

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61000-4-2**

**Edition 1.2**

2001-04

Edition 1:1995 consolidée par les amendements 1:1998 et 2:2000  
Edition 1:1995 consolidated with amendments 1:1998 and 2:2000

---

---

**PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM  
BASIC EMC PUBLICATION**

---

---

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –**

**Partie 4-2:**

**Techniques d'essai et de mesure –**

**Essai d'immunité aux décharges électrostatiques**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –**

**Part 4-2:**

**Testing and measurement techniques –**

**Electrostatic discharge immunity test**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61000-4-2:1995+A1:1998+A2:2000

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	8
Articles	
1 Domaine d'application .....	10
2 Références normatives .....	12
3 Généralités .....	12
4 Définitions .....	12
5 Niveaux d'essai .....	16
6 Générateur d'essai .....	18
6.1 Caractéristiques et performances du générateur de DES .....	18
6.2 Vérification des caractéristiques du générateur de DES .....	20
7 Installation d'essai .....	22
7.1 Installation d'essai utilisée pour les essais réalisés en laboratoire .....	22
7.2 Installation d'essai pour les essais in situ .....	28
8 Procédure d'essai .....	30
8.1 Conditions de référence du laboratoire .....	30
8.2 Fonctionnement de l'EST .....	30
8.3 Exécution de l'essai .....	30
9 Evaluation des résultats d'essai .....	36
10 Rapport d'essai .....	38
Annexe A (informative) Notes explicatives .....	54
Annexe B (informative) Détails de construction .....	64
Figure 1 – Schéma simplifié du générateur de DES .....	38
Figure 2 – Exemple d'installation d'essai pour la vérification des performances du générateur de DES .....	40
Figure 3 – Forme d'onde typique du courant de sortie du générateur de DES .....	42
Figure 4 – Electrodes de décharge du générateur de DES .....	44
Figure 5 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table – Essais en laboratoire .....	46
Figure 6 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, essais en laboratoire .....	48
Figure 7 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, matériels installés ....	50
Figure 8 – Installation d'essai pour un matériel de table non raccordé à la terre .....	52
Figure 9 – Installation d'essai pour un matériel posé sur le sol, non raccordé à la terre .....	52
Figure A.1 – Valeurs maximales des tensions électrostatiques auxquelles les opérateurs peuvent être chargés lorsqu'ils sont en contact avec les matériaux mentionnés à l'article A.2 .....	62
Figures B.1 à B.7 – Détails de construction de la charge résistive .....	66 à 74
Tableau 1 – Niveaux d'essai .....	16
Tableau 2 – Paramètres de forme d'onde .....	20
Tableau A.1 – Conseils pour le choix des niveaux d'essais .....	56

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

**Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure –  
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques**

## AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61000-4-2 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la section 2 de la partie 4 de la norme CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

Elle est basée sur la CEI 60801-2 (deuxième édition: 1991): *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques*, établie par le comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Suivant une recommandation de l'ACEC à sa réunion de décembre 1989, le domaine d'application de cette norme a été étendu à toutes les sortes de matériels électriques et électroniques. Pour cette raison, il a été décidé de substituer la série de publications 61000-4: *Techniques d'essai et de mesure en CEM*, du comité d'études 77, à la série 60801.

Seuls des amendements rédactionnels ont été réalisés sans aucune modification technique et les numéros de publication de référence CEI 60801-2 (1991) ou CEI 61000-4-2 sont équivalents.

La présente version consolidée de la CEI 61000-4-2 est issue de la première édition (1995) [documents 77B(BC)21 et 77B/145/RVD], de son amendement 1 (1998) [documents 77B/216/FDIS et 77B/226/RVD], et de son amendement 2 (2000) [documents 77B/291+292/FDIS et 77B/298+299/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

## INTRODUCTION

La CEI 61000-4 fait partie de la série des normes 61000 de la CEI, selon la répartition suivante:

### Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

### Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

### Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des comités de produit)

### Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

### Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

### Partie 9: Divers

Chaque partie est, à son tour, subdivisée en sections qui seront publiées soit comme normes internationales soit comme rapports techniques.

Ces sections de la CEI 61000-4 seront publiées dans un ordre chronologique et numérotées en conséquence.

La présente section constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essai qui s'appliquent aux «décharges électro-statiques».

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

### Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques

#### 1 Domaine d'application

La présente norme internationale concerne les prescriptions et méthodes d'essais relatives à l'immunité des matériels électriques et électroniques soumis à des décharges d'électricité statique produites directement par les opérateurs, et entre objets situés à proximité. Elle définit en outre des gammes de niveaux d'essais, qui correspondent à des conditions d'environnement et d'installation différentes et établit des procédures d'essais.

Cette norme a pour objet d'établir une base commune et reproductible pour l'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques lorsqu'ils sont soumis à des décharges électrostatiques. Sont incluses également les décharges électrostatiques qui peuvent être produites par les opérateurs sur des objets situés à proximité du matériel principal.

Cette norme définit:

- la forme d'onde de courant de décharge;
- la gamme des niveaux d'essais;
- le matériel d'essai;
- l'installation d'essai;
- la procédure d'essai.

Cette norme donne des spécifications pour les essais menés en «laboratoires» et «les essais *in situ*» réalisés sur le matériel dans l'installation finale.

Cette norme ne vise pas à spécifier les essais devant s'appliquer à des appareils ou systèmes particuliers. Le but principal est de donner une référence de base d'ordre général à tous les comités de produits CEI concernés. Les comités des produits (ou les utilisateurs et fabricants de matériel) restent responsables du choix approprié des essais et du niveau de sévérité à appliquer à leur matériel.

Afin de ne pas entraver la tâche de coordination et de normalisation, il est fortement recommandé aux comités de produits ou aux utilisateurs et fabricants d'envisager d'adopter les essais d'immunité appropriés et spécifiés dans cette norme (lors de futurs travaux ou révisions d'anciennes normes).

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 61000-4. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 61000-4 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

## 3 Généralités

La présente norme concerne les matériels, systèmes, sous-systèmes et périphériques qui peuvent être soumis à des décharges d'électricité statique en raison des conditions d'environnement et d'installation, telles que faible humidité relative, utilisation de moquettes à faible conductivité (en fibres synthétiques), de vêtements en vinyle, etc., qui peuvent exister à tous les emplacements d'utilisation normale des matériels électriques et électroniques (on trouvera des informations plus détaillées à l'article A.1 de l'annexe A).

Les essais décrits dans la présente norme sont des essais courants pour l'évaluation qualitative des performances des matériels électriques et électroniques mentionnés dans l'article 1.

NOTE Du point de vue technique, le terme correct pour ce phénomène serait «décharges d'électricité statique». Cependant le terme «décharge électrostatique» (DES) est largement utilisé dans le monde et dans la littérature technique. Il a donc été décidé de conserver le terme «décharge électrostatique» (DES) dans le titre de la présente norme.

## 4 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 61000-4, les définitions et termes suivants s'appliquent; ils concernent uniquement le domaine des décharges électro-statiques et ne sont pas tous répertoriés dans la CEI 60050(161) [VEI].

### 4.1

#### **dégradation (de fonctionnement)**

ecart non désiré des caractéristiques de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système par rapport aux caractéristiques attendues. [VEI 161-01-19]

NOTE Une dégradation peut être un défaut de fonctionnement temporaire ou permanent.

### 4.2

#### **compatibilité électromagnétique (CEM)**

aptitude d'un matériel ou d'un système, à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement. [VEI 161-01-07]

#### **4.3**

##### **matériau antistatique**

matériau ayant des propriétés qui minimisent la génération de charges quand il est frotté avec ou écarté des mêmes matériaux ou d'autres matériaux similaires

#### **4.4**

##### **condensateur d'accumulation d'énergie**

condensateur qui, à l'intérieur du générateur de DES, représente la capacité d'un corps humain chargé à la valeur de la tension d'essai. Cet élément peut être un composant discret, ou une capacité répartie

#### **4.5**

##### **DES**

décharge électrostatique (voir 4.10)

#### **4.6**

##### **EST**

matériel soumis à l'essai

#### **4.7**

##### **plan de référence**

surface conductrice plate dont le potentiel est pris comme référence. [VEI 161-04-36 modifié]

#### **4.8**

##### **plan de couplage**

feuille ou plaque métallique sur laquelle les décharges sont appliquées de manière à simuler les décharges électrostatiques sur les objets adjacents à l'EST. PCH: Plan de Couplage Horizontal; PCV: Plan de Couplage Vertical

#### **4.9**

##### **temps de maintien**

intervalle de temps pendant lequel la décroissance de la tension de sortie due aux fuites se produisant avant la décharge n'est pas supérieure à 10 %

#### **4.10**

##### **décharge électrostatique; DES**

transfert de charges électriques entre des corps ayant des potentiels électrostatiques différents, lorsqu'ils sont proches ou mis en contact direct [VEI 161-01-22]

#### **4.11**

##### **immunité (à une perturbation)**

aptitude d'un dispositif, d'un matériel ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électro-magnétique. [VEI 161-01-20]

#### **4.12**

##### **méthode de décharge au contact**

méthode d'essai dans laquelle l'électrode du générateur d'essai est mise en contact avec l'EST, et la décharge déclenchée à l'aide du commutateur de décharge situé à l'intérieur du générateur d'essai

#### **4.13**

##### **méthode de décharge dans l'air**

méthode d'essai dans laquelle l'électrode chargée du générateur d'essai est approchée de l'EST, et la décharge déclenchée par une étincelle vers l'EST



#### 4.14

##### **application directe**

application de la décharge directement sur l'EST

#### 4.15

##### **application indirecte**

application de la décharge à un plan de couplage situé au voisinage de l'EST, l'essai simule la décharge d'un opérateur sur les objets qui se trouvent au voisinage de l'EST

## 5 Niveaux d'essai

La gamme des niveaux d'essai à utiliser de préférence pour l'essai de DES est donnée dans le tableau 1.

Les essais doivent aussi respecter les niveaux inférieurs indiqués au tableau 1.

Des détails relatifs aux différents paramètres qui peuvent influencer le niveau de tension auquel le corps humain peut être chargé sont donnés dans l'article A.2 de l'annexe A. L'article A.4 de cette annexe donne également des exemples d'application de niveaux d'essais correspondant à des classes d'environnement (d'installation).

La méthode d'essai à utiliser de préférence est la méthode de décharge au contact. Les décharges dans l'air doivent être utilisées lorsque les décharges au contact ne peuvent s'appliquer. Les niveaux de tension pour chaque méthode d'essai sont donnés dans les tableaux 1a et 1b. Les différences entre ces niveaux sont dues aux différences entre les méthodes d'essai. Cela ne signifie pas que la sévérité des essais soit équivalente entre les méthodes d'essai.

Des informations complémentaires sont données dans les articles A.3, A.4 et A.5 de l'annexe A.

**Tableau 1 – Niveaux d'essai**

1a – Décharge au contact		1b – Décharge dans l'air	
Niveau	Tension d'essai kV	Niveau	Tension d'essai kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
x <sup>1)</sup>	Spécial	x <sup>1)</sup>	Spécial
<sup>1)</sup> «x» est un niveau à déterminer. Ce niveau doit être spécifié dans la spécification particulière du matériel. Lorsque des tensions plus élevées que celles qui sont données sont spécifiées, il peut être nécessaire d'utiliser des matériels d'essai spéciaux.			

## 6 Générateur d'essai

Le générateur d'essai se compose essentiellement des éléments suivants:

- une résistance de charge  $R_C$ ;
- un condensateur d'accumulation d'énergie  $C_S$ ;
- une capacité répartie  $C_d$ ;
- une résistance de décharge  $R_d$ ;
- un indicateur de tension;
- un commutateur de décharge;
- des têtes interchangeables pour l'électrode de décharge (voir figure 4);
- un câble de retour du courant de décharge;
- une alimentation de puissance.

La figure 1 donne le schéma simplifié du générateur de DES. Les détails de construction n'y figurent pas.

Le générateur doit être conforme aux prescriptions données en 6.1 et 6.2.

