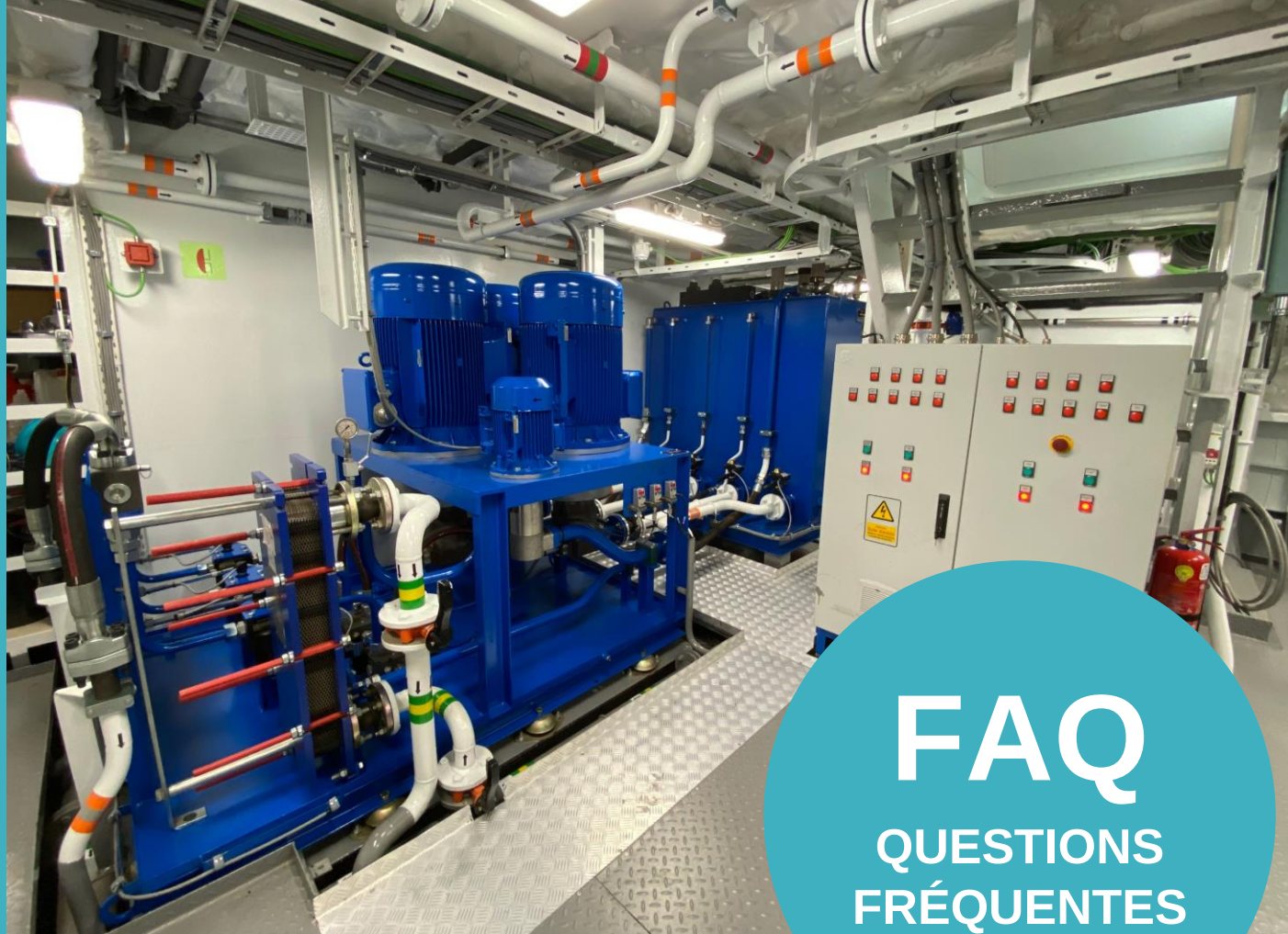




PROPULSIONS ÉLECTRIQUES (CHAPITRE 11)

Standard européen établissant les prescriptions techniques
des bateaux de navigation intérieure (ES-TRIN)

Août 2021



Comité européen pour l'élaboration
de standards dans le domaine
de la navigation intérieure



CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Le présent document de questions fréquentes (ci-après "FAQ") reflète l'interprétation du Comité européen pour l'élaboration de standards dans le domaine de la navigation intérieure (CESNI) en ce qui concerne les dispositions de l'ES-TRIN, et ne doit être considéré ou conçu comme un texte juridiquement contraignant pour quelque raison que ce soit.

Ce document de questions fréquentes est évolutif ; son contenu est susceptible d'être modifié ou actualisé par le CESNI, en fonction des mises à jour de la réglementation et des enseignements acquis dans ce domaine.

