



# Systemes de Protection



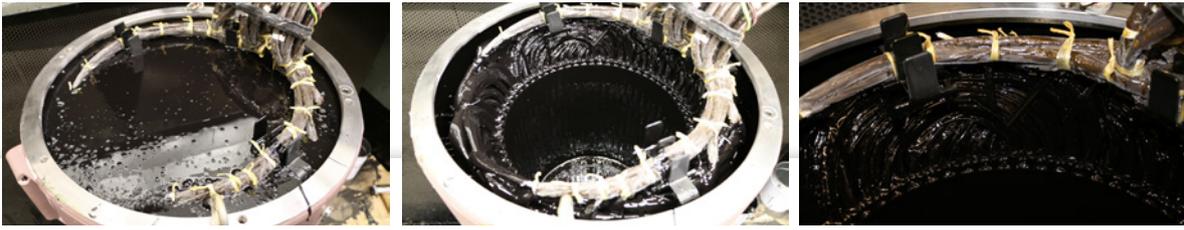
Alternateurs 10 kVA - 35 000 kVA

**LEROY-SOMER**<sup>™</sup>

**Nidec**  
All for dreams



# INTRODUCTION



Nidec Leroy-Somer a conçu et qualifié un ensemble de systèmes de protection à même de répondre aux contraintes engendrées par les différentes typologies d'agressions rencontrées. En effet, dans les cas où l'environnement apporte des contraintes, le vernis polyester classique utilisé sur les bobinages peut être soumis à un vieillissement ou à une corrosion prématurée. Dans ce cas, il convient donc de renforcer la protection de la machine. Pour la plupart des utilisations en environnement contrôlé, l'isolation de classe H mise en œuvre sur nos alternateurs est suffisante pour garantir la durée de vie de la machine. Les systèmes de protection viennent s'ajouter pour répondre à des contraintes spécifiques.

Les groupes électrogènes ont pour vocation première de fournir du courant électrique de manière rapide et autonome, dans des situations et des lieux où le réseau principal fait défaut.

En conséquence, ils sont donc souvent confrontés à des conditions d'utilisation qui ne permettent pas de garantir un environnement optimal.

Températures extrêmes, humidité, poussière... Ce sont autant d'agressions qui peuvent potentiellement accélérer le vieillissement du groupe et de ses différents composants. Les critères de résistance aux éléments et à des conditions d'utilisations

exigeantes sont donc essentiels pour assurer la longévité d'un groupe électrogène.

## « LA PROTECTION DES BOBINAGES EST UN ENJEU ESSENTIEL POUR L'EXPLOITATION DES GROUPES ÉLECTROGÈNES. »

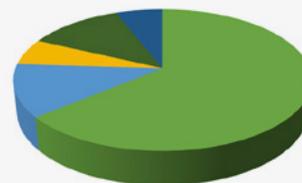
Les alternateurs sont bien entendu concernés par cette préoccupation, d'autant que de par leur nature électromécanique, ils présentent de nombreux composants pouvant faire l'objet de panne prématurée. Au risque mécanique s'ajoute celui du dysfonctionnement électrique.

Dans la pratique, on observe que pour les machines basse tension hors régulateurs, les principales sources de pannes sont réparties de manière égale entre les différents organes de l'alternateur.



34 %	Stator
20 %	Rotor
14 %	Chaîne d'excitation
16 %	Roulement / accouplement
16 %	Divers

Pour les machines haute tension, près de 80% des pannes d'alternateurs sont d'origine électriques et concernent en premier lieu les bobinages stator.



