

**Appareils de traitement de l'information -
Caractéristiques des perturbations radioélectriques -
Limites et méthodes de mesure
(CISPR 22:2008, modifiée)**

Einrichtungen der Informationstechnik -
Funkstöreigenschaften -
Grenzwerte und Messverfahren
(CISPR 22:2008, modifiziert)

Information technology equipment -
Radio disturbance characteristics -
Limits and methods of measurement
(CISPR 22:2008, modified)



La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2010-12-01. Les membres du 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 Secrétariat Central ou auprès des membres du 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 CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont 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 Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

CENELEC

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization

Management Centre: Avenue Marnix 17, B - 1000 Bruxelles

Avant-propos

Le texte de la Norme Internationale CISPR 22:2008, établi par le SC I du CISPR, "Compatibilité Electromagnétique des appareils de traitement de l'information, appareils multimédias et récepteurs", ainsi que les modifications communes établies par le Comité Technique TC 210 du CENELEC, "Compatibilité Electromagnétique (CEM)", a été soumis à la Procédure d'Acceptation Unique UAP et a été approuvé par le CENELEC comme EN 55022 le 2010-12-01.

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. CEN et CENELEC ne sauraient être tenus pour responsables de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Le présent document remplace la EN 55022:2006 + A1:2007 + FprA2:2009.

Les dates suivantes ont été fixées :

- date limite à laquelle la EN doit être mise en application
au niveau national par publication d'une norme
nationale identique ou par entérinement (dop) 2011-12-01
- date limite à laquelle les normes nationales
conflictuelles doivent être annulées (dow) 2013-12-01

La présente Norme Européenne a été établie dans le cadre d'un mandat confié au CENELEC par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange et couvre les exigences essentielles des Directives CE 2004/108/CE et 1999/5/CE. Voir l'Annexe ZZ.

Les Annexes ZA et ZZ ont été ajoutées par le CENELEC.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	2
INTRODUCTION	7
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	9
4 Classification des ATI	11
4.1 Appareils de classe B	11
4.2 Appareils de classe A	11
5 Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication	12
5.1 Limites de la tension perturbatrice aux bornes d'alimentation	12
5.2 Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication	12
6 Limites des perturbations rayonnées	13
6.1 Limites en dessous de 1 GHz	13
6.2 Limites au-dessus de 1 GHz	14
7 Interprétation des limites des perturbations radioélectriques spécifiées par le CISPR	15
7.1 Signification d'une limite spécifiée par le CISPR	15
7.2 Application des limites pour les essais de conformité des appareils produits en série	15
8 Conditions générales de mesure	16
8.1 Bruit ambiant	16
8.2 Disposition générale	16
8.3 Disposition de l'appareil en essai	19
8.4 Fonctionnement de l'appareil en essai	21
9 Méthode de mesure des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication	22
9.1 Détecteurs de mesure	22
9.2 Récepteurs de mesure	23
9.3 Réseau fictif d'alimentation	23
9.4 Plan de masse de référence	23
9.5 Disposition de l'appareil en essai	23
9.6 Mesure des perturbations aux accès de télécommunication	26
9.7 Enregistrement des mesures	30
10 Méthode de mesure des perturbations rayonnées	30
10.1 Détecteurs de mesure	30
10.2 Récepteur de mesure en dessous de 1 GHz	30
10.3 Antenne en dessous de 1 GHz	30
10.4 Emplacement d'essai pour les mesures en dessous de 1 GHz	31

10.5	Disposition de l'appareil en essai en dessous de 1 GHz	32
10.6	Mesure des émissions rayonnées au-dessus de 1 GHz	32
10.7	Enregistrement des mesures	33
10.8	Mesure en présence de signaux ambiants élevés	33
10.9	Essai sur les lieux d'utilisation	33
11	Incertitude de mesure	34
Annexe A (normative)	Mesures d'atténuation pour d'autres emplacements possibles	44
Annexe B (normative)	Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête	50
Annexe C (normative)	Configurations d'essai possibles pour la mesure des perturbations de mode commun	51
Annexe D (informative)	Schémas de principe d'exemples de réseaux de stabilisation d'impédance (RSI)	58
Annexe E (informative)	Paramètres des signaux aux accès de télécommunication	67
Annexe F (informative)	Justifications relatives aux mesures des perturbations et leurs méthodes sur les accès de télécommunication	70
Annexe ZA (normative)	Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes	80
Annexe ZZ (informative)	Couverture des exigences essentielles des Directives CE	82
Bibliographie	83
Figure 1	– Emplacement d'essai	34
Figure 2	– Caractéristiques minimales d'un autre emplacement d'essai	35
Figure 3	– Dimensions minimales du plan de masse métallique	35
Figure 4	– Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (émissions conduites et rayonnées) (vue de dessus)	36
Figure 5	– Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 1a)	37
Figure 6	– Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 1b)	37
Figure 7	– Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 2)	38
Figure 8	– Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions conduites)	39
Figure 9	– Exemple de disposition d'essai pour combinaisons d'appareils (mesure d'émissions conduites)	40
Figure 10	– Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions rayonnées)	40
Figure 11	– Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions rayonnées)	41
Figure 12	– Exemple de disposition d'essai pour appareils disposés à même le sol avec support vertical et câbles aériens (mesure d'émissions rayonnées et conduites)	42

Figure 13 – Exemple de disposition d'essai pour combinaisons d'appareils (mesure d'émissions rayonnées).....	43
Figure A.1 – Positions typiques d'antenne pour les mesures d'ANE d'autres emplacements d'essai.....	47
Figure A.2 – Positions des antennes pour les mesures d'autres emplacements d'essai pour le volume minimal recommandé.....	48
Figure B.1 – Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête.....	50
Figure C.1 – Utilisation du RCD décrit dans la CEI 61000-4-6 en tant que RCD/RSI.....	52
Figure C.2 – Utilisation d'une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage («RCD/RSI sur site»).....	53
Figure C.3 – Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive avec un EUT posé sur table.....	54
Figure C.4 – Dispositif d'étalonnage.....	56
Figure C.5 – Logigramme pour la sélection de la méthode d'essai.....	57
Figure D.1 – RSI pour une paire symétrique non blindée.....	58
Figure D.2 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) élevé pour une ou deux paires symétriques non blindées.....	59
Figure D.3 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) élevé pour une, deux, trois ou quatre paires symétriques non blindées.....	60
Figure D.4 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour deux paires symétriques non blindées.....	61
Figure D.5 – RSI pour deux paires symétriques non blindées.....	62
Figure D.6 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour quatre paires symétriques non blindées.....	63
Figure D.7 – RSI pour quatre paires symétriques non blindées.....	64
Figure D.8 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire d'un conducteur central isolé et d'un conducteur extérieur (blindage) isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite).....	64
Figure D.9 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un câble coaxial miniature (miniature semi-rigide avec conducteur extérieur en cuivre plein ou miniature avec conducteur extérieur à double tresse) enroulé sur des tores de ferrite.....	65
Figure D.10 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire des fils de signaux isolés et du fil de blindage isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite).....	65
Figure D.11 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance de mode commun constituée en enroulant un câble blindé multi-conducteurs sur des tores de ferrite.....	66
Figure F.1 – Circuit de base pour la considération des limites avec une impédance TCM définie de 150 Ω	73
Figure F.2 – Circuit de base pour la mesure avec une impédance TCM inconnue.....	73
Figure F.3 – Montage d'impédance des composants utilisés à la Figure C.2.....	75
Figure F.4 – Montage d'essai de base pour mesurer l'impédance combinée de la charge de 150 Ω et des ferrites.....	76

