la pression et le débit de l'eau dans le circuit de refroidissement.

5.3 Mesures de la résistance d'isolation

Avant de mettre une machine en marche pour la première fois, ou après une longue période d'immobilisation ou pour effectuer les travaux de maintenance, mesurez la résistance d'isolation de la machine. Reportez-vous au *Chapitre 7.6.4 Test de résistance d'isolation*.

5.4 Vérification des installations électriques

Une fois la résistance d'isolation du stator mesurée, les câbles d'alimentation électrique peuvent être définitivement raccordés à la boîte à bornes. Reportez-vous au *Chapitre 7.6.4 Test de résistance d'isolation*.

Vérifiez le raccordement des câbles d'alimentation électrique :

- Vérifiez que les boulons de fixation sont suffisamment serrés.
- Vérifiez que les câbles d'alimentation électrique sont correctement acheminés.
- Vérifiez que les câbles d'alimentation électrique ne subissent aucune torsion.
- Vérifiez les raccordements des équipements auxiliaires.

*****Remarque suivante pour type de protection : machines en zones à risques**

REMARQUE: Si un radiateur anti-condensation, sans dispositif d'autorégulation, se met en marche immédiatement après l'arrêt du moteur, prenez les mesures appropriées pour régler la température à l'intérieur du compartiment moteur. Ces radiateurs anti-condensation ne peuvent fonctionner que dans un environnement dont la température peut être régulée.

5.5 Dispositifs de mesure et de protection

5.5.1 Généralités

La machine est équipée de capteurs de chaleur qui doivent être reliés à un dispositif de protection thermique. Le type, l'emplacement et les réglages de ces capteurs sont spécifiés sur le plan d'encombrement et le schéma de connexion de la machine.

Le seuil d'alarme thermique des capteurs de température à résistance (Pt-100) doit être aussi bas que possible. Ce seuil se détermine en fonction des résultats de test ou des températures de service constatées. L'alarme thermique peut être réglée 10K (20°F) plus haute que la température de service de la machine à charge et à température ambiante maximum.

Si un dispositif de protection thermique double est utilisé, le premier seuil sert généralement de niveau d'alarme et le second seuil de déclenchement.

REMARQUE : En cas de déclenchement, trouvez la cause et éliminez le problème avant de remettre la machine en marche. En cas d'alarme, trouvez la cause et rectifiez la situation. Pour cela, reportez-vous au *Chapitre 8.1 Résolution des pannes*.

*****Remarque suivante pour les types de rotors : A aimant permanent**

REMARQUE : Les machines synchrones à aimants permanents sont équipées d'éléments résistifs Pt100 et/ou de thermistors. Pour éviter les risques de surcharge, l'utilisation de ces dispositifs de protection est obligatoire.

5.5.2 Température des bobinages du stator

5.5.2.1 Généralités

Les bobinages du stator sont fabriqués conformément à la classe d'isolation F, dont la température maximum est 155°C (300°F). Une température élevée détériore l'isolation et diminue la durée de vie du bobinage. Par conséquent, le choix des seuils d'alarme et de déclenchement doit être effectué judicieusement.

5.5.2.2 Capteurs de température à résistance

Seuils de température recommandés :

Pour déterminer les seuils de température, reportez-vous au schéma de connexion livré avec la machine. Nous vous recommandons d'appliquer la méthode décrite dans le *Chapitre 5.5.1 Généralités* pour déterminer les seuils de température.

5.5.2.3 Thermistances

Si la machine est équipée de thermistances (CTP), la température de service des thermistances est indiquée sur le schéma de connexion. Choisissez entre un seuil d'alarme ou un seuil de déclenchement. Si la machine est équipée de six thermistances, des seuils d'alarme et des seuils de déclenchement peuvent être définis.

5.5.3 Protection thermique des paliers

5.5.3.1 Généralités

Les paliers peuvent être équipés de capteurs permettant de contrôler leur température. Les hautes températures diminuent la viscosité de la graisse ou de l'huile utilisée. Si la viscosité est trop faible, le film lubrifiant à l'intérieur des paliers devient insuffisant, les paliers ne fonctionnent plus correctement, et par conséquent, l'arbre risque de se détériorer.

Si la machine est équipée de capteurs de température à résistance, la température des paliers doit être contrôlée en continu. Si la température d'un palier augmente sans raison, arrêtez immédiatement la machine, car une température élevée indique un problème de palier.

5.5.3.2 Capteurs de température à résistance

Seuils de température recommandés :

Pour déterminer les seuils de température, reportez-vous au schéma de connexion livré avec la machine. Nous vous recommandons d'appliquer la méthode décrite dans le *Chapitre 5.5.1 Généralités* pour déterminer les seuils de température.

5.5.3.3 Thermistances

Si les paliers à roulements sont équipés de thermistances (CTP), la température de service des thermistances est indiquée sur le schéma de connexion. Choisissez entre un seuil d'alarme ou un seuil de déclenchement. Si les paliers à roulements sont équipés de deux thermistances, des seuils d'alarme et des seuils de déclenchement peuvent être définis.

5.5.4 Dispositifs de protection

La machine doit être protégée contre les perturbations, pannes et surcharges diverses. Cette protection doit être conforme aux réglementations en vigueur dans le pays où la machine est utilisée.

Les valeurs des paramètres de la machine pour les réglages du relais sont données dans le document "Caractéristiques techniques de la machine" inclus dans la documentation livrée avec la machine.

REMARQUE : Le constructeur de la machine n'est pas responsable du réglage des dispositifs de protection sur le site.

5.6 Mise en marche d'essai

5.6.1 Généralités

La mise en marche d'essai est une procédure standard qui intervient une fois que l'installation et l'alignement sont terminés, que les raccordements mécaniques et électriques sont effectués, que la mise en service est complète et que les dispositifs de protection sont activés.

REMARQUE : Si possible, cette mise en marche d'essai doit être effectuée sans que le dispositif d'entraînement ne soit accouplé à l'équipement entraîné. La charge supportée par la machine doit dans tous les cas être minimum.

5.6.2 Précautions à prendre avant la mise en marche d'essai

Inspectez visuellement la machine et ses équipements. Vérifiez que les contrôles et réglages nécessaires ont été effectués.

Avant de procéder à la mise en marche d'essai, prenez les précautions suivantes :

*****Puce suivante pour les types de machine : A paliers lisses**

- Vérifiez que les réservoirs d'huile et les éventuels circuits d'alimentation en huile des paliers lisses sont remplis au niveau requis avec une huile recommandée. Le circuit d'alimentation en huile doit être ouvert.

*****Puce suivante pour les types de machine : A paliers à roulements**

- Assurez-vous manuellement que le rotor tourne librement et qu'aucun bruit anormal ne se fait entendre au niveau des paliers. Pour tourner un rotor équipé de paliers lisses, munissez-vous d'un bras de levier simple.
- Si le moyeu d'accouplement n'est pas monté, c'est que la clavette du bout d'arbre est verrouillée ou retirée.

*****Puce suivante pour les types de refroidissement : Air/eau**

- Pour les machines refroidies par circulation d'eau, ouvrez le circuit d'alimentation en eau. Vérifiez le serrage des brides de fixation et du circuit de refroidissement.
- Vérifiez que les branchements des câbles et des bornes sont conformes au schéma de connexion.
- Vérifiez les connexions à la terre et les dispositifs de mise à la terre.
- Vérifiez les relais de chaque dispositif de mise en marche, de réglage, de protection et d'alarme.
- Vérifiez la résistance d'isolation des bobinages et des autres équipements.

- Vérifiez que les capots de la machine sont en place et que les joints d'étanchéité sont correctement montés.
- Nettoyez la machine et ses alentours.

*****Puce suivante pour les types d'enveloppes de protection électrique : EEx p et Ex p**

- Purgez et pressurisez l'enveloppe de protection électrique des machines Ex. Pour cela, reportez-vous aux instructions de purge et de pressurisation de la machine.

5.6.3 Mise en marche

La première mise en marche ne doit durer qu'une (1) seule seconde, le temps de vérifier le sens de rotation de la machine. Vérifiez également le sens de rotation des éventuels moteurs des ventilateurs externes. Vérifiez que les pièces en rotation ne touchent pas les pièces fixes.

REMARQUE : Si la machine ne possède pas de palier fixe axial et qu'elle est mise en marche sans être accouplée, l'arbre se déplace dans le sens axial avant de se stabiliser.

5.6.3.1 Sens de rotation

Le but de la première mise en marche est de vérifier le sens de rotation de la machine. Celle-ci doit tourner dans le même sens que la flèche située sur le châssis ou sur le capot du ventilateur. Le sens de rotation du moteur du ventilateur externe est indiqué par une flèche située près du moteur du ventilateur. La machine ne peut être utilisée que dans le sens de rotation indiqué. Le sens de rotation est indiqué sur la plaque signalétique. Reportez-vous à l'*Annexe Position habituelle des plaques*.

Les machines tournant dans les deux sens sont signalées par une double-flèche située sur la plaque signalétique ainsi que sur le châssis.

Si le sens de rotation désiré diffère de celui indiqué sur la machine, les ventilateurs du circuit de refroidissement interne et/ou externe doivent être changés, ainsi que l'étiquetage de la plaque signalétique.

Pour changer le sens de rotation, permutez les deux câbles d'alimentation.

*****Chapitre suivant pour les types de rotors : Bagues collectrices**

5.6.3.2 Mise en marche des machines équipées de bagues collectrices

Les machines équipées de bagues collectrices ne peuvent pas être utilisées sans démarreur. Le démarreur se compose d'une résistance variable reliée à chaque borne de phase du rotor via les bagues collectrices. Le choix du démarreur se fait en fonction du couple et du courant de mise en marche requis. En général, la mise en marche se fait au couple et au courant nominal.

Au cours de la mise en marche, la résistance du démarreur diminue et la vitesse du couple de décrochage passe au maximum. La vitesse de la machine se situe toujours entre le couple de décrochage réel et la vitesse synchrone. L'exploitation de la machine entre le couple au ralenti et le couple de décrochage ou le décrochage au démarrage est interdit.

REMARQUE : Les mises en marche ratées effectuées sans vérifier les réglages de la bague collectrice peuvent endommager gravement la machine ! Vérifiez également les branchements et le fonctionnement du démarreur.

REMARQUE : Le dispositif de relevage des balais doit se trouver en position de mise en marche avant de mettre en marche la machine.

*****Chapitre suivant pour les types d'enveloppes de protection électrique : EEx p et Ex p**

5.6.3.3 Mise en marche des machines EEx p et Ex p

En cours d'exploitation, l'enveloppe électrique des machines EEx p et Ex p est protégée par pressurisation contre les explosions. Avant de pressuriser l'intérieur, la machine doit être purgée avec de l'air propre. Les instructions relatives aux dispositifs de purge et de pressurisation sont données dans un manuel séparé. Si de l'air s'échappe de l'enveloppe de protection de la machine, étanchéisez les joints.

Le dispositif de purge et de pressurisation doit être connecté au système de verrouillage de mise en marche en reliant les signaux d'alarme et d'état de la machine au dispositif de déclenchement principal, de sorte à empêcher la mise en marche de la machine avant la fin de la purge et avant que l'enveloppe électrique de la machine ne soit pressurisée.

5.7 Première utilisation de la machine

Une fois la mise en marche d'essai effectuée la machine peut être remise en marche. Une fois la mise en marche d'essai effectuée, le dispositif d'entraînement et l'équipement entraîné doivent être accouplés et la machine peut être remise en marche.

5.7.1 Surveillance pendant les premières heures d'exploitation

Au cours des premières heures d'exploitation de la machine, vérifiez que celle-ci ne se comporte pas de façon inattendue. Contrôlez régulièrement le niveau de vibration, la température des bobinages et des paliers et les autres équipements. Si rien d'anormal n'est remarqué, vous pouvez laisser tourner la machine.

Vérifiez la charge de service de la machine en comparant le courant de charge avec la valeur indiquée sur la plaque signalétique de la machine.

Enregistrez les températures données par les capteurs situés dans les bobinages et/ou dans les paliers. Vérifiez fréquemment les températures pour vous assurer qu'elles ne dépassent pas les seuils d'alarme. Nous vous recommandons de surveiller les températures en continu.

REMARQUE : Si les capteurs de température à résistance (Pt-100) ou autres capteurs équivalents ne fonctionnent pas, essayez de mesurer la température à la surface des paliers. La température des paliers est environ 10°C (20°F) supérieure à la température de leur surface.

Si des déviations par rapport aux conditions normales d'exploitation sont constatées, par ex. températures, bruit ou vibrations élevés, arrêtez la machine et trouvez les raisons de ces problèmes. Si besoin est, consultez le constructeur de la machine.

REMARQUE : Ne désactivez jamais les dispositifs de protection lorsque la machine est en marche ou lorsque vous cherchez les raisons d'un éventuel problème.

5.7.2 Vérifications pendant l'exploitation de la machine

Pendant les premiers jours d'exploitation, il est important de surveiller de près la machine pour détecter les éventuels changements de niveaux de vibration ou de températures ou repérer les bruits indésirables.

5.7.3 Paliers

Les machines électriques tournantes construites par ABB sont équipées soit de paliers à roulements soit de paliers lisses.

*****Chapitre suivant pour les types de machine : A paliers à roulements**

5.7.3.1 Machines équipées de paliers à roulements

Pour les machines nouvellement installées ou pour les machines qui n'ont pas été utilisées pendant plus de 2 mois, injectez de la graisse neuve dans les paliers immédiatement après la mise en marche de la machine. Cette nouvelle graisse doit être injectée lorsque la machine est en marche, et injectée jusqu'à ce que l'ancienne graisse soit éliminée et que la nouvelle graisse sorte de la vanne de lubrification située au bas du logement du palier.

REMARQUE : Les intervalles de lubrification ne doivent jamais dépasser 12 mois.

Le type de graisse utilisé d'origine est indiqué sur la plaque de palier de la machine. Les types de graisses acceptés sont indiqués au *Chapitre 7.5.3 Paliers à roulements*.

Au début, la température des paliers augmente en raison de l'excès de graisse. Puis après quelques heures, la graisse en excès est éliminée par la vanne de lubrification et la température des paliers revient dans les limites d'exploitation normale.

Après que la machine a tourné pendant plusieurs heures, mesurez les vibrations ou les valeurs SPM à partir des raccords SPM, si ceux-ci sont installés sur la machine, et enregistrez ces valeurs pour les utiliser ultérieurement.

*****Chapitre suivant pour les types de machine : A paliers lisses****5.7.3.2 Machines équipées de paliers lisses**

Vérifiez qu'aucune pièce en rotation ne frotte contre des pièces fixes. Vérifiez le niveau d'huile par le voyant d'huile. Pour un niveau d'huile correct, l'huile doit arriver au milieu du voyant d'huile, mais tant que le niveau d'huile se trouve dans les limites du voyant d'huile, c'est que le niveau est acceptable.

Au début, vérifiez continuellement la température et le niveau d'huile des paliers. Cette mesure est particulièrement importante pour les paliers auto-lubrifiés. Si la température du palier augmente soudainement, arrêtez immédiatement la machine et trouvez la raison de l'augmentation de température avant de remettre la machine en marche. Si aucune raison logique n'est trouvée à l'aide des équipements de mesure, nous vous recommandons d'ouvrir le palier et de vérifier son état. Si la machine est encore sous garantie, contactez l'usine qui l'a construite avant de tenter quoique ce soit.

Pour les paliers auto-lubrifiés, vérifiez la rotation de la bague à huile à travers la fenêtre d'inspection située au-dessus du palier. Si la bague à huile ne tourne pas, arrêtez immédiatement la machine, car une bague à huile immobile endommage le palier.

Pour les machines lubrifiées par arrosage, la pression de l'alimentation en huile se règle à l'aide de la lumière de refoulement. La pression d'alimentation en huile normale est $125 \text{ kPa} \pm 25 \text{ kPa}$ ($18 \text{ psi} \pm 4 \text{ psi}$). Cette valeur correspond au débit d'huile correct à envoyer vers le palier. Une pression d'alimentation plus élevée n'améliore en rien le processus et risque d'entraîner des fuites d'huile dans le palier. Le débit d'huile est également indiqué sur le plan d'encombrement.

REMARQUE : Le circuit de lubrification doit être conçu de sorte que la pression à l'intérieur du palier soit égale à la pression atmosphérique (pression extérieure). La pression d'air entrant dans le palier par les orifices d'entrée/sortie d'huile entraîne des fuites d'huile dans les paliers.

5.7.4 Vibrations

Pour tout savoir sur les vibrations, reportez-vous au *Chapitre 7.4.2 Vibrations et bruit*.

5.7.5 Niveaux de température

La température des paliers, des bobinages du stator et de l'air de refroidissement doit être contrôlée lorsque la machine est en marche.

La température des bobinages et des paliers ne se stabilise qu'après plusieurs heures d'exploitation (4-8 heures), lorsque la machine tourne à pleine charge.

La température du bobinage du stator dépend de la charge de la machine. Si pendant ou juste après la mise en marche, vous n'obtenez pas de charge maximum, la charge et la température réelles doivent être notées et ajoutées au rapport de mise en service.

Pour connaître les niveaux d'alarme et de déclenchement recommandés, reportez-vous au schéma de connexion principal et au *Chapitre 7.4.3.3 Evaluation*.

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air/air et air/eau**

5.7.6 Echangeurs de chaleur

Avant de mettre la machine en marche, vérifiez que les raccordements sont corrects et que le circuit ne fuit pas. Après que la machine a tourné un certain temps, vérifiez le circuit de refroidissement. Vérifiez que le liquide ou l'air de refroidissement circule librement.

*****Chapitre suivant pour les types de rotor : Bagues collectrices**

5.7.7 Bagues collectrices

Vérifiez que les balais des bagues collectrices ne font pas d'étincelles.

5.8 Arrêt de la machine

L'arrêt de la machine dépend de ses utilisations, mais les principes suivants s'appliquent :

- Réduisez la charge de l'équipement entraîné, le cas échéant.
- Enclenchez le frein principal.
- Allumez les éventuels résistances de réchauffage, si ceux-ci ne se mettent pas en route automatiquement.

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air/eau et chemise d'eau**

- Pour les machines refroidies par circulation d'eau, coupez l'alimentation en eau pour éviter la condensation à l'intérieur de la machine.

Chapitre 6 Exploitation

6.1 Généralités

Pour garantir une exploitation sans problème, une machine doit être contrôlée et surveillée.

Avant de mettre une machine en marche, vérifiez toujours les points suivants :

- Les paliers doivent être graissés ou remplis d'huile conformément au plan d'encombrement et aux spécifications techniques du fabricant.
- Le circuit de refroidissement doit fonctionner.
- L'enveloppe électrique de la machine a été purgée et pressurisée, si nécessaire.
- Aucun travail de maintenance n'est en cours.
- Le personnel et les équipements auxiliaires sont prêts pour la mise en marche de la machine.

Pour connaître les procédures de mise en marche, lisez le *Chapitre 5.6.3 Mise en marche*.

Si des déviations par rapport aux conditions normales d'exploitation sont constatées, par ex. températures, bruit ou vibrations élevés, arrêtez la machine et trouvez les raisons de ces problèmes. Si besoin est, consultez le constructeur de la machine.

REMARQUE : Les surfaces de la machine sont chaudes lorsque celle-ci tourne avec une charge.

*****Remarque suivante pour les types de rotor : A aimants permanents**

REMARQUE : Les surcharges subies par la machine peuvent démagnétiser les aimants permanents et endommager les bobinages.

6.2 Conditions normales d'exploitation

Les machines construites par ABB sont conçues pour être utilisées dans les conditions normales d'exploitation définies par les normes CEI ou NEMA, les spécifications du client et les normes internes à ABB.

Ces conditions d'exploitation, comme la température ambiante ou la hauteur d'utilisation maximum, sont indiquées dans les caractéristiques techniques de la machine livrées avec la documentation du projet. L'assise ne doit pas être sujette aux vibrations externes et l'air environnant doit être exempt de poussières, de sel et de gaz ou substances corrosifs

REMARQUE : Les mesures de sécurité présentées dans *Consignes de sécurité* au début de ce guide doivent être respectées à tout moment.

6.3 Nombre de démarrages

Le nombre de démarrages consécutifs autorisés des machines en ligne directe dépend essentiellement des caractéristiques de la charge (courbe de couple en fonction de la vitesse de rotation, inertie) ainsi que du type et de la conception de la machine. Des démarrages répétés ou avec une charge trop importante augmentent la température de façon anormale ainsi que

les contraintes de la machine, ce qui raccourcit sa durée de vie et peut entraîner même des pannes.

Pour en savoir plus sur le nombre de démarrages consécutifs ou le nombre de démarrages annuels autorisés, reportez-vous aux caractéristiques de la machine ou consultez le constructeur. Les caractéristiques en charge de l'application doivent être connues pour déterminer les fréquences de démarrage. En règle générale, le nombre maximum de démarrages pour une application normale est de 1000 par an.

Un système de comptage permettant de contrôler le nombre de démarrages effectués doit être utilisé.

REMARQUE : Les mesures de sécurité présentées dans *Consignes de sécurité* au début de ce guide doivent être respectées à tout moment.

6.4 Surveillance

Le personnel d'exploitation doit inspecter la machine à intervalles réguliers. Il doit pour cela utiliser observer de près la machine (écouter, toucher, sentir) et les équipements associés pour être en mesure de déterminer quelles sont leurs conditions normales d'exploitation.

Le but de cette surveillance est de familiariser le personnel avec le matériel. La surveillance est essentielle pour repérer et réparer les éventuels problèmes.

La surveillance et la maintenance sont des opérations différentes. Une surveillance normale consiste à enregistrer des données d'exploitation telles que la charge, les températures et les vibrations. Ces données constituent une base utile pour effectuer les travaux de maintenance.

- Au cours de la première période d'exploitation (- 200 heures), la surveillance doit être intensive. La température des paliers et des bobinages, la charge, le courant, le refroidissement, la lubrification et les vibrations doivent être vérifiés fréquemment.
- Au cours de la période d'exploitation suivante (entre 200 et 1000 heures), une vérification journalière est suffisante. Un rapport des inspections de surveillance doit être rempli et conservé pour référence. L'intervalle entre les inspections peut être allongé si l'exploitation est continue et stable.

Pour connaître la liste des contrôles appropriés, reportez-vous à l'*Annexe RAPPORT DE MISE EN SERVICE*.

6.4.1 Paliers

La température des paliers et leur lubrification doivent être suivies de près. Reportez-vous au *Chapitre 5.7.3 Paliers*.

6.4.2 Vibrations

Les niveaux de vibration de l'ensemble entraînement/équipement entraîné doivent également être surveillés. Reportez-vous au *Chapitre 7.4.3 Vibrations*.

6.4.3 Températures

Les températures des paliers, du bobinage du stator et de l'air de refroidissement doivent être contrôlées lorsque la machine est en marche. Reportez-vous au *Chapitre 5.7.5 Niveaux de température*.

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air/air et air/eau**

6.4.4 Echangeur de chaleur

Vérifiez que les raccordements sont corrects et que le circuit ne fuit pas. Vérifiez que le liquide ou l'air de refroidissement circule librement.

*****Chapitre suivant pour les types de rotor : Bagues collectrices**

6.4.5 Bagues collectrices

Vérifiez l'usure des balais de carbone et changez-les avant que le repère d'usure ne soit atteint. Vérifiez que les balais ne font pas d'étincelles.

Assurez-vous que les surfaces des bagues collectrices sont lisses. Dans le cas contraire, les bagues collectrices doivent être polies sur un tour. Dans des conditions idéales, une couche régulière de patine de couleur marron doit se former à la surface des bagues collectrices au cours des premières heures d'exploitation.

Vérifiez l'étanchéité du logement des bagues collectrices. L'eau, la graisse, l'huile ou la poussière ne doivent pas pouvoir pénétrer dans le logement.

6.5 Suivi de la machine

Le suivi de la machine consiste à enregistrer les données d'exploitation telles que la charge, les températures et les vibrations. Ces données constituent une base utile pour effectuer les travaux de maintenance.

6.6 Arrêt de la machine

Lorsque la machine est arrêtée, des résistances de réchauffage doivent être allumées. Leur rôle est d'empêcher la condensation à l'intérieur de la machine.