64 %	Stator
12 %	Rotor
6 %	Chaîne d'excitation
12 %	Roulement / accouplement
6 %	Divers



## — DES ENVIRONNEMENTS EXIGEANTS —

Les contraintes liées à l'environnement sont généralement classifiées selon quatre critères :

- **L'humidité** est préjudiciable car c'est un conducteur électrique. Elle risque donc de favoriser le développement de courts-circuits potentiels. En outre, l'humidité a tendance à s'accumuler dans les parties basses de la machine, où elle va s'ajouter aux poussières et ainsi renforcer les agressions subies par les bobinages.
- **La poussière et les particules** constituent un autre danger, car elles provoquent une abrasion mécanique des vernis, qui va peu à peu conduire à une dégradation de leurs performances. Comme la circulation d'air est utilisée pour le refroidissement à l'intérieur de l'alternateur, la présence de particules dans l'environnement est d'autant plus dommageable.
- **La corrosion**, en particulier l'oxydation due à un environnement salin, est habituellement un facteur de vieillissement prématuré des pièces mécaniques et des bobinages. Les alternateurs utilisés en bord de mer ou en environnement marin non protégé sont particulièrement exposés à ce risque. La corrosion va également provoquer la création de dépôts qui peuvent venir perturber le bon fonctionnement de la machine.
- Dans certains cas ou pour certaines applications, les groupes électrogènes peuvent être utilisés dans des environnements saturés en **produits chimiques** présentant un niveau d'agression particulièrement élevé (acides, bases, alcalines). Bien qu'exceptionnelles, ces situations doivent également être prises en comptes.



Encrassement typique d'un alternateur exploité en environnement industriel tropical (raffinerie d'huile de palme)

# APPLICATIONS CONCERNÉES

Même si il est difficile de généraliser, on peut toutefois esquisser quelques règles relatives à une corrélation entre l'application pour laquelle est utilisé un alternateur, son environnement et donc le niveau de protection requis.

Le tableau ci-dessous offre un résumé de ces considérations.

	 *** HUMIDITÉ	 POUSSIÈRES	 CORROSION	 RISQUES CHIMIQUES	Système préconisé
Location / construction	*	*			SYSTÈME 2
Marine en salle	*				SYSTÈME 1
Environnement industriel	*	**		*	SYSTÈME 2
Telecom	*	*			SYSTÈME 2
Exploitation minière, traction, ferroviaire	*	***		*	SYSTÈME 4
Exploitation pétrolière offshore	**	*	***	**	SYSTÈME 6

Nature Air	Taux Humidité HR %	Alternateurs Basse tension types 40 à 50	Alternateurs Basse Tension types 52 et plus	Alternateurs Moyenne et Haute Tension
Air propre	≤ 95 %	SYSTÈME 1	STANDARD	STANDARD +
Toutes applications, marine en salle		Vernis à haute performance diélectrique		Vernis à haute performance diélectrique + laque de sur-isolation sur tous bobinages
Air propre	> 95 %	SYSTÈME 2 (*)	STANDARD +	
Toutes applications, ambiance tropicale, location		SYSTÈME 1 / STANDARD + laque de sur-isolation sur tous bobinages		
Air salin Air chimique Air abrasif Air agressif	> 95 %	SYSTÈME 4 (*)	RENFORCÉ	RENFORCÉ
Toutes applications, y compris bord de mer		SYSTÈME 2 + protection des pièces mécaniques et des connexions des composants électroniques	STANDARD + laque de sur-isolation ou fil émaillé guipé stator (**)	STANDARD + excitatrice en fil émaillé guipé + protections éventuelles spécifiques suivant ammbiance, type peinture et filtres
Air salin Air chimique Air abrasif Air agressif Air corrosif	> 95 %	SYSTÈME 6 (*)	laque (***) + protections éventuelles spécifiques suivant ammbiance, type peinture et filtres	
Toutes applications, y compris bord de mer		SYSTÈME 4 + protection supplémentaire des pièces mécaniques + visserie et grilles inox		

(\*) Déclassements possibles suivant tensions et types alternateurs en gamme TAL (voir catalogue).

(\*\*) Suivant les sites de production, la solution fil émaillé guipé peut être remplacée par un autre procédé, par exemple, double application de laque de sur isolation, en spray et au trempé.

(\*\*\*) Pour les machines basse tension avec tension > 500V, le système renforcé est appliqué par défaut en standard.

Pour les machines basse tension < 500V, l'utilisation du système renforcé implique un déclassement de puissance de l'ordre de 6%.