### 6.1 Caractéristiques et performances du générateur de DES

Spécifications

- capacité d'accumulation d'énergie ( $C_S + C_d$ ): 150 pF  $\pm$  10 %;
- résistance de décharge ( $R_d$ ): 330  $\Omega$   $\pm$  10 %;
- résistance de charge ( $R_C$ ): entre 50 M $\Omega$  et 100 M $\Omega$ ;
- tension de sortie (voir note 1): jusqu'à 8 kV (nominale) pour la décharge au contact;  
jusqu'à 15 kV (nominale) pour la décharge dans l'air;
- tolérance sur l'indication de la tension de sortie:  $\pm$ 5 %;
- polarité de la tension de sortie: positive et négative (commutable);
- temps de maintien: au moins 5 s;
- modalité de la décharge (voir note 2): décharge coup par coup (temps entre les décharges successives: au moins 1 s);
- forme d'onde du courant de décharge: voir 6.2.

NOTE 1 Tension mesurée sur le condensateur d'accumulation d'énergie, en circuit ouvert.

NOTE 2 Le générateur doit être capable de produire une vitesse de répétition d'au moins 20 décharges en rafale par seconde, mais seulement à des fins exploratoires.

Le générateur doit être pourvu de moyens empêchant les émissions non désirées de perturbations rayonnées ou conduites, soit de type impulsionnel, soit continues, de manière à ne pas perturber par des effets parasites l'EST ou les matériels auxiliaires d'essai.

Le condensateur d'accumulation d'énergie, la résistance de décharge et le commutateur de décharge doivent être placés aussi près que possible de l'électrode de décharge.

Les dimensions des têtes de décharge sont données à la figure 4.

Pour la méthode d'essai de décharge dans l'air, on utilise le même générateur, le commutateur de décharge restant fermé. Le générateur doit être monté avec la tête ronde indiquée en figure 4.

Le câble de retour du courant de décharge du générateur d'essai doit avoir en général une longueur de 2 m, et être réalisé de manière à permettre au générateur de rester conforme à la spécification de forme d'onde. Il doit être suffisamment isolé pour éviter les fuites du courant de décharge vers l'opérateur ou vers des surfaces conductrices, autrement que par son extrémité, pendant les essais de DES.

Dans le cas où une longueur de 2 m ne serait pas suffisante pour le câble de retour du courant de décharge (par exemple pour les EST de grandes dimensions), il est possible d'utiliser une longueur maximale de 3 m, à condition que la forme d'onde soit conforme aux spécifications.

## 6.2 Vérification des caractéristiques du générateur de DES

Afin de pouvoir comparer les résultats des essais effectués au moyen de différents générateurs d'essai, il est nécessaire de vérifier les caractéristiques données dans le tableau 2, et ce à l'aide du câble de retour du courant de décharge devant être utilisé lors des essais.

**Tableau 2 – Paramètres de forme d'onde**

Niveau	Tension indiquée kV	Première crête du courant de décharge $\pm 10\%$ A	Temps de montée $t_r$ avec commutateur de décharge ns	Intensité ( $\pm 30\%$ ) à 30 ns A	Intensité ( $\pm 30\%$ ) à 60 ns A
1	2	7,5	0,7 à 1	4	2
2	4	15	0,7 à 1	8	4
3	6	22,5	0,7 à 1	12	6
4	8	30	0,7 à 1	16	8

La forme d'onde du courant de sortie du générateur de DES lors de la procédure de vérification doit être conforme à celle qui est donnée à la figure 3.

Les caractéristiques du courant de décharge doivent être vérifiées avec une instrumentation de mesure ayant une bande passante de 1 000 MHz.

Une bande passante plus faible implique des limitations sur la mesure du temps de montée et de l'amplitude de la première crête de courant.

Pour effectuer la vérification, la tête de l'électrode de décharge est mise directement en contact avec le transducteur de détection de courant, et le générateur est utilisé en mode de décharge au contact.

La disposition type utilisée pour la vérification des performances du générateur de DES est donnée à la figure 2. La bande passante doit être supérieure à 1 GHz. Des détails de construction sur une conception possible du transducteur de détection de courant sont donnés dans l'annexe B.

D'autres dispositions impliquant l'utilisation d'une cage de Faraday de laboratoire ayant des dimensions différentes de celles indiquées à la figure 2 sont autorisées; est également autorisée la séparation de la cage de Faraday de la surface cible. Cependant, dans les deux cas, la distance entre le détecteur et le point de mise à la terre du générateur (1 m) doit être respectée, ainsi que la disposition du câble de retour du courant de décharge.

Le générateur de DES doit être réétalonné avec une périodicité déterminée, suivant un système d'assurance qualité reconnu.

## **7 Installation d'essai**

L'installation d'essai comprend le générateur d'essai, l'EST et l'appareillage auxiliaire nécessaire pour effectuer des applications directes et indirectes de décharges à l'EST, de la manière suivante:

- a) décharge au contact sur les surfaces conductrices et sur les plans de couplage;
- b) décharge dans l'air sur les surfaces isolantes.

On peut distinguer deux types d'essais différents:

- essais (de conformité) de type réalisés en laboratoire;
- essais après installation effectués sur les matériels dans les conditions finales d'installation.

La méthode des essais de type effectués en laboratoire est préférable.

La disposition de l'EST doit être en accord avec les instructions d'installation fournies éventuellement par le fabricant.

### **7.1 Installation d'essai utilisée pour les essais réalisés en laboratoire**

Les prescriptions suivantes s'appliquent aux essais réalisés en laboratoire dans les conditions d'environnement de référence décrites au 8.1.

Un plan de référence doit être disposé sur le sol du laboratoire. Il doit être constitué d'une feuille métallique (cuivre ou aluminium) de 0,25 mm d'épaisseur minimale. D'autres matériaux métalliques peuvent être utilisés sous réserve qu'ils aient une épaisseur d'au moins 0,65 mm.

La dimension minimale du plan de référence est de 1 m<sup>2</sup>, la dimension finale dépendant des dimensions de l'EST. Le plan de référence doit dépasser l'EST ou le plan de couplage d'au moins 0,5 m sur tous les côtés, et doit être relié au système de mise à la terre de protection.

Les réglementations locales concernant la sécurité doivent toujours être satisfaites.

L'EST doit être installé et connecté conformément à ses exigences fonctionnelles.

En outre, il doit être placé de telle façon que la distance minimale entre le matériel subissant les essais et les murs du laboratoire ou toute autre structure métallique soit d'au moins 1 m.

L'EST doit être relié au système de mise à la terre en conformité avec les spécifications d'installation. Aucune connexion de terre additionnelle n'est autorisée.

Le positionnement des câbles d'alimentation et de signaux doit être représentatif des conditions d'installation rencontrées en pratique.

Le câble de retour à la terre du courant de décharge du générateur de DES doit être connecté au plan de référence. La longueur totale de ce câble est en général de 2 m.

Lorsque cette longueur dépasse la longueur nécessaire pour l'application des décharges aux points choisis, la longueur excédentaire doit si possible être placée de manière non inductive en dehors du plan de référence et ne doit pas s'approcher à moins de 0,2 m des autres parties de l'installation d'essai.

Les liaisons des câbles de terre au plan de référence et toutes les liaisons doivent présenter une faible impédance, par exemple en utilisant des dispositifs de fixation adaptés aux applications haute fréquence.

Lorsque des plans de couplage sont spécifiés, par exemple pour l'application indirecte des décharges, ils doivent être réalisés avec le même type de matériau et avec la même épaisseur que le plan de référence; ils doivent être reliés au plan de référence par des câbles munis de résistances de 470 k $\Omega$  à chaque extrémité. Les résistances doivent pouvoir supporter la tension de décharge et doivent être isolées pour éviter les courts-circuits avec le plan de référence lorsque le câble est posé sur ce plan de référence.

Les spécifications additionnelles relatives aux différents types de matériel sont données ci-après.

#### **7.1.1 Matériels de table**

L'installation d'essai consiste en une table en bois, haute de 0,8 m, placée sur le plan de référence.

Un plan horizontal de couplage (PCH) de 1,6 m  $\times$  0,8 m doit être placé sur la table. L'EST et les câbles doivent être isolés du plan de couplage au moyen d'un support isolant de 0,5 mm d'épaisseur.

Si l'EST est trop grand pour rester à 0,1 m au minimum des bords du plan de couplage PCH, un PCH supplémentaire, identique au premier, doit être utilisé, il est disposé à 0,3 m du premier, les petits côtés étant adjacents. La table doit alors être agrandie ou on peut également utiliser deux tables. Les plans de couplage horizontaux ne doivent pas être reliés ensemble autrement que par les câbles résistants les reliant au plan de référence.

Tout support de montage associé à l'EST doit rester en place.

Un exemple d'installation d'essai pour matériels de table est donné à la figure 5.

#### **7.1.2 Matériel posé sur le sol**

L'EST et les câbles doivent être isolés du plan de référence par un support isolant d'environ 0,1 m d'épaisseur.

Un exemple d'installation d'essai pour matériels posés sur le sol est donné à la figure 6.

Tout support de montage associé à l'EST doit rester en place.

### 7.1.3 Méthode d'essai pour les matériels non raccordés à la terre

La méthode d'essai décrite dans ce paragraphe est applicable aux matériels ou à la (aux) partie(s) des matériels dont les spécifications d'installation ou la conception excluent tout raccordement à un système de mise à la terre. Des matériels ou parties de ceux-ci comprennent les matériels portables, les matériels fonctionnant sur batterie et les matériels à double isolation (matériels de classe II).

*Justification:* Les matériels ou les parties des matériels non raccordés à la terre ne peuvent se décharger eux-mêmes de manière similaire aux matériels de classe I alimentés par le réseau. Si la charge n'est pas écoulee avant que l'impulsion de DES suivante ne soit appliquée, il est possible que l'EST ou la (les) partie(s) d'EST subisse jusqu'à deux fois la tension d'essai prévue. Par conséquent, les matériels à double isolation pourraient être chargés à une valeur élevée non réaliste, par accumulation de plusieurs DES sur la capacité de l'isolation de classe II, et se décharger ensuite à la tension de claquage avec une énergie beaucoup plus élevée.

L'installation d'essai doit être identique à celles décrites en 7.1.1 et 7.1.2.

Pour simuler une DES unique (soit dans l'air soit par décharge au contact), la charge sur l'EST doit être évacuée avant chaque impulsion de DES appliquée.

La charge du point métallique, ou de la partie sur laquelle l'impulsion de DES est à appliquer, par exemples boîtiers de connecteurs, broches de charge de batteries, antennes métalliques, doit être évacuée avant chaque impulsion de DES appliquée.

Lorsqu'une ou plusieurs parties métalliques accessibles sont soumises à l'essai de DES, la charge doit être évacuée à partir du point où l'impulsion de DES est à appliquer, étant donné qu'aucune garantie ne peut être donnée quant à la résistance existant entre ce point et les autres points accessibles sur le produit.

Un câble avec des résistances d'écoulement de 470 kΩ, similaire à celui utilisé avec les plans de couplage horizontal et vertical, doit être utilisé; voir 7.1.

Comme la capacité entre l'EST et le PCH (matériel de table) et entre l'EST et le plan de référence (matériel posé sur le sol) est déterminée par la taille de l'EST, le câble muni des résistances d'écoulement peut rester installé pendant l'essai de DES lorsque ceci est fonctionnellement autorisé. Sur le câble de décharge, une résistance doit être connectée au plus court, et de préférence à moins de 20 mm du point d'essai de l'EST. La deuxième résistance doit être connectée près de l'extrémité du câble relié au PCH pour le matériel de table (voir figure 8), ou au plan de référence pour le matériel posé sur le sol (voir figure 9).

La présence du câble avec les résistances d'écoulement peut influencer les résultats d'essai de certains matériels. En cas de litige, un essai avec le câble déconnecté pendant l'impulsion de DES a préséance sur l'essai avec le câble installé pendant l'essai, à condition que la charge ait suffisamment diminué entre les décharges successives.

