

**Prescriptions
concernant la couleur et l'intensité des feux,
ainsi que l'agrément des fanaux de signalisation
pour la navigation du Rhin**

1990

**Prescriptions
concernant la couleur et l'intensité des feux,
ainsi que l'agrément des fanaux de signalisation
pour la navigation du Rhin**

1990

Entrée en vigueur le 1er janvier 1991

Résolution 1990-I-16

Table des matières

		Page
Chapitre 1	Définitions	1
Article 1	Fanaux	1
	2 Feux de signalisation	1
	3 Sources lumineuses	1
	4 Optique	2
	5 Filtre	2
	6 Relation entre I_O , I_B et t	2
Chapitre 2	Prescriptions relatives aux feux de signalisation	3
Article 7	Couleur des feux de signalisation	3
	8 Intensité lumineuse et portée des feux de signalisation	5
	9 Dispersion des feux de signalisation	5
Chapitre 3	Prescriptions relatives aux fanaux	7
Article 10	Exigences techniques	7
Chapitre 4	Essais, agrément et marques	8
Article 11	Essais de type	8
	12 Procédure d'essai	8
	13 Certificat d'agrément	8
	14 Essais de contrôle	8
	15 Marques	9
Annexe 1	Certificat d'agrément pour les fanaux de signalisation pour la navigation du Rhin	10
Annexe 2	Conditions d'essai et d'agrément des fanaux de signalisation pour la navigation du Rhin	11
Chapitre 1	Dispositions générales	
§	1.01 Tensions nominales	11
	1.02 Exigences relatives au fonctionnement	11
	1.03 Fixation	11
	1.04 Exigences relatives à la photométrie	11
	1.05 Eléments constitutifs	11
	1.06 Entretien	11
	1.07 Exigences relatives à la sécurité	11
	1.08 Accessoires	12
	1.09 Fanaux à source non-électrique	12
	1.10 Fanaux bifformes	12

II

	Page
Chapitre 2 Exigences photométriques et colorimétriques	13
§ 2.01 Exigences photométriques	13
2.01 Exigences colorimétriques	13
Chapitre 3 Exigences relatives à la construction	14
§ 3.01 Fanaux électriques	14
3.02 Optiques, verres et verres optiques	18
3.03 Sources lumineuses électriques	19
Chapitre 4 Procédure d'essai et d'agrément	22
§ 4.01 Règles générales de procédure	22
4.02 Demande	22
4.03 Essai	23
4.04 Agrément	24
4.05 Cessation de validité de l'agrément	24
Appendice Essais de milieu	25
1. Essai relatif à la protection contre les projections d'eau et la poussière	25
2. Essai en atmosphère humide	25
3. Essai au froid	27
4. Essai à la chaleur	28
5. Essai de vibration	29
6. Essai accéléré de résistance aux intempéries	33
7. Essai de résistance à l'eau salée et aux intempéries (Essai au brouillard salin)	37

Chapitre 1

DEFINITIONS

Article premier

Fanaux

Un fanal est un appareil destiné à répartir le flux d'une source lumineuse ; il comprend également les éléments nécessaires à la filtration de la lumière, à sa réfraction, à sa réflexion, à la fixation ou au fonctionnement de la source lumineuse.

Les fanaux destinés à donner des signaux à bord d'un bâtiment sont appelés fanaux de signalisation.

Article 2

Feux de signalisation

1. Les feux de signalisation sont les signaux lumineux émis par les fanaux de signalisation.
2. Le terme "feu de mât" désigne un feu blanc, visible sur toute l'étendue d'un arc d'horizon de 225° et projetant une lumière uniforme ininterrompue sur 112°30' sur chaque bord, c'est-à-dire depuis l'avant jusqu'à 22°30' sur l'arrière du travers de chaque bord.
3. Le terme "feu de côté" désigne un feu vert à tribord et un feu rouge à bâbord ; chacun de ces feux doit être visible sur toute l'étendue d'un arc d'horizon de 112°30' et projeter une lumière uniforme ininterrompue, c'est-à-dire depuis l'avant jusqu'à 22°30' sur l'arrière du travers.
4. Le terme "feu de poupe" désigne un feu blanc, visible sur toute l'étendue d'un arc d'horizon de 135° et projetant une lumière uniforme ininterrompue sur un secteur de 67°30' de chaque bord à partir de l'arrière.
5. Le terme "feu de poupe jaune" désigne un feu jaune, visible sur toute l'étendue d'un arc d'horizon de 135° et projetant une lumière uniforme ininterrompue sur un secteur de 67°30' de chaque bord à partir de l'arrière.
6. Le terme "feu visible de tous les côtés" désigne un feu visible sur toute l'étendue d'un arc d'horizon de 360° et projetant une lumière uniforme ininterrompue.
7.
 - a) Le terme "feu scintillant" désigne un feu rythmé de 40 à 60 périodes de lumière par minute.
 - b) Le terme "feu scintillant" rapide désigne un feu rythmé de 100 à 120 périodes de lumière par minute.

La durée des périodes allumées et éteintes des feux scintillants devrait être presque identique.
8. Les feux de signalisation sont classés selon leur intensité lumineuse en :
 - feux ordinaires,
 - feux clairs,
 - feux puissants.

Article 3

Sources lumineuses

Les sources lumineuses sont des dispositifs électriques ou non électriques destinés à produire des flux lumineux dans les feux de signalisation.

Article 4

Optique

1. L'optique est un dispositif constitué d'éléments réfringents, réfléchissants, ou réfringents et réfléchissants, y compris leurs fixations. Ces éléments ont pour action de diriger les rayons issus d'une source lumineuse dans des directions déterminées.
2. Une optique colorée est une optique qui modifie la couleur et l'intensité de la lumière transmise.
3. Une optique neutre est une optique qui modifie l'intensité de la lumière transmise.

Article 5

Filtre

1. Un filtre coloré est un élément sélectif qui modifie la couleur et l'intensité de la lumière transmise.
2. Un filtre neutre est un élément aselectif qui modifie l'intensité de la lumière transmise.

Article 6

Relation entre I_O , I_B et t

I_O est l'intensité lumineuse photométrique en candélas (cd), mesurée sous la tension normale pour les feux électriques.

I_B est l'intensité lumineuse de service en candélas (cd).

t est la portée en kilomètres (km).

Compte tenu par exemple de l'usure de la source lumineuse, de la salissure de l'optique et des variations de la tension du réseau de bord, I_B est réduit de 25 % par rapport à I_O .

Par suite

$$I_B = 0,75 \cdot I_O$$

La relation entre I_B et t des feux de signalisation est donnée par la relation suivante :

$$I_B = 0,2 \cdot t^2 \cdot q^{-t}$$

Le facteur de transmission atmosphérique q est fixé à 0,76, ce qui correspond à une visibilité météorologique de 14,3 km.

Chapitre 2

PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX FEUX DE SIGNALISATION

Article 7

Couleur des feux de signalisation

1. Un système de signalisation à cinq couleurs est appliqué pour les feux, comprenant les couleurs suivantes :
 - blanc,
 - rouge,
 - vert,
 - jaune et
 - bleu

Ce système est conforme aux recommandations de la Commission Internationale de l'Eclairage, publication CIE n° 2.2 (TC-1.6) 1975 "Couleur des signaux lumineux".
Les couleurs valent pour le flux lumineux émis par le fanal.

2. Les limites des lieux chromatiques des feux de signalisation sont définies par les coordonnées des points angulaires des secteurs du diagramme chromatique de la publication CIE n° 2.2 (TC-1.6) 1975 (voir diagramme des chromaticités) comme suit :

Couleur du feu de signalisation	Coordonnées des points angulaires						
	x	y	z	x	y	z	x
blanc	x	0,310	0,443	0,500	0,500	0,453	0,310
	y	0,283	0,382	0,382	0,440	0,440	0,348
rouge	x	0,690	0,710	0,680	0,660		
	y	0,290	0,290	0,320	0,320		
vert	x	0,009	0,284	0,207	0,013		
	y	0,720	0,520	0,397	0,494		
jaune	x	0,612	0,618	0,575	0,575		
	y	0,382	0,382	0,425	0,406		
bleu	x	0,136	0,218	0,185	0,102		
	y	0,040	0,142	0,175	0,105		

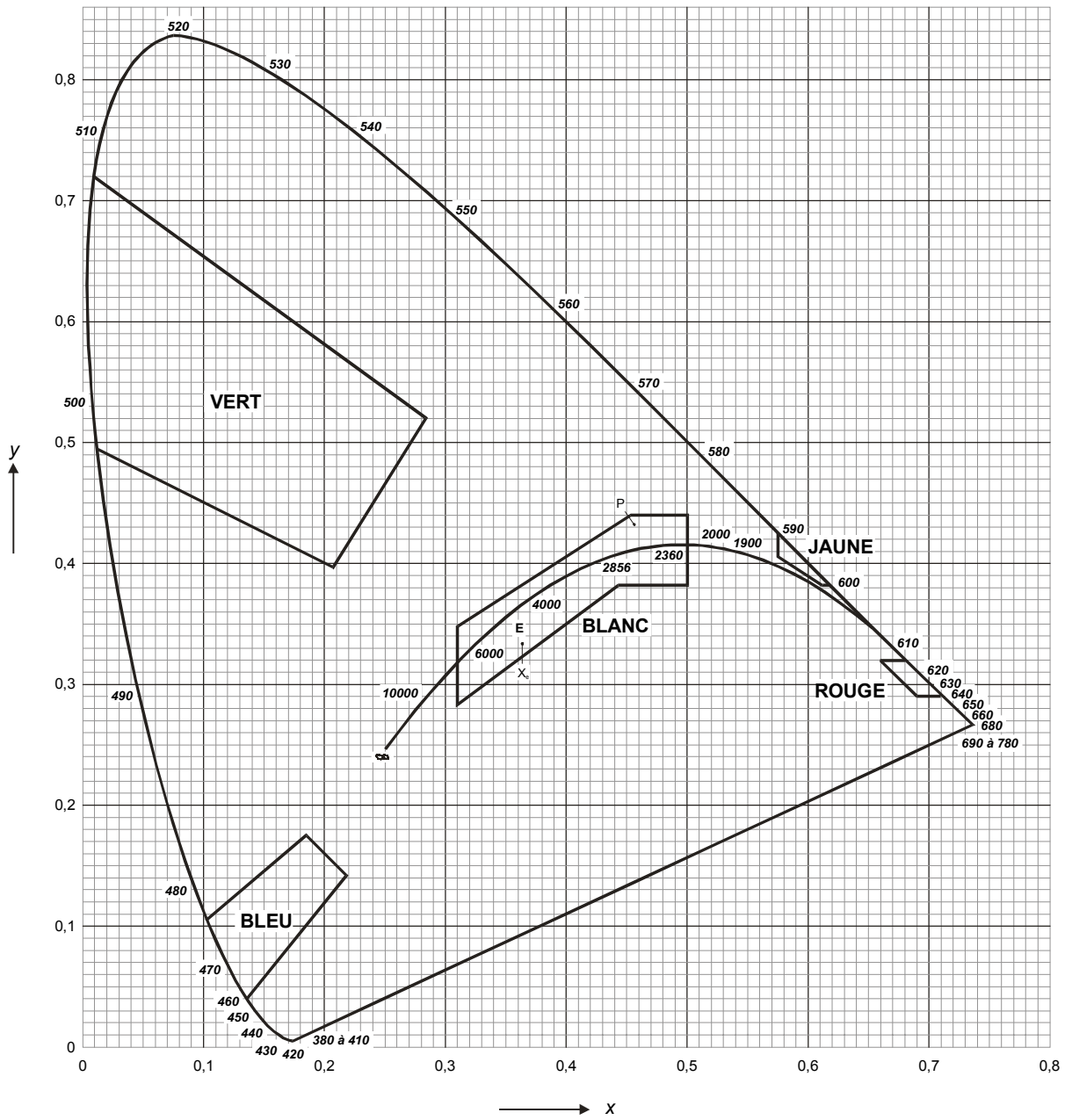


Diagramme des chromaticités de la CIE

2360 K correspond à la lumière d'une lampe à incandescence à vide,
2856 K correspond à la lumière d'une lampe à incandescence à atmosphère gazeuse.

Article 8

Intensité lumineuse et portée des feux de signalisation

Le tableau ci-dessous comprend les limites admises de I_O , I_B et t suivant la nature des feux de signalisation, étant entendu que les valeurs indiquées s'appliquent au flux lumineux émis par le fanal. I_O et I_B sont données en cd et t en km.