# — APERÇU DES SYSTÈMES DE PROTECTION —

pour les Alternateurs Basse Tension

## SYSTÈME 1

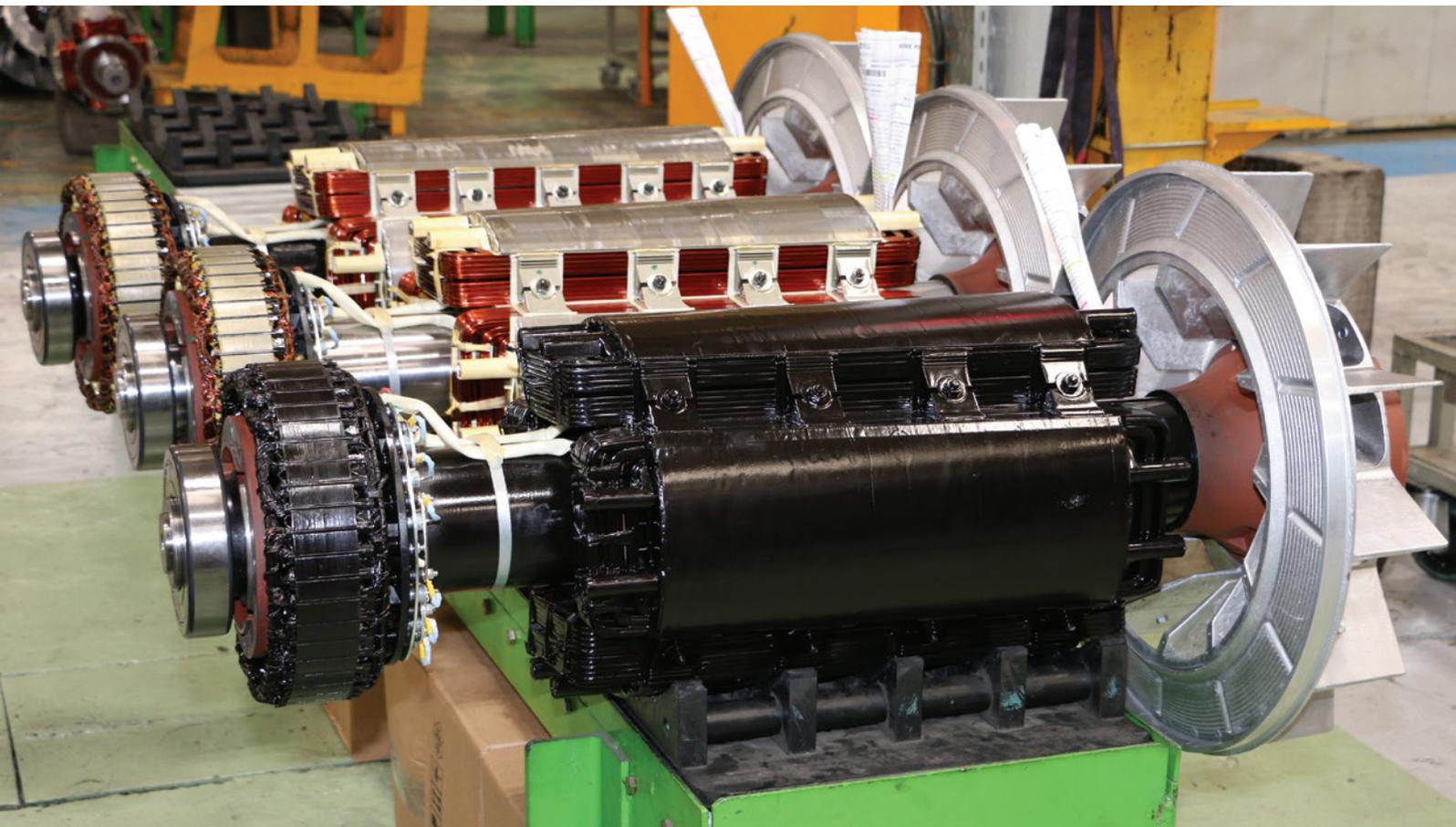
**Ce niveau de protection est standard sur toute la gamme basse tension.** Pour protéger nos alternateurs de manière optimale, nous avons choisi un vernis polyester haute performance qui est appliqué par imprégnation sur tous les bobinages et les paquets de tôles du rotor et du stator ainsi que l'excitatrice.