Le CESNI, et par conséquent la Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR), décline toute responsabilité quant aux recommandations, avis, déclarations et conclusions exprimés ou implicites dans ce document de questions fréquentes et n'apportent aucune garantie, représentation ou assurance quant à leur exactitude ou leur validité. Seul le texte de l'ES-TRIN fait foi.

En conséquence, en cas de divergence entre le contenu et l'interprétation du présent document de questions fréquentes et l'ES-TRIN, seules les dispositions de l'ES-TRIN sont applicables.

CONTACT

Comité européen pour l'élaboration de standards dans le domaine de la navigation intérieure (CESNI)

Secrétariat de la Commission centrale pour la navigation du Rhin

2, Place de la République

67082 Strasbourg

France

Email : comite_cesni@cesni.eu

Web : www.cesni.eu

Tous droits réservés

© Août 2021

© Photos : Adobe Stock, Fotolia, Pixabay, Shutterstock, CCNR

SOMMAIRE

CLAUDE DE NON-RESPONSABILITÉ	2
CONTACT	2
SOMMAIRE.....	3
REMARQUE PRÉLIMINAIRE RELATIVE AUX FAQ	5
1 CHAMP D'APPLICATION DU CHAPITRE 11 POUR LES PROPULSIONS AU DIESEL ET GAZ-ÉLECTRIQUES.....	5
Où s'achève le champ d'application du chapitre 11 : « Dispositions particulières pour les propulsions électriques de bateau »?	5
2 DÉFINITION DE LA PROPULSION PRINCIPALE ÉLECTRIQUE ET DE LA PROPULSION AUXILIAIRE ÉLECTRIQUE.....	6
Que recouvrent ces définitions ?	6
3 CHAPITRE 11 : EXIGENCES RELATIVES À LA REDONDANCE.....	6
Le chapitre 11 exige-t-il des propulsions redondantes ?	6
4 APPLICATION DE L'ARTICLE 10.02, CHIFFRE 1.....	7
L'article 10.02 doit-il être appliqué en liaison avec l'application du chapitre 11 ?	7
5 APPLICATION DE L'ARTICLE 6.02.....	7
L'article 6.02 doit-il être appliqué en liaison avec l'application du chapitre 11 ?	7
6 CONCEPTION DE LA CHAÎNE CINÉMATIQUE	8
Quelles possibilités offre la disposition relative à la conception de la chaîne cinématique ?	8
7 SYSTÈME HYBRIDE	9
Les systèmes hybrides sont-ils admissibles ? Quelle doit être leur conception ?	9
8 LES EXIGENCES IMPOSÉES À UNE PROPULSION PRINCIPALE ÉLECTRIQUE AVEC UN SEUL MOTEUR DE PROPULSION ÉLECTRIQUE.....	10
La propulsion principale électrique doit-elle être conçue de manière redondante ?	10
9 ATTEINDRE UN POSTE DE STATIONNEMENT EN TOUTES CIRCONSTANCES	11
Que signifie « en toutes circonstances » ?	11
L'article 11.01, chiffre 4, porte-t-il sur les générateurs ?	12
10 DYSFONCTIONNEMENT DE LA PROPULSION ÉLECTRIQUE DU BATEAU / SYSTÈMES DE SECOURS AFFECTÉS.....	13
Comment peut-on prouver qu'un dysfonctionnement de la propulsion électrique du bateau ne peut affecter les systèmes de secours ?	13
11 MISE EN SERVICE ET ARRÊT DE GÉNÉRATEURS SANS INTERRUPTION	14
Est-il possible dans l'absolu de mettre en service ou d'arrêter un générateur sans interruption de la propulsion de l'hélice, s'il existe une séparation stricte entre les propulsions et s'il n'existe qu'un générateur par hélice ?	14
12 MOTEURS DE PROPULSION ÉLECTRIQUE.....	14
Qu'entend-on par « brèves surcharges » ?	14

