

# ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation  
de l'accréditation, de la sécurité et qualité  
des produits et services

**ILNAS-EN 16603-20-01:2020**

**Ingénierie spatiale - Décharge auto-  
entretenu, conception et essai**

Raumfahrttechnik - Multipaction,  
Konzeption und Test

Space engineering - Multipactor, design  
and test

**09/2020**



## Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN 16603-20-01:2020 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN 16603-20-01:2020.

Toute personne intéressée, membre d'une organisation basée au Luxembourg, peut participer gratuitement à l'élaboration de normes luxembourgeoises (ILNAS), européennes (CEN, CENELEC) et internationales (ISO, IEC) :

- Influencer et participer à la conception de normes
- Anticiper les développements futurs
- Participer aux réunions des comités techniques

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

### **CETTE PUBLICATION EST PROTÉGÉE PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Aucun contenu de la présente publication ne peut être reproduit ou utilisé sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - électronique, mécanique, photocopie ou par d'autres moyens sans autorisation préalable !

ILNAS-EN 16603-20-01:2020  
NORME EUROPÉENNE **EN 16603-20-01**  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD

Septembre 2020

ICS 49.140

Remplace l' EN 14777:2004

Version Française

## Ingénierie spatiale - Décharge auto-entretenu, conception et essai

Raumfahrttechnik - Multipaction, Konzeption und Test

Space engineering - Multipactor, design and test

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 17 mai 2020.

Les membres du CEN et CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion du CEN-CENELEC ou auprès des membres du CEN et CENELEC.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN et CENELEC dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN et du CENELEC sont les organismes nationaux de normalisation et les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



**CEN-CENELEC Management Centre:  
Rue de la Science 23, B-1040 Brussels**

# Sommaire

---

<b>Avant-propos européen .....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Domaine d'application.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Références normatives .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Termes, définitions et abréviations .....</b>	<b>10</b>
3.1 Termes et définitions issus d'autres normes.....	10
3.2 Termes et définitions spécifiques à la présente norme .....	11
3.3 Abréviations .....	13
3.4 Nomenclature.....	15
<b>4 Vérification .....</b>	<b>16</b>
4.1 Processus de vérification.....	16
4.2 Plan de vérification des décharges auto-entretenues.....	18
4.2.1 Génération et mise à jour .....	18
4.2.2 Description.....	18
4.3 Exigences de puissance.....	19
4.3.1 Exigences générales en matière de puissance .....	19
4.4 Classification du type d'équipement ou de composant.....	20
4.4.1 Classification générale du type d'équipement ou de composant .....	20
4.5 Modes de vérification.....	22
4.6 Fonctionnement à porteuse unique.....	23
4.6.1 Généralités .....	23
4.6.2 Vérification par analyse .....	23
4.6.3 Vérification par essai .....	26
4.7 Plusieurs porteuses .....	27
4.7.1 Généralités .....	27
4.7.2 Vérification par analyse .....	27
4.7.3 Vérification par essai .....	30
<b>5 Analyse de conception .....</b>	<b>31</b>
5.1 Vue d'ensemble .....	31
5.2 Analyse du champ .....	31