D'autre part, afin d'assurer une isolation électrique supérieure, nous utilisons exclusivement des fils de cuivre émaillés présentant des niveaux de performances et de durabilité répondant à un cahier des charges particulièrement exigeant.

Sur les plus grosses machines destinées à un usage intensif (LSA 49 / 50), le stator de l'excitatrice (inducteur) est également recouvert d'une résine epoxy flexible bimatière CW1081.

Tous les éléments métalliques de la tôle sont recouverts d'une peinture époxy afin de les protéger de la corrosion.

Nous avons également fait développer par notre fournisseur une laque spécifique LS EB43 dotée de propriétés de viscosité et de tenue dans le temps améliorées. Cette laque est utilisée en standard sur les stators des machines à partir du LSA 44, offrant ainsi un niveau de protection inégalé.





## SYSTÈME 2

Le système 2 est utilisé dès que l'environnement de l'alternateur présente un risque d'humidité importante. Ce système concerne avant tout les bobinages, qui font l'objet d'un traitement spécial. Il est à noter que ce traitement protège efficacement les bobinages contre toutes les agressions potentielles. C'est donc le même système de protection des bobinages qui sera également utilisé pour les Systèmes 4 et 6.

Nous sommes le seul constructeur à proposer un système de protection des bobinages aussi performant en entrée de gamme.

A partir du système de protection n°2, tous les bobinages sont protégés par la laque de sur-isolation supplémentaire LS EB43, appliquée par spray ou par trempage suivant le niveau de protection nécessaire.

**Pour les produits moyenne et haute tension, cette laque supplémentaire est appliquée en standard afin de protéger les bobinages des courts circuits pouvant survenir en présence d'une tension élevée.**

La protection du stator principal est encore renforcée par l'application au pinceau d'un enduit CB 1128 (Polybutadiène) côté palier arrière (NDE), afin de protéger cette zone particulièrement exposée.

L'application de cet enduit flexible se fait uniquement sur les parties basses du stator. En effet les retours terrains démontrent que c'est cette zone qui est la plus vulnérable aux agressions, car c'est à cet endroit que se concentrent les dépôts et la condensation. D'autre part, l'épaisseur de l'enduit provoquant un échauffement des bobinages, il serait donc contre-productif d'un point de vue longévité de l'appliquer sur l'ensemble du pourtour du stator.

« DÈS LE SYSTÈME 2,  
NOUS PROPOSONS UN SYSTÈME  
COMPLET DE PROTECTION DE TOUS  
LES BOBINAGES. »

Le stator de l'excitatrice (inducteur) est également recouvert d'une résine epoxy flexible bimatière.

**Le système 2 est adapté à une utilisation dans une atmosphère présentant une humidité supérieure à 95%, sans toutefois excéder une température ambiante de 40°C.**



## SYSTÈME 4

Le système de protection n°4 reprend les mêmes protections bobinages que le système 2 et renforce le niveau de protection des pièces mécaniques afin d'offrir une résistance accrue aux environnements hostiles.

Les parties exposées des arbres rotors des alternateurs sont protégés contre la rouille à l'aide d'un enduit noir spécialement formulé pour résister au brouillard salin.

**Le système 4 est adapté à une utilisation dans une atmosphère présentant une humidité supérieure à 95% et une température ambiante supérieure à 40°C.**

## SYSTÈME 6

Ce système est spécialement étudié pour une utilisation des machines en environnement extrême : exposition aux embruns, à la poussière abrasive ou à un air corrosif.

Afin de garantir un niveau de protection optimal, l'ensemble de la carcasse de la machine fait l'objet d'un traitement spécial avec l'application d'une double couche de peinture epoxy haute résistance.

Cette protection supplémentaire élimine les risques liés à un vieillissement prématuré des parties les plus exposées de la machine.

La protection totale de la machine est complétée par un remplacement de l'ensemble de la visserie et des grilles de protection par du matériel inox spécialement étudié.