Valeurs limites

Nature des feux		Couleur des feux de signalisation							
		blanc		vert/rouge		jaune		bleu	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Ordinaire	I_O	2,7	10,0	1,2	4,7	1,1	3,2	0,9	2,7
	I_B	2,0	7,5	0,9	3,5	0,8	2,4	0,7	2,0
	t	2,3	3,7	1,7	2,8	1,6	2,5	1,5	2,3
Clair	I_O	12,0	33,0	6,7	27,0	4,8	20,0	6,7	27,0
	I_B	9,0	25,0	5,0	20,0	3,6	15,0	5,0	20,0
	t	3,9	5,3	3,2	5,0	2,9	4,6	3,2	5,0
Puissant	I_O	47,0	133,0	-	-	47,0	133,0	-	-
	I_B	35,0	100,0	-	-	35,0	100,0	-	-
	t	5,9	8,0	-	-	5,9	8,0	-	-

Article 9

Dispersion des feux de signalisation

1. Dispersion horizontale des intensités

1.1 Les intensités lumineuses indiquées à l'article 8 s'appliquent à toutes les directions du plan horizontal passant par le foyer de l'optique ou par le centre de gravité lumineux de la source lumineuse correctement ajustée dans le secteur utile d'un fanal posé verticalement.

1.2 Pour les feux de mât, les feux de poupe et les feux de côté, les intensités lumineuses prescrites doivent être maintenues sur l'arc d'horizon s'étendant à l'intérieur des secteurs prescrits au moins jusqu'à 5° des limites.

A partir de 5° à l'intérieur des secteurs prescrits, l'intensité lumineuse peut décroître de 50 % jusqu'à cette limite ; elle doit ensuite décroître graduellement de telle manière qu'à partir de 5° au-delà des limites du secteur il n'y ait plus qu'une lumière négligeable.

1.3 Les feux de côté doivent avoir l'intensité lumineuse prescrite dans la direction parallèle à l'axe du bateau vers l'avant. A cet égard, les intensités doivent tomber pratiquement à zéro entre 1° et 3° au-delà des limites du secteur prescrit.

- 1.4 Pour les fanaux bicolores ou tricolores, la dispersion de l'intensité lumineuse doit être uniforme de telle sorte qu'à 3° en deçà et au-delà des limites des secteurs prescrits, l'intensité maximale admise ne soit pas dépassée et que l'intensité minimale prescrite soit atteinte.
- 1.5 La dispersion horizontale de l'intensité lumineuse des fanaux doit être uniforme sur toute l'étendue du secteur, de telle sorte que les valeurs minimale et maximale observées ne diffèrent pas de l'intensité lumineuse photométrique plus que dans la proportion du facteur 1,5.
2. Dispersion verticale des intensités

En cas d'inclinaison du fanal jusqu'à $\pm 5^\circ$, respectivement $\pm 7,5^\circ$, sur l'horizontale, l'intensité lumineuse doit rester au moins égale à 80 %, respectivement 60 %, de l'intensité lumineuse correspondant à 0° d'inclinaison, sans cependant dépasser 1,2 fois celle-ci.

Chapitre 3
PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX FANAUX

Article 10
Exigences techniques

- La construction et les matériaux des fanaux de signalisation doivent assurer la sécurité et la durabilité.
- Les éléments constitutifs des fanaux (par exemple les entretoises) ne doivent pas modifier les intensités des feux, les couleurs des feux et leur dispersion.
- Les fanaux doivent pouvoir être fixés à bord de manière simple en position correcte.
- Le remplacement de la source lumineuse doit pouvoir se faire facilement.

Chapitre 4

ESSAIS, AGREMENT ET MARQUES

Article 11 *Essais de type*

L'essai de type suivant les "Conditions d'essai et d'agrément des fanaux de signalisation pour la navigation du Rhin" (annexe 2) permet de contrôler si les fanaux de signalisation et leur source lumineuse satisfont aux exigences de la présente prescription.

Article 12 *Procédure d'essai*

La demande pour un essai de type doit être faite par le pétitionnaire auprès du service chargé d'effectuer l'essai en joignant au moins deux exemplaires des plans et des fanaux de type ainsi que la source lumineuse nécessaire.

Si l'essai ne donne pas lieu à objections, un des plans joints à la demande, revêtu de la mention d'agrément, et un des fanaux approuvés sont retransmis au pétitionnaire. Les seconds exemplaires sont conservés au service chargé de l'essai.

Le fabricant doit déclarer au service chargé de l'essai que le fanal fabriqué en série est conforme dans tous ses éléments constitutifs au fanal de type.

Article 13 *Certificat d'agrément*

1. Si l'essai de type a montré qu'il est satisfait aux exigences des présentes prescriptions, le fanal de type est agréé et un certificat d'agrément du modèle de l'annexe 1 dont les marques sont conformes à l'article 15 est délivré au pétitionnaire.
2. Le détenteur du certificat d'agrément
 - est habilité à apposer les marques visées à l'article 15 sur les différentes pièces,
 - ne peut entreprendre la fabrication que conformément aux plans approuvés par le service chargé de l'essai et selon la technique de réalisation des fanaux types vérifiés,
 - ne peut apporter des modifications aux plans approuvés et aux fanaux types qu'avec l'approbation du service chargé de l'essai. Ce dernier décide également si le certificat d'agrément délivré doit seulement être complété ou si, au contraire, la demande d'agrément doit être renouvelée.

Article 14 *Essais de contrôle*


Le service chargé de l'essai est habilité à prélever des fanaux dans la série de fabrication pour les soumettre à des essais de contrôle.


Si l'essai n'est pas satisfaisant, l'agrément peut être retiré.

Article 15

Marques

1. Les fanaux, optiques et sources lumineuses agréés doivent être marqués comme indiqué ci-après :

 . X . JJ . nnn

"  " étant la marque d'agrément,
"X" indiquant le pays de l'agrément

B Belgique
CH Suisse
D République Fédérale d'Allemagne
F France
N Pays-Bas
L Luxembourg


"JJ" indiquant les deux derniers chiffres de l'année de l'agrément, et
"nnn" étant le numéro d'agrément attribué par le service chargé de l'essai.

2. Les marques doivent être apposées de façon claire et indélébile.
3. La marque sur le corps doit être portée de façon qu'un démontage du fanal ne soit pas nécessaire pour la repérer à bord. Si l'optique et le corps sont solidaires l'un de l'autre, une marque sur le corps est suffisante.
4. Seuls les fanaux, optiques et sources lumineuses agréés peuvent être pourvus des marques indiquées au chiffre 1 ci-dessus.
5. Le service chargé de l'essai signale immédiatement à la Commission Centrale pour la navigation du Rhin la marque attribuée.

**Certificat d'agrément
pour les fanaux de signalisation pour la navigation du Rhin**

Le fanal
(Désignation de type, modèle, marque de fabrique)

est autorisé à être utilisé dans la navigation du Rhin.

Il reçoit la marque :  n°

Les éléments constitutifs du fanal sont à marquer conformément à l'article 15.

Le bénéficiaire de l'agrément doit garantir, conformément à l'article 13, des "Prescriptions concernant la couleur et l'intensité des feux ainsi que l'agrément des fanaux de signalisation pour la navigation du Rhin", que la fabrication n'est entreprise que conformément aux plans approuvés par le service chargé de l'agrément et selon la technique de réalisation des fanaux types. Des modifications ne sont admises qu'avec l'approbation du service chargé de l'agrément.

Remarques particulières :

.....
.....
.....
.....

....., le
(lieu)

.....
(date)

.....
(service chargé de l'essai)

.....
(signature)

**CONDITIONS D'ESSAI ET D'AGREMENT
DES FANAUX DE SIGNALISATION POUR LA NAVIGATION DU RHIN**

Chapitre 1

DISPOSITIONS GENERALES

1.01

Tensions nominales

Les tensions standards des fanaux de signalisation pour la navigation rhénane sont les tensions de 230 V, de 110 V, de 24 V et de 12 V. Les appareils d'une tension de 24 V seront utilisés de préférence.

1.02

Exigences relatives au fonctionnement

Le fonctionnement normal des fanaux et de leurs accessoires ne doit pas être gêné par les opérations d'exploitation usuelle à bord. En particulier, tous les éléments optiques utilisés et les pièces importantes pour leur fixation et leur réglage doivent être réalisés de manière que leur position telle qu'elle a été fixée ne puisse se modifier en cours d'exploitation.

1.03

Fixation

Les parties des fanaux assurant leur fixation à bord doivent être réalisées de manière qu'après leur ajustage la position des fanaux une fois fixée ne puisse se modifier en cours d'exploitation.

1.04

Exigences relatives à la photométrie

Les fanaux doivent présenter la dispersion prescrite des intensités lumineuses ; l'identification de la couleur des feux doit être assurée et les intensités prescrites doivent être atteintes dès allumage des fanaux.

1.05

Éléments constitutifs

Ne doivent être utilisés dans les fanaux que les éléments constitutifs construits à cette fin.

1.06

Entretien

Le mode de construction des fanaux et de leurs accessoires doit permettre leur entretien régulier et, s'il y a lieu, l'échange aisé des sources lumineuses, également dans l'obscurité.

1.07

Exigences relatives à la sécurité

Les fanaux et leurs accessoires doivent être construits et dimensionnés de manière que leur exploitation, leur commande et leur surveillance ne puissent présenter de danger pour les personnes.

1.08

Accessoires

Les accessoires des fanaux doivent être conçus et réalisés de manière que leur aménagement, leur montage et leur raccordement ne gênent pas l'exploitation normale et le bon fonctionnement des fanaux.

1.09

Fanaux à source non-électrique

Les fanaux à source non-électrique doivent être conçus et réalisés conformément aux dispositions des chiffres 1.02 à 1.08 du présent chapitre et de manière à satisfaire aux exigences du chapitre 3. Les exigences visées au chapitre 2 des présentes Conditions d'essai et d'agrément sont applicables, le cas échéant, par analogie en tenant compte des circonstances.

1.10

Fanaux biformes

Deux fanaux montés l'un au-dessus de l'autre dans un même boîtier (fanal biforme) doivent pouvoir être utilisés comme fanal simple. En aucun cas, les deux sources lumineuses d'un fanal biforme ne doivent être utilisées simultanément.

Chapitre 2

EXIGENCES PHOTOMETRIQUES ET COLORIMETRIQUES

2.01

Exigences photométriques

1. L'appréciation photométrique des feux est précisée dans les "Prescriptions concernant la couleur et l'intensité des feux ainsi que l'agrément des feux de signalisation pour la navigation du Rhin".
2. La construction de feux doit garantir qu'aucune réflexion ni interruption de la lumière ne puissent se produire. L'utilisation de réflecteurs n'est pas admise.
3. Pour les feux bicolores ou tricolores, la projection de lumière d'une couleur au-delà des limites du secteur prescrit pour cette couleur doit être empêchée efficacement, également à l'intérieur du verre.
4. Les présentes prescriptions s'appliquent par analogie aux feux à source non-électrique.

2.02

Exigences colorimétriques

1. L'appréciation colorimétrique des feux est précisée dans les "Prescriptions concernant la couleur et l'intensité des feux ainsi que l'agrément des feux de signalisation pour la navigation du Rhin".
2. La couleur de la lumière émise par les feux doit se situer, pour la température de la couleur d'utilisation de la source lumineuse, dans le lieu chromatique correspondant fixé par les "Prescriptions concernant la couleur et l'intensité des feux ainsi que l'agrément des feux de signalisation pour la navigation du Rhin".
3. La couleur de la lumière des feux ne doit provenir que des filtres (optiques, verres) et des verres optiques colorés dans la masse si les points chromatiques de la lumière sortante ne divergent pas de plus de 0,01 de leurs coordonnées dans le diagramme de chromaticité de la CIE. Les ampoules colorées ne sont pas admises.
4. La transparence des verres colorés (filtres) doit être telle qu'à la température de la couleur d'utilisation de la source lumineuse, l'intensité lumineuse prescrite soit atteinte.
5. La réflexion de la lumière de la source sur des parties du feu ne doit pas être sélective, c'est-à-dire que les coordonnées trichromatiques x et y de la source utilisée dans le feu ne doivent pas présenter à la température de couleur d'utilisation une déviation supérieure à 0,01 après réflexion.
6. Les verres non colorés ne doivent pas, à la température de couleur d'utilisation influencer sélectivement la lumière émise. Après une période de fonctionnement prolongée également, les coordonnées trichromatiques x et y de la source utilisée dans le feu ne doivent pas présenter une déviation de plus de 0,01 après passage de la lumière à travers le verre.
7. La couleur de la lumière des feux non-électriques, à la température de couleur d'utilisation de la source, doit se situer dans le lieu chromatique correspondant fixé dans les "Prescriptions concernant la couleur et l'intensité des feux ainsi que l'agrément des feux de signalisation pour la navigation du Rhin".
8. La couleur de la lumière des feux colorés non-électriques ne doit provenir que de verres siliceux colorés dans la masse. Pour les feux de couleur non-électriques, l'ensemble des verres siliceux colorés doit être tel qu'à la température de couleur la plus proche de la source non-électrique l'intensité lumineuse prescrite soit atteinte.