13	EFFET DES HARMONIQUES	15
	Ne devrait-on pas fixer ici des valeurs limites concrètes, par exemple pour le facteur de distorsion harmonique ?	15
14	EXIGENCES MINIMALES QUANT À L'ISOLATION DES BOBINAGES.....	15
	Quelle est l'intention de cette disposition ?	15
15	PROTECTION DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES D'EXCITATION CONTRE LES COURTS-CIRCUITS.....	16
	Qu'entend-on par « circuits électriques d'excitation » ?	16
16	INDICATIONS À AFFICHER.....	17
	Pourquoi ne sont pas mentionnées concrètement les informations à afficher ?	17
	Est-il suffisant que ces informations figurent au tableau électrique ?	17
17	COMMANDE SUR PLACE.....	17
	Comment pourrait être envisagée une commande sur place ?	17
18	SITUATIONS D'EXPLOITATION ET MODES DE FONCTIONNEMENT	18
	Il conviendrait de préciser « situations d'exploitation et modes de fonctionnement ». À bord de la plupart des bateaux, les alarmes et défaillances sont enregistrées. Est-ce suffisant ?	18
	Plusieurs parties de la propulsion peuvent avoir leur propre enregistrement de données. Est-ce suffisant, ou est nécessaire un enregistrement centralisé des données ?	18
19	PROTECTION DIFFÉRENTIELLE OU D'UN DISPOSITIF DE PROTECTION ÉQUIVALENT ..	19
	Que protège-t-on ici ?	19
	Le déclenchement conduit-il à un arrêt non désiré du moteur ?	19
20	SURVEILLANCE DE LA TEMPÉRATURE DES BOBINAGES	19
	Comment doit se faire la surveillance de la température des bobinages ? Un déclencheur d'alarme est-il suffisant ?	19
21	PROTECTION CONTRE LES COURANTS INDUITS DOMMAGEABLES	20
	Quel est l'objectif de protection de cette exigence ?	20

REMARQUE PRÉLIMINAIRE RELATIVE AUX FAQ

Cette liste de FAQ s'applique à tous les bateaux, mais il convient de tenir compte également des exigences supplémentaires applicables aux bateaux à passagers (Chapitre 19 de l'ES-TRIN).

1 CHAMP D'APPLICATION DU CHAPITRE 11 POUR LES PROPULSIONS AU DIESEL ET GAZ-ÉLECTRIQUES

Où s'achève le champ d'application du chapitre 11 :
« Dispositions particulières pour les propulsions
électriques de bateau »?



Les exigences du chapitre 11 s'appliquent à **la partie électrique d'une propulsion diesel-électrique et gaz-électrique**.

Les exigences qui découlent de l'utilisation de carburants spécifiques sont énoncées dans d'autres chapitres (par exemple au chapitre 8 pour le carburant diesel, au chapitre 30 en liaison avec l'appendice 8 pour le GNL et au chapitre 10 en ce qui concerne la protection contre les explosions).

Ces exigences s'appliquent en complément des prescriptions figurant au chapitre 11.

2 DÉFINITION DE LA PROPULSION PRINCIPALE ÉLECTRIQUE ET DE LA PROPULSION AUXILIAIRE ÉLECTRIQUE

« "propulsion principale électrique" une propulsion électrique de bateau qui est employé pour obtenir la manœuvrabilité prescrite au chapitre 5 ».

« "propulsion auxiliaire électrique" une propulsion électrique de bateau supplémentaire d'un bâtiment qui n'est pas une propulsion principale électrique ».

Que recouvrent ces définitions ?

Les notions de « propulsion principale électrique » et de « propulsion auxiliaire électrique » de l'article 11.00 ne sont que des définitions et s'appliquent pour le chapitre 11.

Les exigences applicables à ces propulsions sont énoncées dans les articles suivants du chapitre 11.

Références : ES-TRIN, Article 11.00, chiffres 3 et 4.

3 CHAPITRE 11 : EXIGENCES RELATIVES À LA REDONDANCE

Le chapitre 11 exige-t-il des propulsions redondantes ?

Non. Pour la sécurité, les articles 11.01 à 11.04 et 11.08 exigent seulement la possibilité de se déplacer par ses propres moyens. À cet effet, il peut s'avérer nécessaire que certains composants du système de propulsion électrique (par ex. certaines parties de l'électronique de puissance) soient redondants.

En outre, deux sources de courant électrique sont exigées à l'article 11.01, chiffre 1, lettre a), du chapitre 11. Toutefois, celles-ci sont indépendantes du nombre de propulsions (pour la conception des propulsions, voir la FAQ 6). De ce point de vue, cette disposition est similaire à celle de l'article 6.02.

Les dispositions de l'article 11.01, chiffre 7, ne contiennent aucune obligation d'équiper un bâtiment de deux propulsions indépendantes. Elles fixent seulement les conditions dans lesquelles deux propulsions électriques sont considérées comme indépendantes.

Ainsi, l'article 19.07 par exemple contient une obligation d'équipement.

Références : ES-TRIN, articles 11.01 à 11.04, 11.08, et 19.07.

4 APPLICATION DE L'ARTICLE 10.02, CHIFFRE 1

« A bord des bâtiments munis d'une installation électrique, l'alimentation en énergie de l'installation doit provenir de deux sources d'énergie au minimum, de sorte qu'en cas de défaillance d'une source d'énergie, la source d'énergie restante soit à même de faire fonctionner pendant 30 minutes au minimum les appareils consommateurs nécessaires à la sécurité de la navigation. »



L'article 10.02 doit-il être appliqué en liaison avec l'application du chapitre 11 ?