5.3	Analyse de conception relative au phénomène de décharge auto-entretenue .....	32
5.3.1	Sélection de la fréquence .....	32
5.3.2	Niveaux de l'analyse de conception .....	32
5.3.3	Données disponibles pour l'analyse de la décharge auto-entretenue.....	36
<b>6</b>	<b>Décharge auto-entretenue – Conditions d'essai .....</b>	<b>44</b>
6.1	Propreté.....	44
6.2	Pression.....	44
6.3	Température.....	45
6.4	Caractéristiques du signal.....	46
6.4.1	Largeur de bande applicable .....	46
6.4.2	Cas d'essai en fréquence unique .....	46
6.4.3	Cas d'essai à plusieurs fréquences.....	46
6.4.4	Essai pulsé .....	48
6.5	Électrons germes .....	48
6.5.1	Généralités .....	48
6.5.2	Essai multipactor en fonctionnement CW .....	48
6.5.3	Essai multipactor en fonctionnement à impulsion .....	49
6.5.4	Essai multipactor en fonctionnement à plusieurs porteuses.....	49
6.5.5	Sources de germes.....	49
6.5.6	Vérification de la génération d'électrons germes .....	50
<b>7</b>	<b>Décharge auto-entretenue – Méthodes de détection .....</b>	<b>51</b>
7.1	Généralités .....	51
7.2	Méthodes de détection .....	51
7.3	Paramètres des méthodes de détection .....	51
7.3.1	Vérification .....	51
7.3.2	Sensibilité .....	52
7.3.3	Temps de montée .....	53
<b>8</b>	<b>Décharge auto-entretenue – Procédure d'essai .....</b>	<b>54</b>
8.1	Généralités .....	54
8.2	Configuration du banc d'essai.....	54
8.3	Validation du banc d'essai .....	55
8.4	Séquence d'essais .....	56
8.5	Critères d'acceptation.....	59
8.5.1	Définitions .....	59
8.5.2	Équipement ou composant sans décharge auto-entretenue .....	59

8.5.3	Étapes en cas de décharges ou d'événements pendant un essai.....	59
8.5.4	Enquête sur les anomalies d'essais.....	64
8.6	Procédure d'essai .....	64
8.7	Rapports d'essai .....	65
<b>9</b>	<b>Exigences de rendement d'émission électronique secondaire .....</b>	<b>66</b>
9.1	Généralités.....	66
9.2	Justification des mesures de SEY .....	66
9.3	Mesure du SEY dans le cas le plus défavorable .....	66
9.4	Conditions de mesures de SEY .....	67
9.4.1	Conditions d'environnement.....	67
9.4.2	Conditions applicables au banc d'essais SEY .....	67
9.4.3	Caractéristiques d'échantillon de SEY .....	68
9.5	Procédure de mesures de SEY .....	68
9.5.1	Documents relatifs à la procédure de mesures de SEY.....	68
9.5.2	Étalonnage de la mesure du SEY.....	69
9.6	Sélection des données de SEY ECSS.....	69
<b>Annexe A (informative) Fourniture des documents de décharge auto-entretenu</b>		
<b>par revue.....</b>		<b>70</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>72</b>
<b>Figures</b>		
Figure 3-1 : Point d'inflexion minimum pour le graphique de décharge auto-entretenu de l'argent .....		12
Figure 4-1 : Modes de vérification par type de composant/d'équipement et état de qualification pour la conformité des décharges auto-entretenues.....		22
Figure 5-1 : Graphique de décharge auto-entretenu pour l'aluminium normalisé, obtenu avec les paramètres du Tableau 9-1 .....		41
Figure 5-2 : Graphique de décharge auto-entretenu pour le cuivre normalisé, obtenu avec les paramètres du Tableau 9-1 .....		42
Figure 5-3 : Graphique de décharge auto-entretenu pour l'argent normalisé, obtenu avec les paramètres du Tableau 9-1 .....		42
Figure 5-4 : Graphique de décharge auto-entretenu pour l'or normalisé, obtenu avec les paramètres du Tableau 9-1 .....		43
Figure 5-5 : Comparaison des graphiques de décharge auto-entretenu pour tous les matériaux normalisés, obtenus avec les paramètres du Tableau 9-1 .....		43
Figure 8.1 : Exemple de séquence d'essais .....		58
Figure 8-2 : Exemple de séquence d'essais à la suite d'un premier événement.....		61
Figure 8-3 : Exemple de séquence d'essais à la suite d'une première décharge de potentiel.....		63