Comme autre solution, les options suivantes peuvent être utilisées:

- l'intervalle de temps entre les décharges successives doit être étendu au temps nécessaire permettant la décroissance naturelle de la charge de l'EST;
- une brosse à fibre de carbone avec des résistances d'écoulement (par exemple  $2 \times 470 \text{ k}\Omega$ ) dans le câble de mise à la terre;
- un ioniseur d'air pour accélérer le processus de décharge «naturelle» de l'EST dans son environnement.

L'ioniseur doit être arrêté lors de l'application des décharges dans l'air. L'utilisation de toute méthode alternative doit être notée dans le rapport d'essai.

NOTE En cas de litige concernant la décroissance de la charge, la charge de l'EST peut être surveillée par un mesureur de champ électrique sans contact. Lorsque la charge a décru en dessous de 10 % de sa valeur initiale, l'EST est considéré comme déchargé.

L'électrode du générateur de DES doit être normale (perpendiculaire) à la surface de l'EST.

#### **7.1.3.1 Matériels de table**

Pour un matériel de table, l'EST est placé sur le plan de couplage horizontal au-dessus de la feuille isolante (0,5 mm d'épaisseur), comme décrit en 7.1.1 et à la figure 5.

Lorsqu'une partie métallique accessible, sur laquelle l'impulsion de DES est à appliquer, est disponible avec l'EST, cette partie doit être raccordée au PCH avec le câble muni des résistances d'écoulement; voir figure 8.

#### **7.1.3.2 Matériels posés sur le sol**

Les matériels posés sur le sol sans aucune connexion métallique au plan de référence doivent être installés de manière similaire à celle indiquée en 7.1.2 et à la figure 6.

Un câble avec les résistances d'écoulement doit être utilisé entre la partie métallique accessible, à laquelle l'impulsion de DES est à appliquer, et le plan de référence; voir figure 9.

### **7.2 Installation d'essai pour les essais in situ**

Ces essais sont facultatifs et ne sont pas obligatoires pour les essais de certification; ils peuvent uniquement être applicables après entente entre le constructeur et le client. Il convient de tenir compte de ce que, pendant ces essais, d'autres matériels situés à proximité peuvent être affectés de manière inacceptable.

Le matériel ou système doit être essayé dans ses conditions d'installation finale.

De manière à faciliter la connexion du câble de retour de courant de décharge, un plan de référence doit être placé sur le sol de l'installation à proximité de l'EST, à une distance d'environ 0,1 m. Ce plan doit être en cuivre ou en aluminium, d'une épaisseur d'au moins 0,25 mm. D'autres matériaux métalliques peuvent être utilisés sous réserve d'une épaisseur d'au moins 0,65 mm. Ce plan doit être large d'environ 0,3 m et long de 2 m lorsque l'installation le permet.

Le plan de référence doit être relié au système de mise à la terre de protection. Lorsque cela n'est pas possible, le plan de référence doit être connecté à la borne de terre de l'EST, si ce dernier en comporte une.

Le câble de retour de courant de décharge du générateur de DES doit être relié au plan de référence en un point situé près de l'EST. Lorsque ce dernier est installé sur une table métallique, celle-ci doit être reliée au plan de référence par un câble muni de résistances de 470 kΩ situées à chaque extrémité, de manière à éviter une accumulation des charges.

Un exemple d'installation d'essai pour essais *in situ* est donné à la figure 7.

## **8 Procédure d'essai**

### **8.1 Conditions de référence du laboratoire**

De manière à diminuer l'influence de paramètres d'environnement sur les résultats des essais, ceux-ci doivent être réalisés dans les conditions climatiques et électromagnétiques spécifiées aux 8.1.1 et 8.1.2.

#### **8.1.1 Conditions climatiques**

Dans le cas d'essais utilisant les décharges dans l'air, les conditions climatiques doivent se situer dans les domaines suivants:

- température ambiante: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 30 % à 60 %;
- pression atmosphérique: 86 kPa (860 mbar) à 106 kPa (1 060 mbar).

NOTE Toute autre valeur est spécifiée dans la norme de produit.

L'EST doit fonctionner dans les conditions climatiques prévues pour son utilisation.

#### **8.1.2 Conditions électromagnétiques**

L'environnement électromagnétique du laboratoire ne doit pas influencer les résultats des essais.

### **8.2 Fonctionnement de l'EST**

Les programmes et logiciels doivent être sélectionnés de manière à faire fonctionner tous les modes d'utilisation normale de l'EST. L'utilisation de logiciels spéciaux de fonctionnement est encouragée, mais elle n'est autorisée que s'il est possible de prouver que l'EST est utilisé de manière exhaustive.

Pour les essais de conformité, l'EST doit fonctionner continuellement dans son mode (ou suivant son cycle de programme) le plus sensible, qui est déterminé par des essais préliminaires.

Si un matériel de surveillance est nécessaire, il est recommandé de le découpler afin de réduire la possibilité d'une indication de défaillance erronée.

### **8.3 Exécution de l'essai**

Les essais doivent être conduits par application directe et indirecte des décharges sur l'EST suivant un plan d'essais. Ce plan d'essais comprend:

- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- l'indication de la nature de l'essai: sur table ou sur sol;
- les points auxquels les décharges doivent être appliquées;
- pour chacun de ces points, si l'on doit appliquer des décharges au contact ou des décharges dans l'air;
- le niveau d'essai à appliquer;
- le nombre de décharges devant être appliqué en chaque point pour les essais de conformité;
- la nécessité ou non d'essais après installation.

Il peut être nécessaire d'effectuer quelques essais exploratoires pour établir certains aspects de ce plan d'essais.



### 8.3.1 Application directe des décharges sur l'EST

Sauf si cela est prévu par ailleurs dans les normes générique, de produit ou de famille de produits, les décharges d'électricité statique ne doivent être appliquées qu'aux points et surfaces de l'EST qui sont accessibles par les personnes au cours d'une utilisation normale. Les exclusions suivantes s'appliquent (c'est-à-dire que les décharges ne sont pas appliquées en ces points):

- a) les points et les surfaces qui ne sont accessibles que pour la maintenance. Dans ce cas, des procédures spéciales d'atténuation des DES doivent être données dans la documentation accompagnant le matériel;
- b) les points et les surfaces qui ne sont accessibles qu'en intervention de service par l'utilisateur (final). Des exemples de ces points rarement atteints sont les contacts de batterie pendant le changement des batteries, une cassette dans un répondeur téléphonique, etc.;
- c) les points et les surfaces d'un matériel qui ne sont plus accessibles après l'installation fixe ou après avoir suivi les instructions d'utilisation, par exemple le bas et/ou l'arrière d'un matériel, ou des zones derrière des connecteurs encastrés;
- d) les contacts de connecteurs coaxiaux ou multibroches qui sont munis d'un blindage métallique. Dans ce cas, les décharges au contact doivent être uniquement appliquées au blindage métallique de ces connecteurs.

Des contacts à l'intérieur d'un connecteur non conducteur par exemple en plastique qui sont accessibles doivent être essayés uniquement avec des décharges dans l'air. Cet essai doit être réalisé en utilisant l'électrode à tête ronde du générateur de DES.

En général, six cas doivent être considérés:

Cas	Blindage du connecteur	Matériau de revêtement	Décharge dans l'air sur:	Décharge au contact sur:
1	Métallique	Aucun	–	Blindage
2	Métallique	Isolant	Revêtement	Blindage si accessible
3	Métallique	Métallique	–	Blindage et revêtement
4	Isolé	Aucun	<sup>a</sup>	–
5	Isolé	Isolant	Revêtement	–
6	Isolé	Métallique	–	Revêtement
NOTE Dans le cas où un revêtement est appliqué pour fournir un blindage (DES) aux broches d'un connecteur, il convient qu'une étiquette d'avertissement pour les DES soit présente sur ce revêtement ou sur le matériel, à proximité du connecteur auquel le revêtement est appliqué.				
<sup>a</sup> Si la norme de (famille) de produit requiert de tester individuellement les broches d'un connecteur isolé, les décharges dans l'air doivent être appliquées.				

- e) les contacts de connecteurs ou les autres parties accessibles qui sont sensibles aux DES pour des raisons fonctionnelles et qui sont munies d'une étiquette d'avertissement pour les DES, par exemple des entrées RF de mesure, des fonctions de réception ou autres fonctions de communication.

*Justification:* De nombreux accès de connecteurs sont conçus pour supporter des informations à haute fréquence, analogiques ou numériques, et ne peuvent par conséquent pas être munis de dispositifs de protection suffisants contre les surtensions. Dans le cas de signaux analogiques, des filtres passe-bandes peuvent être une solution. Les diodes de protection contre les surtensions ont une trop grande capacité parasite pour être utiles aux fréquences auxquelles l'EST est prévu de fonctionner.

Dans tous les cas précédents, des procédures spéciales de réduction des DES sont recommandées, pour être fournies dans la documentation accompagnant le matériel.

La tension d'essai doit être augmentée progressivement depuis la valeur minimale jusqu'au niveau d'essai sélectionné, de manière à déterminer un seuil de non-fonctionnement (voir article 5). Le niveau d'essai final ne doit pas dépasser la valeur de l'amplitude figurant dans la norme de produit, pour éviter d'endommager le matériel.

L'essai doit être réalisé avec des décharges coup par coup. Au moins dix décharges de ce genre (dans la polarité à laquelle le matériel est le plus sensible) doivent être appliquées aux points présélectionnés.

Une valeur initiale de 1 s est recommandée pour l'intervalle de temps entre décharges successives. Des intervalles plus longs peuvent être nécessaires pour déterminer si une défaillance du système est survenue.

NOTE On pourra présélectionner les points sur lesquels les décharges devront être appliquées au moyen d'une exploration préalable au cours de laquelle on appliquera des décharges en rafale à la fréquence de 20 décharges ou plus par seconde.

Le générateur de DES doit être tenu perpendiculairement à la surface sur laquelle la décharge est appliquée. Cela améliore la reproductibilité des résultats d'essais.

Le câble de retour du courant de décharge du générateur doit être maintenu à une distance d'au moins 0,2 m de l'EST pendant que l'on applique la décharge.

*Dans le cas de décharges au contact*, la tête de l'électrode de décharge doit toucher l'EST avant que le commutateur de décharge ne soit actionné.

Dans le cas de surfaces peintes couvrant un substrat conducteur, on doit utiliser la procédure suivante:

Si le revêtement n'est pas déclaré par le constructeur comme étant isolant, la tête de décharge pointue du générateur doit pénétrer le revêtement de manière à établir le contact avec le substrat conducteur. Les revêtements déclarés isolants par le constructeur doivent être soumis à la décharge dans l'air. L'essai de décharge au contact ne doit pas être appliqué sur de telles surfaces.

*Dans le cas de décharges dans l'air*, la tête ronde de l'électrode de décharge doit être approchée aussi vite que possible (sans provoquer de dommages mécaniques) jusqu'à toucher l'EST. Après chaque décharge, le générateur de DES (électrode de décharge) doit être éloigné de l'EST. Le générateur est alors réenclenché pour une nouvelle décharge isolée. Cette procédure est répétée jusqu'à ce que les décharges soient terminées. Dans le cas de l'essai de décharge dans l'air, le commutateur de décharge qui est utilisé pour la décharge au contact doit être fermé.

### **8.3.2 Application indirecte des décharges**

Les décharges sur les objets placés ou installés près des EST doivent être simulées par application des décharges du générateur de DES à un plan de couplage, en mode de décharge au contact.

En plus de la procédure d'essais décrite au 8.3.1, les prescriptions décrites aux 8.3.2.1 et 8.3.2.2 doivent être respectées.

### 8.3.2.1 Plan horizontal de couplage (PCH) sous l'EST

La décharge doit être appliquée horizontalement sur la tranche du PCH.

Au moins 10 décharges isolées (dans la polarité à laquelle le matériel est le plus sensible) doivent être appliquées sur le bord avant de chaque PCH, en face du point milieu de chaque unité (si applicable) de l'EST et à 0,1 m de l'avant de l'EST. Le grand axe de l'électrode de décharge doit se trouver dans le plan du PCH et perpendiculairement à son bord avant au cours de la décharge.