Chapitre 3

EXIGENCES RELATIVES A LA CONSTRUCTION

3.01

Fanaux électriques

1. Toutes les parties des fanaux doivent résister aux sollicitations particulières de l'exploitation du bateau résultant du mouvement du bateau, des vibrations, de la corrosion, des variations de température, le cas échéant de chocs lors du chargement et de la navigation dans les glaces et d'autres influences qui peuvent s'exercer à bord.
2. Le mode de construction, le matériau et le façonnage des fanaux doivent garantir une stabilité assurant que, après sollicitations mécaniques et thermiques ainsi que l'exposition au rayonnement ultra-violet correspondant à ces exigences, l'efficacité des fanaux reste maintenue ; en particulier les propriétés photométriques et colorimétriques doivent être conservées.
3. Les parties constitutives exposées à la corrosion doivent être confectionnées en matériaux résistant à la corrosion ou être pourvues d'une protection efficace contre la corrosion.
4. Les matériaux employés ne doivent pas être hygroscopiques au cas où le fonctionnement des installations, des appareils et des accessoires en serait gêné.
5. Les matériaux employés doivent être difficilement inflammables.
6. Les autorités compétentes peuvent accorder des dérogations concernant les matériaux employés pour autant que la sécurité soit garantie par la construction.
7. Les essais des fanaux sont destinés à assurer leur aptitude à l'utilisation à bord.
A ce sujet, les essais sont répartis en fonction des exigences concernant l'environnement et l'exploitation.

8. Exigences concernant l'environnement :

a) *Classes de milieu ambiant*

- *Classes de climat:*

X Appareils destinés à être utilisés à des endroits exposés aux intempéries.

S Appareils destinés à être submergés ou à être en contact prolongé avec l'eau salée.

- *Classes de vibrations:*

V Appareils et dispositifs destinés à être installés aux mâts et à d'autres endroits particulièrement exposés à des vibrations.

- *Classes d'ambiance:*

Les conditions ambiantes sont précisées en 3 classes d'ambiance :

(1) Conditions d'ambiance normales :

Elles peuvent s'exercer régulièrement à bord durant une période prolongée.

(2) Conditions d'ambiance limites :

Elles peuvent s'exercer à bord dans des cas particuliers de manière exceptionnelle.

(3) Conditions d'ambiance du transport :

Elles peuvent s'exercer pendant le transport et le stationnement en dehors de l'exploitation des installations, des appareils et des accessoires.

Les essais sous les conditions d'ambiance normales sont désignés "Essais d'ambiance normale", ceux sous les conditions d'ambiance limites comme "Essais d'ambiance limite" et ceux sous les conditions d'ambiance de transport comme "Essais d'ambiance de transport".

b) *Exigences*

Les fanaux et leurs accessoires doivent être appropriés à une exploitation prolongée sous l'influence du mouvement des vagues, des vibrations, de l'humidité et des variations de température qui peuvent se présenter à bord du bateau.

Les fanaux et leurs accessoires doivent, étant exposés aux conditions de milieu ambiant conformément à l'appendice "Essais de milieu", suivant leur classe de milieu ambiant suivant le point 8 a) satisfaire aux exigences.

9. Aptitude à l'exploitation

a) Alimentation en énergie : Lors de fluctuations des tensions et fréquences du courant d'alimentation par rapport à leur valeur nominale¹⁾ dans les limites du tableau ci-dessous et une oscillation de la tension alternative d'alimentation de 5 %, les fanaux et leurs accessoires doivent fonctionner dans les limites de tolérance autorisées pour l'exploitation à bord qui leur sont applicables sur la base des conditions d'essai et d'agrément. En principe, la tension d'alimentation des fanaux ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 5 \%$ de la tension normale choisie.

Alimentation (tension nominale)	Fluctuations de tension et de fréquence du courant d'alimentation des installations nautiques, des appareils et accessoires nautiques		
	Fluctuations de tension	fréquence	Durée
Courant continu de plus de 48 V et courant alternatif	$\pm 10 \%$ $\pm 20 \%$	$\pm 5 \%$ $\pm 10 \%$	permanente 3 sec. max.
Courant continu jusqu'à 48 V inclus	$\pm 10 \%$	-	permanente

Des pointes de tension jusqu'à ± 1200 V d'une durée de croissance de 2 à 10 μ s et d'une durée de 20 μ s au plus et l'inversion de la tension d'alimentation ne doivent pas entraîner de détérioration des fanaux et de leurs accessoires. Après qu'elles se soient produites - des sécurités peuvent avoir agi - les fanaux et leurs accessoires doivent fonctionner dans les limites de tolérance autorisées pour l'exploitation à bord sur la base des conditions d'essai et d'agrément.

b) Comptabilité électromagnétique : Toutes les mesures raisonnables et praticables doivent être prises en vue d'éliminer et de réduire les causes d'influence magnétique des fanaux et de leurs accessoires et autres installations et appareils de l'équipement des bateaux.

10. Conditions de milieu ambiant à bord des bateaux

Les conditions d'ambiance normales, limites et de transport visées au point 8 a) sont basées sur les compléments proposés aux publications CEI 92-101 et 92-504. Les autres valeurs fixées sont marquées d'un astérisque *.

1) La tension et la fréquence nominales sont celles qui sont indiquées par le fabricant. Des domaines de tension et de fréquence peuvent également être indiqués.

	Conditions d'ambiance		
	normales	limites	de transport
a) <i>Température de l'air ambiant :</i> Classe de climat X et S selon 8 a)	- 25 à + 55 °C*	- 25 à + 55 °C*	- 25 à + 70 °C*
b) <i>Humidité de l'air ambiant :</i> Température constante Humidité relative maximale Changement de température	+ 20 °C 95 %	+ 35 °C 75 %	+ 45 °C 65 %
c) <i>Conditions d'intempéries sur le pont :</i> Ensoleillement Vent Précipitations Vitesse de l'eau en mouvement (vagues) Salinité de l'eau	1 120 W/m ² 50 m/s 15 mm/min 10 m/s 30 kg/m ³		atteinte possible du point de rosée
d) <i>Champ magnétique :</i> Champ magnétique de direction quelconque	80 A/m		
e) Vibrations : Vibration sinusoïdale de direction quelconque Classe de vibration selon 8 a) (Forte sollicitation, ex. Logement d'appareils de gouverne, mâts)			
Fréquences	2 à 10 Hz	2 à 13,2 Hz*	
Amplitude	± 1,6 mm	± 1,6 mm	
Fréquences	10 à 100 Hz	13,2 à 100 Hz*	
Amplitude d'accélération	± 7 m/s ²	± 11 m/s ² *	

11. Les fanaux doivent satisfaire aux essais de milieu dans les conditions suivantes :

Appendice :

1. Protection contre les projections d'eau et contre la poussière ;
2. Essai de résistance à l'humidité ;
3. Essai de résistance au froid ;
4. Essai de résistance à la chaleur ;
5. Essai de résistance aux vibrations ;
6. Essai accéléré de résistance aux intempéries ;
7. Essais de résistance à l'eau salée et aux intempéries (Essai de résistance au brouillard salin).

12. Les pièces des fanaux en matériaux organiques ne doivent pas être sensibles au rayonnement ultraviolet.


Après un essai d'une durée de 720 heures conformément au point 6 de l'appendice, aucune réduction de qualité ne doit se présenter et les coordonnées trichromatiques x et y ne doivent présenter de déviation de plus de 0,01 par rapport aux parties qui n'ont été exposées ni au rayonnement ni à l'eau.

13. Les parties transparentes et les écrans des fanaux doivent être conçus et réalisés de manière que, compte tenu d'une sollicitation normale à bord, d'une exploitation prolongée avec une surtension de 10 % et d'une température ambiante de + 45 °C, ils ne soient pas déformés, altérés ou détruits.

14. Les fanaux doivent, compte tenu d'une exploitation prolongée et d'une surtension de 10 % d'une température ambiante de + 60 °C rester intacts sous l'action d'une sollicitation d'une durée de 8 heures par une force de 1000 N (Newton).
15. Les fanaux doivent être résistants à une submersion passagère. En exploitation prolongée sous une surtension de 10 % et dans une température ambiante de + 45 °C, ils doivent supporter sans altération le déversement du contenu d'un récipient de 10 l d'eau de + 15 à + 20 °C.
16. La durabilité des matériaux mis en oeuvre doit être assurée dans les conditions d'exploitation ; en particulier, les matériaux doivent pouvoir supporter en cours d'exploitation les températures les plus élevées correspondant à leurs températures d'emploi continu.
17. Si les fanaux comportent des éléments non métalliques, la température d'utilisation continue de ceux-ci dans les conditions à bord dans une température ambiante de + 45 °C doit être déterminée.

Si la température d'utilisation continue des matériaux non métalliques ainsi déterminée dépasse les températures limites indiquées dans les tableaux X et XI de la publication CEI 598, partie 1, des examens spéciaux doivent déterminer la résistance aux sollicitations continues mécaniques, thermiques et climatiques de ces parties des fanaux.
18. Pour l'essai d'indéformabilité des éléments à température d'utilisation continue, les fanaux sont placés en position d'exploitation dans un léger courant d'air ($v = 0,5$ m/s) dans une température ambiante de 45 °C et dans les conditions de bord. Pendant le temps de mise à température et après que celle-ci soit atteinte, les parties non métalliques sont soumises à une sollicitation mécanique correspondant à leur destination ou à une manipulation possible. Les éléments transparents des fanaux d'autres matériaux que le verre siliceux sont soumis à l'action d'un poinçon de 5 mm x 6 mm exerçant une force continue de 6,5 N (correspondant à la pression d'un doigt) à mi-distance des côtés supérieur et inférieur de l'élément transparent.

Sous ces sollicitations mécaniques, l'élément ne doit subir aucune déformation permanente.
19. Pour l'essai de résistance des éléments aux agents atmosphériques, les fanaux comportant des éléments non métalliques exposés aux intempéries sont placés dans une chambre climatique, alternativement pendant 12 heures consécutives dans une atmosphère de 45 °C et 95 %, d'humidité relative et une atmosphère de - 20 °C dans les conditions de bord d'une exploitation intermittente de manière qu'ils sont exposés pendant les cycles chaud-humide et froid ainsi qu'au changement de basse à haute température pendant des durées correspondant à leur utilisation.
La durée totale de cet essai est d'au moins 720 heures. Cet essai ne doit pas avoir pour résultat d'altérer la capacité de fonctionnement des éléments non métalliques de l'appareil.
20. Les parties des fanaux se trouvant à portée de main ne doivent pas, par une température ambiante de + 45 °C, atteindre des températures supérieures à + 70 °C lorsqu'elles sont métalliques et à + 85 °C si elles ne sont pas métalliques.
21. Les fanaux doivent être conçus et réalisés suivant les règles de l'art. En particulier, la publication CEI 598, partie 1, Fanaux - Prescriptions générales et essais - doit être respectée. A cet égard, les exigences des sections suivantes doivent être satisfaites:
 - Protection des conducteurs de raccordement (n° 7.2),
 - Protection contre les secousses électriques (n° 8.2),
 - Résistance d'isolement et stabilité de tension (n° 10.2 et 10.3),
 - Lignes rampantes et aériennes (n° 11.2),
 - Durabilité et échauffement (n° 12.1, tableaux X, XI et XII),
 - Résistance à la chaleur, au feu et aux courants vagabonds (n° 13.2, 13.3 et 13.4),
 - Raccordements filetés (n° 14.2, 14.3 et 14.4).

22. En principe, les conducteurs de raccordement électrique doivent avoir une section d'au moins 1,5 mm². Les conducteurs utilisés pour le raccordement doivent être au moins du type HO 7 RN-F ou être équivalents.
23. Le type de protection des fanaux pour les zones de danger d'explosion doit par principe être fixé et certifié à cette fin par les autorités compétentes.
24. Le mode de construction des fanaux doit prévoir:
 - (1) la possibilité d'un nettoyage facile, y compris l'intérieur du fanal,
 - (2) d'empêcher l'accumulation d'eau de condensation,
 - (3) que seules des garnitures durablement élastiques sont utilisées pour assurer l'étanchéité entre les parties démontables,
 - (4) qu'aucune lumière d'une autre couleur que prévue ne puisse s'échapper du fanal.
25. A tout fanal à installer doit être joint une notice de placement et de montage indiquant l'emplacement de montage, la destination et le type des pièces interchangeables du fanal. Les fanaux amovibles doivent pouvoir être placés aisément et sûrement.
26. Les dispositifs de fixation nécessaires doivent être tels que dans la position de placement prévue le plan horizontal de symétrie du fanal soit parallèle à la ligne d'eau du bateau.
27. Sur chaque fanal, à un endroit restant visible après placement à bord, les marques suivantes doivent être portées de manière claire et durable :
 - (1) La puissance nominale de la source, dans la mesure où des puissances nominales différentes peuvent entraîner des portées différentes,
 - (2) Le type de fanal pour les fanaux à cercle partiel,
 - (3) Le repère de direction zéro, sur les fanaux à cercle partiel, par une marque immédiatement en dessous ou au-dessus de la partie transparente,
 - (4) Le type de feu, par ex. "puissant",
 - (5) La marque de fabrique,
 - (6) L'emplacement destiné à recevoir la marque d'agrément, par exemple "  . F. 91.235".