*****Paragraphe suivant pour les types de refroidissement : Air/eau et chemise d'eau**

Pour les machines refroidies par circulation d'eau, l'alimentation en eau doit être coupée afin d'éviter toute condensation à l'intérieur de la machine.

REMARQUE : Même à l'arrêt, la boîte à bornes reste sous tension, afin d'alimenter les éléments chauffants ou le chauffage direct des bobinages.

Chapitre 7 Maintenance

7.1 Maintenance préventive

Une machine électrique tournante constitue très souvent l'élément essentiel d'une installation plus importante. Il est donc nécessaire de la surveiller et de l'entretenir correctement, si vous souhaitez l'utiliser en toute sécurité et pour longtemps.

La maintenance a pour but :

- De s'assurer que la machine fonctionne en toute sécurité sans qu'aucun incident inattendu ne se produise.
- D'estimer et de planifier des travaux de maintenance appropriés afin de réduire les temps d'arrêt-machine.

La surveillance et la maintenance sont des opérations différentes. Normalement, la surveillance sert à enregistrer les données de fonctionnement telles que la charge, les températures, les vibrations, et à vérifier la lubrification et les mesures de résistance de l'isolation.

Une fois la mise en service effectuée, la surveillance doit être intensive. La température des paliers et des bobinages, la charge, le courant, le refroidissement, la lubrification et les vibrations doivent être constamment vérifiés.

Ce chapitre donne des recommandations sur le programme de maintenance et des instructions sur l'application des travaux de maintenance les plus courants. Ces instructions et recommandations doivent être lues attentivement et utilisées comme référence lorsque vous planifiez le programme de maintenance. La liste des recommandations de maintenance présentée dans ce chapitre n'est pas exhaustive. En intensifiant les activités de maintenance et de surveillance, vous augmenterez la fiabilité et la durée de vie de la machine.

Les données obtenues au cours de la surveillance sont utiles pour estimer et planifier les besoins en maintenance. Si certaines de ces données révèlent un fonctionnement anormal, les indications données au *Chapitre 8 Résolution des pannes* vous aideront à localiser la raison des problèmes.

ABB vous conseille de faire appel à des experts pour établir vos programmes de maintenance, conduire les travaux de maintenance et effectuer les recherches de pannes éventuelles. Pour cela, le Service après-ventes d'ABB sera heureux de vous proposer son aide. Les coordonnées du Service après-ventes d'ABB se trouvent dans le *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

Pour mener à bien un programme de maintenance, vous devez disposer du kit pièces de rechanges approprié. Pour disposer rapidement des pièces de rechanges nécessaires, il suffit de les avoir en stock. Le Service après-ventes d'ABB peut vous procurer des kits pièces de rechanges prêtes à l'emploi. Reportez-vous au *Chapitre 9.1.2 Pièces de rechange*.

7.2 Mesures de sécurité

Pour éviter tout risque de blessures corporelles, respectez les consignes générales de sécurité et les réglementations locales en vigueur avant d'intervenir sur du matériel électrique. Ces consignes de sécurité doivent être communiquées au personnel chargé de la maintenance avant toute intervention.

Le personnel chargé de la maintenance des matériels et installations électriques doit être hautement qualifié. Ce personnel doit avoir reçu une formation adéquate et connaître les procédures et tests de maintenance particuliers relatifs aux machines électriques tournantes.

*****Trois paragraphes suivants pour les types d'enveloppes de protection électrique :
Toutes les machines pour zones de danger**

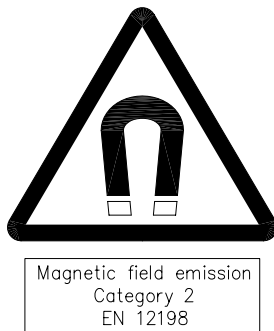
Les machines installées dans des zones de danger sont spécialement conçues pour se conformer aux réglementations officielles relatives au risque d'explosion. Si ces machines ne sont pas utilisées correctement, si elles sont mal connectées ou si leur structure a été modifiée, ne serait-ce que légèrement, leur fiabilité ne peut plus être garantie.

Les normes relatives au raccordement et à l'utilisation d'une machine électrique dans des zones de danger doivent être respectées, surtout les normes nationales d'installation (voir normes : CEI 60079-14, CEI 6000-17 et CEI 6007-19). Seul un personnel formé en conséquence et connaissant ces normes est autorisé à manipuler ce genre de machines.

Désactivez les dispositifs de verrouillage avant de travailler sur la machine ou l'équipement entraîné. Assurez-vous que les risques d'explosion sont nuls lorsque la machine est en marche.

Pour connaître les consignes générales de sécurité, reportez-vous à *Consignes de sécurité* au début de ce guide.

*****Remarque suivante pour les types de rotor : A aimant permanent**



REMARQUE: Les machines à aimant permanent produisent une tension lorsque l'arbre tourne. Empêchez l'arbre de tourner avant d'ouvrir la boîte à bornes. N'ouvrez pas ou ne touchez pas des bornes non protégées lorsque l'arbre de la machine tourne. Respectez les *Consignes de sécurité* au début de ce guide.

*****Remarque suivante pour les types d'application : Entraînements à vitesse variable**

REMARQUE : La boîte à bornes des machines alimentées par convertisseur de fréquence peut être sous tension même lorsque la machine est arrêtée.

7.3 Programme de maintenance

Ce chapitre présente un programme de maintenance recommandé destiné aux machines ABB. Ce programme de maintenance est d'ordre général et doit être considéré uniquement comme une maintenance minimum. La maintenance doit être intensifiée lorsque les conditions locales sont difficiles ou qu'une plus grande fiabilité est requise. Remarquez également que même lorsque le programme de maintenance suivant est respecté, une surveillance et une observation normales de l'état de la machine doivent être effectuées.

Notez que même si les programmes de maintenance présentés ci-dessous sont prévus pour correspondre à la machine, ils contiennent parfois des informations relatives à des accessoires qui ne sont pas installés sur toutes les machines.

Le programme de maintenance comporte quatre niveaux, qui interviennent en fonction des heures d'exploitation. Etant donné que les heures d'exploitation et que les temps d'arrêt-machine varient, le niveau 1 comprend principalement des inspections visuelles rapides et le niveau 4 des mesures et des changements de pièces plus poussés. Pour en savoir plus sur les kits pièces de rechange adaptés à chaque programme de maintenance, consultez le *Chapitre 9.2 Pièces de rechange pour machines électriques tournantes*. L'intervalle de maintenance recommandé est spécifié dans le *Tableau 7-1 Intervalles de maintenance*. Les heures d'exploitation recommandées données dans ce chapitre sont indiquées en heures d'exploitation équivalentes (H éq.), qui s'obtiennent à l'aide de la formule suivante :

*****Paragraphe suivant pour les types d'application : Entraînements à vitesse variable**

Heures d'exploitation équivalentes (H éq.) = heures d'exploitation réelles

*****Paragraphe suivant pour les types d'application : Entraînements à vitesse constante**

Heures d'exploitation équivalentes (H éq.) = heures d'exploitation réelles + nombre de mises en marche x 20

Niveau 1 (N1)

Le Niveau 1 de maintenance ou la maintenance N1 comporte des inspections visuelles et une maintenance très limitée. Le but de cette maintenance est de repérer rapidement les éventuels problèmes avant qu'ils ne prennent trop d'ampleur et qu'ils entraînent des pannes et des interventions de maintenance non planifiées. Il permet également d'estimer les travaux de maintenance à effectuer lors d'une révision plus importante.

Cette maintenance dure environ 4 à 8 heures, en fonction du type et de l'installation de la machine et de la profondeur des inspections. Les outils nécessaires pour effectuer cette maintenance comprennent des outils d'entretien normaux, comme par exemple des clés et des tournevis. Les préparations consistent à ouvrir les capots d'inspection. Nous vous recommandons de tenir le kit pièces de rechange nécessaire à disposition avant de commencer la maintenance.

Le niveau 1 de maintenance doit être effectué après 4000 heures d'exploitation équivalentes ou six mois après la mise en service de la machine. Ensuite, la maintenance N1 doit être effectuée tous les ans, exactement entre les maintenances de niveau 2. Reportez-vous au *Tableau 7-1 Intervalles de maintenance*.

Niveau 2 (N2)

Le Niveau 2 de maintenance ou la maintenance N2 comporte principalement des inspections et des tests ainsi que des petits travaux de maintenance. Le but de cette maintenance est de s'assurer que la machine fonctionne sans rencontrer de problèmes particuliers et d'effectuer des petites réparations pour garantir une exploitation continue.

Cette maintenance dure environ 8 à 16 heures, en fonction du type et de l'installation de la machine et de la quantité des travaux à effectuer. Les outils nécessaires pour effectuer cette maintenance comprennent des outils d'entretien normaux, à savoir un appareil de mesure universel, une clé dynamométrique et un contrôleur de résistance d'isolation. Les préparations consistent à ouvrir les capots d'inspection et les paliers si nécessaire. Les pièces de rechange nécessaires à ce niveau de maintenance doivent être comprises dans le kit de maintenance.

Le niveau 2 de maintenance doit être effectué après 8000 heures d'exploitation équivalentes ou un an après la mise en service de la machine. Ensuite, la maintenance N2 doit être effectuée tous les ans ou toutes les 8000 heures d'exploitation équivalentes. Reportez-vous au *Tableau 7-1 Intervalles de maintenance*.

Niveau 3 (N3)

Le Niveau 3 de maintenance ou la maintenance N3 consiste à effectuer des inspections et des tests plus poussés, ainsi que les travaux de maintenance plus importants mis en évidence lors des maintenances N1 et N2. Le but de cette maintenance est de résoudre les problèmes rencontrés et de remplacer les pièces usées.

Cette maintenance dure environ 16 à 40 heures, en fonction du type et de l'installation de la machine et de la quantité de réparations et remplacements à effectuer. Les outils nécessaires à cette maintenance sont les mêmes que ceux nécessaires à la maintenance de niveau 2, avec en plus un endoscope et un oscilloscope. Les préparations consistent à ouvrir les capots d'inspection, les paliers et le circuit de refroidissement liquide, le cas échéant. Les pièces de rechange nécessaires à ce niveau de maintenance doivent être comprises dans le kit de maintenance.

La maintenance de niveau 3 doit être effectuée tous les 24 000 heures d'exploitation équivalentes ou à des intervalles de trois à cinq ans. Lorsque la maintenance N3 est effectuée, les maintenances N1 ou N2 prévus sont inutiles mais leur planning n'est en rien modifié. Reportez-vous au *Tableau 7-1 Intervalles de maintenance*.

Niveau 4 (N4)

La maintenance de niveau 4 ou la maintenance N4 consiste à effectuer des inspections et des travaux d'entretien poussés. Le but de cette maintenance est de restaurer l'état de la machine pour garantir une exploitation sans problème.

Cette maintenance dure environ 40 à 80 heures, en fonction principalement de l'état de la machine et des actions de restauration nécessaires. Les outils nécessaires à cette maintenance sont les mêmes que ceux nécessaires à la maintenance de niveau 3, avec en plus un dispositif de dépose du rotor. Les préparations consistent à ouvrir les capots d'inspection, les paliers et le circuit de refroidissement liquide, le cas échéant, et à déposer le rotor et l'excitateur, le cas échéant.

Le nombre de pièces de rechange nécessaire à ce niveau de maintenance est difficile à déterminer. Le kit pièces de rechange est bien-sûr recommandé, et les pièces de rechange comprises dans le kit pièces de rechanges capitales garantissent une exécution rapide et sans problème de cette maintenance.

La maintenance de niveau 4 doit être effectuée toutes les 80 000 heures d'exploitation équivalentes. Lorsque la maintenance N4 est effectuée, les maintenances N1, N2 ou N3 prévues sont inutiles mais leur planning n'est en rien modifié. Reportez-vous au *Tableau 7-1 Intervalles de maintenance*.

7.3.1 Programme de maintenance recommandé

Abréviation utilisée dans le programme de maintenance :

- V = Inspection visuelle
- N = Nettoyage
- D = Démontage et remontage

- R = Remise en état et changement de pièces
- T = Tests et mesures.

Les options présentées ne sont pas applicables pour toutes les machines.

Tableau 7-1. Intervalles de maintenance

Objet de la maintenance	INTERVALLES DE MAINTENANCE				Vérification / Test
	En heures d'exploitation équivalentes ou en période, en fonction de la première limite atteinte				
	N1	N2	N3	N4	
	4 000 H éq. 12 000 H éq. 20 000 H éq. 28 000 H éq.	8 000 H éq. 16 000 H éq.	24 000 H éq.	80 000 H éq.	
	Semi-annuel	Annuel	Tous les 3 à 5 ans	Révision	

7.3.1.1 Structure générale

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Exploitation de la machine	V / T	V / T	V / T	V / T	Mise en marche, arrêt, mesures des vibrations, essai à vide
Montage et assise	V	V / T	V / T	V / T / D	Fissures, rouille, alignement
Extérieur	V	V	V	V	Rouille, fuites, état
Fixations	V	V / T	V / T	V / T	Serrage des fixations
Boulons d'ancrage	V	V	V / T	V / T	Fixation, état

7.3.1.2 Raccordements à haute tension

*****Tableau suivant pour les types d'application : Entraînements et générateurs à vitesse variable**

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Câblage à haute tension	V	V / T	V / T	V / T / D	Usure, fixation
Raccordements à haute tension	V	V / T	V / T	V / T / D	Oxydation, fixation
Accessoires de la boîte à bornes, par ex. condensateur de surtension et câbles d'arrêt	V	V	V	V	Etat général
Traversées de câbles	V	V	V	V	Etat des câbles entrants dans la machine et à l'intérieur de la machine

*****Tableau suivant pour les types d'application : Entraînements à vitesse constante**

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Câblage à haute tension	V	V / T	V / T	V / T / D	Usure, fixation
Raccordements à haute tension	V	V / T	V / T	V / T / D	Oxydation, fixation
Transformateur de puissance	V	V / T	V / T	V / T	Fonctionnement, état
Accessoires de la boîte à bornes, par ex. condensateur de surtension et câbles d'arrêt	V	V	V	V	Etat général
Dispositif de mise en marche	V	V / T	V / T	V / T	Fonctionnement, état
Traversées de câbles	V	V	V	V	Etat des câbles entrants dans la machine et à l'intérieur de la machine

7.3.1.3 Stator et rotor

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Stator bobiné	V	V	V	V / N	Fixation, fissures, soudures
Isolation du bobinage du stator	V	V / T	V / T / N	V / T / N	Usure, propreté, résistance d'isolation, test d'isolation des tours de fils, (test à haute tension)
Têtes de bobines du stator	V	V	V	V	Etat de l'isolation
Supports de bobinage et jonctions du stator	V	V	V	V	Etat de l'isolation
Cales d'encoches stator	V	V	V	V	Mouvement, serrage
Barres ou câbles de connexion du stator	V	V	V	V	Fixation, isolation
Fixation et sertissage des cosses et câbles stator	V	V / T	V / T	V / T	Serrage, état
Instrumentation	V	V	V	V	Etat des câbles et des attaches de câbles
Pôles du rotor	V	V	V	V	Mouvement, serrage, fixation
Isolation de bobinage du rotor	V	V / T	V / T / N	V / T / N	Usure, propreté, résistance de l'isolation, test de chute de tension
Supports des bobines et jonctions du rotor	V	V	V	V	Mouvement, pliures
Masses d'équilibrage du rotor	V	V	V	V	Mouvement
Arbre et moyeu rotor	V	V	V	V	Fissure, corrosion
Entrefer	V	V / T	V / T	V / T / D	Régularité
Raccordements du rotor	V	V	V / T	V / T	Fixation, état général
Balais de mise à la terre	V	V	V	V	Fonctionnement et état général
Isolation de l'arbre du rotor	V	V	V / T	V / T	Etat général, résistance d'isolation

REMARQUE : Il est déconseillé de démonter et d'inspecter l'intérieur des machines avec enveloppe de protection électrique plus souvent que tous les 3-5 ans (N3).

*****Chapitre suivant pour les types de rotor : Bagues collectrices**

7.3.1.4 Bagues collectrices

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Montage	V	V / N	V / N	V / N	Montage, isolation
Porte-balais	v	V / T	V / T	V / T	Alignement
Balais	V	V / T	V / T	V / T	Voûtement, jeu
Câblage u jeu de bagues	V	V	V	V	Usure, déformation
Bagues collectrices	V / T	V / T	V / T	V / T	Usure, ovalisation, patine
Gaines des porte-balais	V	V / T	V / T	V / T	Résistance de l'isolation
Eléments Pt-100 (stator, air de refroidissement, paliers)	V	V / T	V / T	V / T	Résistance, résistance d'isolation
Résistance de réchauffage	V	V / T	V / T	V / T	Fonctionnement, résistance d'isolation
Codeurs incrémentaux	V	V	V / T	V / T	Fonctionnement, état général, alignement
Boîtes à bornes auxiliaires	V	V / T	V / T	V / T	Etat général, bornes, état des câblages

7.3.1.5 Paliers et circuits de lubrification

*****Tableau suivant pour les types de machine : A paliers à roulements**

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Paliers en fonctionnement	V	V	V / T	V / T	Etat général, bruit excessif, vibrations
Graisse usée	V	V / N	V / N	V / N	Etat, purge
Re-graissage	V	V / R	V / R	V / R	Selon la plaque de palier
Joints	V	V / D	V / D	V / D	Fuites
Durée de vie du palier L10 _n	-	-	V / R	V / R	Indiqué sur le Plan d'encombrement principal si < 50000h
Isolation des paliers	V / N	V / N	V / C / T	V / C / T	Propreté, résistance à l'isolation des flasques d'extrémité

*****Tableau suivant pour les types de machine : A paliers lisses**

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Ensemble du palier	V	V / T	V / T	V / T	Fixation, état général
Demi-coussinets du palier	V	V	V / T / D	V / T / D	Etat général, usure
Raccords et joints	V	V	V / T / D	V / T / D	Fuites
Isolation des paliers	V	V / T	V / T / D	V / T / D	Etat, résistance de l'isolation
Canalisations de lubrification	V	V	V / T / D	V / T / D	Fuites, fonctionnement
Huile de lubrification	V / R	V / R	V / R	V / R	Quantité, qualité, débit
Bague à de lubrification	V	V	V	V	Fonctionnement
Régulateur du débit d'huile	V	V / T	V / T	V / T / D	Fonctionnement
Réservoir d'huile	V	V / N	V / N	V / N	Propreté, fuites
Dispositif de soulèvement hydrostatique	V	V / T	V / T	V / T	Fonctionnement
Refroidisseurs/radiateurs d'huile	T	T	T	T	Température de l'huile

7.3.1.6 Dispositifs de refroidissement

*****Tableau suivant pour les types de refroidissement : Air libre**

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Ventilateur(s)	V	V	V	V	Fonctionnement, état
Filtres	V / N	V / N	V / N / R	V / N / R	Propreté, fonctionnement
Arrivées d'air	V	V / N	V / N	V / N	Propreté, fonctionnement

*****Tableau suivant pour les types de refroidissement : Air/air**

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Ventilateur(s)	V	V	V	V	Fonctionnement, état
Tubes	V	V / N	V / N	V / N	Propreté, fonctionnement
Conduites	V	V / N	V / N	V / N	Propreté, fonctionnement
Plaques-ailettes	V	V / N	V / N	V / N	Etat général
Amortisseurs de vibrations	V	V	V	V	Etat et profil

*****Tableau suivant pour les types de refroidissement : Air/eau**

Objet de la maintenance	N1	N2	N3	N4	Vérification / Test
Echangeur de chaleur	V	V	V	V	Fuites, fonctionnement, test de pression
Ventilateur	V	V	V	V	Fonctionnement, état
Tubes	V	V / N	V / N	V / N	Propreté, corrosion
Conduites	V	V / N	V / N	V / N	Propreté, fonctionnement
Boîtes à eau	V	V / N	V / N	V / N	Fuites, état
Raccords et joints	V	V / N	V / N	V / N	Fuites, état
Plaques-ailettes	V	V / N	V / N	V / N	Etat général
Amortisseurs de vibrations	V	V	V	V	Etat et profil
Anodes de protection			V / N	V / N	Etat, activité
Régulateur du débit d'eau	V / T	V / T	V / T	V / T	Fonctionnement

7.4 Maintenance des structures d'ensemble

Pour garantir une longue durée de vie à la structure d'ensemble de la machine, gardez l'extérieur de la machine propre et inspectez-la régulièrement pour repérer les éventuelles traces de rouille, les fuites et autres défauts. Les salissures présentes sur l'extérieur de la machine exposent le châssis à la corrosion et peuvent influencer sur le refroidissement de la machine.

7.4.1 Serrage des fixations

Le serrage de toutes les fixations doit être contrôlé régulièrement. Une attention particulière doit être prêtée au scellement, aux boulons d'ancrage et aux parties du rotor, qui doivent toujours être parfaitement serrés. Des pièces desserrées peuvent endommager rapidement et sérieusement l'ensemble de la machine.

Les valeurs générales des couples de serrage sont présentées dans le *Tableau 7-2 Couples de serrage généraux*.

Tableau 7-2. Couples de serrage généraux

Taille	Couple de serrage en Nm (lb-pi) Classe de propriété 8,8 pour boulons			
	Huilés [Nm]	Huilés [livres pieds]	Secs [Nm]	Secs [livres pieds]
M 4	2,7	2,0	3,0	2,2
M 5	5,0	3,7	5,5	4,1
M 6	9	6,6	9,5	7,0
M 8	22	12	24	18
M 10	44	32	46	34
M 12	75	55	80	59
M 14	120	88	130	96
M 16	180	130	200	150
M 20	360	270	390	290
M 24	610	450	660	490
M 27	900	660	980	720
M 30	1200	890	1300	960
M 36	2100	1500	2300	1700
M 39	2800	2100	3000	2200
M 42	3400	2500	3600	2700
M 48	5200	3800	5600	4100

REMARQUE : Les valeurs données dans le *Tableau 7-2 Couples de serrage généraux* sont d'ordre général et ne s'appliquent pas aux éléments tels que les diodes, les isolateurs de supports, les paliers, les bornes de câbles ou les fixations de pôles, les barres omnibus, les condensateurs de surtension, les câbles d'arrêt, les transformateurs de courant, les redresseurs et les thyristors ou si d'autres valeurs sont spécifiées ailleurs dans ce guide.

7.4.2 Vibrations et bruit

Des niveaux de vibration élevés ou en augmentation indiquent des changements dans l'état de la machine. Les niveaux normaux varient énormément en fonction de l'application, du type et de l'assise de la machine. Les mesures et niveaux de vibration sont présentés plus en détails dans *Chapitre 7.4.3 Vibrations*. En général, les niveaux de bruit ou de vibration augmentent à cause :

- De l'alignement, voir *Chapitre 3 Installation et alignement*.
- De l'entrefer, voir *Chapitre 3 Installation et alignement*.
- De l'usure ou de la détérioration des paliers.
- Des vibrations causées par l'équipement entraîné, voir *Chapitre 7.4.3 Vibrations*.
- De fixations ou de boulons d'ancrage mal serrés, voir *Chapitre 3 Installation et alignement*.
- D'un déséquilibre du rotor.
- De l'accouplement.

7.4.3 Vibrations

Les instructions relatives aux vibrations sont issues des deux normes ISO suivantes : ISO 10816-3:1998 Vibrations mécaniques - Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes : Partie 3 : Machines industrielles de puissance nominale supérieure à 15 kW et de vitesse nominale entre 120 r/min et 15 000 r/min, lorsqu'elles sont mesurées in situ, et ISO 8528-9:1995 Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne : Partie 9 : Mesurage et évaluation des vibrations mécaniques.

7.4.3.1 Procédures de mesurage et conditions d'exploitation

Dispositifs de mesurage

Les dispositifs de mesurage doivent être capables de mesurer des vibrations efficaces à larges bandes avec réponse uniforme sur une plage de fréquence entre 10 Hz et 1000 Hz, conformément aux exigences de la norme ISO 2954. En fonction des critères de vibration, cette norme demande des mesurages de déplacement, de vitesse ou des deux (voir ISO 10816-1). Cependant, pour les machines dont les vitesses sont égales ou inférieures à 600 tr/min, le seuil minimum de la plage de fréquence à réponse uniforme ne doit pas dépasser 2 Hz.