Tableau 1 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe A	12
Tableau 2 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe B	12
Tableau 3 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe A.....	13
Tableau 4 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe B.....	13
Tableau 5 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe A	13
Tableau 6 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe B	14
Tableau 7 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe A à une distance de mesure de 3 m	14
Tableau 8 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe B à une distance de mesure de 3 m	14
Tableau 9 – Acronymes utilisés dans les figures	34
Tableau A.1 – Atténuation normalisée de l'emplacement (A_N (dB)) pour les géométries recommandées avec des antennes à large bande.....	46
Tableau F.1 – Résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites à l'Annexe C	71

INTRODUCTION

Le domaine d'application a été étendu à l'ensemble du spectre radioélectrique de 9 kHz à 400 GHz, mais les limites ne sont spécifiées que sur une partie de ce spectre. Ceci a été considéré comme suffisant pour définir des niveaux d'émission convenables afin de protéger la radiodiffusion et les autres services de télécommunication et afin de permettre aux autres appareils de fonctionner comme prévu lorsqu'ils sont placés à une distance raisonnable.

APPAREILS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION – CARACTÉRISTIQUES DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux ATI définis en 3.1.

Des procédures sont indiquées pour la mesure des niveaux des signaux parasites engendrés par les ATI; les limites sont spécifiées pour la gamme de fréquence de 9 kHz à 400 GHz et concernent aussi bien les appareils de classe A que ceux de classe B. Il n'est pas nécessaire d'effectuer de mesure aux fréquences pour lesquelles aucune limite n'est spécifiée.

L'objet de la présente publication est d'établir des exigences uniformes pour les limites des perturbations radioélectriques des appareils relevant du domaine d'application, de fixer des limites pour le niveau perturbateur, de décrire des méthodes de mesure et de normaliser les conditions de fonctionnement et l'interprétation des résultats.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60083:2006, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues normalisées par les pays membres de la CEI*

CEI 61000-4-6:2003, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radio-électriques¹*

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2006)

CISPR 11:2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radio-électrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure²*

Amendement 1 (2004)

CISPR 13:2001, *Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure³*

Amendement 1 (2003)

Amendement 2 (2006)

CISPR 16-1-1:2006, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1:*

¹ Il existe une édition consolidée 2.2 (2006) comprenant l'édition 2.0, son Amendement 1 (2004) et son Amendement 2 (2006).

² Il existe une édition consolidée 4.1 (2004) comprenant l'édition 4.0 et son Amendement 1 (2004).

³ Il existe une édition consolidée 4.2 (2006) comprenant l'édition 4.0, son Amendement 1 (2003) et son Amendement 2 (2006).

*Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*⁴

Amendement 1 (2006)

Amendement 2 (2007)

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*⁵

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2006)

CISPR 16-1-4:2007, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées*⁶

CISPR 16-2-3:2006, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-4-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure CEM*

3 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

appareils de traitement de l'information (ATI)

Appareils:

- a) qui ont comme fonction principale une ou plusieurs des fonctions suivantes: saisie, archivage, affichage, recherche, transmission, traitement, commutations ou commande de données et de messages de télécommunication, et pouvant être équipés d'un ou de plusieurs accès destinés typiquement au transfert de l'information;
- b) qui ont une tension d'alimentation assignée ne dépassant pas 600 V.

Cela comprend par exemple les appareils de traitement de données, les machines de bureau, les appareils électroniques professionnels et les appareils de télécommunication.

Les appareils (ou les parties des appareils) dont la fonction principale est l'émission et/ou la réception radioélectrique, conformément au Règlement des Radiocommunications de l'UIT, sont exclus du domaine d'application de cette publication.

NOTE Il convient que tout appareil qui possède une fonction d'émission et/ou de réception radioélectrique, conformément aux définitions du Règlement des Radiocommunications de l'UIT soit conforme aux règlements nationaux pour les radiocommunications, que la présente publication soit également applicable ou non.

⁴ Il existe une édition consolidée 2.2 (2007) comprenant l'édition 2.0, son Amendement 1 (2006) et son Amendement 2 (2007).

⁵ Il existe une édition consolidée 1.2 (2006) comprenant l'édition 1.0, son Amendement 1 (2004) et son Amendement 2 (2006).

⁶ Il existe une édition consolidée 2.1 (2008) comprenant l'édition 2.0 et son Amendement 1 (2007).

Les appareils pour lesquels toutes les exigences d'émission radioélectrique dans la bande de fréquences considérée sont explicitement spécifiées dans d'autres publications de la CEI ou du CISPR sont exclus du domaine d'application de cette publication.

3.2

appareil en essai

ATI représentatif ou groupe d'ATI fonctionnellement interactifs (système) comprenant une ou plusieurs unités principales et utilisé dans le but d'être évalué

3.3

unité principale

partie d'un système ou unité d'un ATI qui assure le logement mécanique des modules, peut contenir des sources de radiofréquences et peut distribuer l'énergie à d'autres ATI. Les distributions d'énergie entre la ou les unités principales et les modules ou autres ATI peuvent être effectuées soit en courant alternatif, soit en courant continu, soit les deux

3.4

module

partie d'un ATI qui assure une fonction et peut contenir des sources de radiofréquences

3.5

ATI et modules identiques

modules et ATI produits en série et avec des tolérances de fabrication normales conformément à une spécification de fabrication déterminée

3.6

accès de télécommunication et de réseau

point de connexion pour le transfert de la voix, des données et de la signalisation, destiné à être relié à des systèmes largement étendus par des moyens tels qu'une connexion directe à des réseaux de télécommunication multiutilisateurs (par exemple les réseaux publics commutés, les réseaux numériques à intégration de services (RNIS), les réseaux xDSL, etc.), à des réseaux locaux (par exemple Ethernet, Token Ring, etc.) et à des réseaux similaires

NOTE Les accès généralement prévus pour l'interconnexion des composants d'un système d'ATI à l'essai (par exemple RS-232, bus IEEE 1284 (accès parallèle pour imprimante), bus série universel (USB), bus IEEE 1394 « Fire Wire », etc.) et utilisés comme prévu dans le cadre de leurs spécifications fonctionnelles (par exemple pour la longueur maximale du câble connecté), ne sont pas considérés comme des accès de télécommunication et de réseau au sens de cette définition.

3.7

appareil multifonction

appareil de traitement de l'information qui comporte deux ou plusieurs fonctions soumises à cette norme et/ou à d'autres normes dans la même unité

NOTE Des exemples d'appareils de traitement de l'information comprennent

- un ordinateur personnel muni d'une fonction de télécommunication et/ou d'une fonction de réception radiodiffusion;
- un ordinateur personnel muni d'une fonction de mesure, etc.