L'électrode de décharge doit se trouver en contact avec la tranche du PCH (voir figure 5).

De plus, il convient de considérer que soient exposées à cet essai toutes les faces de l'EST.

### 8.3.2.2 Plan de couplage vertical

Un cycle d'au moins 10 décharges isolées (dans la polarité à laquelle le matériel est le plus sensible) doit être appliqué au centre de l'un des bords verticaux du plan de couplage (voir figures 5 et 6). Le plan de couplage, de dimensions 0,5 m × 0,5 m est placé parallèlement et positionné à une distance de 0,1 m de l'EST.

Les décharges sont appliquées au plan de couplage en des positions suffisamment différentes pour que les quatre côtés de l'EST soient complètement illuminés.

## 9 Evaluation des résultats d'essai

Les résultats d'essai doivent être classés en tenant compte de la perte de fonction ou de la dégradation du fonctionnement du matériel soumis à l'essai, par rapport à un niveau de fonctionnement défini par son constructeur ou par le demandeur de l'essai, ou en accord entre le constructeur et l'acheteur du produit. La classification recommandée est comme suit:

- a) fonctionnement normal dans les limites spécifiées par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- b) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du fonctionnement cessant après la disparition de la perturbation; le matériel soumis à l'essai retrouve alors son fonctionnement normal sans l'intervention d'un opérateur;
- c) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du fonctionnement nécessitant l'intervention d'un opérateur;
- d) perte de fonction ou dégradation du fonctionnement non récupérable, due à une avarie du matériel ou du logiciel, ou à une perte de données.

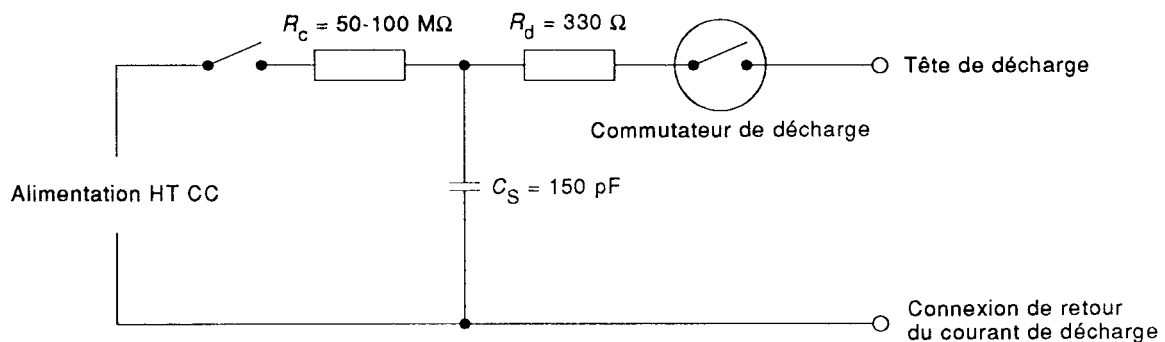
La spécification du constructeur peut définir des effets sur l'EST qui peuvent être considérés comme non significatifs et donc acceptables.

Cette classification peut être utilisée comme un guide pour l'élaboration des critères d'aptitude à la fonction, par les comités responsables pour les normes génériques, de produit et de famille de produits, ou comme un cadre pour l'accord sur les critères d'aptitude à la fonction entre le constructeur et l'acheteur, par exemple lorsque aucune norme générique, de produit ou de famille de produits appropriée n'existe.

## 10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir toutes les informations nécessaires pour reproduire l'essai. En particulier, ce qui suit doit être noté:

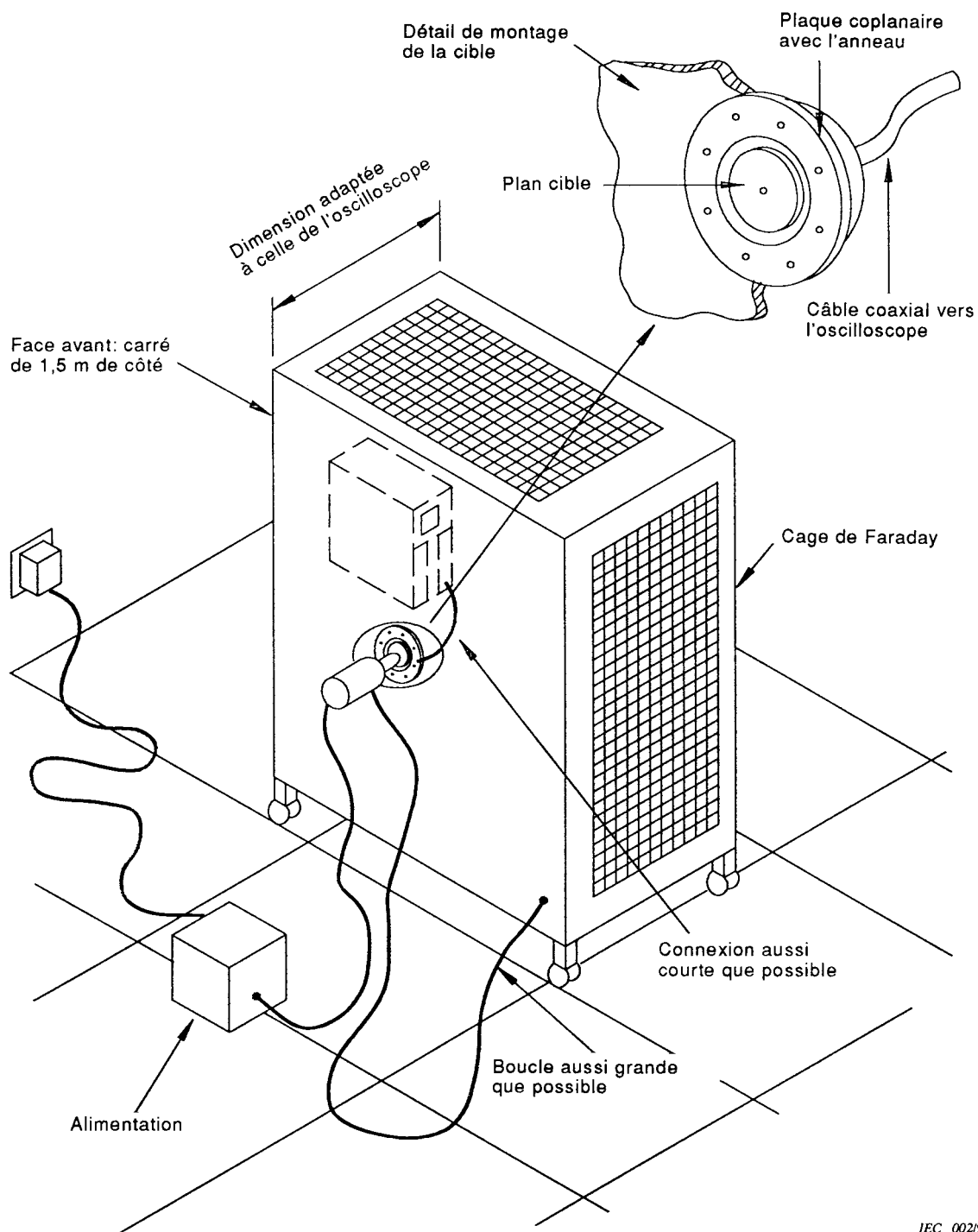
- les points spécifiés dans le plan d'essai requis à l'article 8 de la présente norme;
- l'identification de l'EST et de tous les matériels associés, par exemple marque, type, numéro de série;
- l'identification des matériels d'essai, par exemple marque, type, numéro de série;
- toutes les conditions d'environnement spéciales dans lesquelles l'essai a été réalisé, par exemple enceinte blindée;
- toutes les conditions spécifiques nécessaires pour permettre la réalisation de l'essai;
- le niveau de fonctionnement défini par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits;
- tous les effets observés sur l'EST pendant ou après l'application de la perturbation, et la durée pendant laquelle ces effets ont persisté;
- la justification de la décision succès/échec (basée sur le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits, ou dans l'accord entre le constructeur et l'acheteur);
- toutes les conditions spécifiques d'utilisation, par exemple longueur ou type de câble, blindage ou raccordement à la terre, ou les conditions de fonctionnement de l'EST, qui sont requises pour assurer la conformité.



IEC 001/95

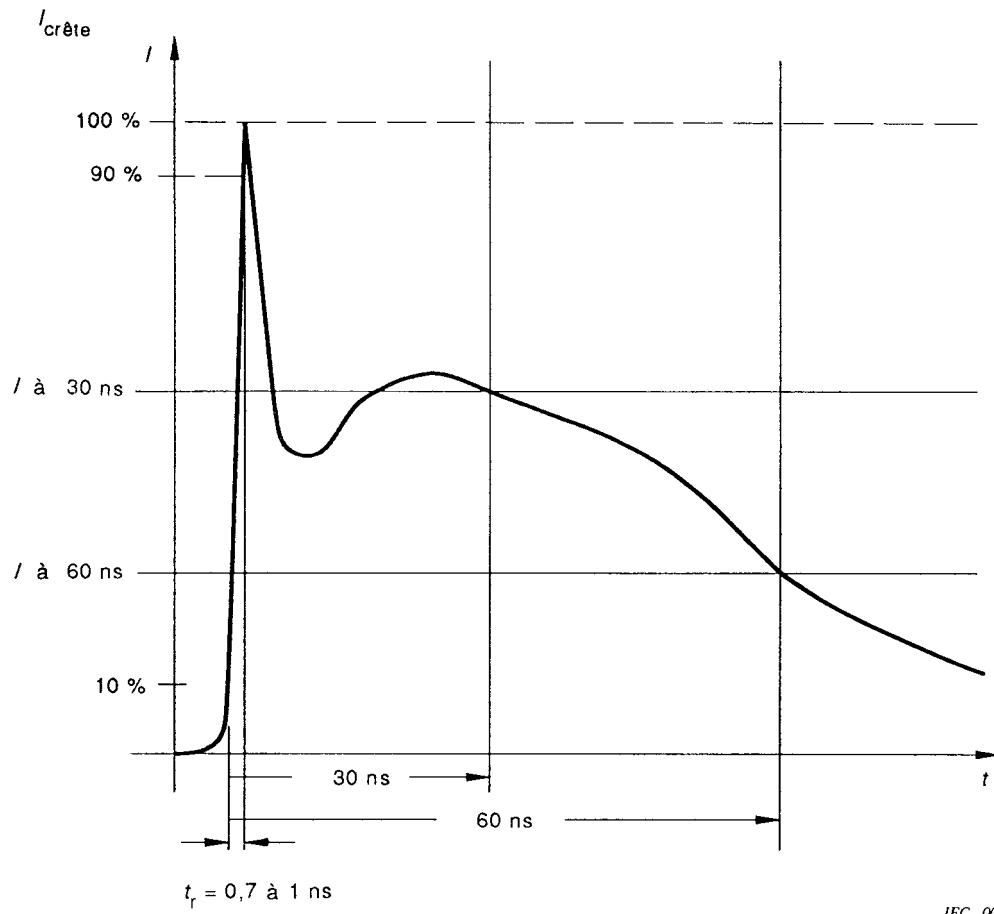
NOTE  $C_d$ , qui ne figure pas sur le schéma, est une capacité répartie qui existe entre le générateur et l'EST, le plan de terre de référence (GRP) et les plans de couplage. Il n'est pas possible de représenter la capacité dans le circuit puisqu'elle est répartie sur l'ensemble du générateur.

**Figure 1 – Schéma simplifié du générateur de DES**



IEC 002/95

**Figure 2 – Exemple d'installation d'essai pour la vérification des performances du générateur de DES**



IEC 003/95

Les valeurs sont données dans le tableau 2.