3.02

Optiques, verres et verres optiques)*

1. Les filtres (optiques et verres) et les verres optiques peuvent être réalisés en verre organique (verre synthétique) ou en verre anorganique (verre siliceux).

Les filtres et verres optiques de verre siliceux doivent être d'un verre au moins de type hydrolytique de la classe IV visée à la version actuelle de la norme ISO 719 garantissant la durabilité de résistance à l'eau.

Les filtres et verres optiques en verre synthétique doivent avoir une durabilité de résistance à l'eau comparable à ceux en verre siliceux.

Les verres optiques doivent être réalisés en verre stabilisé (à faibles tensions internes).
2. Les filtres et verres optiques doivent dans la plus grande mesure possible être exempts de boursoufflures et de soufflures ainsi que d'impuretés. Leur surface ne doit présenter aucun défaut tel que parties dépolies (mates), griffures profondes, etc.
3. Les filtres et verres optiques doivent satisfaire aux exigences du point 3.01. Les propriétés photométriques et colorimétriques ne doivent pas être altérées compte tenu de ces conditions.
4. Les verres optiques rouges et verts des feux de côté ne doivent pas être interchangeables.
5. Sur les filtres et verres optiques, outre la marque de fabrique, le numéro d'agrément et la désignation de type doivent être inscrits de manière bien lisible et durable à un endroit restant visible après placement dans les fanaux.

Ces inscriptions ne doivent pas affecter l'application des exigences photométriques et colorimétriques.

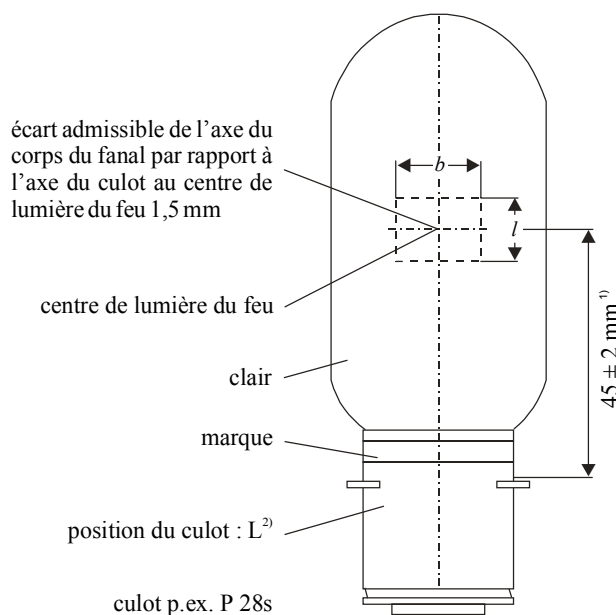
3.03

Sources lumineuses électriques

1. Seules les lampes à incandescence construites à cette fin doivent être utilisées dans les fanaux. Elles doivent être disponibles dans les tensions normalisées. Des dérogations sont admises dans des cas particuliers.
2. Les lampes à incandescence ne doivent pouvoir être fixées dans les fanaux que dans la position prévue. Deux dispositions sans équivoque au maximum sont admises. Des placements incorrects et des positions intermédiaires doivent être exclus. Pour l'essai, le placement le plus défavorable est choisi.
3. Les lampes à incandescence ne doivent présenter aucune particularité influençant défavorablement leur efficacité telles que des raies ou des taches sur l'ampoule ou une disposition défectueuse du filament.
4. La température de couleur d'exploitation des lampes à incandescence ne doit pas être inférieure à 2360 K.
5. Les montures et douilles utilisées doivent satisfaire aux exigences particulières correspondant au système optique et aux sollicitations mécaniques de l'exploitation à bord.
6. Le culot de la lampe à incandescence doit être résistant et solidement assemblé avec l'ampoule de manière qu'après une durée de fonctionnement de 100 heures à une surtension de 10 %, elle résiste à une rotation uniforme d'un moment de 25 kgcm.
7. La marque de fabrique, la tension nominale et la puissance et/ou l'intensité lumineuse nominales ainsi que le numéro d'agrément doivent être apposés de manière bien lisible et durable sur l'ampoule ou sur le culot des lampes à incandescence.

8. Les lampes à incandescence doivent respecter les tolérances suivantes :

a) Lampes à incandescence pour les tensions normalisées de 230 V, 110 V et 24 V Tension

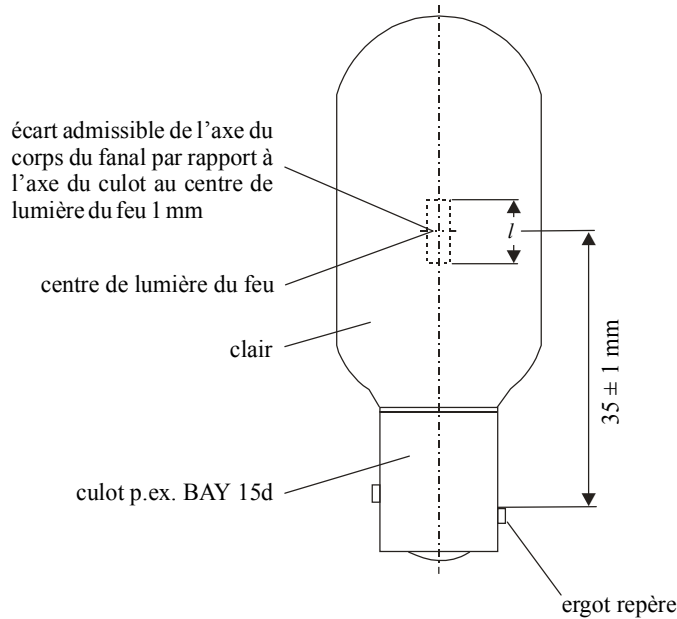


Tension nominale	la puissance nominale	Puissance maximale absorbée ³⁾	Durée de vie nominale	Valeurs mesurées à l'essai ³⁾		Corps du fanal en mm	
				Intensité lumineuse horizontale ⁴⁾	Température de couleur	b	l
V	W	W	h	cd	K		
24	40	43	1000	45	2360	0,72 + 0,1 0	13,5 + 1,35 0
110	60	69		à	à	15 + 2,5	11,5 + 1,5
230	65	69		65	2856	0	0

Observations :

- 1) Tolérance relative à l'écart par rapport au centre de lumière du feu pour la lampe de 24 V/40 W : $\pm 1,5$ mm.
- 2) L : la languette large du culot P 28 S est à gauche lorsque la lampe est debout, vue contre la direction d'émission.
- 3) Avant la mesure des valeurs de début de l'essai, les lampes doivent préalablement avoir été en service 60 minutes.
- 4) Ces limites doivent être respectées dans le domaine s'étendant à 10° de part de d'autre de l'horizontale passant par le point médian du corps du fanal, la lampe tournant de 360° autour de son axe.

b) Lampes à incandescence pour les tensions normalisées de 24 V et 12 V



Tension nominale/ d'essai	Puissance nominale	Puissance maximale relevée ¹⁾	Durée de vie nominale	Valeurs mesurées à l'essai ¹⁾		Corps du fanal
				Intensité lumineuse horizontale ²⁾	Température de couleur	
V	W	W	h	cd	K	l mm
12	10	18	1000	12	2360	9 à 13
24				à 20		9 à 17
12	25	26,5		30	2856	9 à 13
24				à 48		

Observations :

- 1) Avant la mesure des valeurs de début de l'essai, les lampes doivent préalablement avoir été en service 60 minutes.
- 2) Ces limites doivent être respectées dans le domaine s'étendant à 30° de part et d'autre de l'horizontale passant par le centre géométrique du corps du fanal, la lampe tournant de 360° autour de son axe.

c) Les lampes à incandescence sont marquées sur le culot par l'indication des grandeurs correspondantes. Si ces marques se trouvent sur l'ampoule, le fonctionnement des lampes ne doit pas en être affecté.

d) Si des lampes à décharge sont utilisées au lieu de lampes à incandescence, les exigences relatives aux lampes à incandescence sont applicables de manière analogue.

Chapitre 4

PROCEDURE D'ESSAI ET D'AGREMENT

4.01

Règles générales de procédure

Les Prescriptions concernant la couleur et l'intensité des feux ainsi que l'agrément des fanaux de signalisation pour la navigation du Rhin sont applicables pour la procédure d'essai et d'agrément.

4.02

Demande

1. Les données et documents suivants ainsi que des spécimens des fanaux et, le cas échéant, de leurs accessoires doivent être joints à la demande d'agrément par le fabricant ou son représentant.
 - a) Le type de fanal (par ex. "puissant"),
 - b) l'indication de la dénomination commerciale et de la désignation de type du fanal, de sa source lumineuse et, le cas échéant, des accessoires,
 - c) pour les fanaux électriques, l'indication de la tension de bord avec laquelle les fanaux doivent être alimentés suivant leur destination,
 - d) la spécification de toutes les caractéristiques et capacités,
 - e) une brève description technique avec indication des matériaux dont le spécimen de fanal est construit ainsi qu'un schéma de connexion avec une brève description technique au cas où des accessoires du fanal susceptibles d'influencer le fonctionnement sont intercalés,
 - f) pour les spécimens de fanaux et le cas échéant de leurs accessoires, en deux exemplaires :
 - Une notice d'aménagement ou de montage avec données relatives à la source lumineuse et au dispositif de fixation ou d'attache,
 - Croquis avec dimensions et appellations et désignations de type nécessaires pour l'identification du spécimen d'essai et des fanaux installés à bord et le cas échéant de leurs accessoires,
 - D'autres documents tels que dessins, listes de pièces, schémas de connexion, notices de fonctionnement et photos qui concernent ou peuvent concerner tous les détails importants visés aux chapitres 1 à 3 des présentes conditions d'essai et d'agrément, dans la mesure où ils sont nécessaires pour constater la conformité des appareils à fabriquer avec le spécimen d'essai. Il s'agit en particulier des données et documents suivants :
 - (1) Une coupe longitudinale montrant les détails de la structure du filtre et le profil de la source lumineuse (lampe à incandescence à filament) ainsi que le placement et la fixation.
 - (2) Une coupe transversale du fanal à mi-hauteur du filtre représentant aussi bien les détails de la disposition de la source lumineuse, du filtre et le cas échéant des verres optiques que l'angle horizontal de diffusion des fanaux à secteur.
 - (3) Une vue de l'envers pour les fanaux à secteur avec les détails de l'attache ou de la fixation.
 - (4) Une vue des fanaux circulaires avec détails de l'attache ou de la fixation.
 - Données relatives aux tolérances de dimensions dans la fabrication en série, de la source lumineuse, du filtre, des verres optiques, des dispositifs de fixation ou d'attache, de la source lumineuse placée dans le fanal par rapport au filtre.

Données relatives à l'intensité lumineuse horizontale des sources fabriquées en série sous la tension normalisée.

Données relatives aux tolérances pratiquées en fabrication en série des verres colorés concernant la teinte et la transparence pour un illuminant normalisé A (2856 K) ou le type de lumière des sources lumineuses prévues.

2. Doivent être joints à la demande deux spécimens prêts à l'emploi accompagnés chacun de 10 sources lumineuses de chaque tension normalisée et, le cas échéant, cinq filtres colorés de chaque couleur de signaux, ainsi que le dispositif de fixation ou de placement.

Doivent en outre être mis à disposition sur demande les accessoires spécifiques auxiliaires nécessaires pour les essais d'agrément.

3. Le spécimen doit correspondre dans tous les détails à la fabrication envisagée. Il doit en principe être équipé de tous les accessoires avec lesquels il doit être utilisé à bord conformément à sa destination. Certains accessoires peuvent être exclus moyennant accord de l'autorité compétente pour les essais.
4. Des spécimens, documents et données supplémentaires doivent être fournis sur demande.
5. Les documents doivent être présentés dans la langue du pays de l'autorité compétente pour l'essai et l'agrément.
6. Si une demande d'agrément est introduite pour un dispositif complémentaire, les points 1 à 5 sont applicables par analogie, étant entendu que les pièces complémentaires peuvent n'être agréées qu'en combinaison avec des fanaux agréés.
7. Les fanaux à cercle partiel doivent en principe être présentés en jeu complet.