3.8

impédance totale de mode commun

impédance TCM

impédance entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai et le plan de masse de référence

NOTE Le câble complet est considéré comme un fil du circuit, le plan de masse comme l'autre fil du circuit. L'onde TCM est le mode de transmission de l'énergie électrique, qui peut se traduire par un rayonnement d'énergie électrique si le câble est exposé à l'air libre en situation réelle. Inversement, il s'agit également du mode dominant, qui se manifeste lors de l'exposition du câble à des champs électromagnétiques extérieurs.

3.9**disposition**

disposition physique de l'appareil en essai qui comprend les périphériques connectés et appareils auxiliaires dans l'emplacement d'essai

3.10**configuration**

mode de fonctionnement et autres conditions fonctionnelles de l'appareil en essai

3.11**appareil auxiliaire****AE**

appareil contribuant à faire fonctionner l'appareil en essai. L'appareil auxiliaire peut être physiquement situé en dehors de l'emplacement d'essai

4 Classification des ATI

Ces appareils sont subdivisés en deux catégories dénommées appareils de classe A et appareils de classe B.

4.1 Appareils de classe B

La classe B est constituée par les ATI qui respectent les limites de perturbation de la classe B.

Les ATI de classe B sont destinés principalement à être utilisés dans un environnement résidentiel et peuvent comprendre:

- les appareils n'ayant pas d'emplacement fixe d'utilisation, par exemple les appareils portatifs alimentés par des piles ou des batteries incorporées;
- les équipements terminaux de télécommunication alimentés par un réseau de télécommunication;
- les ordinateurs personnels et les appareils auxiliaires qui leur sont connectés.

NOTE L'environnement résidentiel est un environnement dans lequel on peut s'attendre à l'utilisation de récepteurs de radiodiffusion sonore et de télévision à une distance de l'appareil inférieure ou égale à 10 m.

4.2 Appareils de classe A

La classe A est constituée de tous les autres ATI qui respectent les limites de perturbations de la classe A mais pas celles de la classe B. L'avertissement suivant doit figurer dans les instructions d'emploi:

Avertissement

Cet appareil est un appareil de classe A. Dans un environnement résidentiel, cet appareil peut provoquer des brouillages radioélectriques. Dans ce cas, il peut être demandé à l'utilisateur de prendre des mesures appropriées.

5 Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication

L'appareil en essai doit respecter les limites des Tableaux 1 et 3 ou 2 et 4, selon le cas, qui comprennent les limites en valeur moyenne et les limites en valeur de quasi-crête lorsqu'on utilise respectivement un récepteur à détection de valeur moyenne et un récepteur à détection de quasi-crête et lorsqu'il est mesuré conformément aux méthodes décrites dans l'Article 9. Selon le cas, on doit respecter les valeurs limites de tension ou les valeurs limites de courant des Tableaux 3 ou 4, sauf pour la méthode de mesure de C.1.3 pour laquelle les deux limites doivent être respectées. Si la limite définie pour la valeur moyenne est respectée en utilisant un récepteur à détection de quasi-crête, l'appareil en essai doit être considéré comme respectant les deux limites et la mesure avec le récepteur à détection de valeur moyenne n'est pas nécessaire.

Si l'indication du récepteur de mesure montre des fluctuations à proximité de la limite, cette indication doit être observée pendant au moins 15 s à chaque fréquence de mesure; l'indication la plus élevée doit être notée, à l'exception de toute pointe fugitive qui doit être négligée.

5.1 Limites de la tension perturbatrice aux bornes d'alimentation

Tableau 1 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe A

Gamme de fréquences MHz	Limites dB(μ V)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,50	79	66
0,50 à 30	73	60

NOTE La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition.

Tableau 2 – Limites des perturbations conduites aux bornes d'alimentation pour les ATI de classe B

Gamme de fréquences MHz	Limites dB(μ V)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,50	66 à 56	56 à 46
0,50 à 5	56	46
5 à 30	60	50

NOTE 1 La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition.
NOTE 2 La limite décroît linéairement avec le logarithme de la fréquence entre 0,15 MHz et 0,50 MHz.

5.2 Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication ⁷⁾

⁷⁾ Voir 3.6

Tableau 3 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe A

Gamme de fréquences MHz	Limites de tension dB(μV)		Limites de courant dB(μA)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,5	97 à 87	84 à 74	53 à 43	40 à 30
0,5 à 30	87	74	43	30

NOTE 1 Les valeurs limites décroissent linéairement avec le logarithme de la fréquence dans la gamme 0,15 MHz à 0,5 MHz.
 NOTE 2 Les valeurs limites du courant perturbateur et de la tension perturbatrice sont liées à l'utilisation d'un réseau de stabilisation d'impédance (RSI) qui présente une impédance de mode commun (mode asymétrique) de 150 Ω à l'accès de télécommunication à l'essai (le facteur de conversion est $20 \log_{10} 150 / I = 44$ dB).

Tableau 4 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz pour les appareils de classe B

Gamme de fréquences MHz	Limites de tension dB (μV)		Limites de courant dB (μA)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,15 à 0,5	84 à 74	74 à 64	40 à 30	30 à 20
0,5 à 30	74	64	30	20

NOTE 1 Les valeurs limites décroissent linéairement avec le logarithme de la fréquence dans la gamme 0,15 MHz à 0,5 MHz.
 NOTE 2 Les valeurs limites du courant perturbateur et de la tension perturbatrice sont liées à l'utilisation d'un réseau de stabilisation d'impédance (RSI) qui présente une impédance de mode commun (mode asymétrique) de 150 Ω à l'accès de télécommunication à l'essai (le facteur de conversion est $20 \log_{10} 150 / I = 44$ dB).

6 Limites des perturbations rayonnées

6.1 Limites en dessous de 1 GHz

L'appareil en essai doit respecter les limites du Tableau 5 ou du Tableau 6, la mesure étant effectuée dans une distance d'essai *R* conformément aux méthodes décrites à l'Article 10. Si l'indication du récepteur de mesure montre des fluctuations à proximité de la limite, cette indication doit être observée pendant au moins 15 s à chaque fréquence de mesure; l'indication la plus élevée doit être notée, à l'exception de toute pointe fugitive qui doit être négligée.

Tableau 5 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe A

Gamme de fréquences MHz	Limites quasi-crête dB(μV/m)
30 à 230	40
230 à 1000	47

NOTE 1 La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition.
 NOTE 2 Des dispositions complémentaires peuvent être nécessaires dans les cas où des brouillages se produisent.

Tableau 6 – Limites des perturbations rayonnées à une distance d'essai de 10 m pour les ATI de classe B

Gamme de fréquences MHz	Limites quasi-crête dB(μ V/m)
30 à 230	30
230 à 1000	37

NOTE 1 La limite inférieure doit s'appliquer à la fréquence de transition.
NOTE 2 Des dispositions complémentaires peuvent être nécessaires dans les cas où des brouillages se produisent.

6.2 Limites au-dessus de 1 GHz

L'appareil en essai doit respecter les limites du Tableau 7 ou du Tableau 8 lorsqu'il est mesuré selon la méthode décrite dans l'Article 10 et en suivant la procédure conditionnelle d'essai décrite ci-dessous.

Tableau 7 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe A à une distance de mesure de 3 m

Gamme de fréquences GHz	Limite en valeur moyenne dB(μ V/m)	Limite en valeur crête dB(μ V/m)
1 à 3	56	76
3 à 6	60	80

NOTE La limite inférieure s'applique à la fréquence de transition.