Oui. L'article 10.02, chiffre 1, exige deux sources d'énergie indépendantes pour l'alimentation du réseau de bord.

Lorsqu'une propulsion électrique de bateau au sens de la définition de l'article 11.00, chiffre 2, est alimentée par le réseau de bord, la disposition relative aux unités de production de courant électrique ou sources d'énergie de l'article 11.01, chiffre 1, se rapporte aux sources d'énergie visées à l'article 10.02, chiffre 1. En outre doit être observé l'article 11.06, chiffre 2, et les exigences du chapitre 11 relatives à la capacité à se déplacer par ses propres moyens doivent être remplies.

Références : ES-TRIN, article 10.02, chiffre 1, article 11.00, chiffre 2, article 11.01, chiffre 1, et article 11.06, chiffre 2.

Remarque : Cette FAQ s'applique à tous les bateaux, mais il convient de tenir compte également des exigences supplémentaires applicables aux bateaux à passagers (Chapitre 19).

5 APPLICATION DE L'ARTICLE 6.02

« Si l'appareil à gouverner est pourvu d'une commande motorisée, une deuxième installation de commande indépendante ou une commande à main doit être disponible. En cas de défaillance ou de dérangement de l'installation de commande de l'appareil à gouverner, la seconde installation de commande indépendante ou la commande à main doit pouvoir être mise en service en l'espace de 5 secondes. »

L'article 6.02 doit-il être appliqué en liaison avec l'application du chapitre 11 ?

Oui. L'article 6.02, chiffre 1, exige une deuxième commande indépendante ou une commande à main.

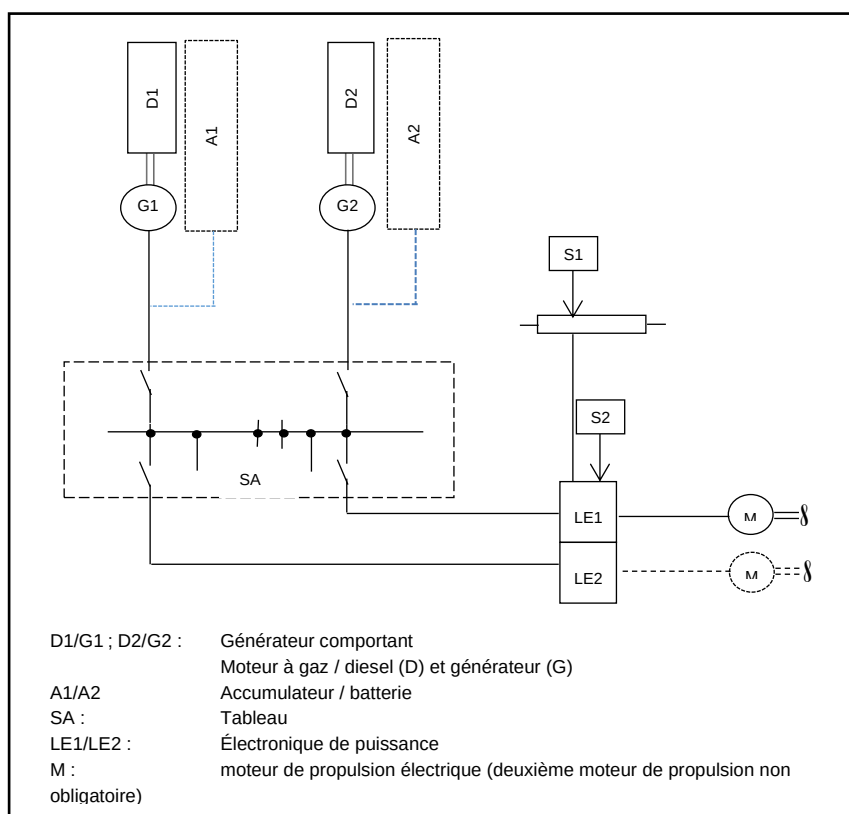
Conformément à l'article 10.02, chiffre 3, l'article 6.02, chiffre 1, s'applique indépendamment de l'article 10.02, chiffre 1, et donc aussi indépendamment des dispositions du chapitre 11.

Références : ES-TRIN, article 06.02, chiffre 1, et article 10.02, chiffres 1 et 3.

6 CONCEPTION DE LA CHAÎNE CINÉMATIQUE

Quelles possibilités offre la disposition relative à la conception de la chaîne cinématique ?

Le principe peut être illustré par un croquis.



Référence : ES-TRIN, article 11.01, chiffre 1.