4.03

Essai

1. Pour l'essai d'une nouvelle version ou de la modification d'un fanal ou d'un dispositif complémentaire agréés, il est vérifié si le spécimen satisfait aux exigences des présentes conditions d'essai et d'agrément et correspond aux documents visés au point 4.02, chiffre 1 f).
2. Les conditions qui se présentent à bord des bateaux sont à la base de l'essai d'agrément. L'essai s'étend à toutes les sources lumineuses, aux verres optiques et dispositifs complémentaires qui doivent être fournis et sont prévus pour les fanaux.
3. L'essai photométrique et colorimétrique est effectué sous la tension normalisée. L'appréciation du fanal est effectuée en tenant compte de l'intensité lumineuse horizontale d'exploitation I_B et de la température de couleur d'exploitation.
4. L'essai d'une pièce ou d'un dispositif complémentaire n'est effectué qu'avec le type de fanal auquel ils sont destinés.
5. Les essais effectués par d'autres autorités compétentes peuvent être reconnus comme preuve de conformité aux exigences visées au chapitre 3, pour autant que leur équivalence à l'appendice "Essais de milieu" soit prouvée.

4.04
Agrément

1. Pour l'agrément des fanaux, les articles 11 à 15 des "Prescriptions" sont fondamentaux.
2. Pour les fanaux et dispositifs complémentaires à fabriquer ou fabriqués en série, l'agrément peut être délivré au pétitionnaire après un essai effectué à ses frais s'il donne la garantie d'un usage sérieux des droits résultant de l'agrément.
3. En cas d'agrément, le certificat d'agrément visé à l'article 13 des "Prescriptions" est délivré pour le type de fanal correspondant et une marque d'agrément conforme à l'article 15 des "Prescriptions" est attribuée.

La marque d'agrément et le numéro de série doivent être apposés sur chaque fanal fabriqué conformément au spécimen, à un endroit restant bien visible après montage à bord, de manière clairement lisible et durable. Des marques susceptibles d'être confondues avec des marques d'agrément ne peuvent être apposées sur les fanaux.

4. L'agrément peut être accordé pour un délai limité et sous réserve de conditions.
5. La modification d'un fanal agréé et l'adjonction de dispositifs à des fanaux agréés sont soumis à l'accord de l'autorité compétente pour l'essai.
6. Si l'agrément d'un fanal est retiré, le pétitionnaire en est directement informé.
7. Un spécimen de chaque type de fanal agréé doit être remis à l'autorité qui a procédé à l'essai.

4.05
Cessation de validité de l'agrément

1. L'agrément cesse d'être valable à l'expiration du délai, par révocation et par retrait.
2. L'agrément peut être révoqué si,
 - postérieurement et de manière définitive, les conditions de sa délivrance n'existent plus,
 - les conditions d'essai et d'agrément ne sont plus remplies,
 - un fanal ne correspond pas au spécimen agréé,
 - les conditions imposées ne sont pas respectées ou
 - le titulaire de l'agrément se révèle sujet à caution.Il doit être retiré si les conditions posées à sa délivrance n'ont pas été réalisées.
3. Si la fabrication d'un type de fanal agréé est abandonnée, l'autorité qui a délivré l'agrément doit en être informée immédiatement.
4. Le retrait ou la révocation de l'agrément ont pour conséquence qu'à l'expiration d'un délai fixé l'utilisation du numéro d'agrément est interdite.
5. Après cessation de la validité de l'agrément, le certificat doit être présenté à l'autorité qui l'a délivré pour inscription de l'annulation.

Essais de milieu

1. Essai relatif à la protection contre les projections d'eau et la poussière

1.1 Le type de protection des fanaux doit être garanti conformément à la classification IP 55 de la publication CEI - Partie 598-1.

L'essai - ainsi que l'appréciation des résultats - relatif à la protection contre les projections d'eau et contre la poussière du spécimen doivent être effectués conformément à la publication CEI 529, classification IP 55.

Le premier chiffre 5 correspond à la protection contre la poussière. Cela signifie protection complète contre l'accès aux éléments sous tension. Protection contre les dépôts nuisibles de poussière. La pénétration de poussière n'est pas empêchée complètement.

Le deuxième chiffre 5 correspond à la protection contre les projections d'eau. Cela signifie que le jet d'une lance dirigée sur le fanal dans toutes les directions ne doit avoir aucun effet dommageable.

1.2 La protection des fanaux contre l'eau est contrôlée de la manière suivante : la protection est considérée comme suffisante si l'eau qui a éventuellement pénétré n'a pas d'effet nuisible pour le fonctionnement du fanal.

Il ne doit s'être formé aucun dépôt nuisible d'eau sur les isolants, si de ce fait les valeurs minimales des lignes de fuite ne pouvaient être atteintes. Les éléments sous tension ne doivent pas être mouillés et ne doivent pas être atteints par une accumulation éventuelle d'eau qui se formerait à l'intérieur du fanal.

2. Essai en atmosphère humide

2.1 *Objet et application*

Cet essai vise l'action d'une chaleur humide et celle de l'humidité lors d'un changement de température tel que visé au point 3.01, chiffre 10, lettre b, en cours d'exploitation ainsi que lors du transport ou de l'entreposage sur des installations nautiques, des appareils et des instruments, étant entendu qu'ils peuvent s'humidifier superficiellement par condensation.

La condensation en cause est analogue dans le cas d'éléments non renfermés à l'action d'un dépôt de poussières ou d'un film salin hygroscopique qui se forme en cours d'exploitation.

La spécification suivante est basée sur la publication CEI 68 section 2-30 en liaison avec le point 3.01, chiffre 10, lettres a) et b). Des indications complémentaires peuvent au besoin être reprises à la publication.

Les éléments et groupes d'éléments présentés non renfermés pour être agréés comme modèles-types doivent être soumis aux essais dans cette situation (non renfermés) ou, si cela ne peut raisonnablement convenir (eu égard à la nature des éléments), en les munissant des dispositifs minimaux de protection requis suivant indications du constructeur.

2.2 *Exécution*

- (1) L'essai est effectué dans une chambre d'essai dans laquelle, le cas échéant au moyen d'un dispositif de circulation de l'air, la température et le degré d'humidité sont pratiquement les mêmes en tous points. Le mouvement de l'air ne doit pas refroidir sensiblement l'échantillon soumis à l'essai mais toutefois être suffisant pour que les valeurs prescrites de la température et de l'humidité de l'air soient respectées dans son voisinage immédiat.

L'eau de condensation doit être évacuée de la chambre d'essai en permanence. L'eau de condensation ne doit pas goutter sur l'échantillon. L'eau de condensation ne peut être réutilisée pour l'humidification qu'après retraitement, en particulier après élimination des produits chimiques provenant de l'échantillon.

- (2) L'échantillon ne doit pas être exposé à un rayonnement calorifique provenant du chauffage de la chambre.

- (3) L'échantillon ne doit pas avoir été en service immédiatement avant l'essai assez longtemps pour que toutes ses parties se trouvent à la température ambiante.
- (4) L'échantillon est disposé dans la chambre d'essai à la température ambiante de $+ 25 \pm 10$ °C correspondant à son utilisation normale à bord.
- (5) La chambre est fermée. La température de l'air est établie à $- 25 \pm 3$ °C et à une humidité relative de 45 à 75 % et maintenue dans ces conditions jusqu'à ce que l'échantillon ait atteint cette température.
- (6) L'humidité relative de l'air est haussée de 95 % au moins en l'espace d'une heure au plus, la température de l'air restant inchangée. Cette hausse peut déjà intervenir pendant la dernière heure de mise à température de l'échantillon.
- (7) La température de l'air dans la chambre est haussée progressivement à $+ 40 \pm 2$ °C en un temps de $3 \pm 0,5$ heure. Au cours de l'élévation de température, l'humidité relative de l'air est maintenue au moins à 95 %, à 90 % au moins pendant les 15 dernières minutes. Pendant cette hausse de température, l'échantillon s'humidifie.
- (8) La température de l'air est maintenue à $+ 40 \pm 2$ °C jusqu'à écoulement d'un temps de $12 \pm 0,5$ heure compté à partir du début de la phase (7), avec une humidité relative de l'air de 93 ± 3 %. Pendant les 15 premières et les 15 dernières minutes de la période pendant laquelle la température est de $+ 40 \pm 2$ °C, l'humidité relative de l'air peut être de 90 à 100 %.
- (9) La température de l'air est abaissée à $+ 25 \pm 3$ °C en un temps de 3 à 6 heures, l'humidité étant maintenue en permanence au-dessus de 80 %.
- (10) La température de l'air est maintenue à $+ 25 \pm 3$ °C jusqu'à écoulement d'un temps de 24 heures compté à partir du début de la phase (7), l'humidité relative de l'air restant en permanence au-dessus de 95 %.
- (11) La phase (7) est répétée.
- (12) La phase (8) est répétée.
- (13) Au plus tôt 10 heures après le début de la phase (12), les installations de climatisation de l'échantillon sont enclenchées. Après le temps nécessaire pour atteindre les données climatiques indiquées par le constructeur pour l'échantillon, celui-ci est mis en fonctionnement conformément aux indications du fabricant et sous la tension nominale du réseau de bord avec une tolérance de ± 3 %.
- (14) Après écoulement du temps nécessaire pour arriver au fonctionnement normal suivant les indications du fabricant, les fonctions sont contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord mesurées et notées. Si à cette fin la chambre doit être ouverte, cela doit se faire dans le temps le plus court possible.
Si plus de 10 minutes sont nécessaires pour atteindre le fonctionnement normal, la présente phase doit être prolongée à suffisance pour que, la situation de fonctionnement étant atteinte, 30 minutes au moins restent disponibles pour le contrôle des fonctions et le mesurage des données de fonctionnement.
- (15) En l'espace d'une durée de 1 à 3 heures, l'échantillon se trouvant de nouveau en service, la température de l'air est abaissée à la température ambiante, avec une tolérance de ± 3 %, et le degré d'humidité relative de l'air à moins de 75 %.
- (16) La chambre est ouverte et l'échantillon est exposé à la température et à l'humidité normales de l'air ambiant.
- (17) Après 3 heures, après cependant que toute humidité visible sur l'échantillon se soit évaporée, les fonctions de l'échantillon sont à nouveau contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord relevées et notées.
- (18) L'échantillon est soumis à un examen visuel. Le corps du fanal est ouvert et l'intérieur est contrôlé du point de vue des conséquences de l'essai climatique et de l'eau de condensation résiduelle.

2.3 *Résultats à obtenir*

- 2.3.1 Les fonctions de l'échantillon doivent être assurées conformément aux exigences prévues pour les phases (12) à (18). Aucune détérioration ne doit être constatée.
- 2.3.2 Les données de fonctionnement relatives aux phases (12) et (18) doivent être comprises entre les limites de tolérance admises pour l'échantillon en utilisation normale à bord sur la base des présentes Conditions d'essai et d'agrément.
- 2.3.3 Il ne doit se présenter aucune détérioration par corrosion ni aucune eau de condensation résiduelle à l'intérieur de l'appareil qui à la suite d'une action de longue durée de l'humidité de l'air pourraient conduire à un fonctionnement défectueux.

3. **Essai au froid**

3.1 *Objet*

Cet essai vise l'action du froid aussi bien lors du transport et de l'entreposage qu'au cours de l'utilisation, conformément au point 3.01, chiffres 8 et 10. Au besoin, des informations complémentaires peuvent être reprises de la publication CEI n° 68, Partie 3-1.

3.2 *Exécution*

- (1) L'essai est effectué dans une chambre d'essai, dans laquelle, le cas échéant au moyen d'un dispositif de circulation de l'air, il est assuré que la température est pratiquement uniforme (la même en tous points). L'humidité de l'air doit être assez basse pour qu'au cours d'aucune des phases l'échantillon ne soit humidifié par condensation.
- (2) L'échantillon est disposé dans la chambre d'essai à la température ambiante de $\pm 25 \pm 10$ °C correspondant à son utilisation normale à bord.
- (3) La température de la chambre est abaissée à $- 25 \pm 3$ °C à une vitesse ne correspondant pas à plus de 45 °C/h.
- (4) La température de la chambre est maintenue à $- 25 \pm 3$ °C jusqu'à ce que l'échantillon ait atteint l'équilibre de température, toutefois au moins 2 heures.
- (5) La température de la chambre est haussée à 0 ± 2 °C à une vitesse ne correspondant pas à plus de 45 °C/h.

Pour les échantillons destinés à toutes les classes de climat visées au point 3.01, chiffre 10, lettre a), s'applique en outre :

- (6) Pendant la dernière heure du temps de la phase (4) dans la classe de climat X l'échantillon est mis en fonctionnement conformément aux instructions du fabricant sous la tension nominale du réseau de bord avec une tolérance de 3 %. Les sources de chaleur contenues dans l'échantillon peuvent être en fonctionnement si cela correspond à l'emploi normal.

Après écoulement du temps nécessaire pour arriver au fonctionnement normal les fonctions sont contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord relevées et notées.