Tableau 8 – Limites des perturbations rayonnées pour les ATI de Classe B à une distance de mesure de 3 m

Gamme de fréquences GHz	Limite en valeur moyenne dB(μ V/m)	Limite en valeur crête dB(μ V/m)
1 à 3	50	70
3 à 6	54	74

NOTE La limite inférieure s'applique à la fréquence de transition.

- Procédure conditionnelle d'essai:**

La plus haute source interne d'un appareil en essai est définie comme la plus haute fréquence générée ou utilisée dans l'appareil en essai ou sur laquelle l'appareil en essai travaille ou s'accorde.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai est inférieure à 108 MHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 1 GHz.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai se situe entre 108 MHz et 500 MHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 2 GHz.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai se situe entre 500 MHz et 1 GHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 5 GHz.

Si la plus haute fréquence des sources internes de l'appareil en essai est au-dessus de 1 GHz, la mesure doit être faite seulement jusqu'à 5 fois la plus haute fréquence ou 6 GHz, en prenant la plus petite des deux.

7 Interprétation des limites des perturbations radioélectriques spécifiées par le CISPR

7.1 Signification d'une limite spécifiée par le CISPR

7.1.1 Une valeur limite CISPR est une valeur dont on recommande l'introduction par les autorités nationales dans les publications nationales, dans les réglementations légales et dans les spécifications officielles. Il est également recommandé que les organismes internationaux utilisent ces limites.

7.1.2 Pour les appareils, la limite doit signifier que, sur une base statistique, au moins 80 % de la production est conforme à cette limite, avec une probabilité d'au moins 80 %.

7.2 Application des limites pour les essais de conformité des appareils produits en série

7.2.1 Les essais doivent être effectués:

7.2.1.1 Soit sur un échantillon d'appareils du modèle considéré, en utilisant la méthode statistique d'évaluation donnée en 7.2.3.

7.2.1.2 Soit, pour des raisons de simplicité, sur un seul appareil.

7.2.2 Il est nécessaire, spécialement dans le cas indiqué en 7.2.1.2, d'effectuer ensuite, de temps en temps, des essais sur des appareils prélevés aléatoirement dans la production.

7.2.3 La conformité aux limites doit être vérifiée statistiquement, comme décrit ci-dessous:

On doit effectuer cet essai sur un échantillon comportant au moins cinq appareils du modèle et au plus 12 appareils. Si, en raison de circonstances exceptionnelles, il n'est pas possible d'obtenir un échantillon de cinq appareils, il est alors nécessaire d'utiliser un échantillon de quatre ou de trois appareils. La conformité est jugée à l'aide de la relation suivante:

$$\bar{x} + kS_n \leq L$$

où

\bar{x} est la moyenne arithmétique des niveaux des n appareils de l'échantillon

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_n - \bar{x})^2$$

x_n est le niveau produit par un seul appareil;

L est la limite appropiée;

k est le facteur extrait de tables de la distribution de t non centrale qui assure, avec une probabilité de 80 %, que 80 % ou plus de la production ne dépasse pas la valeur limite; la valeur de k dépend de la taille de l'échantillon n et elle est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Les grandeurs x_n , \bar{x} , S_n et L sont exprimées en unités logarithmiques: dB(μ V), dB(μ V/m) ou dB(μ A).

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

7.2.4 L'interdiction de vente ou le retrait d'agrément du modèle découlant de contestation ne doit être envisagé qu'après avoir effectué des essais en utilisant la méthode statistique d'évaluation, conformément à 7.2.1.1.

8 Conditions générales de mesure

8.1 Bruit ambiant

Un emplacement d'essai doit permettre de distinguer les perturbations émises par l'appareil en essai du bruit ambiant. On peut déterminer si un emplacement convient à l'essai en mesurant le niveau de bruit ambiant, l'appareil en essai n'étant pas en fonctionnement et en s'assurant que le niveau de bruit est inférieur d'au moins 6 dB aux limites spécifiées aux Articles 5 et 6.

Si dans certaines bandes de fréquences le bruit ambiant n'est pas inférieur de 6 dB à la limite spécifiée, les méthodes données en 10.8 peuvent être utilisées pour démontrer la conformité de l'appareil aux limites spécifiées.

Il n'est pas nécessaire que le niveau de bruit ambiant soit inférieur de 6 dB à la limite prescrite lorsque, combiné à celui de la source, il ne dépasse pas cette limite. Le bruit de la source est alors censé respecter cette limite. Lorsque la combinaison du bruit ambiant avec celui de la source dépasse la limite prescrite, l'appareil en essai ne doit pas être considéré comme ne satisfaisant pas aux limites sauf s'il est démontré qu'à toute fréquence de mesure pour laquelle la limite est dépassée, les deux conditions suivantes sont remplies:

- a) le niveau de bruit ambiant est inférieur d'au moins 6 dB à la somme des bruits ambiants et de la source;
- b) le niveau de bruit ambiant est inférieur d'au moins 4,8 dB à la limite spécifiée.

8.2 Disposition générale

Sauf spécification contraire dans le présent paragraphe, l'appareil en essai doit être configuré, installé, disposé et doit fonctionner d'une façon compatible avec ses applications typiques. Lorsque le fabricant a spécifié ou recommandé une pratique d'installation, on doit l'utiliser dans la disposition d'essai, lorsque cela est possible. Cette disposition doit être typique d'une pratique d'installation normale. Les câbles, charges et dispositifs d'interface doivent être reliés à au moins un exemplaire de chaque type d'accès de l'appareil en essai, et lorsque c'est possible, chaque câble doit être relié à un dispositif représentatif d'une utilisation réelle.

Lorsqu'il y a des accès multiples du même type, il peut être nécessaire d'ajouter à l'appareil en essai des câbles, charges ou dispositifs supplémentaires d'interconnexion, selon les résultats des essais préliminaires. Il convient de limiter le nombre de câbles ou fils supplémentaires du même type à la condition que l'ajout d'un autre câble ou fil ne change pas significativement le niveau d'émission, c'est-à-dire ne le fasse pas varier de plus de 2 dB, du moment que l'appareil en essai reste conforme. Les explications concernant le choix de la configuration et des dispositifs reliés aux accès doivent être données dans le rapport d'essai.

Il convient que les câbles d'interconnexion soient du type et de la longueur spécifiés dans le cahier des charges de l'équipement particulier. Si la longueur peut être modifiée, celle qui produit l'émission maximale doit être retenue.

Si des câbles blindés ou spéciaux sont employés au cours des essais pour obtenir la conformité, une note précisant la nécessité d'employer de tels câbles doit figurer dans la notice d'instructions.

Les longueurs de câbles en excès doivent être réunies en faisceau au centre approximatif du câble, chaque faisceau mesurant 30 cm à 40 cm de longueur. S'il n'est pas possible de procéder ainsi en raison de la masse ou de la rigidité du câble, ou parce que les essais sont effectués sur l'installation d'un utilisateur, la disposition du câble en excès doit être précisée dans le rapport d'essai.

S'il existe des accès d'interface multiples mais tous du même type, il suffit de relier un câble à un seul de ces accès, s'il peut être démontré que les câbles supplémentaires n'ont pas d'incidence notable sur les résultats.