## Tableaux

Tableau 4-1 : Classification du type d'équipement ou de composant conformément à l'état de qualification et aux données héritées du point de vue de la décharge auto-entretenu (adaptation du Tableau 5-1 de l'ECSS-E-ST-10-02) .....	17
Tableau 4-2 : Classification du type d'équipement ou de composant en fonction du matériau et de la géométrie .....	21
Tableau 4-3 : Marges d'analyse relatives à la puissance nominale applicables aux équipements ou composants P1 et P2 de catégorie Bm ou Cm vérifiées par l'analyse .....	24
Tableau 4-4 : Marges d'analyse relatives à la puissance nominale applicables aux équipements ou composants P1 et P2 de catégorie Dm vérifiées par l'analyse ..	25
Tableau 4-5 : Marges d'essai relatives à la puissance nominale applicables aux équipements ou composants P1, P2 et P3 vérifiées par des essais .....	26
Tableau 4-6 : Marges d'analyse applicables aux équipements ou composants P1 et P2 de catégorie Bm ou Cm vérifiées par l'analyse .....	28
Tableau 4-7 : Marges d'analyse applicables aux équipements ou composants P1 et P2 de catégorie Dm vérifiées par l'analyse .....	29
Tableau 4-8 : Marges d'essai relatives à la puissance nominale applicables aux équipements ou composants P1, P2 et P3 vérifiées par des essais .....	30
Tableau 5-1 : Tableau de valeurs de la limite minimale du seuil de tension de claquage des graphiques de décharge auto-entretenu, calculées avec les données SEY du Tableau 9-1 .....	38
Tableau 9-1 : Paramètres SEY pour les matériaux Al, Cu, Au et Ag .....	69
Tableau A-1 : Document livrable par revue en ce qui concerne les décharges auto-entretenues .....	71

## Avant-propos européen

---

Le présent document (EN 16603-20-01:2020) a été élaboré par le Comité Technique CEN-CENELEC/TC 5 « Espace », dont le secrétariat est tenu par le DIN.

La présente norme (EN 16603-20-01:2020) est issue de l'ECSS-E-ST-20-01C.

Cette Norme Européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en mars 2021, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mars 2021.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CEN et/ou le CENELEC ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Le présent document remplace l'EN 14777:2004.

Le présent document a été préparé en vertu d'une demande de normalisation confiée au CEN par la Commission européenne et l'Association européenne de libre-échange.

Le présent document a été mis au point pour couvrir tout spécialement les systèmes spatiaux et il prime donc sur les EN couvrant le même domaine mais avec un domaine d'application plus large (par exemple, aérospatial).

Selon le Règlement Intérieur du CEN-CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

# Introduction

---

Compte tenu de l'augmentation de la puissance RF et de la miniaturisation des équipements ou des composants, une attention de plus en plus forte doit être portée à la décharge auto-entretenue, critique pour les missions spatiales reposant sur les télécommunications par satellite, les charges utiles des systèmes de navigation ou les instruments actifs hyperfréquences pour l'observation de la Terre ou les missions scientifiques. Le phénomène de décharge auto-entretenue est une décharge d'avalanche d'électrons qui se produit dans un vide poussé, généré par des électrons primaires à l'intérieur d'un composant RF en présence d'une tension ou d'un champ électrique RF local élevé.

Afin de vérifier par l'analyse qu'un équipement ou composant RF est exempt de décharge auto-entretenue, des outils de modélisation EM précis sont nécessaires. Ces outils nécessitent de plus en plus de ressources de calcul pour gérer des équipements ou des composants RF caractérisés par des géométries complexes, des techniques de fabrication avancées, des matériaux et processus de fabrication nouveaux et des signaux RF complexes. La vérification par des essais nécessite également des installations d'essai modernes qui fournissent une amplification de puissance élevée, des techniques de génération d'électrons germes, des méthodes de détection multiples et précises, la capacité de générer des signaux complexes et celle de reproduire les conditions environnementales représentatives de l'espace.

La présente norme est une mise à jour de la précédente version de l'ECSS E 20 01A Rév.1 qui inclut l'état de l'art en matière de nouvelles approches de vérification, ainsi que des marges associées.