**Figure 3 – Forme d'onde typique du courant de sortie du générateur de DES**

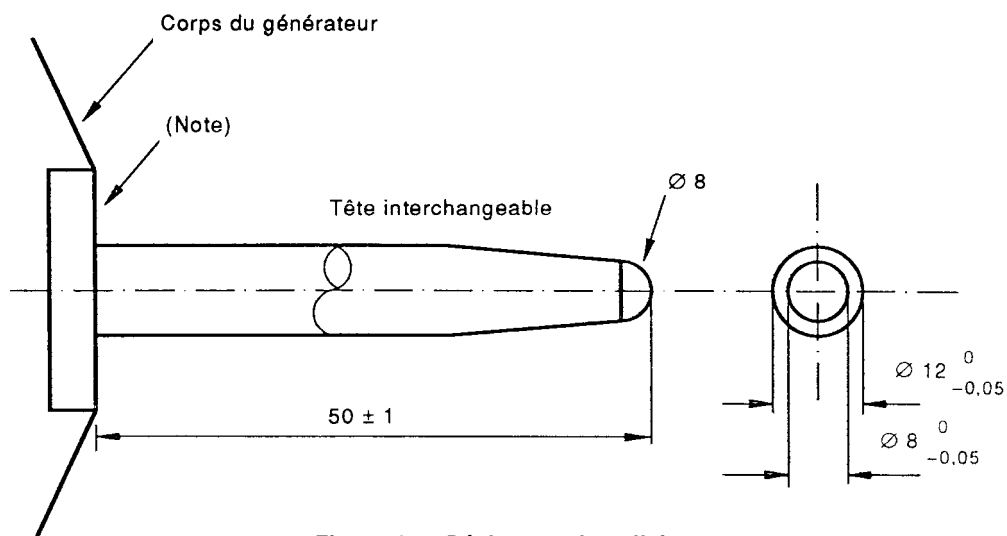


Figure 4a – Décharges dans l'air

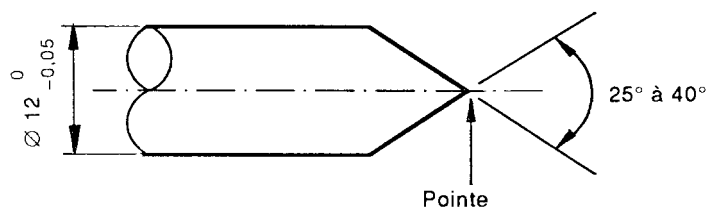


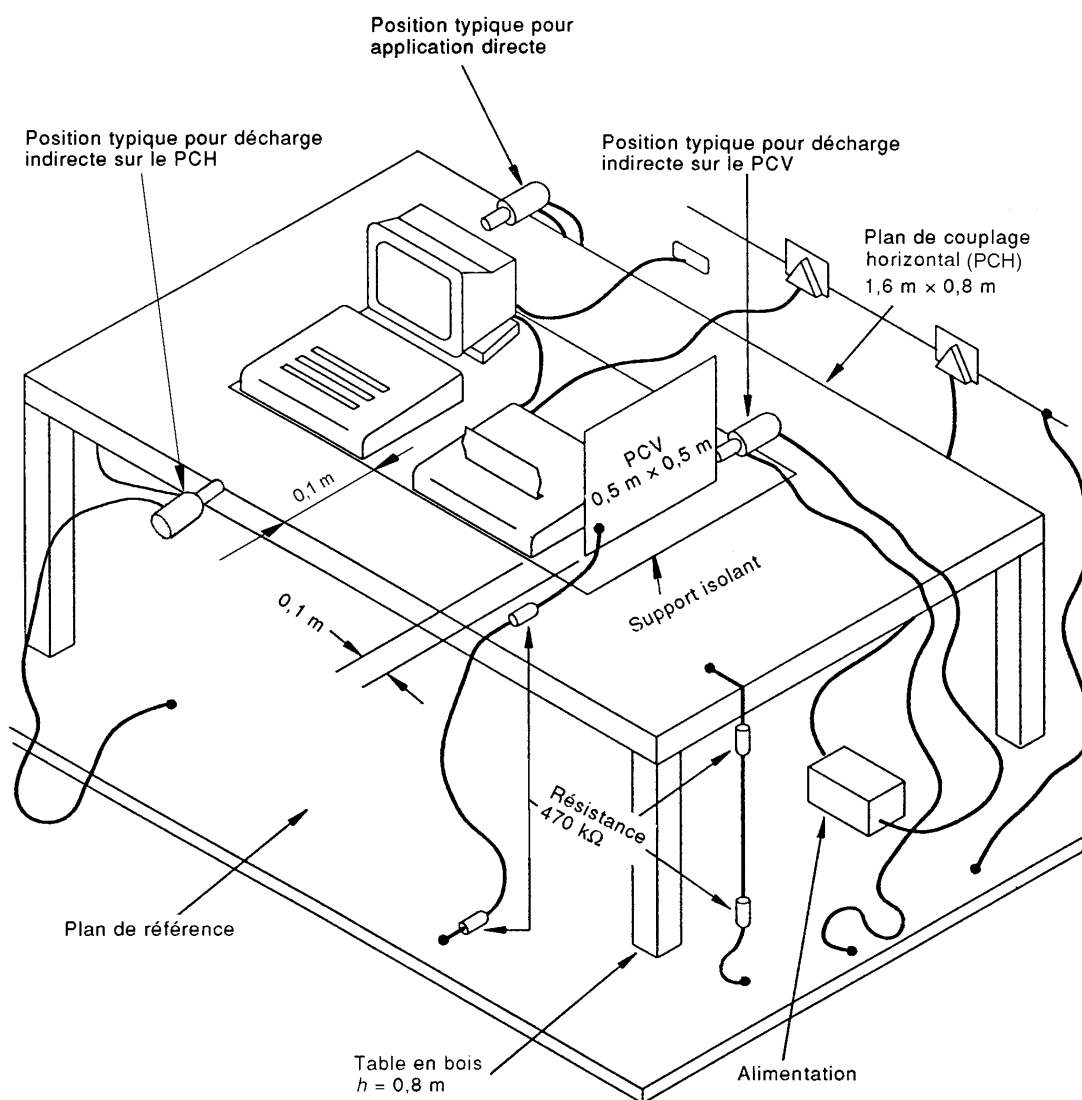
Figure 4b – Décharges au contact

IEC 004195

*Dimensions en millimètres*

NOTE Le commutateur de décharge (par exemple relais à vide) doit être monté aussi près que possible de la tête de l'électrode de décharge.

Figure 4 – Electrodes de décharge du générateur de DES

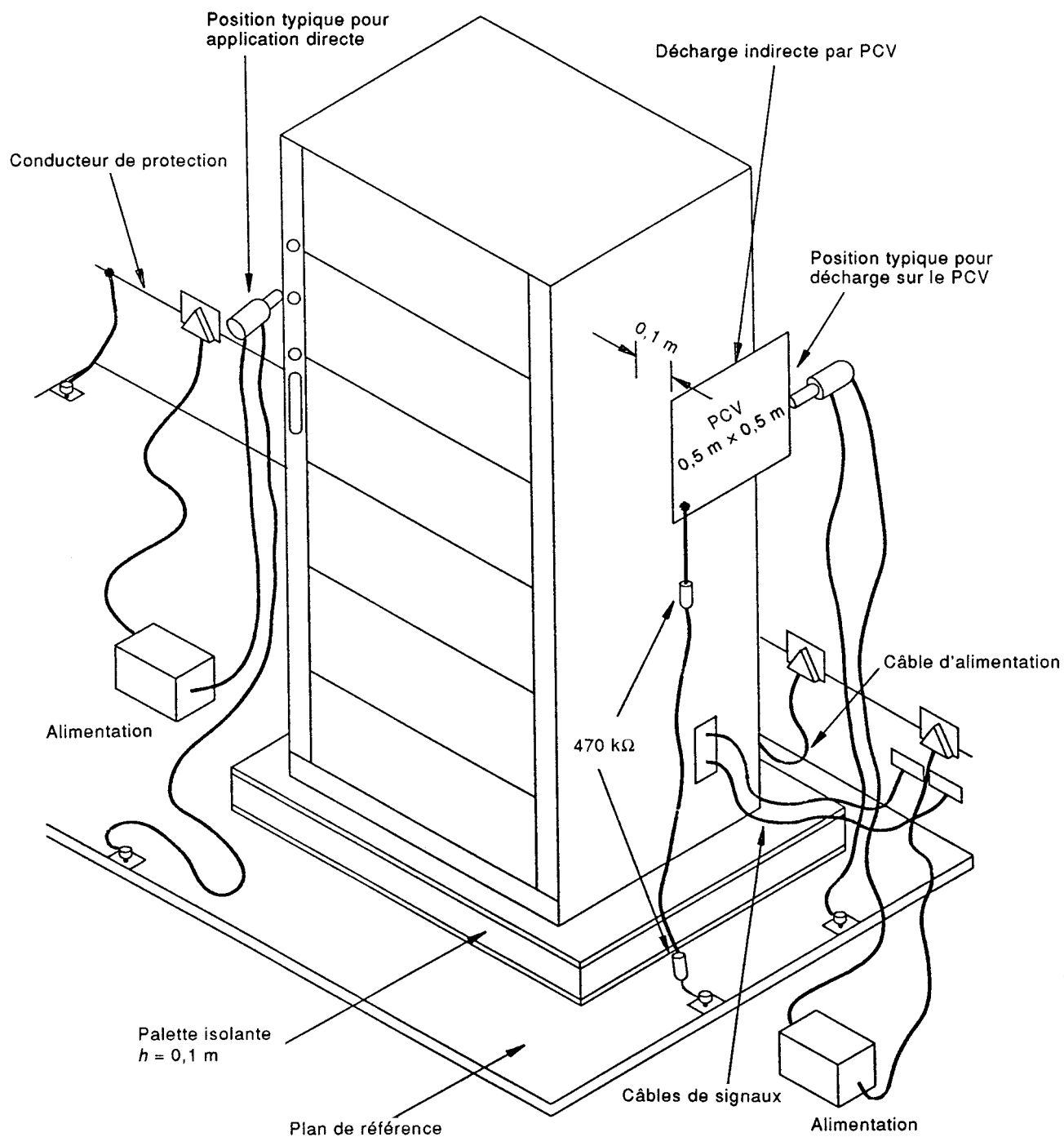


IEC 063/98

Dimensions en mètres

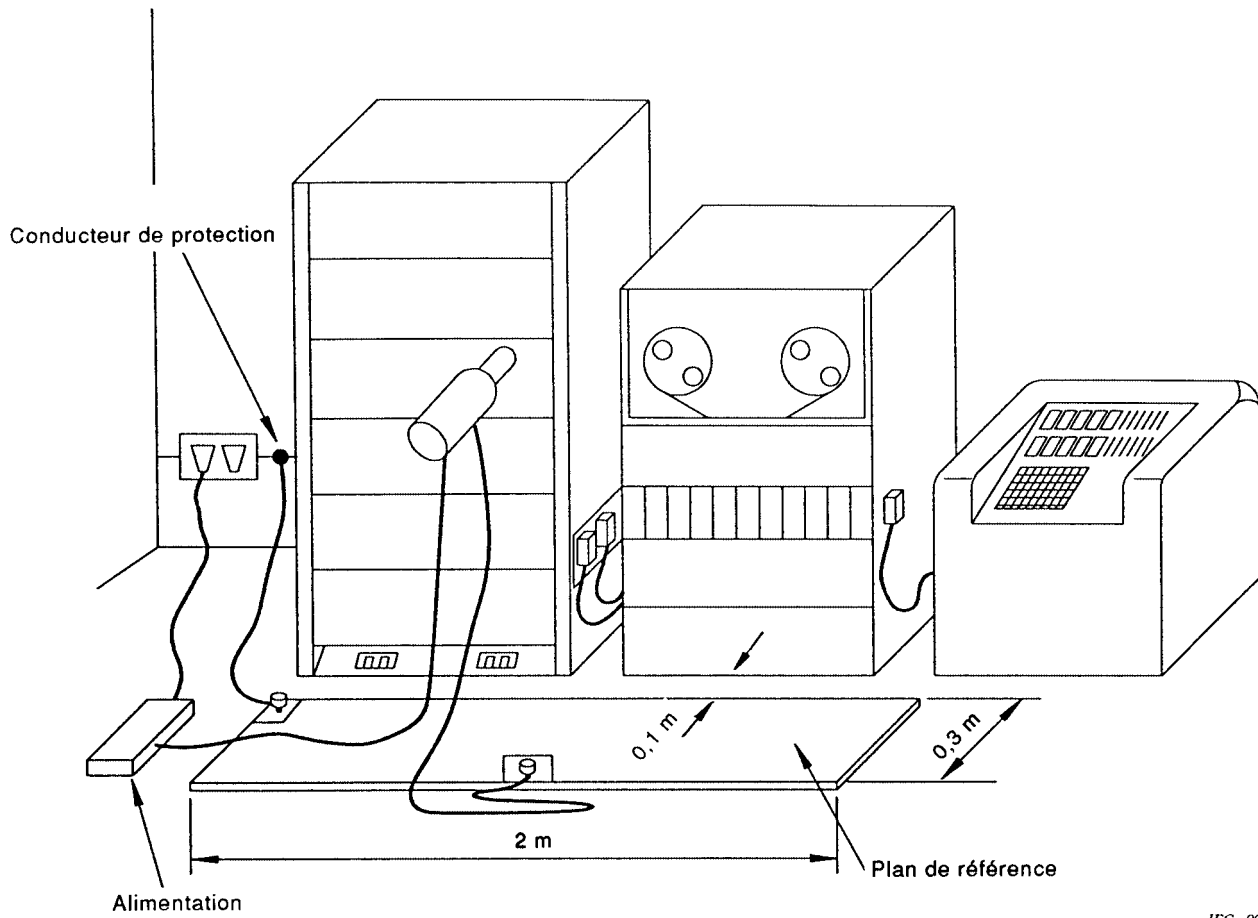
**Figure 5 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table – Essais en laboratoire**