Toute série de résultats doit être accompagnée d'une description d'ensemble complète de l'orientation des câbles et de l'appareil, de sorte que les résultats puissent être reproduits. Si des conditions spécifiques d'utilisation sont nécessaires pour le respect des limites, elles doivent être spécifiées et documentées; par exemple longueur de câble, type de câble, blindage et mise à la masse. Ces conditions doivent figurer dans les instructions données à l'utilisateur.

Un appareil qui comporte un grand nombre de modules (tiroir, carte enfichable, etc.) doit être essayé avec un nombre et des types de modules représentatifs d'une installation réelle. Il convient de limiter le nombre de cartes ou modules enfichables supplémentaires du même type à la condition que l'ajout d'une autre carte ou module enfichable ne change pas significativement le niveau d'émission, c'est-à-dire ne le fasse pas varier de plus de 2 dB, du moment que l'appareil en essai reste conforme. Il convient de donner les explications concernant le choix du nombre et du type de modules dans le rapport d'essai.

Un système qui est constitué de plusieurs unités distinctes doit être configuré de façon à constituer une configuration représentative minimale. Le nombre et le type des unités faisant partie de la configuration d'essai doivent être représentatifs d'une installation réelle. Il convient de donner les explications concernant le choix des unités dans le rapport d'essai.

Des exemples de configurations représentatives minimales sont donnés ci-dessous.

Pour un ordinateur personnel ou pour un périphérique d'ordinateur personnel, la configuration minimale est constituée des éléments suivants rassemblés et essayés ensemble:

- a) ordinateur personnel;
- b) clavier;
- c) moniteur vidéo;
- d) un périphérique externe pour deux types différents de protocoles d'entrée/sortie disponibles, par exemple, série, parallèle, etc.;
- e) si l'appareil en essai possède un accès pour un élément dédié à une utilisation particulière, par exemple une souris ou une commande de jeux, cet élément doit faire partie de la configuration minimale.

NOTE Les éléments a), b) et/ou c) peuvent, dans certains systèmes, être assemblés dans le même châssis. Les éléments a), b), c), une souris ou une commande de jeux, ne peuvent en aucun cas remplacer l'élément d).

Pour un terminal utilisé sur un point de vente, le système minimal est constitué des éléments suivants (dans la mesure où cela est possible) rassemblés et essayés ensemble:

- a) processeur actif (caisse enregistreuse);
- b) tiroir caisse;
- c) clavier(s);
- d) afficheurs (du caissier et du client);
- e) périphérique caractéristique (lecteur de code à barres);
- f) élément portable (lecteur de code à barres).

Un module de chaque type doit être en fonctionnement dans chaque ATI évalué dans un appareil en essai et, pour les systèmes, un exemplaire de chaque type d'ATI pouvant figurer dans la configuration possible du système doit être intégré dans l'appareil en essai.

Une partie d'un équipement qui constitue lui-même une partie d'un système très étendu (par exemple un terminal de traitement de données ou une station de travail, ou un autocommutateur privé, etc.), qui peut être lui-même un sous-système, peut être essayé séparément de l'unité principale ou du système. Les réseaux distribués, par exemple les réseaux locaux, peuvent être simulés sur l'emplacement d'essai en utilisant des longueurs de câbles et des périphériques réels ou des simulateurs de réseaux à distance, suffisamment éloignés pour être sûr qu'ils n'augmentent pas le niveau mesuré.

Les résultats d'évaluation d'appareils en essai comportant un type de chaque module ou ATI peuvent s'appliquer à des configurations comportant plusieurs de chacun de ces modules ou ATI. Cela découle d'essais montrant qu'en pratique les rayonnements de modules ou d'ATI identiques (voir 3.5) ne s'additionnent généralement pas.

Dans le cas d'appareils en essai en interaction fonctionnelle avec d'autres ATI, y compris ceux qui dépendent d'une unité principale pour leur interface d'alimentation, on peut utiliser pour réaliser des conditions de fonctionnement représentatives, soit l'ATI d'interface proprement dit, soit des simulateurs à condition que l'influence du simulateur puisse être isolée ou identifiée. Si un ATI est conçu pour servir d'unité principale pour d'autres appareils, ceux-ci doivent être raccordés de telle manière que l'unité principale fonctionne dans des conditions normales.

Il importe que tout simulateur remplaçant un ATI d'interface réel représente correctement les caractéristiques électriques, et parfois mécaniques, de cet appareil d'interface, principalement pour les signaux RF et les impédances. L'observation de cette procédure permettra aux résultats de mesures sur un ATI isolé de rester valables pour l'application à un système et pour l'intégration de cet appareil avec d'autres ATI essayés dans les mêmes conditions, y compris les appareils produits et essayés par des fabricants différents.

Dans le cas de cartes de circuits imprimés (PWBA), commercialisées séparément pour pouvoir être installées dans différentes unités hôtes, la carte (par exemple une interface RNIS, une unité centrale, une carte d'adaptation, etc.) doit être essayée dans au moins une unité hôte appropriée et représentative, choisie par le constructeur de la carte, de façon à assurer la conformité de la carte pour toutes les unités hôtes dans lesquelles il est prévu de l'installer.

L'unité hôte doit être un exemplaire de production conforme et typique.

Les cartes prévues pour être de classe B ne doivent pas être essayées dans une unité hôte de classe A.

La documentation accompagnant la carte doit mentionner les unités hôtes dans lesquelles la carte a été essayée et vérifiée et des informations permettant à l'utilisateur d'identifier les unités hôtes dans lesquelles la carte assurera la conformité à la classe (A ou B).

8.2.1 Détermination de la ou des disposition(s) d'émissions maximales

Les essais initiaux doivent permettre d'identifier la fréquence pour laquelle les perturbations sont les plus élevées par rapport à la limite. Cette identification doit être réalisée alors que l'appareil en essai présente un mode de fonctionnement typique et une position des câbles dans une disposition d'essai représentative d'une pratique d'installation typique.

La fréquence des perturbations les plus élevées par rapport à la limite doit être déterminée en caractérisant les perturbations pour un nombre de fréquences significatives. Ceci fournit la certitude que les fréquences probables pour lesquelles les perturbations sont maximales ont été déterminées et que les câbles associés, la disposition de l'appareil en essai et son mode de fonctionnement ont été identifiés.

Pour les essais initiaux, il convient de disposer l'appareil en essai comme indiqué dans les Figures 4 à 13, selon le cas.

Les mesures finales doivent être effectuées selon les Articles 9 et 10 pour la mesure des perturbations conduites et rayonnées, respectivement.

8.3 Disposition de l'appareil en essai

L'appareil en essai par rapport au plan de masse de référence doit être dans la même position que lors de son utilisation réelle. De ce fait, l'appareil posé au sol est placé sur un plan de masse de référence, mais isolé de ce dernier et l'appareil sur table est placé sur une table non conductrice.

Les appareils conçus pour être utilisés fixés à un mur doivent être soumis aux essais en tant qu'appareils en essai sur table. L'orientation de l'appareil doit correspondre à une pratique d'installation normale.

Les combinaisons des types d'appareils identifiés ci-dessus doivent également être disposées d'une manière qui corresponde à une pratique d'installation normale. Les appareils conçus à la fois pour une utilisation sur table et posés au sol doivent être soumis aux essais en tant qu'appareils sur table, à moins que l'installation habituelle soit posée au sol; dans ce cas, cette disposition doit être utilisée.