**Le système 6 n'est préconisé que dans les cas d'utilisation les plus extrêmes, nous recommandons de consulter nos experts afin de déterminer la meilleure approche.**

# — SYSTEME RENFORCE —

— pour les Alternateurs Haute Tension —

Ce système est possible sur les machines les plus puissantes de notre gamme (à partir du LSA 52).

Pour le système renforcé, les bobinages de l'excitatrice sont remplacés par des fils de cuivre émaillés guipés. Les autres bobinages sont également renforcés avec des systèmes d'isolation spéciaux.

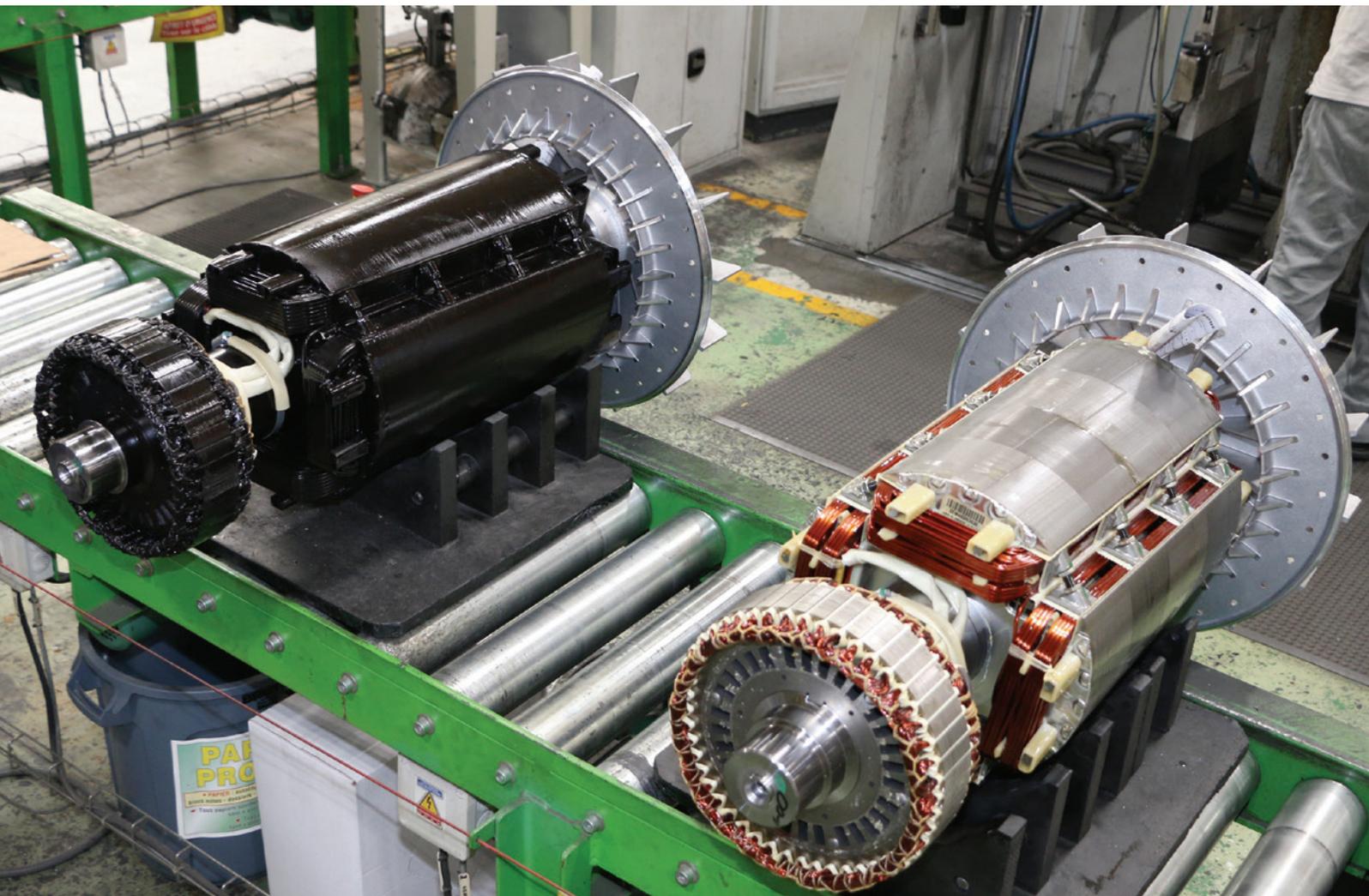
D'autres protections (filtres, peintures adaptées) peuvent également être appliquées en fonction des conditions d'utilisations anticipées pour l'alternateur.