- (7) La température de la chambre est haussée à la température ambiante à une vitesse ne correspondant pas à plus de 45 °C/h.
- (8) Après que l'échantillon ait atteint l'équilibre de température, la chambre est ouverte.
- (9) Les fonctions de l'échantillon sont à nouveau contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord relevées et notées.

3.3 *Résultat à obtenir*

Les fonctions de l'échantillon doivent être assurées conformément aux exigences prévues pour les phases (7), (8) et (9). Aucune détérioration ne doit être constatée.

Les données de fonctionnement visées aux phases (7) et (9) doivent être comprises entre les limites de tolérance admises pour l'échantillon en utilisation normale à bord sur la base des présentes Conditions d'essai et d'agrément.

4. **Essai à la chaleur**

4.1 *Objet et application*

Cet essai vise l'action de la chaleur au cours de l'utilisation ainsi que pendant le transport et l'entreposage, conformément au point 3.01, chiffre 8, lettre a), et chiffre 10, lettre a). La spécification suivante est basée sur la publication CEI 68, Partie 2-2 en liaison avec le point 3.01, chiffre 10, lettre a). Des informations complémentaires peuvent au besoin être reprises de la publication CEI.

	Essai de milieu ambiant	
	normal	limite
Classes de climat X et S	+ 55 °C tolérance admissible	+ 70 °C ± 2 K

L'essai aux conditions limites de milieu ambiant est à effectuer en premier lieu en principe. Si les tolérances relatives aux données de fonctionnement pour les conditions normales de milieu ambiant sont alors respectées, l'essai relatif au milieu ambiant normal peut être supprimé.

4.2 *Exécution*

(1) L'essai est effectué dans une chambre d'essai dans laquelle, le cas échéant au moyen d'un dispositif de circulation d'air, la température est pratiquement uniforme (la même en tous points). Le mouvement de l'air ne doit pas refroidir sensiblement l'échantillon. Celui-ci ne doit pas être exposé à un rayonnement calorifique provenant du chauffage de la chambre. L'humidité de l'air doit être assez basse pour qu'au cours d'aucune des phases l'échantillon ne soit humidifié par condensation.

(2) L'échantillon est disposé dans la chambre à la température de $+ 25 \pm 10$ °C correspondant à son utilisation normale à bord. L'échantillon est mis en service conformément aux indications du fabricant et sous la tension nominale du réseau de bord avec une tolérance de 3 %.

Après écoulement du temps nécessaire pour arriver au fonctionnement normal, les fonctions sont contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord relevées et notées.

(3) La température de l'air de la chambre est haussée à la température d'essai visée au point 3.01, chiffre 10, lettre a), à une vitesse ne correspondant pas à plus de 45 °C/h.

(4) La température de l'air est maintenue à la température d'essai jusqu'à ce que l'échantillon atteigne l'équilibre de température, toutefois au moins 2 heures.

Pendant les 2 dernières heures, les fonctions sont à nouveau contrôlées et les données de fonctionnement relevées et notées.

(5) La température est abaissée à la température ambiante en un temps d'une heure au moins. La chambre est alors ouverte.

Après mise à température ambiante de l'échantillon, les fonctions sont à nouveau contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord relevées et notées.

4.3 Résultats à obtenir

Les fonctions de l'échantillon doivent être assurées conformément aux exigences dans toutes les phases d'essai. Aucune détérioration ne doit être constatée. Les données de fonctionnement visées aux phases (2), (4) et (5) doivent être comprises entre les limites de tolérance admises pour l'échantillon en utilisation normale à bord sur la base des présentes Conditions d'essai et d'agrément.

5. Essai de vibration

5.1 Objet et application

Cet essai concerne les effets fonctionnels et structurels des vibrations visées au point 3.01, chiffre 10, lettre e). Les effets structurels concernent le comportement des parties constitutives mécaniques, en particulier les vibrations par résonance et la sollicitation des matériaux à la fatigue sans entraîner nécessairement des effets directs sur le fonctionnement et des modifications des données de fonctionnement.

Les effets fonctionnels touchent directement au fonctionnement et aux données de fonctionnement de l'échantillon. Ils peuvent être liés aux effets structurels.

La spécification suivante est basée sur la publication CEI 68, Partie 2-6 en liaison avec le point 3.01, chiffre 10, lettre e). Les valeurs différentes de celles des dispositions mentionnées ci-dessus sont indiquées par "*". Des informations complémentaires peuvent au besoin être reprises à la publication CEI, Partie 2-6.

Exigences de l'essai :

L'essai doit être effectué avec des vibrations sinusoïdales dans les fréquences suivantes avec les amplitudes indiquées :

	Essai de milieu ambiant	
	normal	limite
Classes de vibrations V :		
Fréquences	2 à 10 Hz	2 à 13,2 Hz *
Amplitude	± 1,6 mm	± 1,6 mm
Fréquences	10 à 100 Hz	13,2 à 100 Hz *
Amplitude d'accélération	± 7 m/s ²	± 11 m/s ²

L'essai limite est en principe à effectuer en premier lieu. Si les tolérances applicables pour les données de fonctionnement dans les conditions de milieu normal sont alors respectées, l'essai relatif au milieu normal peut être supprimé. Les échantillons destinés à être utilisés avec des dispositifs amortisseurs doivent être contrôlés avec ces dispositifs. Si dans des cas exceptionnels l'essai avec les amortisseurs prévus pour l'exploitation n'est pas possible, les appareils doivent être contrôlés sans amortisseur avec une sollicitation modifiée en tenant compte de l'action de l'amortisseur.

Un essai sans amortisseur est également admis pour la détermination de fréquences caractéristiques.

L'essai de vibration doit être effectué suivant 3 directions principales perpendiculaires entre elles. Pour des échantillons qui par suite de leur construction peuvent être sujets à des sollicitations particulières par des vibrations obliques par rapport aux directions principales, comme par exemple des appareils mécaniques de mesure ou d'enregistrement, l'essai doit en outre être effectué dans les directions de sensibilité particulière.

5.2 Exécution

(1) Installation d'essai

L'essai est effectué à l'aide d'un dispositif vibrant, appelé table vibrante, permettant de soumettre l'échantillon à des vibrations mécaniques répondant aux conditions suivantes :

- Le mouvement fondamental doit être sinusoïdal et tel que les points de fixation de l'échantillon se déplacent essentiellement en phase et suivant les lignes parallèles.
- L'amplitude maximale de vibration du mouvement transversal d'un point de fixation quelconque ne doit pas dépasser 25 % de l'amplitude spécifiée du mouvement fondamental.
- L'importance relative de la vibration parasite, exprimée par la formule

$$d = \frac{\sqrt{a_{tot}^2 - a_1^2}}{a_1} \cdot 100 \text{ (en \%)}$$

où a_1 est la valeur effective de l'accélération produite par la fréquence appliquée,

a_{tot} la valeur effective de l'accélération totale, a_1 étant incluse, mesurée dans les fréquences ≤ 5000 Hz,

ne doit pas dépasser 25 % au point de fixation pris comme point de référence pour la mesure de l'accélération.

- L'amplitude de vibration ne doit pas différer de sa valeur théorique de plus de ± 15 % au point de fixation pris comme point de référence et ± 25 % à tout autre point de fixation.

Pour la détermination des fréquences caractéristiques, l'amplitude de vibration doit pouvoir être réglée par petits échelons entre zéro et la valeur théorique.

- La fréquence de vibration ne doit pas différer de sa valeur théorique de plus de
 - $\pm 0,05$ Hz pour des fréquences jusqu'à 0,25 Hz,
 - ± 20 % pour des fréquences de plus de 0,25 Hz et jusqu'à 5 Hz,
 - ± 1 Hz pour des fréquences de plus de 5 Hz et jusqu'à 50 Hz,
 - ± 2 % pour les fréquences de plus de 50 Hz.

Pour la comparaison des fréquences caractéristiques, les mêmes fréquences doivent pouvoir être réglées au début et à la fin de l'essai de vibration avec un écart maximal de

- $\pm 0,05$ Hz pour les fréquences jusqu'à 0,5 Hz,
- ± 10 % de $\pm 0,5$ Hz pour les fréquences jusqu'à 5 Hz,
- $\pm 0,5$ Hz pour les fréquences de plus de 5 Hz, et jusqu'à 100 Hz,
- $\pm 0,5$ % pour les fréquences de plus de 100 Hz.

Pour le balayage des fréquences, la fréquence de vibration doit pouvoir varier de manière continue exponentiellement dans les deux sens entre les limites inférieure et supérieure des domaines de fréquence indiqués au point 5.1 ci-dessus, avec une vitesse de balayage de 1 octave/min ± 10 %.

Pour la détermination des fréquences caractéristiques, la vitesse de variation de la fréquence de vibration doit pouvoir être ralentie à volonté.

- L'intensité du champ magnétique créé par l'installation de vibration dans le voisinage de l'échantillon ne devrait pas dépasser 20 kA/m. L'autorité compétente pour l'essai peut exiger des valeurs admissibles plus faibles pour certains échantillons.

(2) Premier examen, montage et mise en service

L'échantillon est examiné visuellement du point de vue de son état impeccable, en particulier, autant qu'on puisse s'en rendre compte, du montage impeccable du point de vue de la construction de tous les éléments et groupes d'éléments constitutifs.

L'échantillon est monté sur la table vibrante suivant le mode de fixation prévu pour le montage à bord. Les échantillons dont le fonctionnement et le comportement sous l'influence de vibrations dépendent de leur position par rapport à la verticale doivent être contrôlés dans leur position normale d'exploitation. Les fixations et dispositifs utilisés pour le montage ne doivent pas modifier sensiblement l'amplitude et les mouvements de l'échantillon dans le domaine de fréquences de l'essai.

L'échantillon est mis en fonctionnement conformément aux indications du fabricant et sous la tension nominale du réseau de bord avec une tolérance de $\pm 3 \%$.

Après écoulement du temps nécessaire pour arriver au fonctionnement normal, les fonctions sont contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord relevées et notées.

(3) Examen préliminaire du comportement aux vibrations

Cette phase d'essai doit être effectuée pour tous les échantillons. Pour les échantillons qui peuvent être utilisés à différents usages sous diverses actions de vibrations, l'essai doit être effectué pour tous les différents usages ou pour plusieurs d'entre eux, à l'initiative de l'opérateur.

Un cycle de fréquences est effectué avec la table vibrante de manière que le domaine de fréquences indiqué au point 5.1 ci-dessus avec les amplitudes correspondantes soit parcouru de la limite de fréquence inférieure à la limite supérieure et inversement, à la vitesse d'une octave par minute. L'échantillon est observé pendant cette opération avec des moyens de mesure appropriés et par observation visuelle, le cas échéant à l'aide d'un stroboscope ; les troubles de fonctionnement, modifications des données de fonctionnement et phénomènes mécaniques tels que vibrations par résonance et cliquetis qui se produisent pour des fréquences déterminées sont soigneusement observés ; ces fréquences sont dites "caractéristiques".

Au besoin, pour la détermination des fréquences caractéristiques et des effets de vibration, la variation de fréquences est ralentie, arrêtée ou inversée et l'amplitude des vibrations diminuée. Au cours de la modification graduelle des données de fonctionnement, il faut attendre que les valeurs finales soient atteintes, en maintenant la fréquence de vibration, toutefois pas plus de 5 minutes.

Pendant le balayage de fréquence sont relevées au moins les fréquences et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord et toutes les fréquences caractéristiques sont notées avec leurs effets en vue de la comparaison ultérieure au cours de la phase (7).

Si le comportement de l'échantillon aux vibrations mécaniques ne peut être suffisamment déterminé en cours d'exploitation, un essai de comportement aux vibrations doit être effectué sans que l'échantillon soit raccordé.

Si pendant le balayage de fréquence les tolérances admissibles des données de fonctionnement sont dépassées sensiblement, si le fonctionnement est dérangé de manière inadmissible ou si des vibrations structurelles de résonance risquent d'entraîner une destruction en poursuivant l'essai de vibration, celui-ci peut être interrompu à l'initiative de l'opérateur.

(4) Essai des fonctions de commutation

Cette phase d'essai doit être effectuée pour tous les échantillons dont la sollicitation par vibrations peut influencer les fonctions de commutation, par exemple les relais.

L'échantillon est soumis aux vibrations dans les domaines de fréquences indiqués au point 5.1 ci-dessus avec des paliers de variation de fréquence suivant la série E-12 ¹⁾ avec les amplitudes correspondantes. A chaque palier de fréquence, toutes les fonctions de commutation susceptibles d'être sensibles aux vibrations, le cas échéant y comprises la mise sous tension et la mise hors tension, sont pratiquées au moins deux fois.

A l'initiative de l'opérateur, les fonctions de commutation doivent également être contrôlées à des fréquences comprises entre les valeurs de la série E-12.