Emplacements des mesurages

Les mesurages sont en général effectués sur les parties exposées de la machine. Assurez-vous que les mesures prises sont bien celles des vibrations du logement du palier et qu'elles n'incluent pas les autres résonances ou amplifications locales. Les emplacements et sens des mesurages des vibrations doivent être choisis de sorte à apporter une sensibilité adéquate aux forces dynamiques de la machine. Pour cela, les mesurages sont en général effectués en deux emplacements radiaux orthogonaux sur chaque chapeau de palier, comme indiqué sur la *Figure 7-1 Points de mesure*. Les transducteurs peuvent être placés à n'importe quelle position angulaire sur les logements ou les chapeaux du palier. Un placement vertical ou horizontal est en général recommandé pour les machines montées horizontalement. Pour les machines verticales ou inclinées, utilisez l'emplacement donnant la lecture de vibration la plus élevée,

c'est à dire dans le sens de l'axe élastique. Dans certains cas, il est également recommandé d'effectuer les mesurages dans le sens axial. Les emplacements et sens spécifiques doivent être enregistrés avec les mesures.

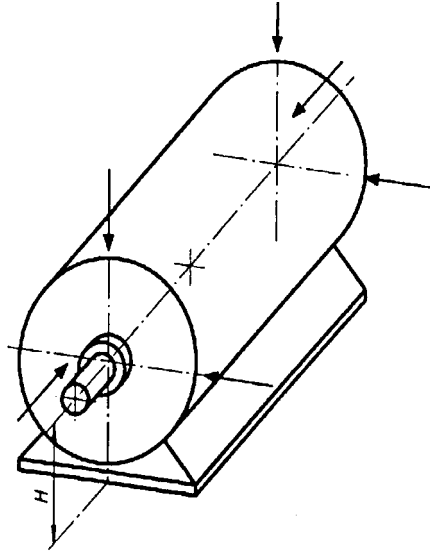


Figure 7-1 Points de mesure

7.4.3.2 Classification en fonction de la souplesse du support

Deux conditions sont utilisées pour classifier la souplesse du support dans les sens déterminés :

- supports rigides.
- supports souples.

Ces conditions de support sont déterminées par la relation entre la souplesse de la machine et la souplesse de l'assise. Si la fréquence naturelle la plus basse de la machine et du support réunis dans le sens de mesurage est supérieure à sa fréquence d'excitation principale (il s'agit dans la plupart des cas de la vitesse de rotation) d'au moins 25%, alors le support est considéré comme rigide dans ce sens. Tous les autres supports peuvent être considérés comme souples.

7.4.3.3 Evaluation

La norme ISO 10816-1 donne une description générale des deux critères d'évaluation utilisés pour estimer la sévérité des vibrations sur différentes classes de machines. L'un des critères prend en compte la magnitude des vibrations à large bande observées ; l'autre prend en compte les changements de magnitude, peu importe s'il s'agit d'augmentations ou de diminutions.

Zone d'évaluation

Les zones d'évaluation suivantes sont définies pour permettre une évaluation qualitative des vibrations d'une machine donnée et apportent des instructions sur les éventuelles mesures à prendre.

Zone A : les vibrations d'une machine nouvellement mise en service devraient normalement entrer dans cette zone.

Zone B : les machines dont les vibrations entrent dans cette zone sont normalement considérées comme acceptables pour une exploitation à long terme sans restriction.

Zone C : les machines dont les vibrations entrent dans cette zone sont normalement considérées comme non-satisfaisantes pour une exploitation à long terme en continu. En général, la machine doit être utilisée dans cet état pendant une période limitée jusqu'à ce qu'une opportunité se présente et permette de résoudre le problème.

Zone D : les valeurs de vibration de cette zone sont normalement considérées comme suffisamment graves pour détériorer la machine.

Seuils d'exploitation

Pour une exploitation à long terme, il est très courant d'établir des seuils limites de vibration. Ces seuils prennent la forme d'ALARME et de DÉCLENCHEMENTS.

Réglage des seuils d'ALARME

Les valeurs d'ALARME peuvent varier considérablement en fonction des machines. Les valeurs choisies sont normalement définies en fonction d'une valeur de référence déterminée selon la position et le sens des mesurages de la machine en question.

Il est recommandé de choisir une valeur d'ALARME supérieure à celle de la valeur de référence d'un nombre égal à 25 % du seuil maximum de la zone B. Si la valeur de référence est faible, le seuil d'ALARME peut se situer en-dessous de la zone C.

Réglage des seuils de DÉCLENCHEMENT

Les valeurs de DÉCLENCHEMENT sont généralement liées à l'intégrité mécanique de la machine et dépendent des éventuelles modifications de conception apportées à la machine pour lui permettre de supporter des forces dynamiques anormales. Cependant, les valeurs utilisées sont généralement les mêmes pour toutes les machines ayant la même conception et ne sont normalement pas liées à la valeur de référence fixe utilisée pour régler les ALARMES.

Tableau 7-3. Classification des zones de sévérité des vibrations pour les grosses machines ayant une puissance nominale supérieure à 300 kW mais inférieure à 50 MW ; machines électriques avec hauteur d'arbre H/315 mm minimum

Classe de support	Limite de zone	Vitesse efficace [mm/s]
Rigide	A/B	2,3
	B/C	4,5
	C/D	7,1
Souple	A/B	3,5
	B/C	7,1
	C/D	11,0

7.5 Maintenance des paliers et des dispositifs de lubrification

Ce chapitre présente les travaux de maintenance les plus importants concernant les paliers et les dispositifs de lubrification.

*****Chapitres suivants pour les types de machine : A paliers lisses**

7.5.1 Paliers lisses

Dans des conditions normales d'exploitation, les paliers lisses ne demandent qu'une maintenance limitée. Pour garantir une exploitation sans problème, vérifiez régulièrement le niveau d'huile et les éventuelles fuites d'huile.

7.5.1.1 Niveau d'huile

Le niveau d'huile d'un palier lisse auto-lubrifié doit être contrôlé régulièrement. Le niveau d'huile est normal lorsque celui-ci apparaît au centre du voyant d'huile. Le niveau d'huile minimum correspond au bas du voyant d'huile et le niveau maximum au haut du voyant.

Si nécessaire, rajoutez de l'huile. Pour connaître les lubrifiants à utiliser, reportez-vous au *Chapitre 7.5.2.4 Qualités de l'huile*.

Le niveau d'huile correct d'un palier lisse lubrifié par circulation est le même que pour celui des paliers auto-lubrifiés. Pour les paliers lubrifiés par circulation, le voyant d'huile peut être remplacé par une bride de sortie d'huile.

7.5.1.2 Température des paliers

Les températures des paliers sont mesurées par des capteurs de température à résistance Pt-100. Les températures supérieures au seuil d'alarme peuvent être causées par des pertes importantes dans le palier ou par un refroidissement insuffisant, et indiquent donc souvent un problème quelque part dans la machine ou dans le dispositif de lubrification. Il est donc très important de surveiller la température des paliers.

Les causes d'une température de palier anormale peuvent varier, mais pour connaître certaines causes possibles, reportez-vous au *Chapitre 7.5.2 Lubrification des paliers lisses* ou au *Chapitre 8.1.2 paliers et dispositifs de lubrification*. Si l'augmentation de température est suivie d'une augmentation des niveaux de vibration, le problème est peut-être également lié à des demi-coussinets de palier endommagés (dans ce cas, démontez et vérifiez les paliers) ou à l'alignement de la machine. Pour cela, reportez-vous au *Chapitre 3 Installation et alignement*.

7.5.2 Lubrification des paliers lisses

Les machines possèdent des paliers lisses d'une longue durée de vie, à condition qu'ils soient lubrifiés en continu, que le type et la qualité de l'huile utilisée sont conformes aux recommandations d'ABB et que les instructions sur les changements d'huile soient respectées.

7.5.2.1 Température de l'huile de lubrification

Il est essentiel que l'huile de lubrification soit à la bonne température afin d'obtenir une température d'exploitation des paliers efficace, et pour assurer un effet lubrifiant suffisant et une viscosité correcte. Pour les machines possédant un dispositif d'alimentation en huile, un refroidisseur/réchauffeur d'huile défectueux et un débit d'huile mal adapté peuvent entraîner des problèmes de température. Pour tous les paliers, la qualité et la quantité d'huile doivent être contrôlées en cas de problèmes de température. Pour en savoir plus, reportez-vous au *Chapitre 7.5.2.3 Valeurs de contrôle recommandées pour l'huile lubrifiante* et au *Chapitre 7.5.2.4 Qualités de l'huile*.

7.5.2.2 Contrôle du lubrifiant

Pendant la première année d'exploitation, il est conseillé de prélever des échantillons de l'huile lubrifiante toutes les 1000, 2000 et 4000 heures d'exploitation. Ces échantillons doivent être envoyés au fournisseur d'huile pour être analysés. En fonction des résultats de ces analyses, il est possible de déterminer un intervalle de changement d'huile approprié.

Après le premier changement d'huile, l'huile doit être de nouveau analysée au milieu et vers la fin de l'intervalle de changement d'huile.

7.5.2.3 Valeurs de contrôle recommandées pour l'huile lubrifiante

L'huile lubrifiante doit être contrôlée en tenant compte des facteurs suivants :

- Contrôlez visuellement la couleur, la turbidité et les dépôts de l'huile dans une bouteille à échantillons. L'huile doit être claire ou très légèrement trouble. La turbidité n'est pas toujours causée par l'eau.
- La teneur en eau ne doit pas dépasser 0,2%.
- La viscosité d'origine doit être maintenue dans une marge de $\pm 15\%$.
- L'huile ne doit pas contenir de corps étrangers et sa propreté doit être conforme à la norme ISO 4406 classe 18/15 ou la norme NAS 1638 classe 9.
- La quantité d'impuretés métalliques doit être inférieure à 100 PPM. Si cette valeur a tendance à augmenter, c'est que le palier s'use.
- L'indice d'acidité ne doit pas dépasser 1 mg KOH par gramme d'huile. Notez que la valeur de l'indice d'acidité est différente de celle de l'indice de basicité.
- Vérifiez l'odeur de l'huile. Une forte odeur d'acidité ou de brûlé est inacceptable.

Un contrôle de l'huile doit être effectué quelques jours après la mise en marche d'essai, juste avant le premier changement d'huile et ensuite uniquement lorsque cela s'avère nécessaire. Si l'huile est changée juste après la mise en service, elle peut être réutilisée à condition d'éliminer les particules d'usure à l'aide d'un filtre ou d'une centrifugation.

En cas de doute, un échantillon d'huile peut être envoyé à un laboratoire pour déterminer sa viscosité, son acidité, sa tendance au moussage, etc.

7.5.2.4 Qualités de l'huile

Les paliers sont conçus pour être lubrifiés avec l'une des huiles présentées ci-après. Vérifiez sur la plaque de palier et sur le Plan d'encombrement l'huile à utiliser.

Les huiles présentées ci-dessous comprennent les additifs suivants :

- Protection anti-rouille et antioxydante.
- Agent anti-mousse.
- Additif anti-usure.

REMARQUE : Sauf mention contraire sur les schémas d'ABB, les paliers ne sont conçus que pour les huiles suivantes :

	ISO VG 32 Viscosité 32 cSt à 40°C	ISO VG 46 Viscosité 46 cSt à 40°C	ISO VG 68 Viscosité 68 cSt à 40°C	ISO VG 100 Viscosité 100 cSt à 40°C	ISO VG 150 Viscosité 150 cSt à 40°C	SAE 40 Viscosité 150 cSt à 40°C
Huiles environnementales						
Esso	-	HYDRAULIK-OEL HE 46	-	-	-	-
Mobil	EAL Syntraulic 32	EAL Syntraulic 46	EAL Syntraulic 68	EAL Syntraulic 100	-	-
Shell	Naturelle HF-E 32	Naturelle HF-E 46	Naturelle HF-E 68	-	-	-
Huiles minérales						
Aral	Vitam GF 32	Degol CL 46	Degol CL 68	Degol CL 100	Degol CL 150	Degol CL 150
BP	Energol CS 32	Energol CS 46	Energol CS 68	Energol CS 100	Energol CS 150	Energol CS 150
Castrol	PERFECTO T 32	PERFECTO T 46	PERFECTO T 68	PERFECTO T 100	ALPHA MW 150	ALPHA MW 150
Chevron	MECHANISM LPS 32	MECHANISM LPS 46	MECHANISM LPS 68	MECHANISM LPS 100	GEAR COMPOUND EP 150	GEAR COMPOUND EP 150
DEA	Astron HL 32	Astron HL 46	Astron HL 68	Astron HL 100	Falcon CL 150	Falcon CL 15
Esso	TERESSO 32	TERESSO 46	TERESSO 68	NURAY 100, UMLAUFOEL 100	NUTO 150	NUTO 150
Fuchs	RENOLIN DTA 32	RENOLIN DTA 46	RENOLIN 207, RENOLIN DTA 68	RENOLIN 208, RENOLIN DTA 104	RENOLIN 210	RENOLIN 210
Klüber	LAMORA HLP 32	LAMORA HLP 46	LAMORA HLP 68	CRUCOLAN 100	CRUCOLAN 150	CRUCOLAN 150
Mobil	Mobil DTE Oil Light	Mobil DTE Oil Medium	Mobil Oil Heavy Medium	Mobil DTE Oil Heavy	Mobil DTE Oil Extra Heavy	Mobil DTE Oil Extra Heavy
Shell	Tellus Öl C 32	Tellus Öl C 46	Tellus Öl C 68	Tellus Öl C 100	Tellus Öl C 150	Tellus Öl C 150
Total	Azolla ZS 32	Azolla ZS 46	Azolla ZS 68	Azolla ZS 100	Carter EP 150	Carter EP 150

7.5.2.5 Intervalles de changement des huiles minérales

Pour les paliers auto-lubrifiés, les intervalles de nettoyage avec changement d'huile sont recommandés toutes les 8000 heures d'exploitation environ et pour les paliers à circulation d'huile, toutes les 20 000 heures d'exploitation environ.

Des intervalles de changement d'huile plus courts sont requis en cas de mises en marche fréquentes, de températures d'huile excessives ou de contamination importante causée par des facteurs externes.

L'intervalle de changement d'huile correct peut être trouvé sur la plaque de palier. Reportez-vous au *Chapitre 2.1.2 Plaque de palier*.

*****Chapitre suivant pour les types de machine : A paliers à roulements**

7.5.3 Paliers à roulements

7.5.3.1 Construction des paliers

Dans des conditions normales d'exploitation, les paliers à roulements ne demandent qu'une maintenance limitée. Pour garantir une exploitation sans problème, les paliers doivent être régulièrement re-graissés avec une graisse pour paliers à roulements haute qualité.

7.5.3.2 Plaque signalétique de palier

Toutes les machines possèdent des plaques de palier fixées sur leur châssis. Ces plaques de palier donnent les informations suivantes :

- Type de palier
- Lubrifiant utilisé
- Intervalle de re-graissage et
- Quantité de re-graissage

Pour en savoir plus sur la plaque de palier, reportez-vous au *Chapitre 2.1.2 Plaque de palier*.

REMARQUE : Vous devez impérativement respecter les informations données sur la plaque de palier pour utiliser et entretenir la machine.

7.5.3.3 Intervalles de re-graissage

Les paliers à roulements des machines électriques doivent être re-graissés à intervalles réguliers. Cet intervalle de re-graissage est indiqué sur la plaque de palier.

REMARQUE : Quel que soit l'intervalle de re-graissage, les paliers doivent être re-graissés au moins une fois par an.

Les intervalles de re-graissage sont calculés pour des températures de fonctionnement de 70°C (160°F). Si les températures de fonctionnement diffèrent de cette valeur, les intervalles de re-graissage doivent être ajustés en conséquence. Une température de fonctionnement plus élevée réduit l'intervalle de re-graissage.

REMARQUE : Une augmentation de la température ambiante augmente également la température des paliers. Les valeurs des intervalles de re-graissage doivent être diminuées de moitié pour toute augmentation de 15°C (30°F) de la température des paliers et inversement, elles peuvent être doublées pour toute diminution de 15°C (30°F).

Intervalles de re-graissage pour entraînements à convertisseur de fréquence

Des vitesses d'exploitation plus élevées, comme par exemple avec des applications à convertisseur de fréquence, ou plus basses mais avec des charges lourdes, demandent des intervalles de lubrification plus courts ou des lubrifiants spéciaux. Contactez le Service après-ventes d'ABB pour en savoir plus à ce sujet.

REMARQUE : La vitesse maximum de la machine définie en usine ne doit jamais être dépassée. Vérifiez également que les paliers utilisés sont adaptés à des applications à haute vitesse.

7.5.3.4 Re-graissage

Tous les paliers à roulements des machines électriques tournantes doivent être re-graissés. Reportez-vous au *Chapitre 7.5.3.3 Intervalles de re-graissage*. Ce re-graissage peut être effectué manuellement ou automatiquement. Dans les deux cas, vérifiez que les paliers reçoivent à intervalles appropriés une quantité de graisse suffisante et adaptée.

REMARQUE : La graisse peut entraîner des irritations de peau et des inflammations des yeux. Respectez les consignes de sécurité indiquées par le fabricant de la graisse.

Re-graissage manuel des paliers

Les machines conçues pour être re-graissés manuellement sont équipées d'embouts de graissage. Afin d'empêcher les corps étrangers d'entrer dans les paliers, nettoyez les embouts de graissage et les surfaces avoisinantes avant de procéder au re-graissage.

Re-graissage manuel lorsque la machine est en marche

Re-graissage lorsque la machine est en marche :

- Vérifiez que la graisse à utiliser est adaptée.
- Nettoyez les embouts de graissage et les surfaces avoisinantes.
- Vérifiez que le canal de lubrification est ouvert ; si celui-ci est équipé d'une poignée, ouvrez-la.
- Injectez la quantité de graisse spécifiée dans le palier.
- Laissez la machine tourner pendant 1 ou 2 heures pour que la graisse en excès soit évacuée des paliers. La température des paliers peut augmenter temporairement lors de cette procédure.
- Si équipé d'une poignée, fermez-la.

REMARQUE : Au cours du re-graissage, faites attention aux pièces en rotation.

Re-graissage manuel lorsque la machine est arrêtée

Il est préférable de re-graisser la machine lorsque celle-ci est en marche. Si cela s'avère impossible ou dangereux, le re-graissage doit être effectué lorsque la machine est arrêtée.

Pour cela :

- Vérifiez que la graisse à utiliser est adaptée.
- Arrêtez la machine.
- Nettoyez les embouts de graissage et les surfaces avoisinantes.
- Vérifiez que le canal de lubrification est ouvert ; si celui-ci est équipé d'une poignée, ouvrez-la.
- Injectez la moitié uniquement de la quantité de graisse spécifiée dans le palier.
- Faites tourner la machine à pleine vitesse pendant quelques minutes.
- Arrêtez la machine.
- Une fois la machine arrêtée, injectez la quantité de graisse spécifiée dans le palier.
- Laissez la machine tourner pendant 1 ou 2 heures pour que la graisse en excès soit évacuée des paliers. La température des paliers peut augmenter temporairement lors de cette procédure.
- Si équipé d'une poignée, fermez-la.

Re-graissage automatique

Un grand nombre de dispositifs de re-graissage automatique sont vendus sur le marché. Cependant, ABB recommande d'utiliser uniquement des dispositifs de re-graissage électromécaniques. La qualité de la graisse entrant dans les paliers doit être contrôlée au moins une fois par an : la graisse doit avoir l'aspect d'une graisse neuve. Toute séparation de l'huile de base et du savon est inacceptable.

REMARQUE : Si vous utilisez un dispositif de re-graissage automatique, doublez la quantité de graisse indiquée sur la plaque de palier.

7.5.3.5 Graisse des paliers

La graisse utilisée doit absolument être de bonne qualité et contenir un savon de base correct. Les paliers dureront ainsi plus longtemps et fonctionneront sans problème.

La graisse utilisée lors des re-graisages doit avoir les propriétés suivantes :

- Graisse spécifiques aux paliers à roulements.
- Graisse de bonne qualité contenant un savon complexe de lithium et une huile minérale ou PAO.
- Son huile de base doit avoir une viscosité de 100 à 160 cSt à 40°C (105°F).
- Avoir une consistance entre 1,5 et 3 (numéro NLGI). Pour les machines montées verticalement ou dans un environnement très chaud, un numéro NLGI de 2 ou 3 est recommandé.
- Avoir une plage de température continue entre -30°C (-20°F) et au moins +120°C (250°F).

Les graisses regroupant toutes ces propriétés peuvent être achetées chez les principaux fabricants de lubrifiants. Si la constitution de la graisse a changé ou que vous n'êtes pas sûr de

sa compatibilité, consultez l'usine ABB qui a livré la machine. Reportez-vous au *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

REMARQUE : Ne mélangez pas différentes constitutions de graisse, sauf si vous avez vérifié que celles-ci sont compatibles.

REMARQUE : Les additifs de graisse sont recommandés. Cependant, une garantie écrite doit être obtenue du fabricant de lubrifiant, certifiant que les additifs à utiliser n'endommagent pas les paliers ni n'altèrent les propriétés de la graisse dans la plage de température d'exploitation spécifiée. Cette recommandation concerne tout particulièrement les additifs EP.

REMARQUE : Les lubrifiants contenant des additifs EP ne sont pas recommandés.

Graisse pour paliers à roulements recommandée

ABB recommande n'importe laquelle des graisses hautes performances suivantes :

- Esso Unirex N2, N3 ou S2 (base complexe de lithium)
- Mobilith SHC 100 (base complexe de lithium)
- Shell Albida EMS 2 (base complexe de lithium)
- SKF LGHQ 3 (base complexe de lithium)
- Klüber Klüberplex BEM 41-132 (base de lithium spéciale)
- FAG Arcanol TEMP110 (base complexe de lithium).
- BP Energrease LCX 103 (base complexe de lithium).

Les intervalles de re-graissage pour des graisses regroupant les propriétés requises mais ne figurant pas sur la liste donnée ci-dessus doivent être raccourcis de moitié.

Graisse pour paliers à roulements spéciale températures extrêmes

Si la température de service des paliers est supérieure à 100°C (210°F), consultez l'usine ABB pour connaître quelles sont les graisses correctes à utiliser.

7.5.3.6 Maintenance des paliers

En général, la durée de vie d'un palier est plus courte que celle d'une machine électrique. Les paliers doivent donc être remplacés régulièrement.

La maintenance des paliers à roulements demande une attention, des outils et des préparations particuliers afin d'assurer une longue durée de vie aux nouveaux paliers.

Pendant la maintenance des paliers, assurez-vous que :

- Les salissures ou corps étrangers ne peuvent pas entrer dans les paliers au cours de la maintenance.
- Les paliers ont été lavés, séchés et pré-graissés avec une graisse pour paliers à roulements haute qualité avant de les monter.
- Le démontage et le montage des paliers n'endommagent pas les paliers. Les paliers doivent être retirés à l'aide d'extracteurs et installés en les chauffant ou en utilisant des outils spécialement prévus à cet effet.

Le remplacement des paliers est décrit en détails dans des instructions séparées qui peuvent être obtenues en contactant ABB. Pour connaître les coordonnées d'ABB, reportez-vous au *Chapitre 9 Service après-ventes et pièces de rechange*.

7.5.4 Isolation des paliers et contrôle de la résistance d'isolation des paliers

Le contrôle de la résistance d'isolation des paliers est une procédure de maintenance effectuée la première fois en usine lors des tests et des assemblages finals. Cette procédure doit également être effectuée lors des révisions complètes de la machine. Une bonne isolation est nécessaire, afin d'éliminer la possibilité de circulation de courants dans les paliers, causée le plus souvent par les tensions de l'arbre. L'isolation côté opposé à l'accouplement de l'arbre coupe le chemin du courant de palier et élimine ainsi le risque d'endommagement des paliers que ces courants entraînent.

Les deux extrémités de l'arbre doivent être isolées par rapport au châssis, car un arbre flottant pourrait avoir un potentiel électrique inconnu par rapport à son environnement, et constituerait donc une source potentielle d'endommagement. Cependant, pour faciliter le test d'isolation côté opposé à l'accouplement, le côté accouplement de l'arbre est également souvent isolé. Cette isolation est court-circuitée par un câble de mise à la terre en exploitation normale. Reportez-vous à la *Figure 7-2 Câble de mise à la terre du palier côté accouplement*.