Il convient de reboucler les extrémités des câbles de signaux fixés à l'appareil en essai qui ne sont pas reliés à une autre unité, RSI ou appareils auxiliaires, si nécessaire, en utilisant une impédance terminale appropriée.

Les câbles de télécoms ou autres connexions aux appareils auxiliaires situés en dehors de l'emplacement d'essai doivent pendre librement vers le sol, et être ensuite dirigés vers l'endroit à partir duquel ils quittent l'emplacement d'essai.

Les appareils auxiliaires doivent être installés conformément à la pratique d'installation normale. Si cela signifie que les appareils auxiliaires sont situés sur l'emplacement d'essai, ils doivent être disposés en utilisant les mêmes conditions que celles qui sont applicables aux appareils en essai (par exemple, la distance par rapport au plan de masse et l'isolation du plan de masse s'ils reposent sur le sol, la disposition du câblage etc.).

NOTE Les exigences spécifiques au plan de masse sont données en 9.4 pour les mesures des perturbations conduites et en 10.4.4 pour les mesures des perturbations rayonnées; dans le cas où les exigences spécifiques se réfèrent à de dispositions d'essai particulières, elles figurent en 9.5 et 10.5

Les Figures 4 à 13 donnent des exemples de dispositions d'essai, uniquement à titre de lignes directrices. Les exigences figurant dans le texte prévalent.

8.3.1 Disposition sur table

Les conditions générales du 8.3 s'appliquent.

L'appareil prévu pour être utilisé sur table doit être placé sur une table non conductrice. Les dimensions de la table seront nominale de 1,5 m × 1,0 m mais peuvent finalement dépendre des dimensions horizontales de l'appareil en essai.

Toutes les unités de l'appareil formant le système en essai (y compris l'appareil en essai ainsi que les périphériques connectés et les appareils ou dispositifs auxiliaires) doivent être disposées de telle sorte qu'une distance nominale de 0,1 m soit obtenue entre unités voisines (voir la Figure 4). Si les unités sont normalement empilées, elles doivent alors être placées directement l'une sur l'autre (par exemple un moniteur et PC de bureau) et placées à l'arrière de la disposition (position périphérique 1 ou 2 de la Figure 4).

Idéalement, l'arrière de la disposition doit être au ras du bord arrière de la table de support, à moins que cela ne soit pas possible ou typique d'une utilisation normale. Cela peut nécessiter l'extension de la table. Si ce n'est pas possible, les unités additionnelles peuvent être placées sur les côtés autour de la table comme illustré dans la Figure 4. Les positions 1 et 2 doivent être utilisées pour deux unités additionnelles à la Figure 4 au maximum. Si plus de deux unités sont présentes, la disposition d'essai doit être choisie en maintenant aussi près que possible la distance de 0,1 m entre les unités à moins qu'elles ne soient normalement situées plus près les unes des autres.

Les câbles entre les unités doivent pendre librement sur la partie arrière de la table. Si un câble pend à moins de 0,4 m du plan de masse horizontal (ou du sol), l'excédent doit être plié au centre du câble en un faisceau de longueur inférieure à 0,4 m, de telle sorte que le faisceau soit à une distance d'au moins 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal.

Les câbles des dispositifs tels que les claviers, souris, microphones, etc., doivent être mis en place comme pour une utilisation normale.

La disposition des unités d'alimentation électrique externes doit être conforme aux indications données ci-dessous.

- a) Si le câble d'entrée d'alimentation de l'unité d'alimentation externe est de longueur supérieure à 0,8 m, l'unité d'alimentation externe doit être placée sur la table, en respectant une distance nominale de 0,1 m de l'unité principale.
- b) Si l'unité d'alimentation externe comporte un câble d'entrée d'alimentation de longueur inférieure à 0,8 m, l'unité d'alimentation externe doit être placée à une hauteur située au-dessus du plan de masse de telle manière que son câble de puissance soit complètement étendu dans le sens vertical.
- c) Si l'unité d'alimentation externe est incorporée dans la fiche d'alimentation, elle doit être placée sur la table. Un câble prolongateur doit être utilisé entre l'unité d'alimentation électrique externe et la source de puissance. Il convient de raccorder le câble prolongateur d'une manière telle qu'il prenne le chemin le plus direct entre l'unité d'alimentation externe et la source de puissance.

Dans les dispositions ci-dessus, le câble situé entre l'appareil en essai et l'accessoire de puissance doit être disposé sur la table de la même manière que les autres câbles raccordant les composants de l'appareil en essai.

8.3.2 Disposition posée au sol

Les conditions générales du 8.3 s'appliquent.

L'appareil en essai doit être placé sur le plan de masse de référence horizontal, orienté pour une utilisation normale, mais l'isolation entre les contacts métalliques et le plan de masse de référence doit être de 15 cm maximum.

Les câbles doivent être isolés (jusqu'à 15 cm) du plan de référence de masse horizontal. Si l'appareil nécessite une connexion de masse dédiée, elle doit être prévue et fixée au plan de masse horizontal.

Les câbles entre les unités (entre les unités constituant l'appareil en essai ou entre l'appareil en essai et un appareil auxiliaire) doivent pendre librement vers le plan de masse de référence horizontal, mais demeurer isolés de ce dernier. Tout excédent doit être soit plié au centre du câble pour former un faisceau de longueur inférieure à 0,4 m, soit disposé en serpent.

Si un segment de câble entre les unités n'est pas suffisamment long pour pendre librement vers le plan de masse de référence horizontal, mais pend à moins de 0,4 m, alors l'excédent doit être plié au centre du câble pour former un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m. Le faisceau doit être mis en place de sorte qu'il se situe soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal soit à la hauteur de l'entrée de câble ou au point de connexion s'il se situe à moins de 0,4 m du plan de masse de référence horizontal (Voir les Figures 8 et 11).

Pour l'appareil muni de support vertical de câbles, le nombre de supports doit être typique de la pratique d'installation. Si le support est réalisé en matériau non-conducteur, une distance minimale d'au moins 0,2 m doit être maintenue entre la partie la plus proche de l'appareil et le câble vertical le plus proche. Si la structure du support est conductrice, la distance minimale de 0,2 m doit se trouver entre les parties les plus proches de l'appareil et la structure du support.

8.3.3 Combinaisons de dispositions d'appareils posés au sol et d'appareils sur table

Les paragraphes 8.3.1 et 8.3.2 doivent s'appliquer avec les exigences additionnelles suivantes.

Les câbles entre les unités situées entre un appareil sur table et un appareil posé au sol doivent voir leur excédent replié en un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m. Le faisceau doit être mis en place de sorte qu'il se situe soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal soit à la hauteur de l'entrée de câble ou au point de connexion s'il se situe à moins de 0,4 m du plan de masse de référence horizontal (Voir Figure 9).

8.4 Fonctionnement de l'appareil en essai

Les conditions de fonctionnement de l'appareil en essai doivent être déterminées par le constructeur en fonction de l'utilisation typique de l'appareil pour laquelle il est prévu que le niveau d'émission soit le plus élevé. Le mode de fonctionnement déterminé et les raisons du choix de ces conditions doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

L'appareil en essai doit être alimenté à sa tension nominale et fonctionner dans les conditions de charge (mécaniques ou électriques) pour lesquelles il a été conçu. Chaque fois que possible, il convient d'utiliser des charges réelles. Si un simulateur est utilisé, il doit être représentatif d'une charge réelle en ce qui concerne ses caractéristiques fonctionnelles et en fréquence radioélectrique.