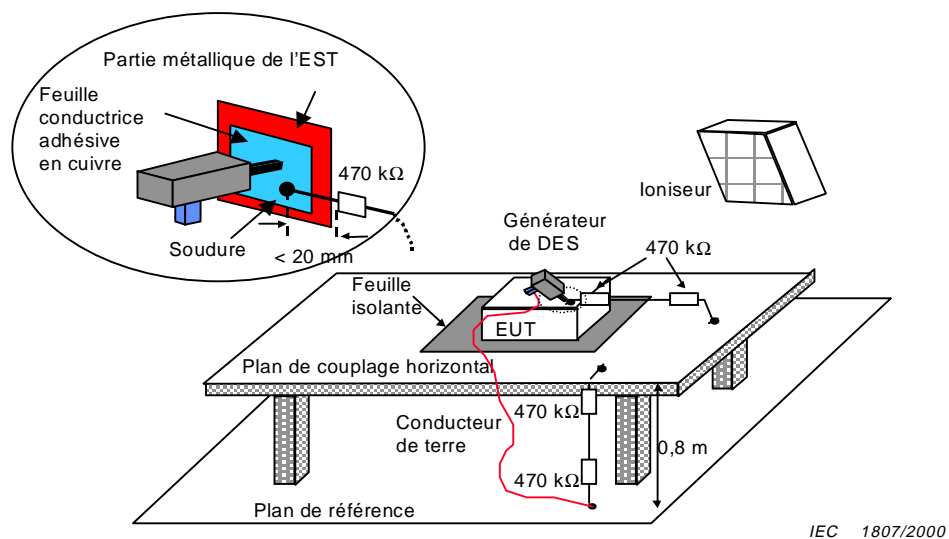
IEC 006/95

**Figure 6 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol, essais en laboratoire**

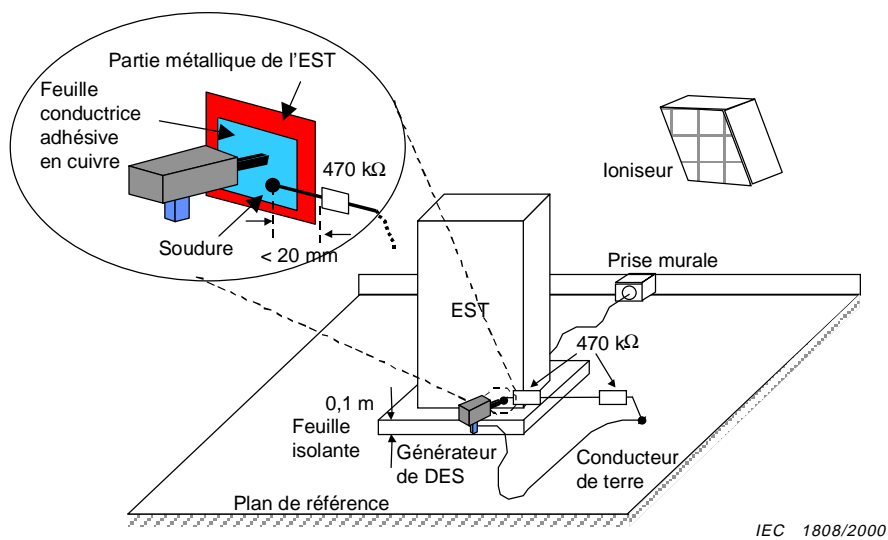


IEC 007/95

**Figure 7 – Exemple d'installation d'essai pour matériels posés au sol,  
matériels installés**



**Figure 8 – Installation d'essai pour un matériel de table non raccordé à la terre**



**Figure 9 – Installation d'essai pour un matériel posé sur le sol, non raccordé à la terre**

## **Annexe A** (informative)

### **Notes explicatives**

#### **A.1 Considérations générales**

Le problème de la protection des matériels contre les décharges d'électricité statique a pris une importance considérable pour les constructeurs et les utilisateurs.

L'utilisation intensive de composants micro-électroniques a accentué la nécessité de définir les aspects du problème et de chercher une solution permettant d'augmenter la fiabilité des systèmes et des produits.

Le problème de l'accumulation de l'électricité statique et des décharges qui en résultent devient plus critique dans les environnements non contrôlés et dans le cas d'une utilisation étendue de matériels et de systèmes dans le large éventail des sites industriels.

Le matériel peut également être soumis à des énergies électromagnétiques chaque fois que des décharges se produisent entre les opérateurs et les objets voisins. De plus, des décharges peuvent se produire entre des objets métalliques, comme les tables et les chaises, situés à proximité du matériel. Cependant, d'après les informations partielles dont on dispose aujourd'hui, on considère que les essais décrits dans la présente partie de la norme permettent de simuler de manière adéquate les effets de ce phénomène. Cet aspect doit faire l'objet d'investigations qui pourront conduire à une modification de la présente partie.

L'effet de la décharge d'un opérateur peut être un simple mauvais fonctionnement du matériel ou bien une détérioration de composants électroniques. Les effets prédominants sont fonctions des paramètres du courant de décharge (temps de montée, durée, etc.).

La connaissance du problème et la nécessité d'avoir un outil pour empêcher les effets indésirables dus à la décharge de l'électricité statique sur les matériels ont amorcé le développement d'une procédure d'essai normalisée, décrite dans la présente norme.

#### **A.2 Influence des conditions d'environnement sur les niveaux de charge**

L'apparition de charges électrostatiques est particulièrement favorisée par la combinaison de tissus synthétiques et d'une atmosphère sèche. Il existe de nombreuses variantes possibles dans le processus de charge. Une situation courante est celle d'un opérateur qui marche sur une moquette et qui, à chaque pas, échange des électrons entre son corps et le tissu. Le frottement entre les vêtements d'un opérateur et sa chaise peut aussi produire un échange de charges. Le corps de l'opérateur peut être chargé soit directement, soit par induction électrostatique. Dans ce dernier cas, une moquette conductrice ne fournira aucune protection à moins que l'opérateur ne soit correctement relié à la terre.

La représentation graphique de la figure A.1 montre les valeurs de tension auxquelles différents tissus peuvent être chargés en fonction de l'humidité relative de l'atmosphère.

Le matériel peut être soumis directement à des décharges ayant des valeurs de tension atteignant plusieurs kilovolts, et ce en fonction du type des tissus synthétiques et de l'humidité relative de l'environnement.

### A.3 Relation entre les niveaux d'environnement et les décharges au contact et dans l'air

Les niveaux de tension électrostatique déterminés dans les environnements d'utilisation ont été utilisés comme grandeur mesurable pour définir les exigences d'immunité. Cependant, il a été montré que le transfert d'énergie était une fonction du courant de décharge plutôt que (ou tout autant que) de la tension électrostatique existant avant la décharge. De plus, on a constaté que le courant de décharge était typiquement moins que proportionnel à la tension de prédécharge dans les gammes de niveaux plus élevés.

Les raisons possibles que l'on peut suggérer pour cette relation de non-proportionnalité entre la tension de prédécharge et le courant de décharge sont les suivantes:

- La décharge de charges à tension élevée doit se produire typiquement le long d'un arc long, ce qui augmente le temps de montée, et en conséquence les composantes spectrales élevées du courant de décharge varient moins que proportionnellement à la tension de prédécharge.
- Les niveaux élevés de tension se développent probablement plus dans une petite capacité, à supposer que la quantité de charge soit constante pour un événement typique de génération de charge. A l'inverse, les tensions de charge élevées dans de fortes capacités nécessiteraient un certain nombre d'événements de génération successifs qui ont moins de chances de se produire. Cela signifie que l'énergie de charge tend à devenir constante entre les tensions de charge élevées trouvées dans l'environnement d'utilisation.

En conclusion, on peut dire que les exigences d'immunité pour un environnement d'utilisation donné doivent être définies en termes d'amplitudes du courant de décharge.

Ce concept une fois admis, la conception du matériel d'essais est facilitée. Les compromis lors du choix de la tension de charge et de l'impédance de décharge du matériel d'essai peuvent être appliqués de manière à obtenir les amplitudes de courant de décharge désirées.

### A.4 Choix des niveaux d'essais

Il est recommandé de choisir les niveaux d'essais en fonction des conditions d'environnement et d'installation les plus réalistes. Des conseils sont donnés au tableau A.1.

**Tableau A.1 – Conseils pour le choix des niveaux d'essais**

Classe	Humidité relative pouvant descendre jusqu'à %	Matériaux antistatiques	Matériaux synthétiques	Tension maximale kV
1	35	x		2
2	10	x		4
3	50		x	8
4	10		x	15

Les classes recommandées pour l'environnement et l'installation correspondent aux niveaux d'essais délimités à l'article 5 de la présente norme.

Pour certains matériaux, par exemple le bois, le ciment et la céramique, le niveau probable n'excède pas 2.

NOTE Il est important, lors du choix du niveau approprié d'essai pour un environnement particulier, de comprendre les paramètres critiques de l'effet de DES.

Le paramètre le plus critique est probablement la vitesse de variation du courant de décharge, qui peut être obtenue à l'aide d'une variété de combinaisons de tensions de charge, de courants de décharge crête et de temps de montée.

Par exemple, la contrainte de DES exigée pour l'environnement des matériaux synthétiques à 15 kV est couverte plus que largement par l'essai à 8 kV/30 A classe 4 en utilisant une décharge au contact, avec le générateur de DES défini dans la présente norme.

Cependant dans un environnement sec avec des matériaux synthétiques, des tensions supérieures à 15 kV peuvent apparaître.

Lorsque le matériel d'essai a des surfaces isolantes, on peut utiliser la méthode de décharge dans l'air avec des tensions allant jusqu'à 15 kV.

## A.5 Choix des points d'essai

Les points d'essai à considérer peuvent, par exemple, comprendre les emplacements suivants lorsque cela est applicable:

- points situés sur des sections métalliques d'armoire isolées par rapport au sol;
- tout point de la zone de commande ou du clavier et tout point relatif à la communication homme-machine, tel que commutateurs, boutons et autres zones accessibles par l'opérateur;
- indicateurs, DEL, fentes, grilles, capots de bornes, etc.

## A.6 Raisons techniques de l'utilisation de la méthode de décharge au contact

D'une manière générale, la reproductibilité de l'ancienne méthode d'essai (décharge dans l'air) était influencée par, entre autres, la vitesse d'approche de la tête de décharge, l'humidité et la construction du matériel d'essai, ce qui pouvait conduire à des variations du temps de montée du front et de l'amplitude du courant de décharge.