REMARQUE : Les machines ne sont pas toutes équipées de paliers isolés.

REMARQUE : Les machines équipées de paliers isolés possèdent un autocollant repérant le palier isolé.

7.5.4.1 Procédure

Pour les machines possédant un palier isolé côté accouplement, le câble de court-circuit reliant à la terre le palier côté accouplement doit être retiré avant de commencer le test de résistance d'isolation du palier côté accouplement. Pour effectuer le test de résistance d'isolation du palier côté opposé à l'accouplement, si le palier côté accouplement n'est pas isolé, retirez les demi-coussinets de palier côté accouplement ou le flasque de palier et levez l'arbre. Ainsi, aucun contact électrique n'est possible entre l'arbre et les autres pièces, comme par exemple le châssis ou le logement du palier.

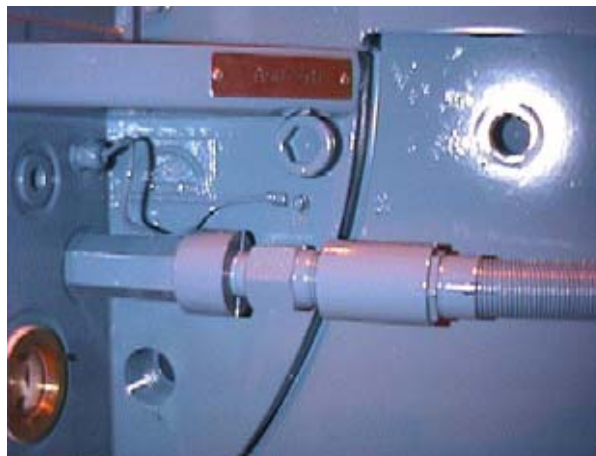


Figure 7-2 Câble de mise à la terre du palier côté accouplement

Pour toutes les machines, retirez l'accouplement (si celui-ci est conducteur) et les éventuels balais de mise à la terre de l'arbre ou du rotor. Mesurez la résistance d'isolation de l'arbre à la terre avec une tension de courant continu non supérieure à 100V. Reportez-vous à la *Figure 7-3 Mesure de la résistance d'isolation d'un roulement à douille*.

La résistance d'isolation est acceptable si la valeur de résistance est supérieure à 10 kOhms.

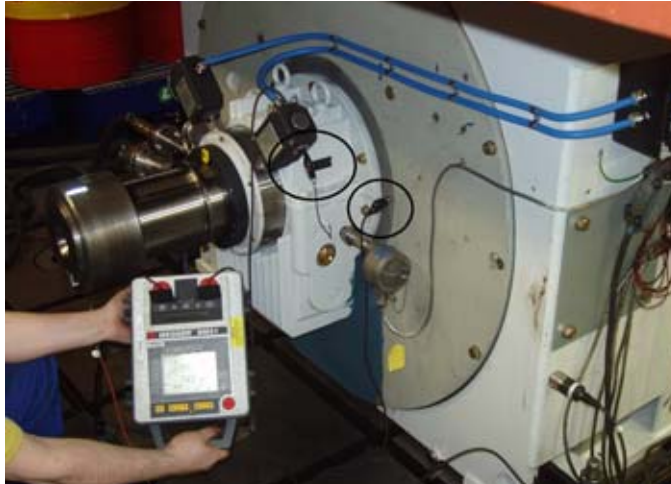


Figure 7-3 Mesure de la résistance d'isolation d'un roulement à douille

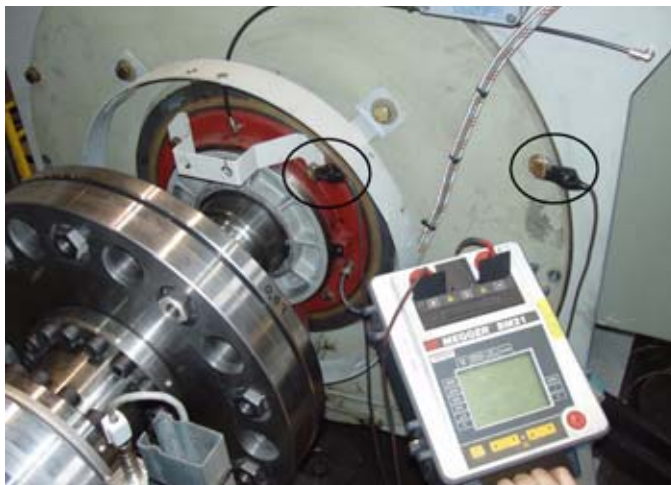


Figure 7-4 Mesure de la résistance d'isolation d'un palier à roulements

*****Chapitre suivant pour les types de palier : A roulements**

7.5.4.2 Propreté de l'isolation des paliers

Les isolations des paliers sont installées dans les flasques d'extrémité. Pour éviter que la résistance d'isolation ne diminue, suite à l'accumulation d'éléments externes (sel, salissures) sur la surface d'isolation, l'isolation des paliers et les surfaces des flasques d'extrémité l'entourant doivent être vérifiées régulièrement et nettoyées si nécessaire. Voir *Figure 7-5 Isolation des paliers et surfaces des flasques d'extrémité* pour connaître les zones qui doivent

être contrôlées régulièrement et maintenues propres. Sur la figure, ces zones sont repérées d'un cercle et une flèche indique l'isolation des paliers.

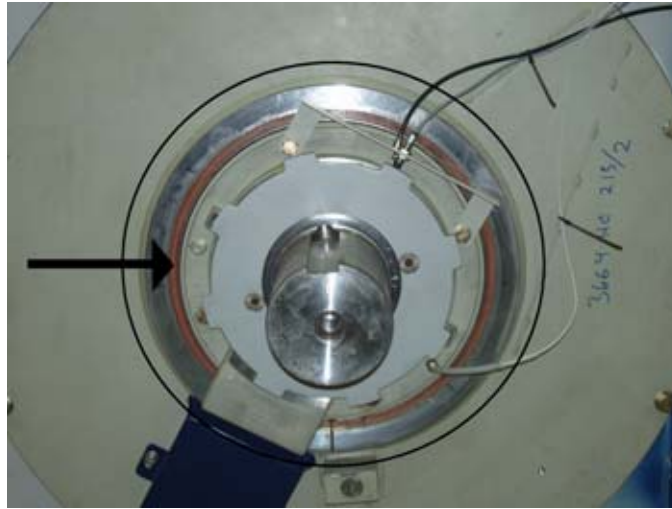


Figure 7-5 Isolation des paliers et surfaces des flasques d'extrémité

7.6 Maintenance des bobinages du stator et du rotor

Les bobinages des machines électriques tournantes sont soumis à des tensions électriques, mécaniques et thermiques. Avec le temps, ces tensions détériorent et usent petit à petit les bobinages et leur isolation. La durée de vie de la machine dépend donc souvent de la durabilité de l'isolation.

Une maintenance appropriée et des tests réguliers permettent d'empêcher ou au moins de ralentir de nombreux facteurs de détérioration. Ce chapitre présente une description générale des maintenances et tests de base à effectuer.

Dans plusieurs pays, ABB propose des forfaits de maintenance complets comprenant un grand nombre de tests.

Pour éviter tout risque de blessures corporelles, respectez les consignes générales de sécurité et les réglementations locales en vigueur avant d'effectuer les travaux de maintenance sur les bobinages électriques. Reportez-vous au *Chapitre 7.2 Mesures de sécurité* pour en savoir plus.

Les normes internationales suivantes contiennent également des instructions de maintenance et des tests indépendants :

1. Norme IEEE 43-2000, IEEE Méthodes recommandées pour tester la résistance de l'isolation des machines tournantes
2. Norme IEEE 432-1992, IEEE Guide pour maintenance de l'isolation des machines électriques tournantes (de 5 cv à moins de 10 000 cv)

7.6.1 Consignes de sécurité particulières relatives à la maintenance des bobinages

Certains des dangers relatifs à la maintenance des bobinages comprennent :

- Manipulation de résines, solvants et vernis dangereux. Ces substances dangereuses sont nécessaires pour nettoyer et re-vernir les bobinages. Ces substances peuvent être très dangereuses en cas d'inhalation, d'avalé ou de contact avec la peau ou d'autres parties du corps. Si un tel accident se produit, faites appel à une assistance médicale appropriée.
- Utilisation de solvants et de vernis inflammables. Seul un personnel habilité connaissant les mesures de sécurité appropriées est autorisé à manipuler ces substances.
- Tests à haute tension (HT). Seul un personnel habilité connaissant les mesures de sécurité appropriées est autorisé à effectuer les tests à haute tension.

Les substances dangereuses utilisées pour la maintenance des bobinages sont les suivantes :

- White spirit : solvant
- Trichloroéthane 1.1.1 : solvant
- Vernis de revêtement : solvant et résine
- Résine adhésive : résine époxy.

REMARQUE : Ci-dessous figurent quelques instructions spéciales sur la manipulation des substances dangereuses au cours des travaux de maintenance. Ces instructions doivent être rigoureusement respectées.

Les consignes générales de sécurité relatives à la maintenance des bobinages sont les suivantes :

- Evitez de respirer les vapeurs d'air : assurez-vous que la circulation d'air est suffisante sur le lieu de travail ou utilisez des masques respiratoires.
- Portez des équipements de protection tels que des lunettes, des chaussures, des casques, des gants et de vêtements de sécurité adaptés. Utilisez toujours des crèmes protectrices.
- Pour appliquer le vernis, le châssis de la machine, les bobinages et le dispositif de pulvérisation du vernis doivent être reliés à la terre.
- Soyez plus particulièrement prudent si vous effectuez la maintenance dans des endroits étroits.
- Seules des personnes formées aux travaux de haute tension sont autorisées à effectuer les tests de tension.
- Il est interdit de fumer, boire ou manger sur le lieu de travail.

Pour enregistrer les résultats de test de la maintenance des bobinages, consultez l'*Annexe RAPPORT DE MISE EN SERVICE*.

7.6.2 Planification de la maintenance

Trois grands principes régissent la planification de la maintenance des bobinages :

- La maintenance des bobinages doit être établie en fonction des autres entretiens de la machine.
- La maintenance ne doit être effectuée que lorsque cela s'avère nécessaire.
- Les machines importantes doivent être entretenues plus souvent que les machines

de moindre importance. Cette règle s'applique également aux bobinages qui se contaminent rapidement et aux entraînements de charges lourdes.

REMARQUE : En règle générale, un test de résistance d'isolation doit être effectué une fois par an. Un seul test par an est suffisant pour la plupart des machines et la plupart des conditions d'exploitation. Les autres tests ne doivent être effectués que si des problèmes surgissent.

Un programme de maintenance complet de la machine comprenant la maintenance des bobinages est présenté dans le *Chapitre 7.3 Programme de maintenance*. Ce programme de maintenance doit toutefois être adapté aux conditions particulières du client, en tenant par exemple compte de la maintenance des autres machines et des conditions d'exploitation, en veillant bien sûr à ne jamais dépasser les intervalles de maintenance recommandés.

7.6.3 Température d'exploitation correcte

Pour maintenir les bobinages à une température correcte, gardez les surfaces externes de la machine propres, vérifiez le fonctionnement du dispositif de refroidissement et surveillez la température de l'agent de refroidissement. Si l'agent est trop froid, de l'eau risque de se condenser à l'intérieur de la machine. Cette eau peut mouiller les bobinages et détériorer la résistance d'isolation.

*****Paragraphe suivant pour les types de refroidissement : Air libre**

Pour les machines refroidies par air, il est important de contrôler la propreté des filtres à air. Les intervalles de nettoyage et de changement des filtres à air doivent être déterminés en fonction de l'environnement de travail local.

Les températures de fonctionnement du stator doivent être contrôlées à l'aide de capteurs de température à résistance. Des variations importantes de température parmi les capteurs indiquent une détérioration des bobinages. Vérifiez que ces variations ne sont pas causées par un déplacement du canal de mesure.

7.6.4 Test de résistance d'isolation

Pendant les travaux de maintenance généraux et avant de mettre la machine en marche pour la première fois ou suite à une période de stockage prolongée, la résistance d'isolation des bobinages du stator et du rotor doit être mesurée.

La mesure de la résistance d'isolation donne des informations sur l'humidité et l'état de propreté des isolants. Ces informations permettent ainsi de déterminer les mesures de nettoyage et de séchage appropriées à prendre.

Pour les nouvelles machines aux bobinages secs, la résistance d'isolation est très élevée. Inversement, la résistance peut être très faible si la machine a été soumise à une humidité ou à des conditions de transport ou de stockage inadaptées ou si la machine n'est pas utilisée correctement.

REMARQUE : Les bobinages doivent être brièvement reliés à la terre immédiatement après avoir mesuré la résistance d'isolation afin d'éviter tout risque de choc électrique.

7.6.4.1 Conversion des valeurs de résistance d'isolation mesurées

Afin de comparer les valeurs de résistance d'isolation mesurées, les valeurs sont données à une température de 40°C. La valeur mesurée réelle est donc convertie à une valeur correspondante à 40°C grâce au graphique donné ci-dessous. L'utilisation de ce graphique doit être limitée à des températures suffisamment proches de la valeur fixe de référence de 40°C, étant donné que des écarts importants peuvent entraîner des erreurs.

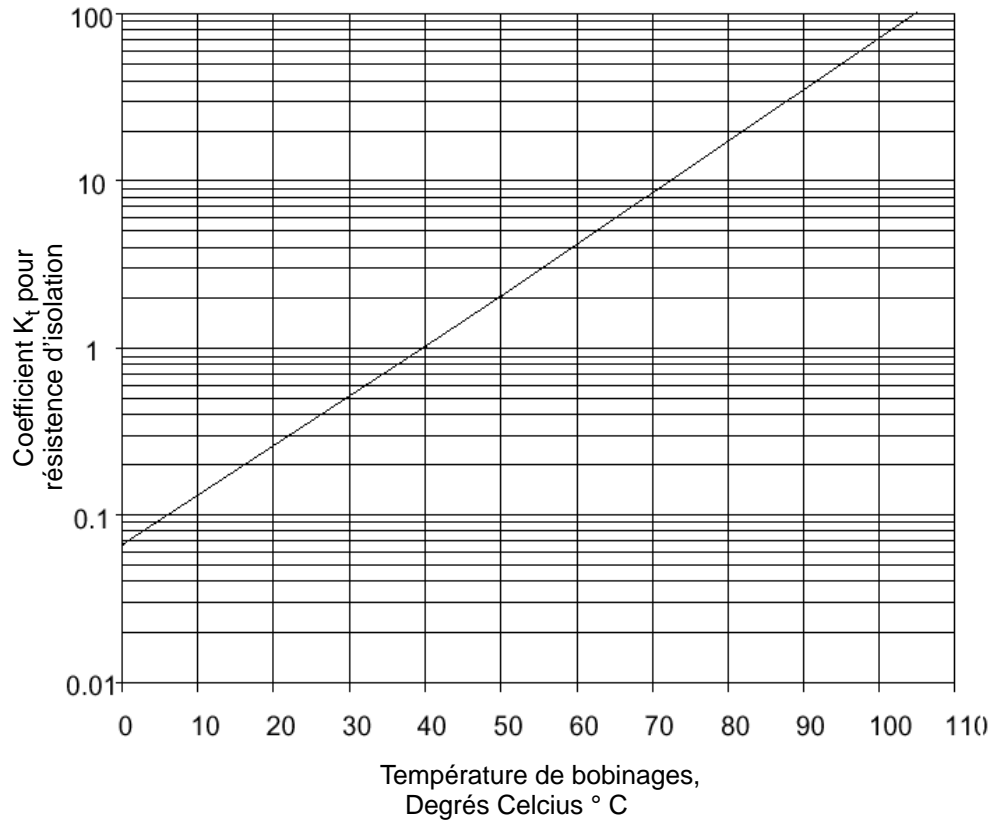


Figure 7-6 Corrélation entre la résistance d'isolation et la température

R = valeur de résistance d'isolation à une température donnée

R40 = résistance d'isolation équivalente à 40°C

$$R40 = k \times R$$

Exemple :

$R = 30 \text{ M}\Omega$ mesurée à 20°C

$k = 0,25$

$R40 = 0,25 \times 30 \text{ M}\Omega = 7,5 \text{ M}\Omega$

Tableau 7-4. Valeurs de température en degrés Celsius (°C) et degrés Fahrenheit (°F)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
°F	32	50	68	86	104	122	140	158	176	194	212	230

7.6.4.2 Considérations générales

Les considérations suivantes doivent être prises en compte avant de prendre des mesures basées sur les tests de résistance d'isolation :

- Si la valeur mesurée est trop faible, le bobinage doit être nettoyé et/ou séché. Si cela ne s'avère pas suffisant, consultez des experts.
- Les machines ayant des problèmes d'humidité doivent être séchées, sans tenir compte de la valeur de résistance d'isolation mesurée.
- La valeur de la résistance d'isolation diminue lorsque la température des bobinages augmente.
- La résistance est diminuée de moitié à chaque fois que la température augmente de 10 à 15K.

REMARQUE : La résistance d'isolation indiquée dans le rapport de test est normalement beaucoup plus élevée que les valeurs mesurées sur site.

7.6.4.3 Valeurs minimums de la résistance d'isolation

Critères des bobinages en conditions normales :

En général, les valeurs de résistance d'isolation pour les bobinages secs doivent dépasser de beaucoup les valeurs minimums. Il est impossible de donner des valeurs définitives, étant donné que la résistance dépend du type de machine et des conditions locales. De plus, le vieillissement et l'utilisation de la machine ont une influence sur la résistance d'isolation. Les valeurs suivantes ne sont donc données qu'à titre indicatif.

Les limites de résistance d'isolation données ci-dessous ne sont valides qu'à 40°C et uniquement si la tension d'essai a été appliquée pendant 1 minute au moins.

- Rotor

Pour les machines à induction équipées de rotors bobinés : $R_{(1-10 \text{ min à } 40 \text{ °C})} > 5 \text{ M}\Omega$

REMARQUE : La poussière de carbone présente sur les surfaces des bagues collectrices et du cuivre nu abaisse les valeurs de résistance d'isolation du rotor.

- Stator

Pour des stators neufs : $R_{(1-10 \text{ min à } 40 \text{ °C})} > 1000 \text{ M}\Omega$. Si les conditions de mesurage sont extrêmement chaudes et humides, des valeurs $R_{(1-10 \text{ min à } 40 \text{ °C})}$ supérieures à 100 MΩ peuvent être acceptées.

Pour des stators usagés : $R_{(1-10 \text{ min à } 40 \text{ °C})} > 100 \text{ M}\Omega$.

REMARQUE : Si les valeurs données ici ne sont pas atteintes, déterminez pourquoi la résistance d'isolation est trop faible. Une valeur de résistance d'isolation faible est souvent causée par une humidité ou des salissures trop importantes, même si l'isolation en elle-même est intacte.

7.6.4.4 Mesurage de la résistance d'isolation des bobinages du stator

La résistance d'isolation est mesurée à l'aide d'un appareil de mesure appelé mégohmmètre. La tension d'essai continue est de 1000 V. La durée du test est de 1 minute, au terme de laquelle la valeur de résistance d'isolation est enregistrée. Avant d'effectuer le test de résistance d'isolation, les mesures suivantes doivent être prises :

- Vérifiez que les connexions secondaires des transformateurs de courant, y compris des noyaux de rechange ne sont pas ouvertes. Reportez-vous à la *Figure 7-7 Connexions des bobinages du stator pour les mesurages de résistance d'isolation*.
- Assurez-vous que tous les câbles d'alimentation électrique sont débranchés.
- Vérifiez que le châssis de la machine et que les bobinages du stator non testés sont reliés à la terre.
- La température des bobinages a été prise.
- Tous les capteurs de température à résistance sont reliés à la terre.
- Les éventuelles mises à la terre des transformateurs de tension (non centraux) doivent être retirées.

Le mesurage de la résistance d'isolation doit être effectué dans la boîte à bornes. Le test est généralement effectué pour tout le bobinage, dans quel cas le mégohmmètre est relié entre le châssis de la machine et le bobinage. Reportez-vous à la *Figure 7-7 Connexions des bobinages du stator pour les mesurages de résistance d'isolation*. Le châssis est relié à la terre et les trois bornes de phase du bobinage du stator restent connectées au point neutre. Reportez-vous à la *Figure 7-7 Connexions des bobinages du stator pour les mesurages de résistance d'isolation*.

Si la valeur de la résistance d'isolation de tout le bobinage est inférieure aux valeurs spécifiées et si les bobinages des bornes de phase peuvent être facilement déconnectés les uns des autres, mesurez séparément chacune des phases. Cette solution n'est pas possible pour toutes les machines. Lors de ce mesurage, le testeur est relié entre le châssis de la machine et l'un des bobinages. Le châssis et les deux phases non testées sont mises à la terre. Reportez-vous à la *Figure 7-7 Connexions des bobinages du stator pour les mesurages de résistance d'isolation*.

Lorsque les phases sont mesurées séparément, tous les points de la connexion en étoile du bobinage doivent être retirés. Si le point de la connexion en étoile du composant ne peut pas être retiré, comme dans un transformateur de tension triphasé, retirez le composant tout entier.

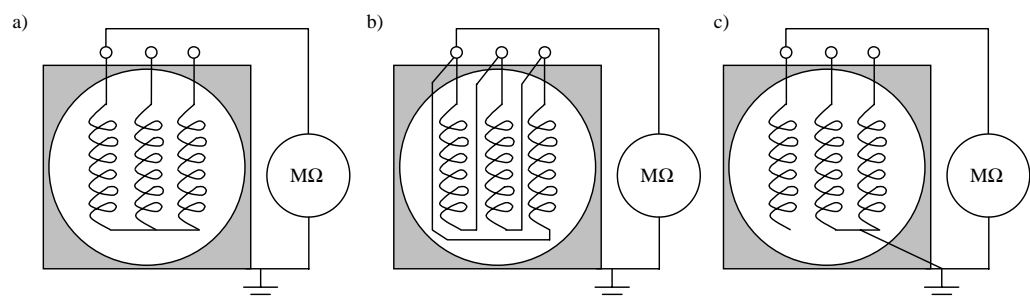


Figure 7-7 Connexions des bobinages du stator pour les mesurages de résistance d'isolation

a) Mesure de la résistance d'isolation pour un bobinage monté en étoile

b) Mesure de la résistance d'isolation pour un bobinage monté en triangle

c) Mesure de la résistance d'isolation pour une seule phase du bobinage. "MΩ" représente le mégohmmètre.

Une fois le mesurage de la résistance d'isolation terminé, les phases du bobinage doivent être brièvement reliées à la terre pour les décharger.

***Chapitre suivant pour les types de rotor : *Bagues collectrices*

7.6.4.5 Mesurage de la résistance d'isolation du bobinage du rotor

La résistance d'isolation du bobinage du rotor est mesurée à l'aide d'un mégohmmètre. La tension d'essai continue des bobinages du rotor doit être de 1000 V. Recommandations nécessaires :

- Vérifiez que les câbles d'alimentation électrique sont débranchés.
- Vérifiez que l'alimentation des câbles de connexion du collecteur est coupée.
- Vérifiez que le châssis de la machine et que les bobinages du stator sont reliés à la terre.
- L'arbre est relié à la terre.
- Les bornes de phases du rotor non testées sont reliées à la terre. La connexion interne du bobinage du rotor peut être en triangle ou en étoile. Dans ce cas, il n'est pas possible de mesurer les phases individuellement.
- Les connexions des balais de carbone sont contrôlées et en bon état.
- Le mégohmmètre fonctionne.
- Les températures des bobinages du stator sont mesurées et prises comme valeur de référence pour la température des bobinages du rotor.

Le mégohmmètre est connecté entre l'ensemble du bobinage du rotor et l'arbre du moteur. Reportez-vous à la *Figure 7-8 Mesurage de la résistance d'isolation du bobinage du rotor*. Une fois les mesurages du bobinage du rotor effectués, les phases du bobinage du rotor doivent être brièvement reliées à la terre pour décharger le bobinage.