Les programmes d'essai ou tout autre moyen utilisé pour faire fonctionner l'appareil doivent garantir que les différentes parties d'un système fonctionnent de telle façon que toutes les perturbations créées par le système puissent être détectées. Par exemple, dans un système informatique, il convient que les lecteurs de bande magnétique ou de disque suivent une séquence lecture-écriture-effacement et que différentes parties de la mémoire soient adressées. Il convient que tous les mouvements mécaniques soient effectués.

8.4.1 Mode opératoire des appareils multifonction

Un appareil multifonction qui est couvert à la fois par différents articles de cette norme et/ou d'autres normes doit être essayé avec chaque fonction opérant de manière isolée si cela peut être effectué sans modifier l'appareil de manière interne. On doit considérer l'appareil ainsi essayé comme remplissant les exigences de tous les articles ou de toutes les normes lorsque chaque fonction satisfait aux exigences de l'article ou de la norme correspondants. Par exemple, un ordinateur personnel avec une fonction de réception de radiodiffusion doit être essayé avec la fonction réception non activée selon la présente norme CISPR 22 et ensuite avec la fonction réception seule activée selon la CISPR 13, si l'appareil peut mettre en œuvre chaque fonction séparément en usage normal.

Lorsqu'il n'est pas possible pratiquement d'effectuer les essais avec chaque fonction opérant séparément, ou si la séparation d'une fonction particulière entraînait que l'appareil ne soit pas capable de remplir sa fonction principale, ou encore si l'opération simultanée de plusieurs fonctions conduisait à un gain de temps de mesure, on doit considérer que l'appareil est conforme s'il remplit les dispositions des articles/des normes applicables lorsque les fonctions nécessaires sont activées. Par exemple, si la fonction réception d'un ordinateur personnel avec une fonction de réception de radiodiffusion ne peut être activée séparément de la fonction ordinateur, l'ordinateur personnel peut être essayé avec les fonctions réception et ordinateur activées conformément aux exigences de la CISPR 22 et de la CISPR 13.

Lorsqu'il est autorisé dans une norme d'exclure des accès ou des fréquences spécifiques, cette autorisation peut être utilisée lorsque les fonctions correspondantes, dans un appareil multifonction, sont soumises aux essais conformément à une norme différente (par exemple l'exclusion des fréquences fondamentale et des harmoniques d'un oscillateur local pendant la mesure, selon la CISPR 22, d'un appareil comportant une fonction de réception de radiodiffusion). De la même façon, des terminaisons spéciales peuvent être nécessaires, par exemple pendant les mesures conformément à la CISPR 22, l'accès antenne d'un récepteur de radiodiffusion doit être terminé par une résistance non inductive de valeur égale à l'impédance nominale de l'accès.

NOTE Les perturbations provoquées par l'oscillateur local peuvent être distinguées des perturbations provoquées par d'autres sources en modifiant l'accord de la fréquence ou du canal de réception.

Indépendamment des prescriptions ci-dessus,

- la mesure des tensions perturbatrices aux bornes d'alimentation, conformément à la CISPR 13, peut être exclue si l'appareil en essai est conforme aux limites correspondantes de la CISPR 22;
- la mesure de la puissance perturbatrice, conformément à la CISPR 13, peut être exclue si l'appareil en essai est conforme aux limites des perturbations rayonnées de la CISPR 22;
- la mesure du champ des perturbations rayonnées, conformément à la CISPR 13, peut être exclue si toutes les perturbations rayonnées de l'appareil en essai sont conformes aux limites correspondantes de la CISPR 22.

9 Méthode de mesure des perturbations conduites aux bornes d'alimentation et aux accès de télécommunication

9.1 Détecteurs de mesure

Les mesures doivent être effectuées avec des récepteurs à détection de quasi-crête et de valeur moyenne tels que décrits en 9.2. Ces deux modes de détection peuvent être inclus dans le même récepteur et les mesures peuvent être effectuées en utilisant alternativement le détecteur de quasi-crête et de valeur moyenne.

NOTE Il est recommandé que la mesure des perturbations conduites soit effectuée dans une enceinte blindée.

Pour réduire le temps de mesure, un récepteur à détection de crête peut être employé à la place d'un récepteur à détection de quasi-crête ou d'un récepteur à détection de valeur moyenne. En cas de contestation, les mesures avec un récepteur à détection de quasi-crête prévaudront pour les mesures relatives aux limites en quasi-crête et celles avec un récepteur à détection de valeur moyenne pour les mesures relatives aux limites en valeur moyenne (voir l'Annexe B).

9.2 Récepteurs de mesure

Les récepteurs de mesure à détection de quasi-crête doivent être conformes à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

Les récepteurs de mesure à détection de valeur moyenne doivent être tels que définis à l'Article 6 de la CISPR 16-1-1 et avoir une largeur de bande à 6 dB telle que spécifiée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

Les récepteurs de mesure à détection de crête doivent être tels que définis à l'Article 5 de la CISPR 16-1-1 et avoir une largeur de bande à 6 dB telle que spécifiée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

9.3 Réseau fictif d'alimentation

Un réseau fictif d'alimentation est nécessaire d'une part pour présenter une impédance à hautes fréquences définie aux bornes de l'alimentation, au point de mesure de la tension perturbatrice, et d'autre part pour isoler le circuit en essai du bruit ambiant provenant des lignes d'énergie.

Un réseau d'impédance nominale ($50 \Omega/50 \mu\text{H}$ ou $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$) défini en 4.3 de la CISPR 16-1-2 doit être employé.

Les perturbations conduites doivent être mesurées entre la phase et la masse de référence, et entre le neutre et la masse de référence. Les deux valeurs mesurées doivent respecter les limites appropriées.

Il peut être impossible d'effectuer la mesure à certaines fréquences en raison d'un bruit ambiant conduit, provoqué par des couplages avec des champs de services locaux de radiodiffusion. Un filtre RF supplémentaire approprié peut être introduit entre le réseau fictif d'alimentation et le réseau de distribution d'énergie, ou les mesures peuvent être effectuées dans une cage de Faraday. Il est recommandé que les composants de ce filtre supplémentaire RF soient enfermés dans un blindage métallique relié directement à la masse de référence du système de mesure. Il convient que les caractéristiques d'impédance du réseau fictif d'alimentation soient respectées à la fréquence de la mesure, lorsque le filtre RF supplémentaire est raccordé.

9.4 Plan de masse de référence

Un plan de masse de référence vertical ou horizontal doit s'étendre au moins à 0,5 m au-delà de la projection de la disposition d'essai, mais doit néanmoins avoir des dimensions minimales de 2 m × 2 m.

Le point de masse de référence du réseau fictif d'alimentation et le réseau de stabilisation d'impédance (RSI) doivent être raccordés au plan de masse de référence par un conducteur aussi court que possible.