Remarque : Cette FAQ s'applique à tous les bateaux, mais il convient de tenir compte également des exigences supplémentaires applicables aux bateaux à passagers (Chapitre 19).

7 SYSTÈME HYBRIDE

Les systèmes hybrides sont-ils admissibles ? Quelle doit être leur conception ?

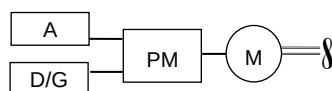
Oui. Les systèmes hybrides sont la combinaison d'une source de courant électrique (groupe électrogène, pile à combustible, accumulateurs, etc.) avec une autre source d'énergie.

Les deux schémas suivants servent d'exemples de systèmes hybrides :



hybride en série

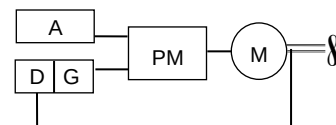
En cas de défaillance du système de batteries, le système peut fonctionner au moyen du générateur diesel. En cas de défaillance du générateur diesel l'alimentation par la batterie est disponible (celle-ci ne devrait par conséquent toujours disposer que d'une énergie résiduelle pour l'alimentation de secours).



D/G : Générateur comportant un moteur au gaz / diesel (D) et un générateur (G)
PM : Power Management
A : Accumulateur (batterie)
M : moteur de propulsion électrique

hybride en parallèle

Comme l'hybride en série, mais moindre rendement. La défaillance du moteur électrique peut être compensée par le moteur diesel.



Référence : ES-TRIN, article 11.01, chiffre 1.

8 LES EXIGENCES IMPOSÉES À UNE PROPULSION PRINCIPALE ÉLECTRIQUE AVEC UN SEUL MOTEUR DE PROPULSION ÉLECTRIQUE

La propulsion principale électrique doit-elle être conçue de manière redondante ?

Non, la propulsion principale électrique ne doit pas être conçue de manière redondante. L'article 11.01, au chiffre 1, lettre c) et au chiffre 2, ne requiert clairement qu'un seul moteur de propulsion électrique. L'article 11.01, chiffre 1, lettre a), exige seulement deux sources de courant électrique.

En complément, l'article 11.02 exige la possibilité de se déplacer par ses propres moyens en cas de défaillance de l'électronique de puissance ou de la commande et de la régulation.

En fonction de la configuration, cela pourrait impliquer une redondance de l'électronique de puissance, de la commande et de la régulation.

Voir également le croquis dans la FAQ 6.

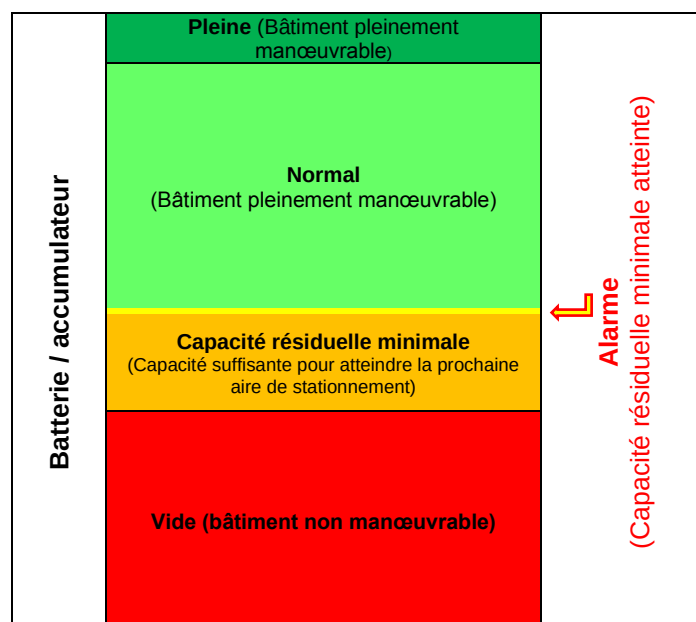
Références : ES-TRIN, article 11.01, chiffres 1 et 2 et article 11.02.

9 ATTEINDRE UN POSTE DE STATIONNEMENT EN TOUTES CIRCONSTANCES

Que signifie « en toutes circonstances » ?

La batterie / l'accumulateur **doit posséder encore suffisamment d'énergie** (ou la capacité de la totalité des batteries ou accumulateurs doit suffire), **pour permettre la navigation jusqu'à un point de recharge**. Cette réserve est appelée **capacité résiduelle minimale**. Afin de pouvoir atteindre avec certitude un point de recharge, la baisse de capacité doit donner lieu à un avertissement (alarme) avant que soit atteinte la limite de la capacité résiduelle minimale.