Dans les appareils d'essai de DES utilisés précédemment, le phénomène de DES était simulé par la décharge sur l'EST d'une capacité préalablement chargée, au travers d'une tête de décharge, celle-ci formant un éclateur avec la surface de l'EST.

En fait l'étincelle est un phénomène physique très compliqué. Des expériences ont montré qu'en utilisant une distance de décharge évolutive, on faisait varier le courant de décharge entre moins de 1 ns et plus de 20 ns, lorsque la vitesse d'approche variait.

Une vitesse d'approche constante ne donne pas nécessairement un temps de montée constant. Pour certaines combinaisons tension/vitesse, le temps de montée varie dans un rapport pouvant aller jusqu'à 30.

Une méthode proposée pour stabiliser le temps de montée consiste à utiliser une distance de décharge fixée mécaniquement. Bien que cette méthode permette de stabiliser le temps de montée, elle ne peut être recommandée car le temps de montée obtenu est beaucoup plus long que le temps de montée de l'événement naturel simulé.

Les composantes à hautes fréquences de la DES réelle ne peuvent être reproduites par cette méthode. Une autre possibilité consiste à utiliser divers types de dispositifs de déclenchement (par exemple, tubes à gaz ou thyratrons) à la place de l'étincelle, mais ces types de dispositifs de déclenchement donnent des temps de montée qui sont encore inférieurs aux temps de montée de la DES réelle.

Le seul dispositif de déclenchement connu aujourd'hui, qui soit capable de produire des courants de décharge rapides et répétés est le relais. Celui-ci doit avoir une tension de tenue suffisante et un contact isolé (pour éviter des décharges doubles dans la partie montante). Pour des tensions plus élevées, on peut utiliser profitablement des relais à vide. L'expérience montre que l'utilisation de relais comme dispositifs de déclenchement permet d'obtenir non seulement des formes de front plus reproductibles dans la partie montante, mais aussi des résultats d'essais plus reproductibles avec des EST réels.

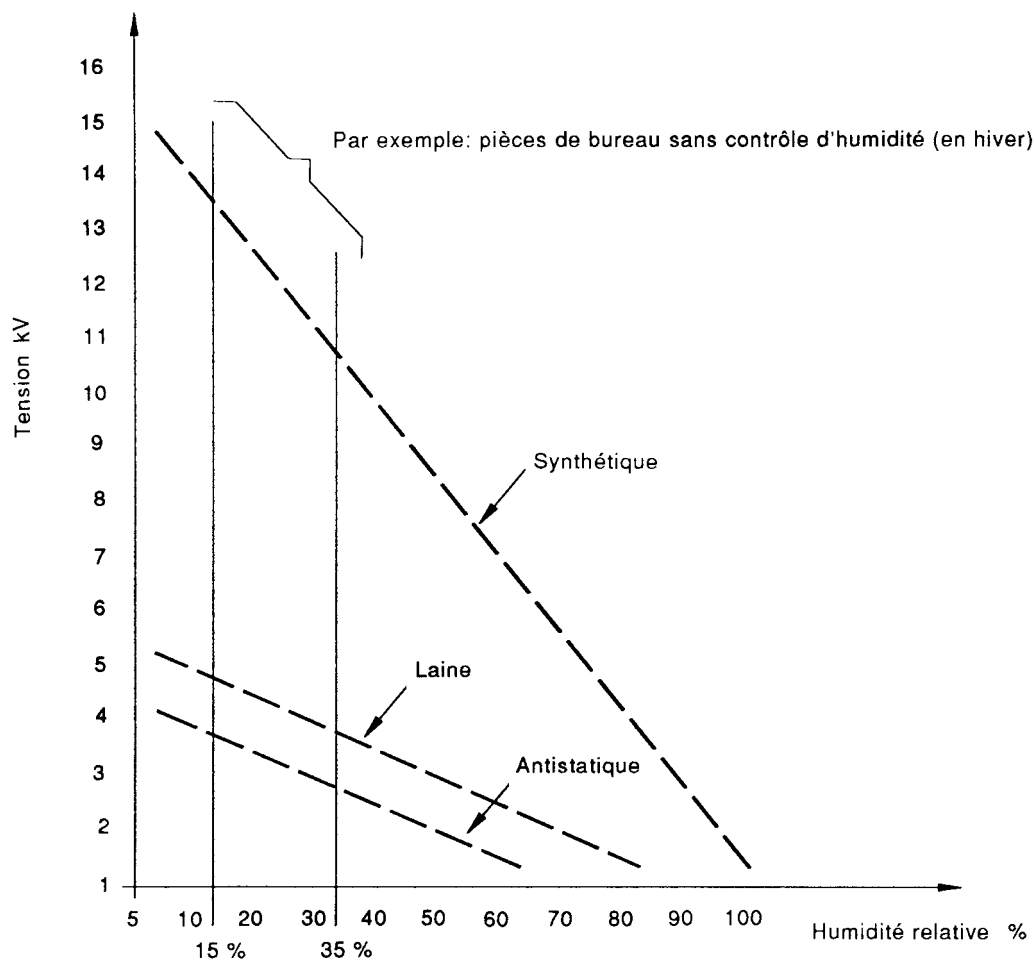
En conséquence, le matériel d'essai d'impulsions commandé par relais permet d'obtenir une impulsion de courant spécifiée (en amplitude et en temps de montée).

Ce courant est relié à la tension réelle de DES, comme cela est décrit à l'article A.3 ci-dessus.

#### **A.7 Choix des éléments pour le générateur de DES**

On doit utiliser un condensateur d'accumulation qui soit représentatif de la capacité du corps humain. On a déterminé qu'une valeur de 150 pF était adaptée à cet effet.

Une résistance de 330  $\Omega$  a été choisie pour représenter la résistance source d'un homme tenant un objet métallique tel qu'une clé ou un outil. On a montré que cette situation de décharge via un objet métallique était suffisamment sévère pour représenter toutes les décharges dues à un corps humain pouvant se produire sur site.



IEC 008/95

**Figure A.1 – Valeurs maximales des tensions électrostatiques auxquelles les opérateurs peuvent être chargés lorsqu'ils sont en contact avec les matériaux mentionnés à l'article A.2**



## **Annexe B** (informative)

### **Détails de construction**

#### **B.1 Détecteur de courant**

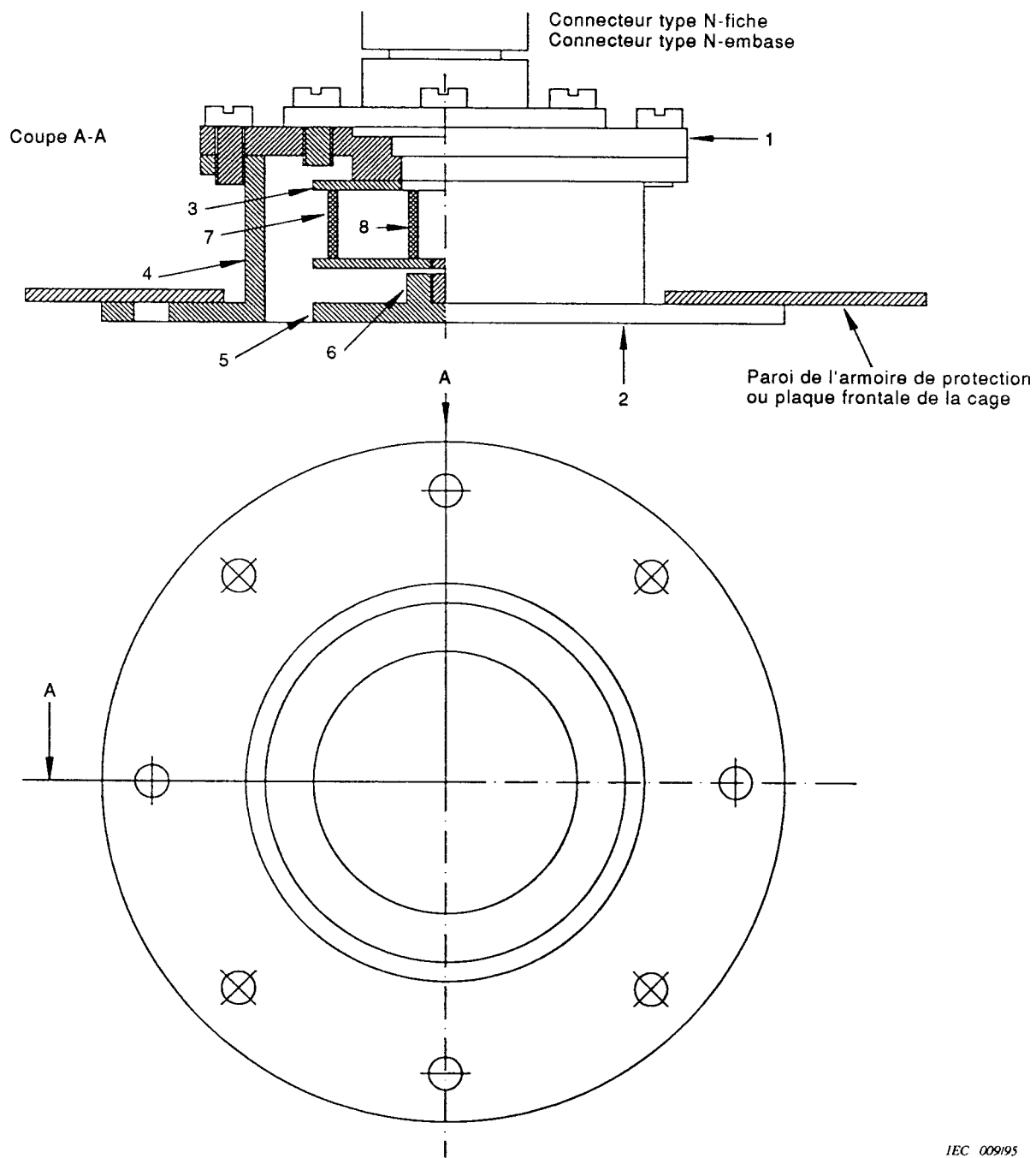
Les détails de construction d'un type possible de détecteur de courant sont donnés dans les figures B.1 à B.7 ci-après.

Il y a lieu de suivre la séquence d'assemblage suivante:

- 1) Souder les 25 résistances de charge «7» ( $51\ \Omega$ , 5 %, 0,25 W) sur le disque «3» côté sortie et araser les bornes soudées.
- 2) Souder les 5 résistances d'adaptation «8» ( $240\ \Omega$ , 5 %, 0,25 W) suivant une disposition pentagonale sur le connecteur de sortie, connecteur coaxial de type N.
- 3) Assembler le disque «3» côté sortie, complet avec les résistances de charge, sur la collerette du connecteur de sortie «1» avec 3 vis M2,5 à tête cylindrique à dépouille de 6,5 mm de long.
- 4) Assembler le connecteur de sortie, complet avec les résistances d'adaptation, «8» sur la collerette du connecteur de sortie «1» à l'aide de 4 vis M3.
- 5) Souder le disque d'entrée «4» avec le support d'électrode «6» vissé et soudé, sur le groupe des résistances de charge et d'adaptation. Araser les bornes soudées.
- 6) Visser le disque plat d'électrode «5» sur le support vissé de l'électrode «6», puis assembler le support de fixation «2» au moyen de 8 vis M3 à tête cylindrique à dépouille de 6,5 mm de long.

#### **B.2 Sonde inductive de courant**

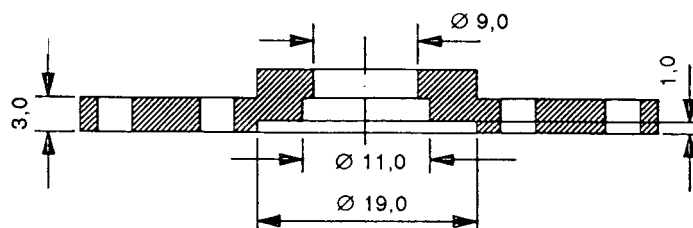
La description et les détails de construction sont à l'étude.