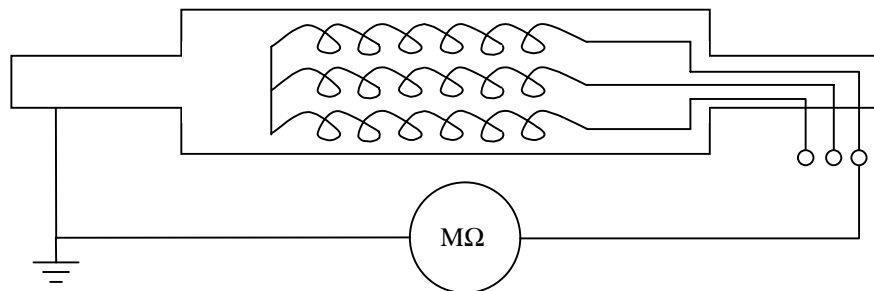


Figure 7-8 Mesurage de la résistance d'isolation du bobinage du rotor

Sur la figure ci-dessus, le rotor est connecté en étoile.

7.6.5 Mesurage de la résistance d'isolation des équipements auxiliaires

Pour que les dispositifs de protection des machines et autres équipements auxiliaires fonctionnent correctement, vous pouvez contrôler leur état en testant leur résistance d'isolation. Ce test est décrit en détail dans le *Chapitre 7.6 Maintenance des bobinages du stator et du rotor*. La tension d'essai continue du radiateur doit être de 500 V et pour les autres équipements auxiliaires de 100 V. Il n'est pas recommandé de mesurer la résistance d'isolation des capteurs Pt-100.

7.6.6 L'index de polarisation

Pour connaître l'index de polarisation, la résistance d'isolation est mesurée après qu'une tension a été appliquée pendant 15 secondes et 1 minute (ou 1 minute et 10 minutes). La température influe moins sur l'index de polarisation que sur la résistance d'isolation. Lorsque la température des bobinages est inférieure à 50°C (122°F), la température n'a aucune influence.

Des températures élevées peuvent entraîner des changements d'index de polarisation imprévisibles. Cette mesure ne doit donc pas être effectuée par des températures supérieures à 50°C (122°F).

Les salissures et l'humidité qui s'accumulent dans le bobinage réduisent généralement la résistance des isolants, l'index de polarisation, et leur dépendance à la température. Par conséquent, le tracé de la *Figure 7-6 Corrélation entre la résistance d'isolation et la température* devient moins raide. Les bobinages avec lignes de fuite ouvertes sont très sensibles aux effets des salissures et de l'humidité.

Plusieurs règles définissent la valeur minimum acceptable avec laquelle la machine peut être mise en marche en toute sécurité. Pour l'index de polarisation (IP), les valeurs oscillent généralement entre 1 et 4. Des valeurs proches de 1 indiquent que les bobinages sont humides et sales.

La valeur IP minimum pour les bobinages de stator de classe F est 2.

REMARQUE : Si la résistance d'isolation du bobinage se trouve dans une plage de plusieurs milliers de MΩ, l'index de polarisation ne donne aucune information valable sur l'état de l'isolation et peut donc être ignoré.

$$PI = \frac{R_{1\min}}{R_{15s}} \text{ or } \left(\frac{R_{10\min}}{R_{1\min}} \right)$$

7.6.7 Autres travaux de maintenance

En général, les bobinages fabriqués par ABB ne posent aucun problème, et en plus des surveillances périodiques, ne requièrent qu'un nettoyage et séchage occasionnel, comme décrit ci-dessous. Si dans des situations exceptionnelles une maintenance supplémentaire est nécessaire, il est conseillé de faire appel à des professionnels. Le Service après-ventes d'ABB se fera un plaisir de répondre à vos questions relatives à la maintenance des bobinages des machines électriques. Pour connaître leurs coordonnées, reportez-vous au *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

*****Chapitres suivants pour les types de rotor : Bagues collectrices**

7.7 Maintenance des bagues collectrices et des porte-balais

Une machine équipée de bagues collectrices fonctionne correctement uniquement si les bagues collectrices et le porte-balais sont inspectés et entretenus régulièrement.

7.7.1 Maintenance des bagues collectrices

Les surfaces de glissement des bagues collectrices doivent être maintenues lisses et propres. Les bagues collectrices doivent être inspectées et les surfaces de l'isolation propres. L'usure des balais produit de la poussière de carbone qui s'accumule rapidement et crée des ponts conducteurs entre les surfaces isolantes. Des décharges électriques peuvent se produire entre les bagues collectrices et créer une étincelle, entraînant l'interruption de l'exploitation de la machine. La surface de contact des bagues collectrices forme une patine, ou peau. Cette patine colore la surface, est normale et peut même améliorer le fonctionnement des balais. La présence de patine ne doit donc pas être considérée comme une erreur d'exploitation et ne doit pas être éliminée.

7.7.1.1 Période d'immobilisation

Lorsque la machine est immobilisée pendant une longue période, les balais doivent être relevés. Pendant le transport, le stockage, l'installation ou les périodes d'immobilisations de longue durée, les surfaces de glissement des bagues collectrices peuvent se ternir ou se recouvrir de salissures, etc. Avant de remettre en marche la machine, ces surfaces de glissement doivent être contrôlées et nettoyées.

7.7.1.2 Usure

Le cas échéant, inspectez plus particulièrement la bague collectrice de polarité négative, car celle-ci s'use plus rapidement, et peut porter des marques de brûlures ou des signes d'aplatissement. Si les bagues collectrices deviennent rugueuses ou inégales, elles doivent être polies à l'aide d'un tour. L'asymétrie générale du diamètre de la bague doit être inférieure à 1,0mm, mais sur une distance plus courte, une valeur de 0,2 mm maximum est autorisée. Si des bagues collectrices sont usées ou sérieusement brûlées, remplacez-les.

Mesurez l'excentricité des bagues collectrices à l'aide d'un comparateur à cadran. Laissez le point de mesure reposer sur la bague collectrice ou sur la surface extérieure d'un balais. Enregistrez les valeurs maximales et minimales obtenues au bout d'un tour d'arbre. La différence entre la valeur minimale et la valeur maximale ne doit pas dépasser 1,0 mm ou 0,2mm localement. La différence des diamètres externes de deux bagues collectrices doit de préférence ne pas dépasser 2 mm.

7.7.2 Maintenance du porte-balais

Le porte-balais doit être inspecté et les surfaces de l'isolation propres.

L'usure des balais produit de la poussière de carbone qui s'accumule rapidement et crée des ponts conducteurs entre les surfaces isolantes. La poussière de carbone s'enlève facilement en passant un aspirateur sur le porte-balais.

7.7.2.1 Pression des balais

La pression des balais doit être répartie équitablement sur toute la surface de contact, à savoir le balais doit suivre la courbe de la bague collectrice. La pression des balais est l'un des facteurs ayant le plus d'importance pour le fonctionnement des balais. Cette pression doit être de $18-20\text{mN/mm}^2$ ($180-200\text{ g/cm}^2$). Utilisez une balance à ressort pour mesurer la pression des balais. Fixez une balance à ressort à l'extrémité du levier faisant pression sur le balais et tirez dans le sens radial jusqu'à ce que le balais ne subisse plus de pression. Insérez un morceau de papier entre le balais et le levier pour repérer le moment où le balais n'est plus sous pression. Reportez-vous à la *Figure 7-9 Vérification de la pression des balais à l'aide d'une balance à ressort*.

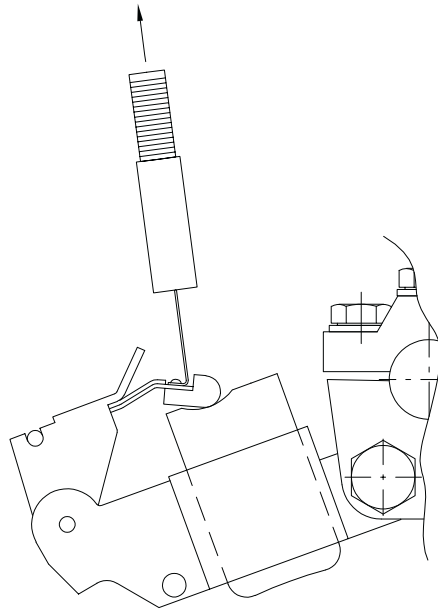


Figure 7-9 Vérification de la pression des balais à l'aide d'une balance à ressort

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air libre, Air/eau et Air/air**

7.8 Maintenance des refroidisseurs

Les refroidisseurs ne demandent normalement qu'une maintenance très limitée, mais pour assurer leur bon fonctionnement, il est conseillé de contrôler leur état régulièrement.

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air libre**

7.8.1 Consignes de maintenance pour les machines refroidies par air

L'air de refroidissement circule normalement grâce à un ventilateur et/ou grâce au rotor. Le ventilateur peut être monté sur l'arbre ou entraîné par un moteur séparé. Il est également possible de brancher un dispositif de pression d'air externe. En fonction de la conception de la machine, la circulation peut être symétrique ou asymétrique dans le sens axial. L'air de refroidissement doit être aussi propre que possible, car les impuretés qui entrent dans la machine sont contaminantes et réduisent l'efficacité du refroidisseur.

Les capots supérieurs des machines protégées contre les conditions météorologiques sont livrés avec ou sans filtres, selon les spécifications. Sur commande spéciale, le capot supérieur peut être équipé d'un pressostat différentiel permettant de contrôler l'état des filtres.

Si les capteurs de température des paliers ou de l'air de refroidissement indiquent des températures anormales, vérifiez le fonctionnement du dispositif de refroidissement. Vérifiez pour cela l'état des filtres à air et assurez une bonne circulation de l'air dans la machine. L'intérieur de la machine doit être nettoyé et inspecté lors des révisions ou lorsqu'un problème se produit.

Des températures d'air ambiant ou entrant élevées peuvent également expliquer les faibles performances du dispositif de refroidissement. De plus, des paliers défectueux ou une lubrification inadéquate peuvent augmenter la température des paliers.

Une température élevée peut également être causée tout simplement par un capteur de température défectueux. Reportez-vous au *Chapitre 8.3.2 Capteurs de température à résistance (Pt-100)*.

7.8.1.1 Nettoyage des filtres

Les filtres doivent être nettoyés régulièrement. L'intervalle de nettoyage dépend de la propreté de l'air de l'environnement de travail. Les filtres doivent être nettoyés lorsque les capteurs de température des bobinages indiquent des températures anormales ou approchant les seuils d'alarme.

Si un pressostat différentiel est utilisé, les filtres doivent être changés immédiatement après le déclenchement d'une alarme de pression. Le seuil d'alarme correspond à un encrassement de la surface du filtre de 50%. De plus, le personnel d'exploitation doit régulièrement inspecter manuellement les filtres.

Retirez les filtres à air pour les nettoyer. Si l'air environnant est suffisamment propre, les filtres peuvent être changés en cours d'exploitation. Ils doivent régulièrement être nettoyés en aspirant d'abord le côté d'entrée, et ensuite le côté sortie. Il est également recommandé de nettoyer de temps en temps les filtres à l'eau pure afin d'éliminer les poussières ayant résisté à l'aspirateur. Si les filtres révèlent de fortes concentrations de graisse, lavez-les avec un détergent. Rincez soigneusement cette solution avant de remettre le filtre en service. Respectez bien le sens d'installation des filtres à air. Suivez pour cela les flèches du logement du filtre à air qui indiquent le sens du débit d'air. Certains filtres peuvent être installés dans les deux sens. En cas de doutes, reportez-vous aux instructions données par le fabricant des filtres à air.

*****Chapitres suivants pour les types de refroidissement : Air/eau**

7.8.2 Consignes de maintenance pour les échangeurs de chaleur air/eau

Si les capteurs de température indiquent des températures d'exploitation normales et qu'aucune fuite n'est décelée, c'est qu'aucune surveillance supplémentaire du dispositif de refroidissement n'est requise.

*****Chapitres suivants pour les types de refroidissement : Air/air**

7.8.3 Consignes de maintenance pour les échangeurs de chaleur air/air

Ce dispositif de refroidissement est installé sur la machine. Les conduites d'air de l'échangeur de chaleur sont normalement en aluminium.

7.8.3.1 Circulation d'air

L'air d'entrée circule normalement grâce à un ventilateur et/ou grâce au rotor. Le ventilateur peut être monté sur l'arbre ou entraîné par un moteur séparé. En fonction de la conception de la machine, la circulation peut être symétrique ou asymétrique dans le sens axial.

La sortie de l'air est normalement assurée par un ventilateur, monté sur l'arbre ou entraîné par un moteur séparé. Il est également possible de brancher un dispositif de pression d'air externe.

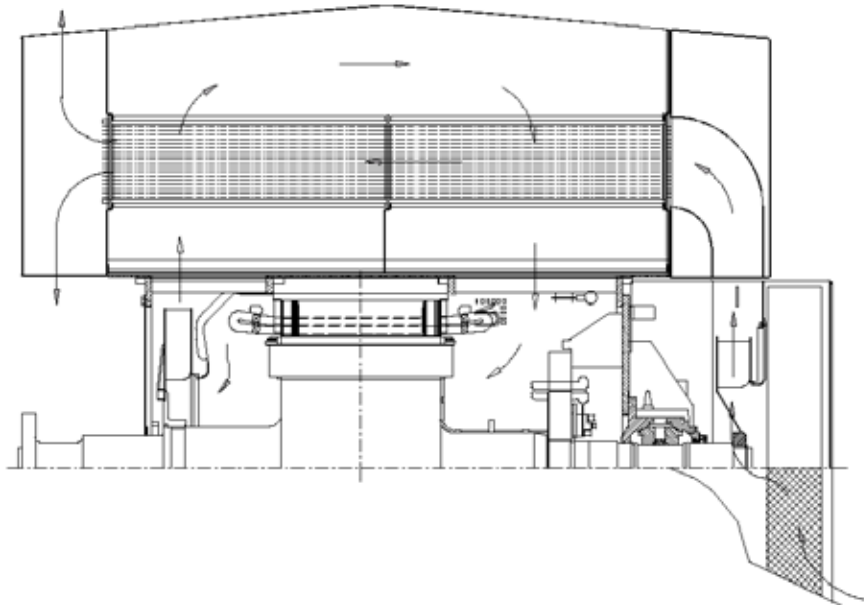


Figure 7-10 Circulation de l'air de refroidissement (structure asymétrique ordinaire)

La machine peut être équipée de capteurs de température permettant de contrôler l'air de refroidissement interne. Si les capteurs de température indiquent une température normale, c'est qu'aucune surveillance supplémentaire du dispositif de refroidissement n'est requise.

Si les capteurs de températures indiquent des températures de bobinage ou d'air de refroidissement anormales ou proches des seuils d'alarme, vérifiez le dispositif de refroidissement. Si les refroidisseurs doivent être nettoyés, suivez les instructions données ci-dessous.

7.8.3.2 Nettoyage

La surface de refroidissement et les parois des conduites se salissent avec le temps. Ces salissures réduisent la capacité de refroidissement. L'échangeur de chaleur doit donc être nettoyé à intervalles réguliers. Ces intervalles sont déterminés au cas par cas, en fonction des propriétés de l'air de refroidissement. Pendant la période initiale d'exploitation, l'échangeur de chaleur doit être inspecté fréquemment.

Nettoyez l'échangeur de chaleur en y soufflant de l'air comprimé propre ou à l'aide d'une brosse adaptée. Pour ne pas endommager les conduits en aluminium, ne les nettoyez jamais avec une brosse en acier ; utilisez pour cela une brosse en fils de laiton ronde et souple.

7.8.4 Maintenance des moteurs des ventilateurs externes

Les moteurs des ventilateurs externes ne demandent normalement aucune maintenance. Par exemple leurs paliers sont graissés à vie. Un moteur de rechange pour le ventilateur externe est cependant recommandé. La maintenance du moteur du ventilateur doit être effectuée en fonction des instructions livrées avec le moteur.

7.9 Réparations, démontage et assemblage

Toutes les opérations relatives aux réparations, au démontage et à l'assemblage doivent être effectuées par un personnel d'entretien qualifié. Des instructions détaillées pour le démontage et l'assemblage peuvent être livrées sur demande. Pour cela, contactez le service Après-ventes (voir *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*).

*****Remarque suivante pour les types de rotor : A aimants permanents**

Les machines synchrones à aimants permanents doivent être entretenues uniquement dans des ateliers de réparation qualifiés et habilités par ABB. Pour davantage d'informations sur les moteurs à aimants permanents, veuillez contacter ABB.

Chapitre 8 Résolution des pannes

8.1 Résolution des pannes

L'objectif de ce chapitre est d'apporter une aide en cas de problèmes d'exploitation des machines électriques tournantes d'ABB. Les tableaux de résolution des pannes donnés ci-dessous peuvent aider à localiser et réparer les problèmes mécaniques, électriques et thermiques, ainsi que les problèmes liés aux dispositifs de lubrification. Les vérifications et mesures correctives mentionnées doivent toujours être effectuées par un personnel qualifié. En cas de doute, contactez le Service après-ventes d'ABB pour en savoir plus ou pour obtenir une assistance technique pour la résolution des pannes et de la maintenance.

8.1.1 Performances mécaniques

Résolution des pannes

Performances mécaniques

Problème rencontré				
Vibration	Bruit	Cause probable		Mesure à prendre
●	●	Problème de lubrification		Vérifiez la qualité et la quantité du lubrifiant et le fonctionnement du circuit de lubrification
●	●	Problème de roulement	Pièces du roulement endommagées	Vérifiez l'état du roulement et remplacez les pièces endommagées
●	●		Mauvais montage du roulement	Ouvrez et ajustez le roulement
●	●	Ventilateur(s) défectueux	Ventilateurs déséquilibrés/endommagés	Vérifiez et réparez les ventilateurs du refroidisseur
	●	Dispositif de refroidissement défectueux		Inspectez et réparez le dispositif de refroidissement
	●	Système d'excitation défectueux		Inspectez et réparez le système d'excitation
●	●	Défaut d'alignement de la machine		Vérifiez l'alignement de la machine
●	●	Arbre ou rotor déséquilibré		Ré-équilibrez le rotor
●	●	Pièces du rotor desserrées		Vérifiez les cales, pôles, etc. du rotor, et réparez/ré-équilibrez le rotor
●	●	Vibrations provenant de l'équipement entraîné		Vérifiez l'équilibrage et l'accouplement de l'équipement entraîné
●	●	Charge axiale provenant de l'équipement entraîné		Vérifiez le type/fonctionnement de l'accouplement et l'alignement
●	●	Accouplement défectueux ou mal monté		Vérifiez le fonctionnement de l'accouplement
●		Force de l'assise insuffisante		Renforcez l'assise conformément aux instructions d'ABB
	●	Bobinage de la machine principale ou du système d'excitation		Vérifiez les bobinages de la machine et du système d'excitation
●	●	Déséquilibre excessif du réseau		Vérifiez que l'équilibrage du réseau est adapté
●	●	Défaut d'alignement du roulement		Vérifiez l'alignement du chapeau du roulement
	●	Corps étranger, humidité ou salissures dans la machine		Vérifiez et nettoyez l'intérieur de la machine, séchez les bobinages
●	●	Entrefer non uniforme		Mesurez et ajustez l'entrefer

8.1.2 paliers et dispositifs de lubrification

***Chapitre suivant pour les types de machines : A palier à roulements

8.1.2.1 Palier à roulements et dispositifs de lubrification

Résolution des pannes

Paliers à roulements et dispositifs de lubrification alimentation en huile et paliers auto-lubrifiés

Problème rencontré	Cause probable		Mesure à prendre	
	Température des roulements élevée	Fuites du lubrifiant Vibrations ou bruit du roulement		
●	●	Lubrification insuffisante	Quantité de graisse insuffisante	Vérifiez l'état du roulement, ajoutez de la graisse
●	●	Mauvaise qualité ou viscosité de graisse		Vérifiez les recommandations de graisse d'ABB, changez la graisse
●		Forces axiales excessives	Accouplement ou montage défectueux	Vérifiez l'accouplement, le montage et l'alignement
●	●	Qualité de graisse réduite	Mauvais intervalle de re-graissage	Vérifiez les recommandations d'ABB, re-graissez
●	●		Conditions d'exploitation inadaptées	Vérifiez les recommandations d'ABB sur les conditions d'exploitation et de graissage
●	●	Lubrification excessive		Nettoyez le roulement et rajoutez suffisamment de lubrifiant
●	●	Pièces de roulement endommagées	Impuretés dans la graisse	Changez la graisse, vérifiez l'état du roulement
●	●		Courants d'arbre	Vérifiez l'état du roulement et de l'isolation
●	●		Roulement entièrement défectueux	Remplacez le roulement
●	●		Usure normale	Remplacez les pièces de roulement usées
●		Instrumentation défectueuse	Capteur de température défectueux	Vérifiez les dispositifs de mesure de température des roulements
	●	Joints de roulements défectueux		Vérifiez les joints du roulement et la qualité du lubrifiant
●		Roulement mal monté		Remplacez le roulement, et montez-le correctement
●	●	Bague extérieure en rotation car charge déséquilibrée		Ré-équilibrez la machine, réparez l'alésage du roulement et remplacez le roulement
	●	Bruit de roulement car élément de roulement déformé		Remplacez le roulement
	●	Corps étranger à l'intérieur du roulement		Nettoyez le bloc-roulement, vérifiez l'état des joints et remplacez le roulement

*****Chapitre suivant pour les types de machines : A paliers lisses**

8.1.2.2 Paliers lisses dispositifs de lubrification

*****Tableau suivant pour les types de machines : A paliers lisses auto-lubrifiés**

Résolution des pannes

Paliers lisses et dispositifs de lubrification
paliers auto-lubrifiés

Température des paliers élevée	Problème rencontré				Cause probable	Mesure à prendre	
	Fuites d'huile	Huile dans la machine	Vibrations/bruit dans roulement	Huile de mauvaise qualité			
●			●	●	Lubrification insuffisante	Niveau d'huile trop faible	Vérifiez que le palier ne fuit pas, ajoutez de l'huile
●	●	●		●	Qualité d'huile inadaptée		Vérifiez les recommandations d'huile d'ABB
●			●		Baisse de la qualité d'huile	Intervalle de changement d'huile inadapté	Nettoyez le palier et changez l'huile
●	●		●	●	Charge axiale excessive	Accouplement ou montage défectueux	Vérifiez l'accouplement, le montage et l'alignement
●	●		●		Défaut d'alignement de la machine		Ré-alignez la machine
●			●		Roulement mal monté		Vérifiez le montage et les réglages du palier
●	●	●			Trop d'huile		Nettoyez le palier et rajoutez suffisamment de lubrifiant
●			●	●	Demi-coussinets du roulement endommagés	Impuretés dans l'huile	Changez l'huile, vérifiez l'état du palier, remplacez les demi-coussinets du palier
●			●			Courants d'arbre	Restaurez l'isolation du palier, remplacez les demi-coussinets du palier
●			●			Roulement entièrement défectueux	Remplacez les pièces du palier
●			●			Usure normale	Remplacez les demi-coussinets du palier
●			●			Vitesse d'exploitation trop basse	Vérifiez les limites de vitesse d'exploitation des paliers
●					Instrumentation défectueuse	Capteur de température défectueux	Vérifiez les dispositifs de mesure de température des paliers
	●				Joint du roulement usés ou endommagés		Remplacez les joints du palier
		●			Pression externe	Equipement tournant à proximité	Vérifiez les niveaux de pression, déplacez l'équipement entraîné
		●	●		Surpression interne	Problème de compensation de pression	Supprimez les causes de surpression interne
			●		Joint de la machine endommagé		Remplacez ou réparez le joint de la machine
●					Mauvais fonctionnement de la bague ou du disque à huile		Ouvrez le palier et ajustez son fonctionnement
			●	●	Corps étranger à l'intérieur du palier		Nettoyez le palier et vérifiez l'état du joint

***Tableau suivant pour les types de machines : A paliers lisses lubrifiés par arrosage

Résolution des pannes

Paliers lisses et dispositifs de lubrification

lubrification par arrosage

Température des paliers élevée	Fuites d'huiles	Huile dans la machine	Vibrations/bruit dans palier	Huile de mauvaise qualité	Cause probable		Mesure à prendre
●				● ●	Lubrification insuffisante	Problème de débit d'huile	Vérifiez la pompe à huile, le clapet réducteur d'huile et le filtre à huile
●						Viscosité d'huile trop élevée	Vérifiez la température et le type d'huile
● ● ●				●	Qualité d'huile inadaptée		Vérifiez les recommandations d'huile d'ABB
●					Température de l'huile d'entrée trop élevée		Vérifiez le circuit de lubrification et ajustez la température d'huile
●			●		Baisse de la qualité d'huile	Intervalle de changement d'huile inadapté	Nettoyez le palier et changez l'huile
● ●			● ●	●	Charge axiale excessive	Accouplement ou montage défectueux	Vérifiez l'accouplement, le montage et l'alignement
● ●			● ●	●	Défaut d'alignement de la machine		Ré-alignez la machine
●			●	●	Palier mal monté		Vérifiez le montage et les réglages du palier
●			● ●	● ●	Demi-coussinets du palier endommagés	Impuretés dans l'huile	Changez l'huile, vérifiez l'état du palier, remplacez les demi-coussinets du palier
●			●	●		Courants d'arbre	Restaurez l'isolation du palier, remplacez les demi-coussinets du palier
●			●	●		Palier entièrement défectueux	Remplacez les pièces du palier
●			●	●		Usure normale	Remplacez les demi-coussinets du palier
●			●	●		Vitesse d'exploitation trop basse	Vérifiez les limites de vitesse d'exploitation des paliers
●					Instrumentation défectueuse	Capteur de température défectueux	Vérifiez les dispositifs de mesure de température des paliers
	●				Joints du palier usés ou endommagés		Remplacez les joints du palier lisse
	●				Débit d'huile trop élevé	Mauvais paramètres du régulateur	Vérifiez et corrigez le débit d'huile
	●				Problème dans le flux d'huile de retour	Canalisations d'huile défectueuses	Vérifiez la pente du tuyau de retour d'huile
	●				Pression externe	Équipement tournant à proximité	Vérifiez les niveaux de pression, déplacez l'équipement entraîné
	● ●				Surpression interne	Problème de compensation de pression	Supprimez les causes de surpression interne
		●			Joint de la machine endommagé		Remplacez ou réparez le joint de la machine
	●				Montage ou entretien du circuit de lubrification		Vérifiez les raccords des tuyaux et le serrage du filtre à huile
			● ●		Corps étranger à l'intérieur du palier		Nettoyez le palier et vérifiez l'état du joint

REMARQUE : Pour les fuites d'huile des paliers lisses, reportez-vous au *Chapitre 8.2 Fuite d'huile des paliers lisses*.