Pour le calcul de cette capacité résiduelle minimale doivent être estimées au préalable les distances maximales à parcourir avec l'accumulateur jusqu'à ce qu'il soit possible de procéder à son rechargement en cas de doute. **Il est admis que le poste de stationnement peut être atteint en toutes circonstances lorsque la capacité d'assurer seul sa propulsion pendant 30 minutes à 6,5 km/h est assurée.**



- **Exemple 1**
Transport de marchandises (capacité résiduelle minimale réglable de manière variable, utilisation universelle)

Il serait envisageable de considérer toutes les aires de stationnement qui seront passées durant le transport. Dans ce cas, il convient de retenir la distance la plus longue entre deux de ces aires de stationnement, puis de diviser cette distance par deux. La capacité résiduelle minimale doit alors permettre de franchir cette distance en toute sécurité.

- *Exemple 2*
Bateau à passagers (capacité résiduelle minimale réglable de manière variable, utilisation universelle)

Il serait envisageable de considérer tous les postes d'accostage d'un voyage. Dans ce cas il convient de retenir la distance la plus longue entre les postes d'accostage entrant en ligne de compte. La capacité résiduelle minimale doit alors permettre de franchir la moitié de cette distance en toute sécurité.

- *Exemple 3*
Solution générale pour le secteur parcouru (capacité résiduelle minimale réglée définitivement avec restriction du secteur parcouru)

L'on considère la solution la plus sûre envisageable, depuis un point au choix jusqu'à l'aire de stationnement envisagée ou jusqu'au poste d'accostage envisagé. Cela signifie qu'est retenue la plus faible vitesse moyenne à laquelle il est possible de faire route et le temps ou la distance avec lesquels il est certain que pourront être atteints l'aire de stationnement ou le poste d'accostage. La capacité résiduelle minimale doit alors être calculée pour ces conditions, afin que l'aire de stationnement ou le poste d'accostage considérés puissent être atteints en toute sécurité.

!!! N. B. : la restriction à un secteur de navigation doit être mentionnée dans le certificat de bateau de la navigation intérieure.

- *Exemple 4*
Solution générale Zone 3, à l'échelle internationale (ES-TRIN)

L'approche est identique à celle de l'exemple 3, mais les conditions doivent être appliquées à l'intégralité du secteur de la zone 3 à l'échelle internationale. Ici seraient à considérer notamment les conditions sur le Danube inférieur et dans la région du Rhin moyen.

L'article 11.01, chiffre 4, porte-t-il sur les générateurs ?

L'article ne porte pas sur les générateurs. Il fait référence aux batteries ou aux accumulateurs qui alimentent des moteurs de propulsion électriques (les exigences pour les réservoirs de moteurs diesel figurent à l'article 8.05, chiffre 13, de l'ES-TRIN).

Référence : ES-TRIN, article 11.01, chiffre 4.

10 DYSFONCTIONNEMENT DE LA PROPULSION ÉLECTRIQUE DU BATEAU / SYSTÈMES DE SECOURS AFFECTÉS

Comment peut-on prouver qu'un dysfonctionnement de la propulsion électrique du bateau ne peut affecter les systèmes de secours ?

Une méthode appropriée pour en apporter la preuve doit être choisie en fonction de la complexité du système.

Pour un système de conception simple (par exemple des chaînes cinématiques complètement indépendantes physiquement et électriquement (source d'énergie, moteur, groupes, batterie / accumulateur) y compris l'électronique de puissance, les engrenages, l'arbre, l'hélice, etc.), avec également une alimentation électrique de secours), il va de soi que les différents systèmes constitutifs ne peuvent pas avoir d'effet les uns sur les autres et que par conséquent le fonctionnement des systèmes de secours ne peut s'en trouver affecté.

Avec un système de conception plus complexe (utilisation commune de sources d'énergie par plusieurs appareils consommateurs, mise en service et arrêt de plusieurs source d'énergie en fonction de la charge, gestion intégrée de la consommation électrique, etc.), la preuve peut être apportée par exemple par une étude de risque FMEA-S qui, outre les aspects électrotechniques de la configuration du système, devra couvrir obligatoirement la défaillance mécanique des composants et la panne de capteurs.

À cet égard, une attention particulière doit être accordée à un moyen fiable et sûr de séparer les composants nécessaires au fonctionnement des systèmes de secours des éléments défectueux du système.

Pour les systèmes de propulsion avec un seul moteur électrique, un seul arbre et une seule hélice, l'étude de risque peut se limiter aux parties dupliquées du système (ie sources d'énergie).

Référence : ES-TRIN, article 11.01, chiffre 6.