(5) Essai prolongé

Cette phase d'essai doit être effectuée pour tous les échantillons. Pour les échantillons qui peuvent être utilisés à différents usages avec des effets divers des vibrations, la première partie de cette phase l'échantillon se trouvant en service - doit être effectuée plusieurs fois, pour tous les usages ou plusieurs d'entre eux, à l'initiative de l'opérateur.

L'échantillon se trouvant en service comme visé sous (2) ci-dessus est soumis à 5 cycles au cours desquels le domaine de fréquence indiqué comme sollicitation d'essai au point 5.1 ci-dessus, avec les amplitudes correspondantes, est parcouru chaque fois de la limite inférieure de fréquence à la limite supérieure et inversement, à la vitesse d'une octave par minute.

Après le cinquième cycle, la table vibrante étant mise à l'arrêt à l'initiative de l'opérateur, le fonctionnement est contrôlé et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord sont relevées et notées.

(6) Essai prolongé à fréquence fixe

Cette phase d'essai doit être effectuée si à l'examen du comportement de vibration au cours de la phase (3) ci-dessus des résonances mécaniques sont constatées lors du balayage du domaine de fréquences au-dessus de 5 Hz, admissibles pour l'utilisation prolongée à bord suivant indications du fabricant ou de son représentant mandaté mais pour lesquelles cependant l'opérateur estimerait que la résistance des pièces concernées ne peut être considérée comme assurée. Elle vise en particulier les appareils munis d'amortisseurs dont la fréquence de résonance est comprise dans le domaine de fréquence indiqué au point 5.1 ci-dessus et dépasse 5 Hz.

L'échantillon se trouvant en service comme visé en (2) ci-dessus, est soumis pour chaque fréquence de résonance concernée, dans la direction de vibration pour laquelle dans l'utilisation pratique la sollicitation maximale des pièces en cause se présente, pendant une durée de 2 heures à des vibrations de l'amplitude prévue pour l'essai de milieu limite et de la fréquence correspondante visées au point 5.1 ci-dessus. Au besoin, la fréquence appliquée doit être rectifiée de sorte que les vibrations de résonance persistent au moins à 70 % de leur amplitude maximale ou bien on doit faire varier constamment la fréquence de manière continue entre deux valeurs de 2 % au-dessous et de 2 % au-dessus de la fréquence de résonance d'abord constatée, à la vitesse de 0,1 octave par minute au minimum et d'une octave par minute au maximum. Au cours de la sollicitation par vibration, les fonctions de l'échantillon sont surveillées jusqu'à apparition de troubles de fonctionnement, soit que des pièces se détachent ou se déplacent, soit par suite de coupure du raccordement électrique ou court-circuit, pour autant qu'il soit techniquement possible de s'en apercevoir.

Les échantillons pour lesquels l'exécution de cette phase d'essai est pertinente hors tension peuvent être contrôlés dans cette situation, à condition que la sollicitation mécanique des pièces concernées n'en soit pas diminuée par rapport à la pratique.

(7) Examen final du comportement aux vibrations

Cette phase d'essai doit être effectuée suivant le besoin et à l'initiative de l'opérateur.

L'examen du comportement aux vibrations visé à la phase (3) est répété avec les fréquences et amplitudes appliquées dans cette phase. Les fréquences caractéristiques observées et les effets observés de la sollicitation par vibration sont comparés avec les résultats de la phase (3) pour constater toutes les modifications intervenues pendant l'essai de vibration.

1) Valeurs fondamentales de la série E-12-CEI : 1,0 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2,2 - 2,7 - 3,3 - 3,9 - 4,7 - 5,6 - 6,8 - 8,2.

(8) Conclusions de l'examen

Après arrêt de la table vibrante et écoulement du temps nécessaire pour arriver à une situation de fonctionnement sans sollicitation par vibrations, le fonctionnement est contrôlé et les données importantes pour l'utilisation à bord sont relevées et notées.

Enfin, l'état impeccable de l'échantillon est vérifié par un examen visuel.

5.3 Résultats à obtenir

L'échantillon, ses éléments et groupes d'éléments constitutifs ne devraient présenter aucune vibration de résonance mécanique dans les domaines de fréquences indiqués au point 5.1 ci-dessus. Lorsque de telles vibrations de résonance seraient inévitables, des mesures constructives à cet effet doivent assurer qu'il n'en résulte aucun dommage pour l'échantillon, ses éléments et groupes d'éléments constitutifs.

Pendant et après l'essai de vibration, aucun effet perceptible de la sollicitation par vibration ne doit se produire, en particulier aucun écart des fréquences caractéristiques observées dans la phase (7) par rapport aux valeurs déterminées dans la phase (3) ou trouble de fonctionnement à la suite de vibration prolongée ne doivent être constatés.

Dans le cas d'essai de milieu normal, les données de fonctionnement relevées dans les phases (3) à (8) doivent rester dans les limites de tolérance admises pour l'utilisation normale à bord sur la base des présentes Conditions d'essai et d'agrément.

Lors de l'essai des fonctions de commutation dans la phase (4) aucun dérangement ni défaut de commutation ne doivent se produire.

6. Essai accéléré de résistance aux intempéries

6.1 Objet et application

L'essai accéléré de résistance aux intempéries (Simulation d'exposition aux intempéries naturelles par exposition au rayonnement de lampes au xénon avec filtres et par arrosage) est effectué conformément aux Parties 2-3, 2-5 et 2-9 de la publication CEI 68 et compte tenu des conditions supplémentaires et compléments suivants.

L'essai accéléré de résistance aux intempéries suivant la présente publication a pour but au moyen d'un appareil d'essai dans des conditions définies qui peuvent être reproduites d'imiter les intempéries naturelles de manière à provoquer de façon accélérée les altérations des propriétés des matériaux.

L'essai accéléré est effectué dans un appareil d'essai sous le rayonnement filtré de lampes au xénon et un arrosage intermittent. Après exposition aux intempéries, mesurée par le produit de l'intensité du rayonnement par la durée de celui-ci, les propriétés convenues des échantillons sont comparées à celles d'échantillons de la même origine qui n'ont pas été exposés aux intempéries. En premier lieu sont précisées les propriétés déterminantes pour l'utilisation pratique qui doivent être retenues, telles que la couleur, la qualité des surfaces, la résistance au choc, la résistance à la traction, la résistance mécanique.

Pour la comparaison des résultats à ceux de l'exposition aux intempéries naturelles, il est supposé que l'altération des propriétés par les intempéries est causée avant tout par le rayonnement naturel et l'action simultanée de l'oxygène, de l'eau et de la chaleur sur les matériaux.

Pour l'essai accéléré, il faut tenir compte en particulier que le rayonnement dans l'appareil est largement adapté au rayonnement naturel (voir publication CEI).

Le rayonnement de la lampe au xénon avec filtre employé à cette fin simule le rayonnement naturel.

Selon l'expérience actuelle, en se tenant aux conditions d'essai indiquées, il existe une bonne corrélation entre la résistance aux intempéries de l'essai accéléré et la résistance aux intempéries naturelles. L'essai accéléré, étant indépendant du lieu, du climat et de la saison, a l'avantage par rapport aux intempéries naturelles de pouvoir être reproduit à volonté et, indépendamment de l'alternance du jour et de la nuit et des saisons, de réduire la durée de l'essai.

6.2 Nombre d'échantillons

Pour l'essai de résistance aux intempéries, à moins d'une autre convention, un nombre suffisant d'échantillons est utilisé. Un nombre suffisant d'échantillons témoins, non soumis aux intempéries, est nécessaire pour la comparaison.

6.3 Préparation des échantillons

Les échantillons sont soumis aux essais dans l'état où ils sont livrés, sauf autre convention. Les échantillons devant servir à la comparaison sont conservés dans l'obscurité à la température ambiante pendant la durée des essais.

6.4 Appareil d'essai

L'appareil d'essai consiste essentiellement en une chambre d'essai aérée au centre de laquelle se trouve la source de rayonnement. Des filtres optiques sont disposés autour de la source de rayonnement. A la distance nécessaire pour atteindre l'intensité de rayonnement prescrite au point 6.4.1. ci-dessous par rapport à la source et aux filtres, les dispositifs de fixation des échantillons sont mis en rotation autour de l'axe longitudinal du système.

L'intensité de rayonnement sur un élément quelconque de l'ensemble des surfaces exposées des échantillons ne doit pas différer de plus de $\pm 10 \%$ de la moyenne arithmétique des intensités de rayonnement sur les différentes surfaces.

6.4.1 Source de rayonnement

Une lampe à xénon est utilisée comme source de rayonnement. Le flux de rayonnement doit être choisi de manière que l'intensité de rayonnement sur la surface des échantillons soit de $1000 \pm 200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ dans la bande d'ondes de 300 à 830 m (Voir au point 6.9 ci-dessous l'appareil de mesure de l'irradiation).

En cas d'utilisation de lampes à xénon refroidies par air, l'air déjà utilisé contenant de l'ozone ne doit pas pénétrer dans la chambre d'essai et être évacué séparément.

Les valeurs expérimentales montrent que le flux de rayonnement des lampes à xénon se réduit à 80 % de sa valeur initiale après environ 1500 heures de fonctionnement ; passé ce délai, la proportion de rayonnement ultra-violet est aussi notablement diminuée par rapport aux autres rayonnements. La lampe à xénon doit donc être remplacée après ce délai (voir aussi les données du fabricant des lampes à xénon).

6.4.2 Filtre optique

Entre la source de rayonnement et les dispositifs de fixation des échantillons, des filtres optiques doivent être disposés de manière que le rayonnement des lampes à xénon filtré soit aussi proche que possible du rayonnement naturel (voir publication CEI 68, Parties 2 à 9).

Tous les filtres en verre doivent être nettoyés régulièrement pour éviter une réduction non souhaitable de l'intensité de rayonnement. Les filtres doivent être remplacés si la similitude par rapport au rayonnement naturel n'est plus réalisée.

En ce qui concerne les filtres optiques appropriés, les données du fabricant des appareils d'essai sont à respecter. Les fabricants doivent lors de la livraison d'un appareil d'essai garantir qu'il satisfait aux présentes exigences du point 6.4.

6.5 Dispositif d'arrosage et d'humidification de l'air

L'humidification de l'échantillon doit être réalisée de manière que l'action soit la même que celle de la pluie et de la rosée naturelles. Le dispositif d'arrosage des échantillons doit être réalisé de manière que pendant l'arrosage l'ensemble des surfaces extérieures des échantillons soient mouillées. Il doit être commandé de manière que le cycle d'arrosage et de période sèche prescrit au point 6.10.3 ci-dessous soit respecté. L'air de la chambre d'essai doit être humidifié de manière à maintenir l'humidité relative

prescrite au point 6.10.3 ci-dessous. L'eau utilisée pour l'arrosage et l'humidification de l'air doit être de l'eau distillée ou de l'eau dessalée (conductivité $< 5 \mu\text{S}/\text{cm}$).

Le réservoir, les canalisations de raccordement et les vaporisateurs pour l'eau distillée ou l'eau dessalée doivent être en matériaux résistants à la corrosion. L'humidité relative de l'air dans la chambre d'essai est mesurée au moyen d'un hygromètre protégé contre l'arrosage et le rayonnement direct et réglée à l'aide de celui-ci.

Lors d'utilisation d'eau dessalée ou en cycle fermé, existe (comme dans l'essai de laque) le risque de formation d'un dépôt sur la surface des échantillons ou d'une usure de celle-ci par des matières en suspension.

6.6 *Dispositif d'aération*

Le maintien de la température de la plaque noire prescrite au point 6.10.2 ci-dessous est assuré dans la chambre d'essai par une circulation d'air propre, filtré, humidifié et le cas échéant tempéré sur les échantillons. Le débit et la vitesse de l'air doivent être choisis de manière à assurer une "températion" uniforme de toutes les surfaces extérieures existantes des dispositifs de fixation des échantillons du système.

6.7 *Dispositifs de fixation des échantillons*

Tout dispositif de fixation en acier inoxydable permettant de fixer les échantillons dans les conditions visées au point 6.10.1 ci-dessous peut être utilisé.

6.8 *Thermomètre à plaque noire*

Pour mesurer la température de la plaque noire pendant la période sèche dans le plan de l'échantillon, un thermomètre à plaque noire est utilisé (blackpanel-thermometer). Ce thermomètre consiste en une plaque d'acier inoxydable isolée thermiquement de sa fixation, ayant les dimensions de la fixation de l'échantillon et une épaisseur de $0,9 \pm 0,1 \text{ mm}$. Les deux faces de cette plaque sont couvertes de laque noire brillante d'une bonne résistance aux intempéries et ayant un pouvoir de réflexion maximal de 5 % au-dessus d'une longueur d'onde de 780 nm. La température de la plaque est mesurée à l'aide d'un thermomètre bimétal dont le capteur est placé au milieu de la plaque avec un bon contact thermique.