8.1.3 Performances thermiques

***Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air libre par conduites d'air

8.1.3.1 Performances thermiques, refroidissement à l'air libre

Résolution des pannes

Performances thermiques refroidissement à l'air libre

Problème rencontré		Cause probable		Mesure à prendre
Température du bobinage élevée	Température de l'air de refroidissement élevée			
●	●	Température d'air entrant élevée	Température ambiante trop élevée	Augmentez la ventilation pour diminuer la température ambiante
●	●		L'air de sortie revient à l'intérieur	Augmentez les distances de dégagement autour de la machine
●	●		Source de chaleur à proximité	Ecartez les sources de chaleur, vérifiez la ventilation
●	●	Mauvaise circulation d'air	Intérieur de la machine encrassé	Vérifiez les parties de la machine et espaces d'air
●	●		Dispositif de refroidissement défectueux	Inspectez l'état et le montage du dispositif de refroidissement
●	●		Arrivées d'air bouchées	Enlevez les débris des arrivées d'air
●	●		Filtre à air bouché	Nettoyez ou remplacez les filtres à air
●	●	Ventilateur(s) de refroidissement endommagé(s)		Remplacez le(s) ventilateur(s)
●	●	Ventilateur de refroidissement tournant dans le mauvais sens		Remplacez le(s) ventilateur(s) ou changez le sens de rotation du ventilateur externe
●		Surcharge	Paramètres du système de commande	Vérifiez les commandes de la machine, éliminez les surcharges
●	●	Vitesse trop rapide		Vérifiez la vitesse réelle et les recommandations de vitesse d'ABB
●		Déséquilibre du réseau		Vérifiez que l'équilibrage du réseau est adapté
●	●	Instrumentation ou appareil de mesure défectueux		Vérifiez les mesures, les capteurs et le câblage
●		Problème de bobinage		Vérifiez les bobinages

REMARQUE : Pour des températures de paliers élevées, reportez-vous au *Tableau 8.1.2 paliers et dispositifs de lubrification*.

***Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air/air

8.1.3.2 Performances thermiques, refroidissement air/air

Résolution des pannes

Performances thermiques
refroidissement air/air

Problème rencontré		Cause probable	Mesure à prendre
Température du bobinage élevée	Température de l'air de refroidissement élevée		
●	●	Faibles performances du circuit de refroidissement primaire	Ventilateur(s) de refroidissement endommagé(s) Remplacez le(s) ventilateur(s)
●	●		Ventilateur(s) tournant dans le mauvais sens Remplacez le(s) ventilateur(s)
●	●		Intérieur de la machine encrassé Vérifiez les parties de la machine et espaces d'air
●	●	Faibles performances du circuit de refroidissement secondaire	Ventilateur externe endommagé Remplacez le ventilateur
●	●		Ventilateur tournant dans le mauvais sens Changez le ventilateur de l'arbre ou réparez le moteur du ventilateur externe
●	●		Fuite dans le refroidisseur Réparez le refroidisseur
●	●	Température d'air entrant élevée	Température ambiante trop élevée Augmentez la ventilation pour diminuer la température ambiante
●	●		L'air de sortie revient à l'intérieur Augmentez les distances de dégagement autour du refroidisseur
●	●		Source de chaleur à proximité Ecartez les sources de chaleur, vérifiez la ventilation
●		Surcharge	Paramètres du système de commande Vérifiez les commandes de la machine, éliminez les surcharges
●	●	Vitesse trop rapide	Vérifiez la vitesse réelle et les recommandations de vitesse d'ABB
●		Déséquilibre du réseau	Vérifiez que l'équilibrage du réseau est adapté
●	●	Instrumentation ou appareil de mesure défectueux	Vérifiez les mesures, les capteurs et le câblage
●		Mises en marche trop nombreuses	Laissez la machine refroidir avant de la remettre en marche
●		Problème de bobinage	Vérifiez les bobinages

REMARQUE : Pour des températures de paliers élevées, reportez-vous au *Tableau 8.1.2 paliers et dispositifs de lubrification*.

*****Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Air/eau**

8.1.3.3 Performances thermiques, refroidissement air/eau

Résolution des pannes

Performances thermiques
refroidissement air/eau

Problème rencontré			Cause probable	Mesure à prendre	
Température du bobinage élevée	Température de l'air de refroidissement élevée	Alarme de fuite d'eau			
●	●		Faibles performances du circuit de refroidissement primaire	Ventilateur de refroidissement endommagé	Remplacez le ventilateur
●	●			Ventilateur tournant dans le mauvais sens	Changez le ventilateur de l'arbre ou réparez le moteur du ventilateur externe
●	●			Intérieur de la machine encrassé	Vérifiez les parties de la machine et espaces d'air
●	●		Faibles performances du circuit de refroidissement secondaire	Tuyaux de refroidissement bloqués	Ouvrez le refroidisseur et nettoyez les tuyaux
●	●			Pompe de refroidissement défectueuse	Vérifiez et réparez la pompe
●	●	●		Mauvais paramètres du régulateur de débit	Vérifiez et ajustez le débit du liquide de refroidissement
●	●	●		Fuite dans la tête du refroidisseur	Remplacez la tête du refroidisseur
●	●			Air à l'intérieur du refroidisseur	Purgez le refroidisseur par la vis de purge
●	●			Panneau de refroidissement d'urgence ouvert	Fermez le panneau de refroidissement d'urgence
●	●		Température d'entrée de l'eau de refroidissement trop élevée		Réglez la température de l'eau de refroidissement
●			Surcharge	Paramètres du système de commande	Vérifiez les commandes de la machine, éliminez les surcharges
●			Déséquilibre du réseau		Vérifiez que l'équilibre du réseau est adapté
●	●	●	Instrumentation ou appareil de mesure défectueux		Vérifiez les mesures, les capteurs et le câblage
●			Mises en marche trop nombreuses		Laissez la machine refroidir avant de la remettre en marche
●			Problème de bobinage		Vérifiez les bobinages

REMARQUE : Pour des températures de paliers élevées, reportez-vous au *Tableau 8.1.2 paliers et dispositifs de lubrification*.

***Chapitre suivant pour les types de refroidissement : Par ailettes

8.1.3.4 Performances thermiques, par ailettes

Résolution des pannes

Performances thermiques refroidissement par ailettes

Problème rencontré	Cause probable		Mesure à prendre
● Température des bobinages élevée	Surcharge	Paramètres du système de commande	Vérifiez les commandes de la machine, éliminez les surcharges
●	Vitesse trop rapide		Vérifiez la vitesse réelle et les recommandations de vitesse d'ABB
●	Déséquilibre du réseau		Vérifiez que l'équilibrage du réseau est adapté
●	Instrumentation ou appareil de mesure défectueux		Vérifiez les mesures, les capteurs et le câblage
●	Mises en marche trop nombreuses		Laissez la machine refroidir avant de la remettre en marche
●	Problème de bobinage		Vérifiez les bobinages
●	Extérieur de la machine sale		Nettoyez l'extérieur de la machine
●	Circulation d'air réduite		Retirez les obstacles. Assurez une circulation d'air suffisante, voir <i>schéma d'encombrement de la machine</i>

REMARQUE : Pour des températures de paliers élevées, voir *Chapitre 8.1.2 paliers et dispositifs de lubrification.*

*****Chapitre suivant pour les types de machines : A paliers lisses****8.2 Fuite d'huile des paliers lisses**

La structure des paliers lisses est telle qu'il est pratiquement impossible d'éliminer complètement les fuites d'huile ; la perte de petites quantités d'huile est donc acceptable.

Cependant, des fuites d'huile peuvent ne pas être causées par la construction du palier, mais par une mauvaise viscosité d'huile, une surpression à l'intérieur du palier, une sous-pression à l'extérieur du palier ou des niveaux de vibration élevés au niveau du palier.

Si les fuites d'huile sont trop importantes, prenez les mesures suivantes :

- Vérifiez que l'huile utilisée est conforme aux spécifications.
- Resserrez les deux parties du logement des paliers et le capot à joint labyrinthe. Cette mesure est très importante si la machine a été arrêtée pendant une longue période.
- Mesurez les vibrations du palier suspect dans les trois directions à pleine charge. Si le niveau de vibration est trop élevé, le logement du palier risque de se desserrer très légèrement et l'huile risque de faire partir le produit d'étanchéité situé entre les deux parties du logement.
- Ouvrez le palier, nettoyez ses surfaces et appliquez de nouveau du produit d'étanchéité entre les deux parties du logement du palier.
- Vérifiez que rien ne peut causer de faible pression près du palier. Un arbre ou le capot d'un accouplement peut par exemple être conçu pour causer une faible pression près du palier.
- Vérifiez qu'il n'y a aucune surpression à l'intérieur du palier. La surpression peut entrer dans le palier par le tuyau de sortie d'huile du circuit de lubrification. Appliquez des dispositifs de ventilation (reniflard) sur le logement du palier pour éliminer la surpression des paliers.
- Pour les machines lubrifiées par arrosage, vérifiez que la pente du tuyau de sortie d'huile est suffisante.

Si malgré toutes les mesures mentionnées dans cette section les fuites d'huile sont toujours importantes, remplissez le formulaire de fuite l'huile des paliers lisses RENK et envoyez-le au service après-ventes.

8.2.1 Huile

Pour que les paliers fonctionnent comme prévu, l'huile doit regrouper certains critères comme par exemple la viscosité et la propreté. Reportez-vous au *Chapitre 7.5.2.2 Contrôle du lubrifiant* et *Chapitre 7.5.2.3 Valeurs de contrôle recommandées pour l'huile lubrifiante*.

Viscosité

Les paliers sont conçus pour être utilisés avec une huile d'une certaine viscosité, indiquée dans la documentation livrée avec la machine électrique.

Une mauvaise viscosité peut entraîner des problèmes de lubrification et donc détériorer les paliers, voire l'arbre.

8.2.2 Paliers lisses

Les paliers lisses utilisés dans les machines électriques tournantes sont souvent des "paliers standard" utilisés dans de nombreuses applications. La conception des paliers en elle-même n'est donc pas la cause des fuites d'huile, et la raison de la fuite doit être cherchée ailleurs.

Par contre, le palier se compose de plusieurs pièces et les joints entre ces pièces peuvent fuir suite à un mauvais assemblage ou un manque de produit d'étanchéité.

Logement des paliers

Le logement du palier se compose de deux parties qui sont assemblées l'une à l'autre. De plus, des joints labyrinthe sont montés à l'entrée du logement du palier côté arbre. Cette structure n'est pas complètement hermétique et les petites fuites peuvent donc être tolérées.

S'il est inutile de refaire le plein d'huile du palier entre les intervalles de changements d'huile, c'est que les fuites peuvent être tolérées.

L'huile peut s'échapper du palier de deux façons :

- Par les joints labyrinthe.
- Par la ligne de jointure des parties du logement du palier.

Produit d'étanchéité

Pour empêcher l'huile de s'échapper des paliers par les lignes de jointure, un produit d'étanchéité est appliqué sur les lignes de jointure. ABB recommande le produit d'étanchéité Hylomar Blue Heavy. Curil T ou d'autres produits similaires peuvent également être utilisés.

8.2.3 Vérification des paliers

Si la fuite d'huile provient du logement du palier, les mesures suivantes doivent être prises :

1. Resserrez le logement du palier

Ce resserrage est important surtout lors de la mise en service de la machine ou si la machine est restée immobilisée pendant une longue période.

Si les deux parties du logement du palier ne sont pas suffisamment serrées l'une à l'autre, l'huile risque de faire partir le produit d'étanchéité appliqué sur la ligne de jointure. Un manque de produit d'étanchéité entraînera des fuites d'huile.

2. Ouvrez le logement du palier

Ouvrez le logement du palier pour appliquer de nouveau du produit d'étanchéité sur les lignes de jointure. Lors de cette procédure, faites attention à ne pas laisser entrer dans le palier des salissures ou des corps étrangers. Les lignes de jointure doivent être complètement dégraissées avant d'appliquer une fine couche de produit d'étanchéité.

*****Chapitre suivant pour les types de machine : A paliers lisses lubrifiés par arrosage**

8.2.4 Réservoir et canalisations d'huile

Les paliers lubrifiés par arrosage utilisent un réservoir et des canalisations d'huile séparés.

Réservoir d'huile

Le réservoir d'huile peut être un réservoir séparé ou le carter d'un moteur diesel, comme cela est parfois le cas. Dans les deux cas, le réservoir doit se trouver plus bas que les paliers, pour que l'huile puisse s'écouler depuis le palier jusqu'au réservoir.

Le réservoir d'huile doit être conçu de sorte à empêcher toute pression risquant d'entrer dans le tuyau de retour d'huile du palier vers le réservoir.

Canalisations d'huile

Le rôle du tuyau de retour d'huile est de permettre à l'huile de revenir dans le réservoir d'huile avec le moins de friction possible. Pour cela, un tuyau d'un diamètre assez large est utilisé, pour que le débit d'huile dans le circuit de retour ne dépasse pas 0,15 m/s (6 pouces/s), par rapport à la section du tuyau.

Installez le tuyau de sortie d'huile orienté vers le bas à une angle minimum de 15°, ce qui correspond à une pente de 250 - 300 mm/m (3 - 3½ pouces/pied).

Le montage du tuyau doit être réalisé de sorte que la pente mentionnée ci-dessus puisse être constatée en tout point du tuyau de retour.

*****Chapitre suivant pour les types de machine : A paliers lisses lubrifiés par arrosage**

8.2.5 Vérification du réservoir et des canalisations d'huile

Si la fuite d'huile est causée par la structure du réservoir ou les canalisations d'huile, les mesures suivantes doivent être prises :

Pression du réservoir d'huile

Vérifiez la pression atmosphérique à l'intérieur du réservoir d'huile. Cette pression doit être inférieure à la pression en dehors du palier. Dans le cas contraire, un reniflard doit être installé sur le réservoir d'huile.

Canalisations d'huile

Vérifiez que les canalisations ont un diamètre suffisant, qu'elles ne sont pas bouchées et que le tuyau de retour d'huile est suffisamment incliné vers le bas.

8.2.6 Facteurs d'exploitation

En plus des raisons liées à l'installation, les fuites d'huile du palier peuvent également être causées par l'exploitation elle-même de la machine.

*****Paragraphe suivants pour les types de machine : A paliers lisses lubrifiés par arrosage**

Pression d'huile

La pression d'huile d'entrée pour chaque palier est calculée par rapport au débit d'huile désiré et la pression d'huile doit donc être réglée en conséquence au cours de la mise en service.

Consultez la documentation livrée avec la machine pour connaître la valeur de pression d'huile propre à chaque machine.

*****Paragraphe suivant pour les types de machine : A paliers lisses auto-lubrifiés**

Niveau d'huile

Le niveau d'huile d'un palier lisse auto-lubrifié doit être contrôlé régulièrement. Reportez-vous au *Chapitre 7.5.1.1 Niveau d'huile*.

Température de l'huile

Il est essentiel que l'huile de lubrification soit à la bonne température afin d'obtenir une température d'exploitation des paliers efficace, et pour assurer un effet lubrifiant suffisant et une viscosité correcte. Reportez-vous au *Chapitre 7.5.2.1 Température de l'huile de lubrification*.

Vibrations

Toutes les machines sont conçues pour supporter les vibrations auxquelles elles sont soumises. Des vibrations importantes peuvent entraîner des dysfonctionnements dans les différentes pièces du palier.

De très grosses vibrations peuvent entraîner différents phénomènes dans le film d'huile entre l'arbre et le métal antifricction, mais ces phénomènes causent rarement des fuites d'huile, mais plutôt des problèmes de palier.

De très grosses vibrations peuvent desserrer les parties du logement juste assez pour laisser l'huile atteindre la jointure entre la partie inférieure et la partie supérieure du logement du palier. Les vibrations font déplacer les parties du logement l'une par rapport à l'autre. Ce déplacement peut entraîner un effet de "pompage", qui entraîne l'huile contre la surface de la jointure dans un mouvement de va-et-vient. Ce va-et-vient risque d'enlever le produit d'étanchéité et entraînera des fuites de palier.

Pression d'air à l'intérieur du palier

Le logement du palier n'étant pas un compartiment hermétique, toute surpression à l'intérieur du logement du palier s'échappera du logement par les joints labyrinthe. En s'échappant, l'air entraîne avec lui un nuage d'huile, causant ainsi une fuite du palier.

Une surpression à l'intérieur du palier est normalement causée par des composants autres que le palier lui-même. Le plus souvent, une surpression à l'intérieur du palier est synonyme de surpression dans le tuyau de retour d'huile.

Pression d'air en dehors du palier

Parallèlement à la surpression à l'intérieur du palier, une sous-pression en dehors du palier aspirera l'air du palier, entraînant de l'huile et donc causant également une fuite du palier.

Une sous-pression à l'intérieur du palier n'est normalement pas causée par le palier lui-même mais par des pièces situées en dehors du palier.

Une sous-pression proche du logement du palier est causée par les parties tournantes déplaçant l'air autour d'elles de sorte à former une sous-pression locale près de la sortie de l'arbre du palier.

8.2.7 Vérification des facteurs d'exploitation

Huile

La qualité de l'huile doit être vérifiée.

*****Paragrapes suivants pour les types de machine : A paliers lisses lubrifiés par arrosage**

La pression d'entrée de l'huile doit être vérifiée et réglée en conséquence.

La valeur normale de la pression d'huile est de $125 \text{ kPa} \pm 25 \text{ kPa}$ ($1,25 \text{ bar} \pm 0,25 \text{ bar}$), mais la valeur de pression d'huile propre à chaque machine peut être obtenue dans la documentation livrée avec la machine.

*****Paragrapes suivants pour les types de machine : A paliers lisses auto-lubrifiés**

Le niveau d'huile dans le palier doit être vérifié.

La température de l'huile doit être vérifiée. Une température trop élevée diminue la viscosité de l'huile, facilitant ainsi sa fuite hors du palier.

REMARQUE : Les paliers possédant un capteur de température Pt-100 détectent normalement la température du palier, et non celle de l'huile. La température de l'huile est d'environ 10°C (20°F) inférieure à celle du palier.

*****Paragraphe suivant pour les types de machine : A paliers lisses lubrifiés par arrosage**

La température normale de l'huile d'entrée se situe entre 65°C et 75°C (150°F - 170°F), mais sa valeur doit être contrôlée dans la documentation livrée avec la machine.

Vibrations

Les mesures des vibrations des logements de palier doivent être prises dans trois directions : axiale, transversale (horizontale) et verticale. Reportez-vous au *Chapitre 7.4.3 Vibrations*.

Pression d'air à l'intérieur du palier

La pression d'air à l'intérieur et à l'extérieur des paliers doit être vérifiée.

Une surpression est, comme mentionné plus haut, normalement synonyme de surpressions dans le réservoir d'huile. La surpression du réservoir d'huile est ensuite transmise au palier par le tuyau de retour d'huile.

La meilleure façon de mesurer la pression d'huile d'un palier est de la mesurer par l'orifice de remplissage d'huile ou par le voyant de niveau situé en haut du palier.

En cas de surpression à l'intérieur du palier, les mesures suivantes doivent être prises dans l'ordre suivant :

- Montez un reniflard sur le réservoir d'huile si possible. Cette mesure ne s'applique pas aux carters des moteurs diesel.

- Assurez-vous que le tuyau de retour d'huile entre dans le réservoir d'huile à un niveau plus bas que le niveau d'huile. Cette mesure est essentielle pour les carters des moteurs diesel.
- Formez un piège à eau en U sur le tuyau de retour d'huile.
- Installez un reniflard sur le dessus du logement du palier.

Pression d'air à l'extérieur du palier

La pression d'air près de la sortie de l'arbre à partir du palier doit être vérifiée. Cette mesure est surtout importante si le palier est monté sur la machine avec une bride, ou si l'arbre est monté sous un capot ou toute autre construction pouvant former avec l'arbre un "ventilateur centrifuge".

Les paliers à bride possèdent deux canaux entre le logement du palier et la bride, qui suffisent normalement à compenser toute sous-pression près de la sortie de l'axe à partir du logement du palier. Cependant, si pour une raison quelconque une sous-pression importante est constatée dans cette zone, les deux canaux ne doivent peut-être pas suffire et une quantité d'air est en plus aspirée hors du palier. Ce problème se produit plus particulièrement avec des paliers lisses à lunette axiale, étant donné que le débit d'huile dans ces paliers est plus important que dans des paliers radiaux purs.

En cas de sous-pression importante, la pression d'air doit être mesurée près de la sortie de l'arbre à partir du logement du palier.

Pour savoir si la sous-pression en dehors du palier peut entraîner une fuite, la pression en dehors du palier (p_0), celle à l'intérieur du palier (p_2) et celle de la zone située entre le flasque et le joint de la machine (p_1) doivent également être mesurées. Pour mesurer (p_1), le tuyau doit être inséré aussi loin que possible et les canaux doivent être temporairement fermés. Reportez-vous à la *Figure 8-1 Vérification de la pression d'air à l'intérieur ou à l'extérieur du palier lisse*.

Pour analyser la situation, les valeurs p_1 et p_2 doivent être comparées à la valeur p_0 , qui doit être mesurée sans perturbations ou turbulences près de la machine. Les situations suivantes peuvent se produire :

- $p_0 = p_1 = p_2$. Si toutes les pressions mesurées sont identiques, la fuite n'est pas causée par des différences de pression. N'oubliez pas cependant ce qui a été défini pour les moteurs diesel plus haut.
- $p_2 > p_1 (= p_0)$. Si la pression à l'intérieur du palier est supérieure à la pression en dehors du palier, c'est que l'intérieur du palier est en surpression.
- $p_2 (= p_0) > p_1$. Si la pression en dehors du palier est inférieure aux autres pressions, c'est que les alentours du palier sont en sous-pression.
- $p_2 > p_0 > p_1$. Si toutes les mesures de pression sont différentes, c'est que l'intérieur du palier est en surpression et que l'extérieur du palier est en sous-pression.