11 MISE EN SERVICE ET ARRÊT DE GÉNÉRATEURS SANS INTERRUPTION

Est-il possible dans l'absolu de mettre en service ou d'arrêter un générateur sans interruption de la propulsion de l'hélice, s'il existe une séparation stricte entre les propulsions et s'il n'existe qu'un générateur par hélice ?

Oui. Cette exigence doit s'appliquer à tous les générateurs !

Nota : Il s'agit de la mise en service et de l'arrêt sans interruption du fonctionnement de la propulsion principale.

Exemple : Un bateau est équipé de 4 propulsions de 250 kW. Ici, les générateurs pour les propulsions sont mis en service ou arrêtés individuellement en fonction du secteur parcouru (notamment pour économiser du carburant).

Selon l'article 11.01, 2ème alinéa, la propulsion principale électrique se compose de deux unités de production de courant électrique. Si l'une de ces unités de production de courant électrique est le générateur visé par la question, doivent en outre être présents une batterie ou un accumulateur. Sur cette base, la disposition peut être respectée.

Référence : ES-TRIN, article 11.02, chiffre 4.

12 MOTEURS DE PROPULSION ÉLECTRIQUE

Qu'entend-on par « brèves surcharges » ?

Une définition acceptable de « brèves surcharges » serait **une charge de 110 % sur une période de 15 minutes**.

Référence : ES-TRIN, article 11.03, chiffre 1.

13 EFFET DES HARMONIQUES

Ne devrait-on pas fixer ici des valeurs limites concrètes, par exemple pour le facteur de distorsion harmonique ?

La fixation de différentes valeurs minimales s'apparenterait à une prescription relative à la construction ou à une prescription de classification. Il a par conséquent été décidé de renoncer à une telle valeur.

Référence : ES-TRIN, article 11.03, chiffre 2.

14 EXIGENCES MINIMALES QUANT À L'ISOLATION DES BOBINAGES

Quelle est l'intention de cette disposition ?

L'isolation des bobinages doit résister aux surtensions afin d'éviter un court-circuit. En particulier lors des manœuvres et des processus de commande, des pics de tension (surtensions) peuvent se produire, ce qui peut entraîner par exemple un échauffement important des fils qui est susceptible d'endommager l'isolation. Cela doit être évité.

La norme européenne EN 60034-25: 2013 peut être utilisée en tant que ligne directrice pour les valeurs de surtensions maximales admissibles.

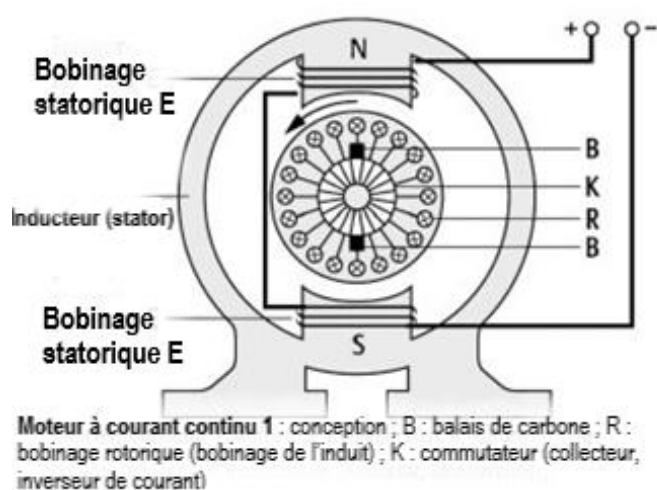
Référence : ES-TRIN, article 11.03, chiffre 3.



15 PROTECTION DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES D'EXCITATION CONTRE LES COURTS-CIRCUITS

Qu'entend-on par « circuits électriques d'excitation » ?

Le circuit électrique d'excitation est le circuit électrique par lequel le courant circule dans les enroulements d'excitation d'un moteur. L'induit mobile, le rotor en tant que contrepartie porte le bobinage de l'induit et un collecteur ou un inverseur de courant assure l'inversion régulière de la polarité du sens du courant pour maintenir une rotation continue (voir croquis).



Source du croquis : <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/gleichstrommotor/5952> état 6.2.2020

Remarque 1 : Il existe également des moteurs à excitation permanente avec des aimants et sans bobinage d'excitation. Tous les moteurs ne ressemblent pas à l'illustration.

Remarque 2 : Le bobinage (ou les enroulements) est protégé contre les courts-circuits par une isolation. La façon dont celle-ci doit être réalisée est expliquée dans la FAQ 13.

Référence : ES-TRIN, article 11.04, chiffre 4.