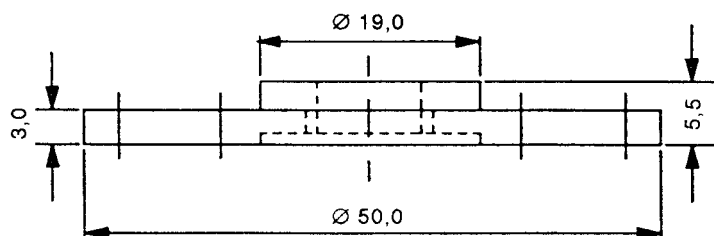
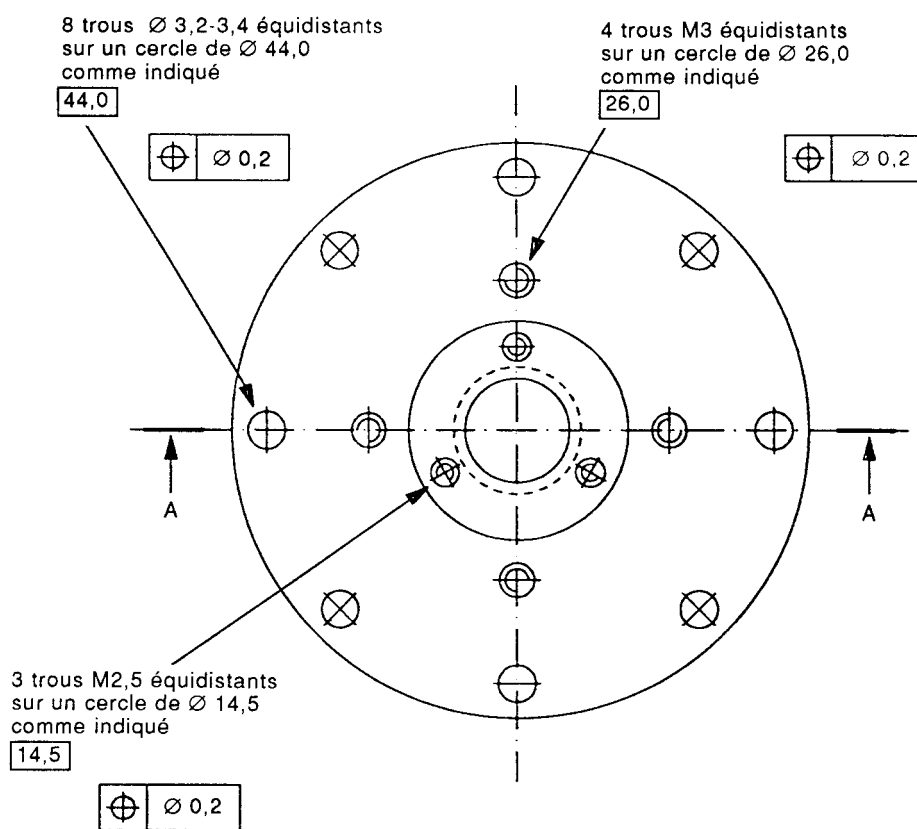
IEC 009/95

Pièce	Nb	Boulons	Nb
1	1	M3 PAN HD SC × 6,5 mm LG	12
2	1		
3	1		
4	1		
5	1	M2,5 PAN HD SC × 5,0 mm LG	3
6	1		
7	25	Résistance 51 Ω	
8	5	Résistance 240 Ω	

Figure B.1 – Détails de construction de la charge résistive



Section A-A

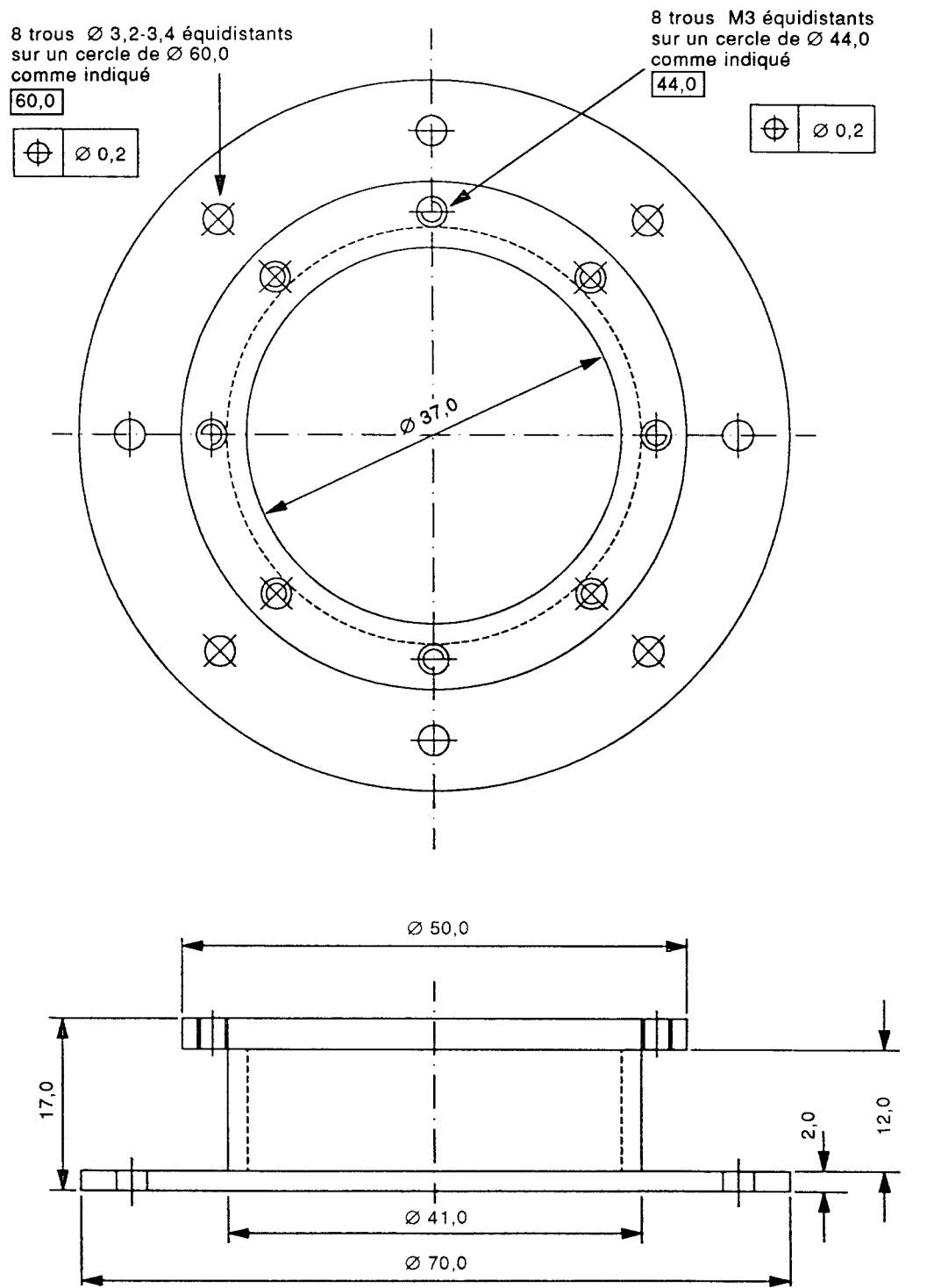


IEC 010/95

Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

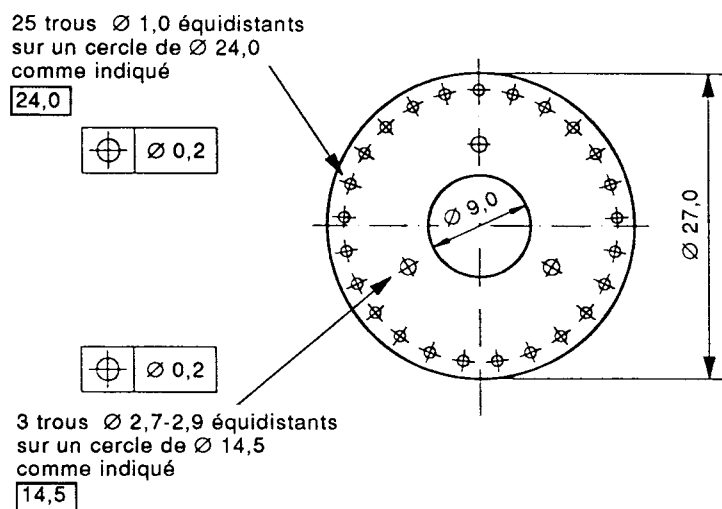
Figure B.2



Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

Figure B.3

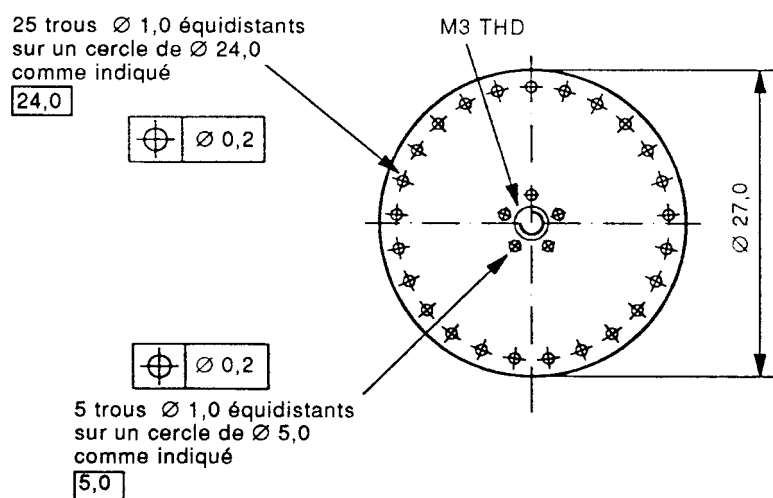


IEC 012/95

Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent de 1 mm d'épaisseur

Figure B.4

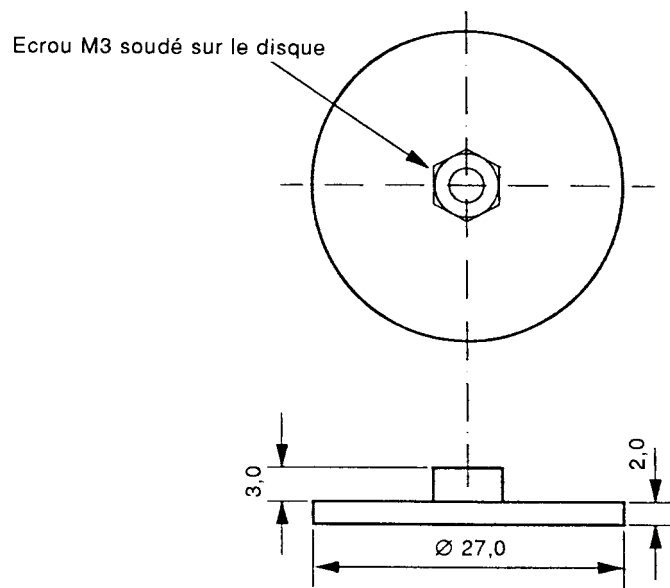


IEC 013/95

Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent de 1 mm d'épaisseur

Figure B.5

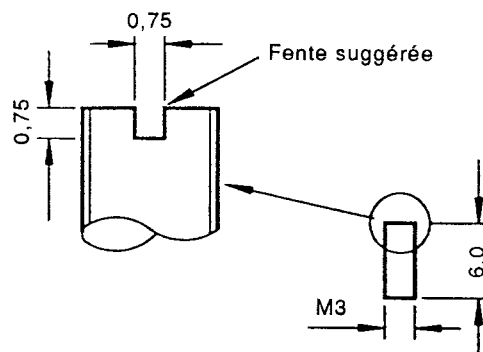


IEC 014/95

Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

**Figure B.6**



IEC 015/95

Dimensions en millimètres

Matériau et finition: cuivre ou laiton plaqué argent

**Figure B.7**