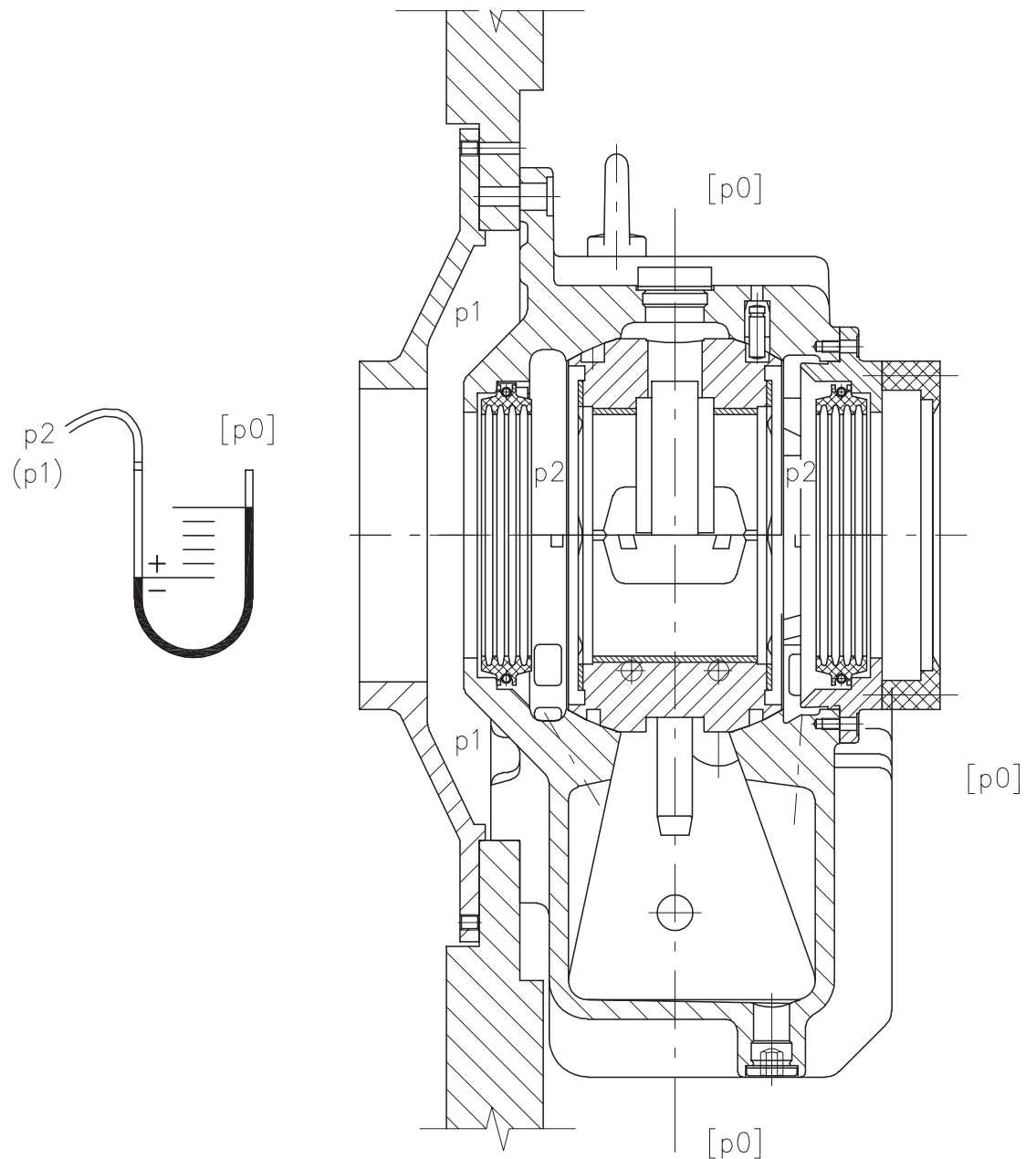


Figure 8-1 Vérification de la pression d'air à l'intérieur ou à l'extérieur du palier lisse

Si une sous-pression importante est décelée à l'intérieur de la machine, par exemple entre le flasque et le joint de la machine, la situation est plus compliquée ; il est en effet très difficile de retirer le joint de la machine ou de le remettre.

REMARQUE : En aucun cas il ne faut installer de reniflard sur le palier pour résoudre une situation de sous-pression, car la fuite d'huile ne ferait qu'empirer.

8.3 Performances électriques, excitation, contrôles et protection

Les performances électriques d'une machine électrique tournante sont principalement déterminées par l'état des bobinages du rotor et du stator et par le fonctionnement du système d'excitation, le cas échéant. La maintenance principale des bobinages de la machine est décrite au *Chapitre 7.6 Maintenance des bobinages du stator et du rotor*. Le présent chapitre se concentre sur la résolution des pannes des systèmes d'excitation, de contrôle et de protection.

8.3.1 Courts-circuits de protection

La machine doit être protégée par des alarmes et des courts-circuits en cas de conditions d'exploitation électriques et mécaniques anormales. Certaines de ces protections peuvent être réinitialisées et la machine remise en marche directement après avoir localisé le problème.

Exemples de protection qui en cas d'alarme ou de court-circuit demandent une attention plus particulière :

- Protection contre les diodes défectueuses.
- Température élevée dans les paliers. Reportez-vous au *Chapitre 7.5 Maintenance des paliers et des dispositifs de lubrification*.
- Température élevée dans les bobinages ou l'air de refroidissement. Reportez-vous au *Chapitre 7.6 Maintenance des bobinages du stator et du rotor* et au *Chapitre 8.5 Performances thermiques et dispositifs de refroidissement*.
- Surintensité, déséquilibre de l'intensité et de la tension, tension de la barre.
- Protection contre les vibrations, *Chapitre 7.4.2 Vibrations et bruit*.

8.3.2 Capteurs de température à résistance (Pt-100)

Les capteurs de température à résistance (Pt-100) représentent un élément important du dispositif de protection et de surveillance de l'état de la machine. Ils servent à mesurer la température des bobinages, des paliers et de l'air de refroidissement. Pour mesurer les températures, le capteur Pt-100 utilise un filament en platine très fin, qui peut être endommagé suite à une mauvaise manipulation ou des vibrations excessives.

Les symptômes suivants peuvent indiquer un problème dans un capteur Pt-100 :

- Résistance nulle ou infinie à travers le capteur.
- Disparition du signal de mesure au cours ou après la mise en marche.
- Une différence de valeur de résistance importante dans l'un des capteurs.

Si une panne Pt-100 est suspectée, ces résultats doivent toujours être confirmés à partir de la boîte à bornes, en mesurant la résistance du capteur avec ses câbles débranchés. Ces résultats doivent être enregistrés. Pour connaître le bon courant de mesure, reportez-vous au capteur Pt-100 approprié. Pour connaître les valeurs de résistance à différentes températures, reportez-vous au *Tableau 8-1 Valeurs de température pour les éléments Pt-100 par rapport à la résistance*.

Tableau 8-1. Valeurs de température pour les éléments Pt-100 par rapport à la résistance

PT100 RES Ω	TEMP $^{\circ}\text{C}$	TEMP $^{\circ}\text{F}$	PT100 RES Ω	TEMP $^{\circ}\text{C}$	TEMP $^{\circ}\text{F}$	PT100 RES Ω	TEMP $^{\circ}\text{C}$	TEMP $^{\circ}\text{F}$
100.00	0	32.00	127.07	70	158.00	153.58	140	284.00
100.78	2	35.60	127.84	72	161.60	154.32	142	287.60
101.56	4	39.20	128.60	74	165.20	155.07	144	291.20
102.34	6	42.80	129.37	76	168.80	155.82	146	294.80
103.12	8	46.40	130.13	78	172.40	156.57	148	298.40
103.90	10	50.00	130.89	80	176.00	157.31	150	302.00
104.68	12	53.60	131.66	82	179.60	158.06	152	305.60
105.46	14	57.20	132.42	84	183.20	158.81	154	309.20
106.24	16	60.80	133.18	86	186.80	159.55	156	312.80
107.02	18	64.40	133.94	88	190.40	160.30	158	316.40
107.79	20	68.00	134.70	90	194.00	161.04	160	320.00
108.57	22	71.60	135.46	92	197.60	161.79	162	323.60
109.35	24	75.20	136.22	94	201.20	162.53	164	327.20
110.12	26	78.80	136.98	96	204.80	163.27	166	330.80
110.90	28	82.40	137.74	98	208.40	164.02	168	334.40
111.67	30	86.00	138.50	100	212.00	164.76	170	338.00
112.45	32	89.60	139.26	102	215.60	165.50	172	341.60
113.22	34	93.20	140.02	104	219.20	166.24	174	345.20
113.99	36	96.80	140.77	106	222.80	166.98	176	348.80
114.77	38	100.40	141.53	108	226.40	167.72	178	352.40
115.54	40	104.00	142.29	110	230.00	168.46	180	356.00
116.31	42	107.60	143.04	112	233.60	169.20	182	359.60
117.08	44	111.20	143.80	114	237.20	169.94	184	363.20
117.85	46	114.80	144.55	116	240.80	170.58	186	366.80
118.62	48	118.40	145.31	118	244.40	171.42	188	370.40
119.40	50	122.00	146.06	120	248.00	172.16	190	374.00
120.16	52	125.60	146.81	122	251.60	172.90	192	377.60
120.93	54	129.20	147.57	124	255.20	173.63	194	381.20
121.70	56	132.80	148.32	126	258.80	174.37	196	384.80
122.47	58	136.40	149.07	128	262.40	175.10	198	388.40
123.24	60	140.00	149.83	130	266.00	175.84	200	392.00
124.01	62	143.60	150.57	132	269.60	176.57	202	395.60
124.77	64	147.20	151.33	134	273.20	177.31	204	399.20
125.54	66	150.80	152.04	136	276.80	178.04	206	402.80
126.31	68	154.40	152.83	138	280.40	178.78	208	406.40

En cas de capteurs Pt-100 endommagés, deux solutions sont possibles. Si le noyau du stator possède des capteurs supplémentaires opérationnels, utilisez-les. Si tous les capteurs montés d'usine et en état de marche sont utilisés, un nouveau capteur peut être monté en rattrapage sur l'extrémité du bobinage.

*****Chapitre suivant pour les types de rotor : Bagues collectrices**

8.4 Bagues collectrices et balais

8.4.1 Usure des balais

Si les balais s'usent rapidement ou inégalement les uns par rapport aux autres, les points suivants doivent être observés :

- La pression des balais est-elle entre les limites déterminées ? Reportez-vous au *Chapitre 7.7.2.1 Pression des balais*.
- Les câbles pigtail des balais sont -ils correctement branchés ?
- Les surfaces de glissement des bagues collectrices sont-elles endommagées ?
- Est-il possible que les balais de carbone aient absorbé de l'huile ou de l'humidité ?
- La qualité des balais est-elle indiquée pour la machine ?

Les points suivants doivent toujours être contrôlés si cela s'avère possible :

- Vérifiez que les balais sont en bon état et qu'ils peuvent se déplacer librement dans les porte-balais.
- Vérifiez que les câbles pigtail des balais sont en ordre et correctement branchés.
- Aspirez la poussière de carbone.

8.4.2 Etincelles au niveau des balais

Les éventuelles étincelles au niveau des balais peuvent être observées à travers la vitre du logement des bagues collectrices. Des étincelles sont très souvent synonymes de mauvais fonctionnement. Des mesures pour éliminer ces étincelles doivent être prises immédiatement. Les causes des étincelles doivent également être éliminées afin de restaurer des conditions d'exploitation normales. Les étincelles peuvent être causées par :

- Condition de charge inadéquate.
- Balais collés au porte-balais.
- Balais décollés des porte-balais.
- Connexions des balais desserrées.
- Matelas des balais inadapté.
- Pression des balais incorrecte ou inégale.
- Surfaces de glissement des bagues collectrices endommagées.
- Type de balais de carbone non adapté aux conditions d'exploitation.
- Défaut d'alignement des accouplements de l'arbre.
- Machine déséquilibrée.
- paliers usés entraînant des entrefers inégaux.

8.5 Performances thermiques et dispositifs de refroidissement

Les deux principales raisons susceptibles d'augmenter la température de la machine sont les suivantes :

- Les effets du dispositif de refroidissement ont diminué.
- La machine produit une chaleur excessive.

Si la température de la machine dépasse les valeurs normales, des mesures doivent être prises pour déterminer laquelle des raisons mentionnées ci-dessus est la cause dominante d'un incident particulier.

REMARQUE : Une production excessive de chaleur peut être causée par un problème de bobinage ou par un déséquilibre du réseau ; dans de telles circonstances, agir sur le dispositif de refroidissement serait tout à fait inutile, voire dangereux.

Si les capteurs de températures des paliers ou de l'air de refroidissement indiquent des températures anormales, vérifiez le fonctionnement du dispositif de refroidissement. Deux travaux de maintenance différents influent sur le dispositif de refroidissement. Le but évident est d'assurer une exploitation correcte et ininterrompue de l'échangeur de chaleur. Pour cela, vérifiez et nettoyez régulièrement l'échangeur de chaleur.

Vérifiez également la circulation d'air ou d'eau dans l'échangeur de chaleur. Si le refroidisseur est équipé d'un ventilateur externe, vérifiez également le fonctionnement de ce ventilateur.

Une mesure moins évidente mais tout aussi importante est d'assurer une bonne circulation d'air dans le circuit de refroidissement primaire de la machine. Cette tâche peut être effectuée en nettoyant et en vérifiant l'intérieur de la machine lors des révisions ou lorsqu'un problème survient.

Les autres causes possibles d'un échangeur de chaleur peu performant peuvent inclure une température ambiante élevée, une température élevée d'air ou d'eau dans le circuit et un débit d'air ou d'eau trop faible.

De plus, des paliers défectueux ou une lubrification inadéquate peuvent augmenter la température des paliers. Une température élevée peut également être causée tout simplement par un capteur de température défectueux. Reportez-vous au *Chapitre 8.3.2 Capteurs de température à résistance (Pt-100)*.

Chapitre 9 Service après-ventes et pièces de rechange

9.1 Service après-ventes

Le Service après-ventes s'occupe des machines électriques tournantes construites par ABB et Strömberg à Helsinki, Finlande depuis 1889.

9.1.1 Services sur site

Le Service des interventions sur site comprend :

- L'installation et la mise en service.
- La surveillance et les inspections.
- La résolution des pannes et la maintenance.
- Les améliorations et modifications.

9.1.2 Pièces de rechange

Le Service pièces de rechange :

- Coordonne les kits pièces de rechange livrés avec la machine.
- Vend des pièces de rechange d'origine une fois que les machines ont été livrées.

Pour en savoir plus sur les kits pièces de rechange, reportez-vous au *Chapitre 9.2 Pièces de rechange pour machines électriques tournantes*.

9.1.3 Garanties

Le Service garanties traite les problèmes concernant la garantie des machines.

9.1.4 Support des centres de services

Le Support des centres de services propose son aide aux centres de services pour les questions de structure mécanique et les questions relatives aux technologies électromagnétiques et isolantes.

9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes

Contactez le Service après-ventes par :

- Téléphone de 7h00 à 17h00 (GMT +2) : +358 (0)10 22 11
- Numéro d'urgence 24-heures : +358 (0)10 22 21999
- Fax: +358 (0)10 22 22544
- E-mail pour les pièces de rechange : aftersales.machines@fi.abb.com
- E-mail pour les services sur site : siteservice.machines@fi.abb.com
- E-mail pour les garanties : warranties.machines@fi.abb.com.

9.2 Pièces de rechange pour machines électriques tournantes

9.2.1 Considérations générales sur les pièces de rechange

Les machines construites par ABB sont conçues et fabriquées pour une exploitation fiable et sans problèmes pendant des années. Pour cela, les machines doivent malgré tout être entretenues et utilisées correctement. Cette maintenance comprend le changement des pièces soumises à une usure normale.

Il est toujours difficile d'estimer quelles sont les conditions d'une usure normale. Les degrés d'usure de ces pièces dépend principalement de l'application, de l'environnement et des conditions particulières. Par conséquent, l'état de ces pièces doit être vérifié régulièrement et un nombre suffisant de pièces de rechange doit être gardé en stock. Ces pièces de rechange aident à minimiser les temps d'arrêt-machine. L'importance du stock est à déterminer en fonction de l'application, de la disponibilité des pièces de rechange particulières et de l'expérience du personnel de maintenance local.

9.2.2 Changements de pièces périodiques

L'usure mécanique apparaît toujours lorsque deux surfaces en mouvement sont en contact l'une avec l'autre. Dans les machines électriques, l'usure mécanique la plus importante se situe entre l'arbre tournant et les pièces fixes. Les pièces du palier telles que les paliers à roulements, les demi-coussinets du palierpalier et les bagues à huile dans les paliers lisses finissent par s'user et doivent être remplacées, même si un niveau de lubrification correct est maintenu. Les autres pièces qui s'usent comprennent les joints, qui sont constamment en contact avec l'arbre tournant, les balais, les porte-balais et le collecteur.

Les pièces mentionnées ci-dessus sont les pièces les plus soumises à l'usure mécanique. Mais cette liste n'est pas exhaustive. Ces pièces ont une durée de vie estimée, mais leur durée de vie réelle peut varier énormément. C'est pour cette raison que ces pièces au moins doivent être gardées en stock. Notez également que le remplacement de ces pièces, dû à une usure normale, n'est pas couvert par la garantie.

9.2.3 Besoin en pièces de rechange

Les autres types d'usure sont causés par des températures élevées, des perturbations électriques et des réactions chimiques. L'usure des diodes du pont redresseur est généralement liée à des conditions d'exploitation électriques anormales. Cette usure est généralement lente, mais dépend fortement des conditions d'exploitation des machines et des perturbations subies par l'installation.

Les filtres à air, qui protègent l'intérieur de la machine de la contamination, sont saturés par les impuretés contenues dans l'air et doivent être remplacés pour assurer le bon fonctionnement du refroidisseur et une protection continue des pièces sensibles de la machine.

Les bobinages électriques des machines ABB possèdent une protection efficace contre l'usure, pourvu que des conditions d'exploitation et de maintenance correctes soient maintenues. La température d'exploitation recommandée ne doit pas être dépassée et les bobinages doivent être nettoyés régulièrement. L'usure du bobinage peut être accélérée en raison d'un nombre de perturbations électriques trop élevé.

Des capteurs Pt-100 situés dans les encoches du noyau du stator permettent de surveiller la température des bobinages du stator ; ces capteurs ne peuvent pas être remplacés. Par conséquent, ABB recommande d'ajouter des capteurs Pt-100 de rechange dans le noyau

du stator. Ces capteurs de rechange ne doivent pas être considérés comme des pièces de rechange habituelles car ils sont utilisés en remplacement en cas de dysfonctionnement de l'un des éléments Pt-100 du stator pendant la mise en service. Cependant, ces éléments peuvent également être utilisés en cours d'exploitation si l'un des capteurs primaires rencontrait un problème. Si l'élément de remplacement est défaillant, il est possible de monter les éléments Pt-100 en rattrapage sur l'extrémité du bobinage du stator.

9.2.4 Sélection du kit pièces de rechange le mieux adapté

ABB propose trois kits pièces de rechange prêtes à l'emploi. Le personnel le mieux informé des conditions d'exploitation de la machine doit choisir le kit qui lui semble le mieux adapté, en tenant compte de l'importance de l'application et des risques financiers liés aux temps d'arrêt-machine et à la perte de production.

Pièces de rechange de sécurité pour la mise en service et un bon fonctionnement :

- Ces pièces de rechanges sont des pièces essentielles et devraient toujours être gardées en stock.

Pièces de rechange de maintenance pour la résolution des pannes et la maintenance programmée:

- Ces pièces doivent être gardées en stock en vue des maintenances à moyen terme. Ces pièces accélèrent également les reprises en cas de panne des accessoires.

Pièces de rechange capitales pour réduire les temps de réparation en cas d'endommagements sérieux :

- Ces pièces de rechange sont recommandées lorsque la machine fait partie d'une installation capitale. Ces pièces accélèrent les reprises même en cas d'endommagements graves.

9.2.5 Pièces de rechange recommandées généralement par type de kit

Vous trouverez ci-dessous des recommandations générales sur les pièces de rechange habituelles contenues dans les différents kits. Pour recevoir un devis particulier sur des pièces propres à une machine particulière, contactez le Service après-ventes d'ABB.

Notez que même si ABB possède des kits pièces de rechange prévus pour correspondre à la machine, ils peuvent contenir des informations relatives à des accessoires qui ne sont pas installés sur toutes les machines.

*****Chapitres suivants pour la famille de produits : HXR**

9.2.5.1 Pièces de rechange de sécurité

Pièce de rechange	Quantité
Palier à roulement	2 pièces
Demi-coussinet du palier (pour côtés accouplement et opposé à l'accouplement)	1 pièce
Bague à huile du palier	1 pièce
Joint labyrinthe du palier	2 pièces
Capteur de température pour palier	1 pièce

9.2.5.2 Pièces de rechange de maintenance

Pièce de rechange	Quantité
Pièces de rechange de sécurité	1 kit
Radiateur	1 pièce
Pt-100 du stator	1 pièce
Boîte à bornes	1 pièce
Isolateur des traversées et supports	1 pièce

9.2.5.3 Pièces de rechanges capitales

Pièce de rechange	Quantité
Stator	1 pièce
Rotor	1 pièce

*****Chapitres suivants pour la famille de produits : AMA et AMB**

9.2.5.4 Pièces de rechange de sécurité

Pièce de rechange	Quantité
Filtres à air	1 jeu
Capteur de fuite d'eau	1 pièce
Palier à roulement	2 pièces
Demi-coussinet du palier (pour côtés accouplement et opposé à l'accouplement)	1 pièce
Bague à huile du palier	1 pièce
Joint labyrinthe du palier	2 pièces
Capteur de température pour palier	1 pièce

9.2.5.5 Pièces de rechange de maintenance

Pièce de rechange	Quantité
Radiateur	1 pièce
Pt-100 du stator	1 pièce
Elément du refroidisseur d'eau	1 pièce
Boîte à bornes	1 pièce
Isolateur des traversées et supports	1 pièce

9.2.5.6 Pièces de rechanges capitales

Pièce de rechange	Quantité
Rotor	1 pièce
Stator	1 pièce

*****Chapitres suivants pour la famille de produits : AMH**

9.2.5.7 Pièces de rechange de sécurité

Pièce de rechange	Quantité
Palier à roulement	2 pièces
Capteur de température pour palier	1 pièce

9.2.5.8 Pièces de rechange de maintenance

Pièce de rechange	Quantité
Radiateur	1 pièce
Pt-100 du stator	1 pièce
Boîte à bornes	1 pièce
Isolateur des traversées et supports	1 pièce

9.2.5.9 Pièces de rechanges capitales

Pièce de rechange	Quantité
Stator	1 pièce
Rotor	1 pièce

*****Chapitres suivants pour la famille de produits : AMK**

9.2.5.10 Pièces de rechange de sécurité

Pièce de rechange	Quantité
Filtres à air	1 jeu
Balais	1 jeu
Porte-balais	1 jeu
Capteur de fuite d'eau	1 pièce
Palier à roulement	2 pièces
Demi-coussinet du palier (pour côtés accouplement et opposé à l'accouplement)	1 pièce

Pièce de rechange	Quantité
Bague à huile du palier	1 pièce
Joint labyrinthe du palier	2 pièces
Capteur de température pour palier	1 pièce

9.2.5.11 Pièces de rechange de maintenance

Pièce de rechange	Quantité
Radiateur	1 pièce
Radiateur pour collecteur	1 pièce
Bague collectrice	1 pièce
Pt-100 du stator	1 pièce
Boîte à bornes	1 pièce
Élément du refroidisseur d'eau	1 pièce
Isolateur des traversées et supports	1 pièce

9.2.5.12 Pièces de rechanges capitales

Pièce de rechange	Quantité
Rotor	1 pièce
Stator	1 pièce

9.2.6 Références

Pour assurer une livraison rapide et exacte des pièces de rechange commandées, communiquez au personnel de notre Service après-ventes le numéro de série de la machine en question. Ce numéro de série est indiqué sur la plaque signalétique fixée au châssis de la machine ou est imprimé sur le châssis de la machine. Donnez-leur également des informations précises sur les pièces de rechange commandées.