16 INDICATIONS À AFFICHER

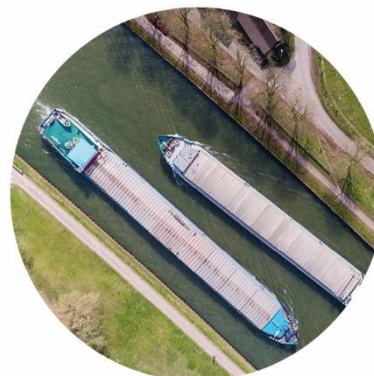
Pourquoi ne sont pas mentionnées concrètement les informations à afficher ?

Est-il suffisant que ces informations figurent au tableau électrique ?

Il a été décidé de renoncer à fixer des restrictions pour le fabricant. En outre, les installations peuvent présenter différentes configurations et nécessiter par conséquent des affichages différents.

En règle générale sont importants trois états : en marche, arrêté et défaillant. Mais d'autres états sont possibles, par exemple la maintenance à distance ou une baisse de puissance, etc.

Par conséquent, une limitation à un emplacement d'affichage (tableau de commande) ne serait pas pertinente.



Référence : ES-TRIN, article 11.05, chiffre 1.

17 COMMANDE SUR PLACE

Comment pourrait être envisagée une commande sur place ?

Une commande sur place (c'est-à-dire une commande de puissance et du sens de rotation de l'hélice) peut être possible par exemple depuis l'armoire de commande de l'électronique de puissance.

Référence : ES-TRIN, article 11.05, chiffre 2.



18 SITUATIONS D'EXPLOITATION ET MODES DE FONCTIONNEMENT

Il conviendrait de préciser « situations d'exploitation et modes de fonctionnement ». À bord de la plupart des bateaux, les alarmes et défaillances sont enregistrées. Est-ce suffisant ?

Plusieurs parties de la propulsion peuvent avoir leur propre enregistrement de données. Est-ce suffisant, ou est nécessaire un enregistrement centralisé des données ?

Pour cette disposition, il a été décidé de renoncer à fixer des restrictions pour le fabricant. Les installations peuvent présenter différentes configurations et donc fonctionner de manière différente, de sorte que doivent être enregistrés différents paramètres.

Ici, l'aspect déterminant est l'objectif de protection. Les défaillances doivent pouvoir être identifiées aisément. Une exigence présenterait des inconvénients pour la commission de visite dans les autres cas.

Référence : ES-TRIN, article 11.05, chiffre 3.



19 PROTECTION DIFFÉRENTIELLE OU D'UN DISPOSITIF DE PROTECTION ÉQUIVALENT

Que protège-t-on ici ?

Le principe des relais de protection différentielle est basé sur la 1^{ère} loi de Kirchhoff.

Selon cette loi, la somme des intensités des courants qui entrent et sortent par un nœud, c'est-à-dire par un élément du matériel à surveiller, est toujours égale à zéro.

En cas de défaut dans un câble, un rail collecteur ou un transformateur, surviennent des courants de défaut qui circulent d'une phase à la terre. Ces courants de défaut sont détectés par l'addition des valeurs momentanées. En cas de dépassement d'une valeur seuil, la protection est activée.

Le déclenchement conduit-il à un arrêt non désiré du moteur ?

Cela pourrait théoriquement se produire, mais le déclenchement d'autres mécanismes de sécurisation peut aussi provoquer un blocage du moteur. La disposition de l'article 11.07, chiffre 1, vise à éviter cela autant que possible.

Il en découle que l'arrêt automatique de la propulsion doit être limité aux défaillances susceptibles d'entraîner des dommages importants à l'installation de propulsion.

En outre, une protection différentielle doit être utilisée conformément à la lettre b). Selon la lettre b), il est possible de prévoir une protection alternative si cela permet d'atteindre le même objectif de protection.

Référence : ES-TRIN, article 11.07, chiffre 5, lettre b).

20 SURVEILLANCE DE LA TEMPÉRATURE DES BOBINAGES

Comment doit se faire la surveillance de la température des bobinages ? Un déclencheur d'alarme est-il suffisant ?

La surveillance peut être assurée par un contrôle plus complexe du fonctionnement, mais peut aussi être constituée d'un simple déclencheur d'alarme.

Référence : ES-TRIN, article 11.07, chiffre 5, lettre c).

21 PROTECTION CONTRE LES COURANTS INDUITS DOMMAGEABLES

Quel est l'objectif de protection de cette exigence ?

Les convertisseurs à 2 points modernes de type IGBT (transistor bipolaire à grille isolée¹) fournissent une tension de sortie avec des montées de tension très importantes.

Ces montées de tension importantes provoquent des courants induits dans le moteur par le biais de capacités parasites.

Ces courants induits sont susceptibles de raccourcir de manière significative la durée de vie des roulements du moteur.

Référence : ES-TRIN, article 11.07, chiffre 6, lettre c).



¹ Anglais : insulated-gate bipolar transistor