Il n'est pas recommandable de laisser le thermomètre dans l'appareil pendant toute la durée de l'essai visé au point 6.10 ci-dessous. Il suffit de l'introduire dans l'appareil d'essai toutes les 250 heures, par exemple pour une durée de 30 minutes, et de relever alors la température de la plaque noire pendant la période sèche.

6.9 *Appareil de mesure de l'irradiation*

L'irradiation (unité de mesure: $\text{W} \cdot \text{sm}^{-2}$) est le produit de l'intensité d'irradiation (unité: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) et de la durée d'irradiation (unité : s). L'irradiation des surfaces de l'échantillon dans l'appareil d'essai est mesurée avec un appareil de mesure d'irradiation approprié, adapté à la fonction de rayonnement du système constitué par la source de rayonnement et le filtre. L'appareil de mesure d'irradiation doit être étalonné ou calibré de telle manière que le rayonnement infrarouge au-dessus de 830 nm ne soit pas pris en compte.

L'aptitude de l'appareil de mesure de l'irradiation dépend essentiellement du fait que son récepteur possède une bonne résistance aux intempéries et au vieillissement et une sensibilité spectrale suffisante dans le domaine du rayonnement naturel.

L'appareil de mesure de l'irradiation peut comporter les parties suivantes, par exemple :

- a) un élément photo-électrique au sélénium, comme récepteur de rayonnement,
- b) un filtre optique placé devant l'élément photo-électrique et
- c) un coulombmètre qui mesure le produit (unité : $\text{C} = \text{A} \cdot \text{s}$) de l'intensité du courant, provoqué dans l'élément photo-électrique, proportionnelle à l'intensité de rayonnement, (unité : A) par la durée de rayonnement (unité : s).

L'indication de l'appareil de mesure de l'irradiation doit être étalonnée. Cet étalonnage doit être vérifié après une année d'utilisation et corrigé le cas échéant.

L'intensité d'irradiation de la surface des échantillons dépend de la distance de la source de rayonnement. Les surfaces des échantillons doivent donc être le plus possible à la même distance de la source que le récepteur de l'appareil de mesure de l'irradiation. Si ce n'est pas possible, l'irradiation relevée sur l'appareil de mesure doit être multipliée par un facteur de correction.

6.10 Exécution

6.10.1 Les échantillons sont placés dans les dispositifs de fixation de manière que l'eau ne puisse s'amasser à la face postérieure des échantillons. La fixation des échantillons ne doit entraîner leur sollicitation mécanique que dans une mesure aussi faible que possible. Pour obtenir une irradiation et un arrosage aussi égaux que possible, les échantillons sont mis en rotation pendant l'essai à raison d'un à cinq tours par minute autour du système source-filtre et du dispositif d'arrosage. Normalement, un seul côté des échantillons est exposé aux intempéries. Suivant les dispositions de la publication CEI applicables ou suivant convention, les faces antérieure et postérieure d'un seul et même échantillon peuvent aussi être exposées. Dans ce cas, chaque face sera exposée au même rayonnement et au même arrosage.

L'exposition des faces antérieure et postérieure d'un seul et même échantillon aux mêmes rayonnement et arrosage peut être obtenue par rotation périodique de l'échantillon. Avec les appareils à mouvement de rotation, ceci peut être réalisé automatiquement si la fixation est en forme de cadre ouvert.

6.10.2 La température de la plaque noire à l'emplacement des échantillons pendant la période sèche est établie et réglée conformément aux publications CEI applicables pour le matériel concerné. Sauf autre convention, la température de la plaque noire doit être maintenue à une moyenne de + 45 °C. Pendant la période sèche, un écart local de ± 5 °C est admissible, de ± 3 °C dans les cas arbitraux.

Pour maintenir la température exigée de la plaque noire et, le cas échéant, pour assurer l'égalité d'intensité de rayonnement sur les faces antérieure et postérieure de l'échantillon (voir point 6.10.1 ci-dessus), les échantillons peuvent être tournés automatiquement de 180° après chaque révolution. Dans ce cas, le thermomètre de la plaque noire et l'appareil de mesure de l'irradiation doivent être compris dans le mouvement de rotation alternatif.

6.10.3 Les échantillons fixés dans les dispositifs de fixation et le récepteur de l'appareil de mesure de l'irradiation visé au point 6.9 ci-dessus sont régulièrement exposés au rayonnement et arrosés suivant le cycle défini ci-après se répétant successivement :

arrosage : 3 minutes

période sèche : 17 minutes.

L'humidité relative de l'air sera, tant qu'il n'en est pas autrement convenu, de 60 à 80 % pendant la période sèche.

6.11 Durée et procédure de l'essai

La durée de l'essai est de 720 heures ; la procédure B de la publication CEI 68, Partie 2-9, est appliquée avec le cycle d'arrosage défini au point 6.10.3 ci-dessus.

Il est recommandé d'effectuer l'essai de résistance aux intempéries avec un seul et même échantillon (en cas d'essai - non destructeur - de la modification des propriétés à examiner, comme l'essai de résistance aux intempéries, par exemple) ou avec plusieurs échantillons (en cas d'essai destructeur, comme pour la résistance aux chocs, par exemple) à divers degrés d'irradiation à convenir. L'évolution de la modification des propriétés d'un matériel au cours de l'ensemble de la durée de l'essai aux intempéries peut ainsi être déterminée.

6.12 Appréciation

Après achèvement de l'exposition aux intempéries, les échantillons doivent être conservés 24 heures dans l'obscurité à la température de l'air de + 23 °C, un point de rosée de + 12 °C, une humidité relative de l'air de 50 %, une vitesse de circulation de l'air maximale de 1 m/s et une pression atmosphérique de 860 à 1060 mbar. (L'écart admissible peut être de ± 2 °C pour la température de l'air, de ± 6 % pour l'humidité relative de l'air).

Ces échantillons ainsi que ceux qui servent de témoins pour la comparaison visée aux points 6.2 et 6.3 sont examinés du point de vue des propriétés déterminées conformément aux exigences indiquées au point 2.01, chiffres 1 et 2, ainsi qu'au point 3.01, chiffre 12.

7. Essai de résistance à l'eau salée et aux intempéries (Essai au brouillard salin)

7.1 *Objet et application*

Cet essai concerne l'action de l'eau salée et celle d'une atmosphère saline au cours de l'utilisation ainsi que du transport et de l'entreposage suivant le point 3.01.

Il peut se limiter à l'échantillon ou à des essais des matériaux utilisés.

Les spécifications suivantes sont basées sur la publication CEI 68, Partie 2-52. Des informations complémentaires peuvent au besoin être reprises à la publication.

7.2 *Exécution*

(1) Installation d'essai

L'essai est effectué dans une chambre d'essai avec une installation de pulvérisation et une solution saline répondant aux conditions suivantes :

- Les matériaux de la chambre d'essai et de l'installation de pulvérisation ne doivent pas influencer l'action corrosive du brouillard salin.
- A l'intérieur de la chambre d'essai doit être diffusé un fin brouillard homogène, humide et épais, dont la diffusion n'est pas influencée par la formation de tourbillons ni par la présence de l'échantillon. Le jet ne doit pas atteindre directement l'échantillon. Les gouttes qui se forment à l'intérieur de la chambre ne doivent pas pouvoir tomber sur l'échantillon.
- La chambre d'essai doit être suffisamment aérée et l'issue d'aération doit être protégée contre des modifications soudaines du mouvement de l'air, de manière à empêcher la formation d'un fort courant d'air dans la chambre.
- La solution saline utilisée doit comporter, en masse, 5 ± 1 parties de chlorure de sodium pur - avec au maximum 0,1 % d'iodure de sodium et 0,3 % d'impuretés, à sec - pour 95 ± 1 parties d'eau distillée ou dessalée. Son pH doit être compris entre 6,5 et 7,2 à une température de $+ 20 \pm 2$ °C et être maintenu dans ces limites pendant l'opération. La solution déjà vaporisée ne doit pas être réutilisée.
- L'air comprimé utilisé pour la pulvérisation doit être exempt d'impuretés telles que huile ou poussières et doit avoir un degré d'humidité d'au moins 85 %, pour éviter l'obstruction de la tuyère.
- Le brouillard diffusé dans la chambre doit avoir une telle densité que dans un récipient propre d'une surface horizontale ouverte de 80 cm², disposé à un endroit quelconque de la chambre, la précipitation soit en moyenne dans l'ensemble du temps de 1,0 à 2,0 ml par heure. Pour le contrôle de la densité du brouillard, au moins deux récipients doivent être disposés dans la chambre, de manière à ne pas être couverts par l'échantillon et ne pas recevoir des gouttes de condensation. Pour étalonner la quantité de solution pulvérisée, la durée de la pulvérisation sera d'au moins 8 heures.

Le séjour à l'humidité entre les phases de pulvérisation est réalisé dans une chambre climatisée dans laquelle l'air peut être maintenu à une température de $+ 40 \pm 2$ °C et une humidité relative de 93 ± 3 %.

(2) Examen préliminaire

L'échantillon est examiné visuellement du point de vue de son état impeccable, en particulier aussi son montage correct et la fermeture correcte de toutes les ouvertures. Les surfaces extérieures souillées de graisse, d'huile ou de boue sont nettoyées. Tous les organes de manoeuvre et pièces mobiles sont manipulés et leur fonctionnement contrôlé. Toutes les fermetures, couvercles et pièces mobiles destinés à être détachés ou déplacés pendant le fonctionnement ou l'entretien doivent être examinés du point de vue de leur mobilité et replacés correctement.

L'échantillon est branché suivant instructions du fabricant et mis en fonctionnement sous la tension nominale du réseau de bord avec une tolérance de $\pm 3\%$.

Après écoulement du temps nécessaire pour atteindre le fonctionnement normal, les fonctions sont contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord et pour apprécier l'action de l'atmosphère de brouillard salin sont mesurées et notées. L'échantillon est ensuite déconnecté pour être exposé à la pulvérisation.

(3) Phase de pulvérisation

L'échantillon est introduit dans la chambre à brouillard salin et exposé au brouillard salin pendant 2 heures à une température de $+15\text{ °C}$ à 35 °C .

(4) Séjour à l'humidité

L'échantillon est placé dans la chambre climatisée de manière que le moins possible de solution saline s'égoutte de l'échantillon. Il est conservé dans la chambre climatisée pendant 7 jours, l'air étant à une température de $+40 \pm 2\text{ °C}$ et à une humidité relative de $93 \pm 3\%$. Il ne doit être en contact avec aucun autre échantillon ni pièce métallique. Plusieurs échantillons doivent être disposés de manière à exclure toute influence mutuelle.

(5) Répétition du cycle d'épreuve

Le cycle d'épreuve comprenant les phases (3) et (4) est répété 3 fois.

(6) Traitement ultérieur

A l'issue du quatrième cycle d'épreuve, l'échantillon est retiré de la chambre climatisée et immédiatement lavé à l'eau de la distribution et rincé à l'eau distillée ou dessalée pendant 5 minutes. Les gouttes adhérentes sont enlevées dans un jet d'air ou secouées à la main.

L'échantillon est exposé à l'atmosphère normale ambiante au moins 3 heures, assez longtemps toutefois pour que toute humidité visible ait disparu, avant d'être soumis à l'examen final. A l'initiative de l'opérateur, il peut être séché pendant une heure à $+55 \pm 2\text{ °C}$ après le rinçage.

(7) Examen final

L'échantillon est examiné visuellement du point de vue de son aspect extérieur. La nature et l'importance des altérations par rapport à l'état initial sont actées dans le rapport d'essai, avec photos à l'appui le cas échéant.

L'échantillon est branché conformément aux instructions du fabricant et mis en fonctionnement sous la tension nominale du réseau de bord avec une tolérance de $\pm 3\%$.

Après écoulement du temps nécessaire pour atteindre le fonctionnement normal, les fonctions sont contrôlées et les données de fonctionnement importantes pour l'utilisation à bord et pour apprécier l'action de l'atmosphère de brouillard salin sont mesurées et notées.

Tous les organes de manoeuvre et pièces mobiles sont manipulés et leur mobilité contrôlée. Toutes les fermetures, couvercles et parties mobiles destinés à être détachés ou déplacés pendant le fonctionnement ou l'entretien sont examinés du point de vue de leur mobilité.

7.3 Résultats exigés

L'échantillon ne doit présenter aucune corrosion susceptible d'avoir pour conséquence

- de gêner l'utilisation et le fonctionnement,
- d'empêcher considérablement de détacher les fermetures et couvercles, de déplacer les parties mobiles dans la mesure nécessaire pour l'utilisation ou l'entretien,
- de compromettre manifestement l'étanchéité du boîtier,
- de provoquer à la longue des troubles de fonctionnement.

Les données de fonctionnement relevées dans les phases (3) et (7) doivent rester dans les limites de tolérance admises pour l'échantillon sur la base des présentes Conditions d'essai et d'agrément pour l'utilisation normale à bord.