Les coordonnées du Service après-ventes d'ABB se trouvent dans le *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

Chapitre 10 Recyclage

10.1 Introduction

ABB est engagée dans une démarche de protection de l'environnement. Ainsi, ABB cherche continuellement à produire des machines environnementales en appliquant les résultats obtenus avec des analyses de recyclabilité et de cycles d'évolution. Les produits, les procédés de fabrication et même la logistique sont conçus pour prendre en compte les aspects environnementaux. Le système de gestion de l'environnement d'ABB, certifié ISO 14001, est l'outil permettant de mener une politique environnementaliste.

Les instructions suivantes ne sont que des recommandations relatives à une élimination des machines respectant l'environnement. Le client est responsable du respect des réglementations locales en vigueur. Les éléments propres à certains clients ne sont, en général, pas inclus dans ce Guide de l'utilisateur. De telles informations se trouvent dans la documentation du projet en question.

10.2 Distribution moyenne des matériaux

La part moyenne de chacun des matériaux utilisés dans la construction des machines électriques est la suivante :

	Machines asynchrones avec châssis en fonte	Machines asynchrones avec châssis modulaire en acier
Acier	46 - 55 %	77 - 83 %
Cuivre	7 - 12 %	10 - 12 %
Fonte	35 - 45 %	1 - 2 %
Aluminium	0 - 2 %	0 - 1 %
Plastique, caoutchouc, matériaux isolants, etc.	1 - 2 %	1 - 2 %
Acier inoxydable	moins de 1 %	moins de 1 %
Autre	moins de 1 %	moins de 1 %

10.3 Recyclage des emballages

Une fois la machine arrivée sur site, l'emballage doit être éliminé.

- Tous les éléments de l'emballage en bois peuvent être brûlés.
- Dans certains pays, les caisses pour transport maritime sont faites de bois imprégné qui doit être recyclé selon les réglementations locales en vigueur.
- Les matériaux plastiques entourant la machine peuvent être recyclés.
- Tous les agents anticorrosion recouvrant les surfaces de la machine peuvent être enlevés à l'aide d'un chiffon imbibé d'un détergent à base de pétrole. Ce chiffon doit ensuite être jeté conformément aux réglementations locales.

10.4 Démontage de la machine

Le démontage de la machine est une procédure simple puisque celle-ci est montée avec des boulons. Cependant, pour éviter les situations dangereuses dues au poids élevé de la machine, le démontage doit être effectué par un personnel formé pour la manipulation d'objets lourds.

10.5 Séparation des différents matériaux

10.5.1 Châssis, logement des paliers, capots et ventilateur

L'acier de construction qui compose ces pièces peut être recyclé conformément aux normes locales. Les équipements auxiliaires, les câblages et les paliers doivent être retirés avant de faire fondre l'acier.

10.5.2 Composants à isolation électrique

Le stator et le rotor sont les principaux composants et comprennent des matériaux d'isolation électrique. Il existe cependant des composants auxiliaires construits avec les mêmes matériaux qui doivent être traités de la même façon. Ces composants auxiliaires comprennent les divers isolateurs utilisés dans la boîte à bornes, l'excitateur, les transformateurs de tension et de courant, les câbles d'alimentation électrique, les câbles d'instrumentation, les condensateurs de surtension et les câbles d'arrêt. Certains de ces composants ne sont utilisés que dans les machines synchrones et d'autres uniquement dans un très petit nombre de machines.

Tous ces composants sont dans un état inerte une fois la construction de la machine terminée. Certains composants, en particulier le stator et le rotor, contiennent une grosse quantité de cuivre. Le cuivre peut être séparé par un traitement thermique qui gazéifie les liants organiques de l'isolation électrique. Pour assurer une bonne combustion des gaz, le four utilisé doit être équipé d'un dispositif de post-combustion approprié. Les conditions suivantes sont recommandées pour le traitement thermique et la post-combustion afin de minimiser les émissions lors du traitement :

Traitement thermique

Température : 380-420°C (716-788°F)

Durée : Dès que 90% de la température cible a été atteinte, l'objet doit rester au minimum cinq heures à cette température

Post-combustion des gaz des liants

Température : 850-920°C (1562-1688°F)

Débit : Les gaz des liants doivent rester au moins trois secondes dans la chambre de combustion

REMARQUE : L'émission se compose principalement des gaz O₂-, CO-, CO₂-, NO_x-, C_xH_y et de particules microscopiques. L'utilisateur doit s'assurer que ce traitement est effectué conformément aux réglementations en vigueur.

REMARQUE : Le processus de traitement thermique et la maintenance du matériel utilisé pour ce traitement demandent une attention très particulière afin d'éviter tout risque d'explosion ou d'incendie. En raison de la diversité des installations utilisées pour ce traitement, il est impossible pour ABB de donner des instructions détaillées sur ce processus ou sur la maintenance du matériel utilisé pour ce traitement. Ces points doivent être étudiés par le client.

10.5.3 Aimants permanents

Si la machine synchrone à aimants permanents est fondue en un seul bloc, aucune action n'est requise pour les aimants permanents.

Si la machine est démontée en vue d'un recyclage plus complet et si le rotor doit ensuite être transporté, il est recommandé de démagnétiser les aimants permanents. La démagnétisation s'effectue en chauffant le rotor dans un four, jusqu'à ce que les aimants permanents atteignent une température de +300°C (572°F).

ATTENTION : Les champs de dispersion magnétique générés par l'ouverture ou le démontage d'une machine synchrone à aimants permanents ou par un rotor séparé d'une telle machine peut provoquer des interférences ou des dégâts sur d'autres appareils et composants électriques ou électromagnétiques, tels que des stimulateurs cardiaques, des cartes de crédit, etc.

10.5.4 Déchets dangereux

L'huile des circuits de lubrification est un déchet dangereux qui doit être traité conformément aux normes locales.

10.5.5 Déchets non dangereux

Tous les matériaux isolants sont considérés comme déchets non dangereux et doivent être traités selon la réglementation en vigueur locale.

RAPPORT DE MISE EN SERVICE

Informations de la plaque signalétique :	
	Numéro de série
Constructeur :	ABB Oy
Adresse :	P.O. Box 186 FIN-00381 HELSINKI FINLAND
Téléphone :	+358 (0) 10 22 11
Fax :	+358 (0) 10 22 22544
Client :	
Adresse du client :	
Personne à contacter :	
Téléphone :	
Téléphone portable :	
Fax :	
E-mail :	

1 Transport

Généralités :

Date d'arrivée de la machine :	
Date et lieu de l'inspection :	
Signature du consignataire :	
Inspection caisse ouverte :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, effectuée par :

Endommagements :

Bordereau d'expédition :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, éléments manquants :
Machine :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, de quelle nature :
Emballage :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, de quelle nature :
Accessoires :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, de quelle nature :
Pièces de rechange + outils :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, de quelle nature :

Mesures prises face aux endommagements:

Prise de photos :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, date :
Rapport à la société de transport :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, à qui : date :
Rapport au fournisseur :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, à qui : date :
Rapport à la compagnie d'assurance :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, à qui : date :

Méthode de transport :

Par rail Par avion Par camion Par la poste Par bateau : _____ Autre :

Commentaires :

2 Entreposage

Généralités :

Entreposage :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, début : _____ fin : _____
Période d'entreposage supérieure à 6 mois :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Personne responsable de l'entreposage :	

Lieu d'entreposage :

	<input type="checkbox"/> en intérieur <input type="checkbox"/> en extérieur
	<input type="checkbox"/> dans une caisse <input type="checkbox"/> doté d'une protection imperméable
	Température ambiante : min/max. _____ - _____ °C Humidité : _____ %

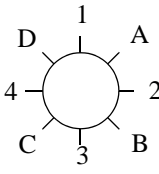
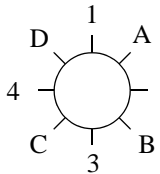
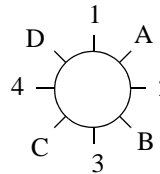
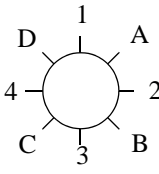
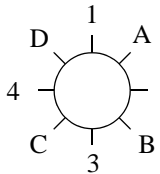
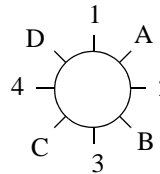
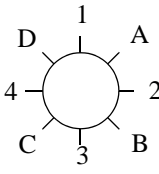
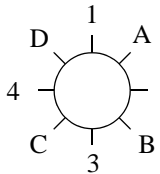
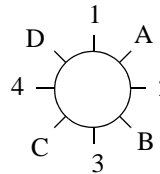
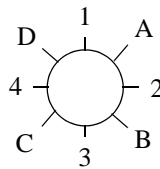
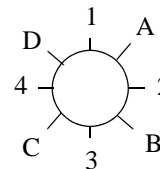
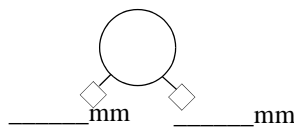
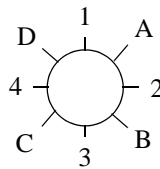
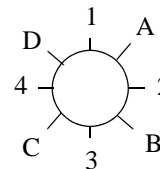
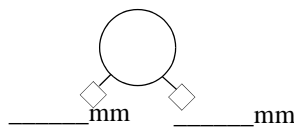
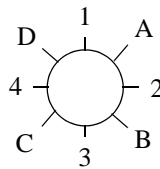
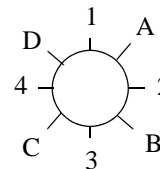
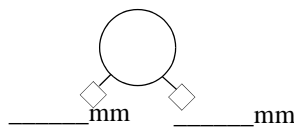
Mesures liées à l'entreposage :

Caisse de transport ventilée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Radiateur/ventilateur externe utilisé :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, type : _____
Radiateurs pour machines utilisés :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, tension : _____
Roulements arrosés :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, type d'huile : _____
Demi-coussinets retirés :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, date : _____
Protection anticorrosion de l'extrémité de l'arbre vérifiée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, type : _____
Protection anticorrosion de l'extrémité de l'arbre renouvelée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, date : _____
Rotor tourné 10 tours tous les mois :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Vibrations présentes dans le lieu d'entreposage :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, _____ mm/s, p
Gaz corrosifs présents dans l'air :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, de quelle nature
Balais relevés :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Documents de la machine en lieu sûr et prêts à être réutilisés :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, emplacement: _____

Commentaires :


--

3 Installation mécanique

L'assise est vérifiée en fonction du schéma de la machine :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, numéro du schéma : _____												
Les éventuels boulons d'ancrage et plaques de montages de l'assise sont montés conformément aux instructions :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui												
L'entrefer est mesuré, le cas échéant : Pour les roulements à chapeau, utilisez les valeurs 1-4 et pour les roulements à bride, les valeurs A-D 1 _____ A _____ 2 _____ B _____ 3 _____ C _____ 4 _____ D _____	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; width: 33%;">Extrémité motrice haut</th> <th style="text-align: center; width: 33%;">Extrémité non-motrice haut</th> <th style="text-align: center; width: 33%;">Extrémité non- motrice de l'excitateur haut</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>	Extrémité motrice haut	Extrémité non-motrice haut	Extrémité non- motrice de l'excitateur haut									
Extrémité motrice haut	Extrémité non-motrice haut	Extrémité non- motrice de l'excitateur haut											
													
Pour l'alignement de l'accouplement, utilisez les valeurs 1-4 ou A-D 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ A _____ B _____ C _____ D _____	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; width: 50%;">Alignement radial de l'accouplement haut</th> <th style="text-align: center; width: 50%;">Alignement angulaire de l'accouplement haut</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Position axiale du rotor : ET #1: _____ mm, ET #2: _____ mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Distance axial entre les extrémités de l'arbre : _____ mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Distance des supports du rotor :</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>	Alignement radial de l'accouplement haut	Alignement angulaire de l'accouplement haut			Position axiale du rotor : ET #1: _____ mm, ET #2: _____ mm		Distance axial entre les extrémités de l'arbre : _____ mm		Distance des supports du rotor :			
Alignement radial de l'accouplement haut	Alignement angulaire de l'accouplement haut												
													
Position axiale du rotor : ET #1: _____ mm, ET #2: _____ mm													
Distance axial entre les extrémités de l'arbre : _____ mm													
Distance des supports du rotor :													
													
Flexion du vilebrequin vérifiée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui												
Tiges de guidage coniques utilisées pour verrouiller la position de la machine après alignement :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui												
Boulons d'ancrage serrés avec une clé dynamométrique :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, taille des boulons : _____ couple : _____ Nm												
Lubrification des boulons :	<input type="checkbox"/> sèche <input type="checkbox"/> à huile, <input type="checkbox"/> avec MoS ₂												
Eau de refroidissement :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, quantité : <input type="checkbox"/> m ³ /s												
Tuyaux de refroidissement :	<input type="checkbox"/> flexibles <input type="checkbox"/> rigides												
Verrou de transport enlevé :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui												
Le rotor tourne sans bruit ni raclage :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui												

4 Vérification des lubrifications

4.1 Auto-lubrification

Huile des roulements :	Fabricant : _____ Type : _____
La quantité d'huile utilisée est celle recommandée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Les roulements sont remplis d'huile jusqu'au niveau indiqué : <i>Indiquez le niveau d'huile dans l'indicateur de niveau ci-contre</i>	 Indicateur de niveau
Les bagues de lubrification tournent librement :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui

4.2 Lubrification par arrosage

Huile des roulements :	Fabricant : _____ Type : _____
La quantité d'huile utilisée est celle recommandée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Les bagues de lubrification tournent librement :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Pression d'huile de la lubrification par arrosage :	_____ kPa
Débit d'huile :	_____ litres/min
Rotation des pompes vérifiée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Pompes des élévateurs vérifiées :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, niveau d'alarme : __ kPa, niveau clapet de décharge : __ kPa
Filtres à huile vérifiés :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui

4.3 Roulements lubrifiés à la graisse

Graisse :	Fabricant : _____ Type : _____
La qualité de la graisse est la même que celle recommandée sur la plaque de roulement :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Date du premier graissage :	Date : _____ Quantité : _____ g
Commentaires : 	

5 Installation électrique

Variation du réseau :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, tension : _____ - _____ V, fréquence : _____ - _____ Hz
Fonctionnement du radiateur :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> manuel <input type="checkbox"/> automatique, commandé par : _____
Radiateur du collecteur :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, tension : _____ V, puissance : _____ W

5.1 Test de résistance d'isolation

Bobinage du stator (1 min, 1000 Vcc) :	_____ M Ω , testé à _____ kV, température du bobinage : _____ °C
Bobinage du stator (15/60 s ou 1/10 min) :	PI = _____, testé à _____ kV, température du bobinage : _____ °C
Bobinage du rotor (1 min) :	_____ M Ω , testé à _____ kV, température du bobinage : _____ °C
Stator de l'excitateur (1 min, 500 Vcc) :	_____ M Ω , testé à _____ kV, température du bobinage : _____ °C
Radiateur :	_____ M Ω (500 Vcc)
Capteurs de température :	_____ M Ω (100 Vcc)
Isolation du roulement de l'extrémité non-motrice :	_____ M Ω (100 Vcc)

5.2 Test de résistance des accessoires

Pt 100 stator 1 :	_____ Ω
Pt 100 stator 2 :	_____ Ω
Pt 100 stator 3 :	_____ Ω
Pt 100 stator 4 :	_____ Ω
Pt 100 stator 5 :	_____ Ω
Pt 100 stator 6 :	_____ Ω
Pt 100 du roulement extrémité motrice :	_____ Ω
Pt 100 du roulement extrémité non-motrice :	_____ Ω
Pt 100 température de l'air 1 :	_____ Ω
Pt 100 température de l'air 2 :	_____ Ω
Radiateur anticondensation :	_____ Ω



6 Réglages des dispositifs de protection de la machine

Court-circuit de surintensité :	_____ A _____ s
Court-circuit de surintensité soudaine :	_____ A _____ s
Sur tension :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, réglage :
Défaut à la terre :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, réglage :
Puissance inversée :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, réglage :
Protection du différentiel :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, réglage :
Surveillance des vibrations :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, alarme : _____ mm/s, court-circuit _____ mm/s
Surveillance des températures :	
- dans le bobinage du stator	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, alarme : _____ °C, court-circuit : _____ °C
- dans les roulements	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, alarme : _____ °C, court-circuit : _____ °C
- dans _____	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, alarme : _____ °C, court-circuit : _____ °C
Autres dispositifs de protection :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, type :

7 Marche d'essai

7.1 Première mise en marche (quelques secondes seulement)

Remarque : vérifiez que les éventuels dispositifs de lubrification sont en marche !

Sens de rotation (vue de l'extrémité motrice) :	<input type="checkbox"/>  sens horaire	<input type="checkbox"/>  sens anti-horaire
Des bruits anormaux sont-ils remarqués ?	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, d'où proviennent-ils :	

7.2 Deuxième mise en marche (machine non accouplée si possible)

Remarque : vérifiez que les éventuels dispositifs de lubrification sont en marche !

Des bruits anormaux sont-ils remarqués ?	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, d'où proviennent-ils :
La machine vibre-t-elle anormalement ?	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, où/comment :
Mesure des niveaux de vibration des roulements :	Extrémité motrice : _____ mm/s, p ; Extrémité non-motrice : _____ mm/s, p
Fonctionnement :	<input type="checkbox"/> la machine tourne parfaitement <input type="checkbox"/> la machine s'arrête, pourquoi :

Planning et informations des vérifications

Heure	Température des roulements		Niveaux de vibration des roulements		Stator			Température des bobinages du stator		
	Extrémité motrice	Extrémité non-motrice	Extrémité motrice mm/s	Extrémité non-motrice mm/s	Courant	Facteur de puissance	Courant d'excitation	U	V	W
h:min	°C	°C	p	p	A	cos ϕ	A	°C	°C	°C
0:00										
0:05										
0:10										
0:15										
0:20										

Commentaires :
Observations :

8 Marche d'essai (avec charge)

Planning et informations des vérifications

Heure	Charge	Température des roulements		Niveaux de vibration des roulements		Stator			Température des bobinages du stator		
		Extrémité motrice	Extrémité non-motrice	Extrémité motrice mm/s	Extrémité non-motrice mm/s	Courant	Facteur de puissance	Courant d'excitation	U	V	W
h:min	%	°C	°C	p	p	A	cos ϕ	A	°C	°C	°C
0:00											

Spectre des vibrations joints :	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui
Temps d'accélération :	_____ s
Température de l'air de refroidissement :	Entrée : _____ °C Sortie : _____ °C
Température de l'eau de refroidissement :	Entrée : _____ °C Sortie : _____ °C
Commentaires :	

9 Approbation de la machine

Machine approuvée pour exploitation	Date :
Mise en service effectuée par :	
Approuvé par :	

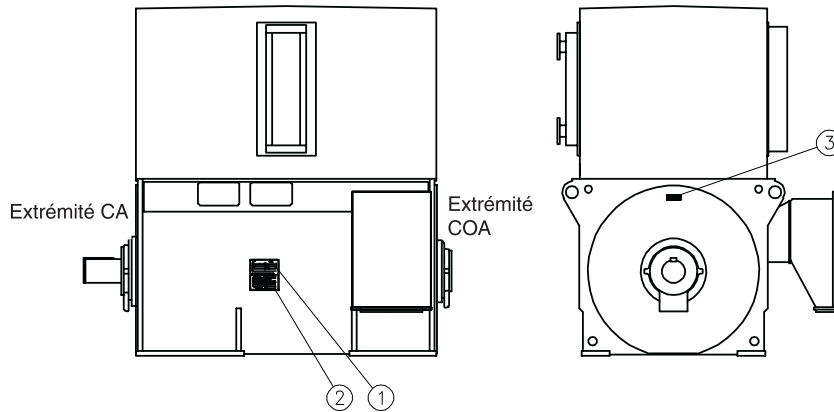
Couverture du fax

Date :	
A :	ABB Oy Fax : +358 (0) 10 22 22544
De :	
Numéro de fax :	
Numéro de téléphone :	
E-mail :	
Nombres de pages :	1 + 9 + _____

Message :

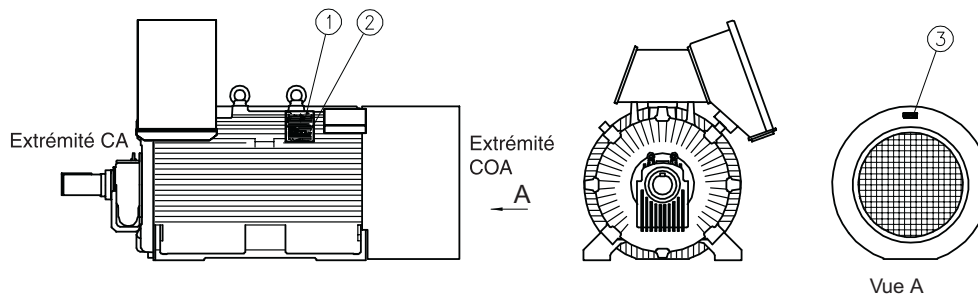
Position habituelle des plaques

AMA, AMB



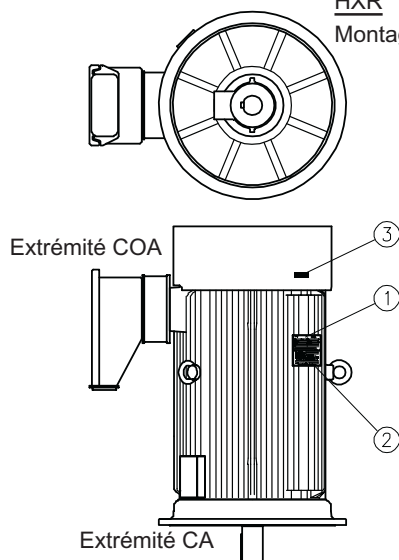
HXR

Montage horizontal



HXR

Montage vertical



- ① Plaque signalétique de la machine
- ② Plaque de roulement de la machine
- ③ Plaque indiquant le sens de rotation

Sens de rotation vu de
l'extrémité motrice face à la machine

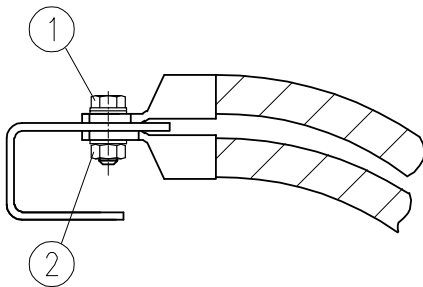
Sens horaire Sens anti-horaire Exploitation réversible

Extrémités de la machine:

Extrémité CA = Coté accouplement

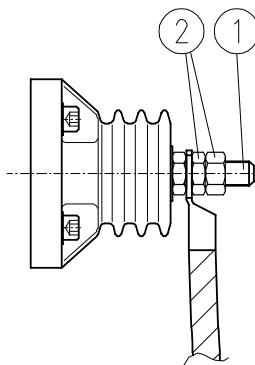
Extrémité COA = Coté opposé à l'accouplement

Raccordements types des câbles d'alimentation principale



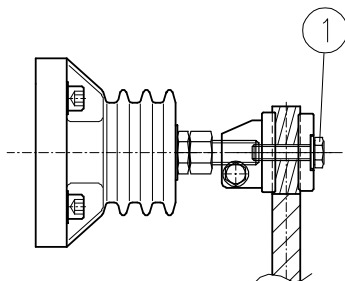
VIS DE CONNEXION M12

- ① Vis : M12 en acier
 - ② Ecrou hexagonal : M12 en acier
- Couple de serrage 80 Nm



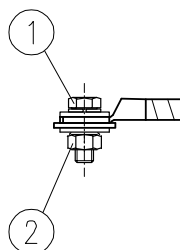
VIS DE CONNEXION M12

- ① Vis : M16 en bronze
 - ② Ecrou hexagonal : M16 en laiton
- Couple de serrage 40 Nm



BORNE RONDE : DIN 46223

- ① Vis : M10 en acier
- Serrez jusqu'à obtenir une connexion suffisante



VIS DE MISE À LA TERRE M12

- ① Vis : M12 - AISI 316
 - ② Ecrou hexagonal : M12 - AISI 316
- Couple de serrage 50 Nm Ne pas serrer avec la machine
Il est recommandé d'utiliser des écrous montés avec rondelles élastiques ainsi que de la graisse

motralec

4 rue Lavoisier . ZA Lavoisier . 95223 HERBLAY CEDEX

Tel. : 01.39.97.65.10 / Fax. : 01.39.97.68.48

Demande de prix / e-mail : service-commercial@motralec.com

www.motralec.com