La protection standard du système d'isolation haute tension est assuré par une laque de sur-isolation époxy classe H permettant de réduire les décharges de surface sur les bobinages, la pénétration des poussières, de la corrosion et de l'humidité.



Pour les environnements très agressifs une seconde imprégnation VPI est réalisée afin de renforcer la protection des bobinages contre les poussières, la corrosion, les huiles, les carburants et l'humidité.

Puis une laque de sur-isolation époxy classe H est appliquée à l'identique de la protection standard.



# — PROTECTIONS COMPLÉMENTAIRES —

Les systèmes de protection ne peuvent être envisagés indépendamment d'autres composants pouvant venir compléter la protection de l'alternateur.



Alternateur LSA 58 destiné à une utilisation en centrale de production équipé de filtres

## RÉSISTANCES DE RÉCHAUFFAGE

Dans des conditions d'humidité élevée ou d'utilisations irrégulières ou occasionnelles, les résistances de réchauffage sont un composant incontournable pour assurer un fonctionnement correct de l'alternateur.

En effet les différences d'amplitude thermique entre le jour et la nuit ou l'humidité ambiante peuvent entraîner une condensation importante sur les surfaces intérieures des enroulements et des roulements.

Dans ces conditions, même avec une isolation renforcée, il est quasiment impossible de garantir une valeur d'isolation suffisante, notamment au niveau du stator ( $> 1 \text{ M}\Omega$ ). Les résistances de réchauffage constituent une bonne solution à ce type de problème en maintenant la température intérieure de l'alternateur au-dessus du point de condensation. Toutefois elles ne sont réellement efficaces que si elles sont en fonctionnement permanent pendant l'arrêt de la machine.

## FILTRES

Dans les cas où l'environnement présente une forte concentration en particules (poussières, sable, pollution...), la pose de filtres sur les admissions d'air de l'alternateur constitue une protection additionnelle efficace.

Ces derniers doivent toutefois être régulièrement nettoyés ou changés, et entraînent un échauffement supplémentaire qu'il convient d'anticiper par déclassement et de surveiller à l'aide de sondes de température stator.

## MACHINES FERMÉES

Pour les environnements les plus exigeants ou si l'on cherche à préserver la longévité de l'alternateur, une machine totalement fermée peut être envisagée.

Dans ce cas, le système de refroidissement passe par un échangeur air/air ou air/eau qui fera l'objet d'une étude spécifique. Avec cette approche, l'air circulant à l'intérieur de l'alternateur est préservé des aléas extérieurs.

Ce type de refroidissement par double fluide occasionne un déclassement à appliquer au moment de la conception.



Machine Hydro-réfrigérée pressurisée pour utilisation en exploitation pétrolière offshore en environnement à risque



**LEROY-SOMER**<sup>™</sup>

[www.leroy-somer.com/epg](http://www.leroy-somer.com/epg)

Restons connectés :



**Nidec**  
All for dreams

© 2024 Moteurs Leroy-Somer SAS. Les informations figurant dans la présente brochure sont fournies à titre indicatif uniquement et ne font partie d'aucun contrat. L'exactitude ne peut être garantie car Moteurs Leroy-Somer SAS utilise un processus de développement continu et se réserve le droit de modifier les spécifications de ses produits sans préavis.

Moteurs Leroy-Somer SAS. Siège : Bd Marcellin Leroy, CS 10015, 16915 Angoulême Cedex 9, France.  
Capital social : 32 239 235 €, RCS Angoulême 338 567 258.