9.5 Disposition de l'appareil en essai

9.5.1 Généralités

Le câble d'alimentation de l'unité à mesurer doit être raccordé à un réseau fictif d'alimentation. Si l'appareil en essai est un système, qui représente une collection d'ATI avec une unité principale ou plus, et si chaque élément comporte son propre câble d'alimentation, le point de connexion pour le réseau fictif d'alimentation est déterminé par les règles indiquées ci-dessous.

- a) Chaque câble d'alimentation terminé par une fiche de prise de courant d'un modèle normalisé (CEI 60083 par exemple) doit être soumis à l'essai individuellement.

- b) Les câbles ou bornes d'alimentation non spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés par l'intermédiaire d'une unité principale doivent être soumis à l'essai individuellement.
- c) Les câbles ou bornes de câblage spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés par l'intermédiaire d'une unité principale ou d'un autre équipement d'alimentation doivent être reliés à ces appareils, dont les bornes ou câbles sont ceux qui sont retenus pour le raccordement au réseau fictif d'alimentation, et sont soumis aux essais.
- d) Lorsqu'une connexion spéciale est spécifiée, les dispositifs nécessaires pour effectuer cette connexion doivent être fournis par le fabricant en vue de cet essai.

Le réseau fictif doit être placé à 0,8 m du périmètre de l'unité en essai et fixé au plan de masse de référence pour les réseaux fictifs d'alimentation montés au-dessus du plan de masse de référence. Cette distance correspond aux points les plus proches entre le réseau fictif d'alimentation et l'appareil en essai. Toutes les autres unités de l'appareil en essai et des appareils auxiliaires doivent se situer à au moins 0,8 m du réseau fictif d'alimentation.

Eventuellement, pour les réseaux fictifs d'alimentation montés au-dessous du plan de masse, la connexion du câble d'alimentation peut se faire soit directement au réseau fictif d'alimentation soit à une prise prolongée montée à la surface du plan de masse et connectée au réseau fictif d'alimentation. Pour le câble d'alimentation directement raccordé aux réseaux fictifs d'alimentation au-dessous du plan de masse, la distance de 0,8 m se situe entre le point le plus proche de l'appareil en essai et l'élévation du plan de masse au-dessus du réseau fictif d'alimentation. Lorsqu'on utilise un prolongateur fixé au réseau fictif d'alimentation, l'exigence d'impédance du réseau fictif d'alimentation doit être satisfaite au niveau du prolongateur et la distance de 0,8 m doit se situer entre le point le plus proche de l'appareil en essai et le point où le câble d'alimentation de l'appareil en essai est raccordé au prolongateur.

Si le câble d'alimentation fourni par le fabricant est d'une longueur supérieure à 1 m, il convient que l'excédent soit plié au centre pour former un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m, de sorte que sa longueur soit raccourcie à 1 m. Si la longueur de câble de 1 m ne peut être obtenue en raison des limitations physiques de la disposition de l'équipement en essai, la longueur de câble doit s'approcher le plus possible de 1 m. Si le câble d'alimentation n'est pas spécifié ou fourni par le fabricant, un câble d'alimentation de 1 m doit être raccordé entre l'appareil en essai et le réseau fictif d'alimentation.

Les câbles d'alimentation de toutes les autres unités de l'appareil en essai doivent être raccordés à un second réseau fictif d'alimentation, qui est fixé au plan de masse de référence de la même manière que le réseau fictif pour l'unité mesurée. Une prise de courant multiple peut être utilisée pour connecter des câbles d'alimentation multiples à un seul réseau fictif d'alimentation à condition que les caractéristiques du réseau fictif d'alimentation ne soient pas dépassées. En variante, des réseaux fictifs d'alimentation supplémentaires peuvent être utilisés; dans ce cas, la distance entre tout réseau fictif d'alimentation et toute unité ne doit pas être inférieure à 0,8 m.

Tous les accès signaux et de télécommunications doivent être correctement reliés en utilisant soit un appareil auxiliaire approprié soit une terminaison représentative au cours de la mesure des perturbations conduites au réseau d'alimentation. Si un RSI est relié à un accès de télécommunications au cours de la mesure des perturbations conduites à la borne d'alimentation, alors l'accès récepteur RSI doit être terminé sur 50Ω et les ACL doivent être représentatifs du réseau de télécommunications auquel l'accès est fixé (par exemple CAT5).

Si les RSI sont utilisés pour les mesures sur les accès de télécoms, ils doivent être nominalement à 0,8 m de l'appareil en essai et fixés au plan de masse de référence. D'autres unités de l'appareil en essai doivent être à au moins 0,8 m du RSI.

Les liaisons de masse, lorsqu'elles sont prescrites pour la sécurité, doivent être reliées au point de masse de référence du réseau fictif d'alimentation et, sauf si elles sont fournies ou spécifiées par le fabricant, avoir la même longueur que le câble d'alimentation, et un trajet parallèle au raccordement au réseau d'alimentation à une distance de 0,1 m au plus de ce dernier.

Les autres connexions de masse (par exemple pour la compatibilité électromagnétique), spécifiées ou fournies par le fabricant pour être reliées à la même borne finale que la terre de sécurité, doivent également être connectées à la masse de référence du réseau fictif d'alimentation.

Lorsque la présente norme propose des options pour les essais d'exigences particulières avec un choix de méthodes d'essai, la conformité peut être démontrée avec l'une des méthodes d'essai quelle qu'elle soit en utilisant la limite appropriée.

NOTE Dès lors que l'appareil est soumis à nouveau à un essai, il convient d'utiliser la méthode choisie précédemment dans un souci de cohérence des résultats.

9.5.2 Disposition pour appareils sur table

Les conditions générales des 8.3.1 et 9.5.1 s'appliquent.

Il existe deux variantes des dispositions d'essai.

- 1) L'essai est réalisé avec un plan de masse de référence vertical. L'appareil doit être placé sur une table non conductrice de telle sorte qu'il soit à 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal. L'arrière de l'appareil en essai doit être à 0,4 m du plan de masse de référence vertical. Le plan de masse de référence vertical doit être fixé au plan de masse de référence horizontal. De ce fait, les réseaux fictifs d'alimentation et les RSI utilisés peuvent être fixés soit au plan de masse de référence vertical soit à d'autres plans métalliques considérés comme le plan de masse de référence. Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figure 4 et Figure 5 (variante 1a) et Figure 6 (variante 1b).
- 2) L'essai est effectué avec un plan de masse de référence horizontal (par exemple sur un emplacement d'essai en espace libre (OATS) ou dans une enceinte blindée). L'appareil en essai doit être placé sur une table non conductrice de telle sorte qu'il soit à 0,4 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal. La Figure 7 donne un exemple de disposition.

Dans tous les cas, le dispositif en essai doit être à au moins 0,8 m de toute autre surface métallique ou du plan de masse, qui ne font pas partie de l'appareil en essai ou de l'appareil auxiliaire.

On doit consigner dans le rapport d'essai la variante de disposition d'essai utilisée pour la mesure.

De plus

- Le ou les réseaux fictifs d'alimentation peuvent devoir être placés sur le côté de la table au cours des essais sur table pour satisfaire au critère selon lequel le réseau fictif d'alimentation doit être à une distance de 0,8 m de l'appareil en essai.
- Les câbles de signaux doivent être placés sur toute leur longueur, dans la mesure du possible, à une distance nominale de 40 cm du plan de masse de référence (en utilisant, si nécessaire, un dispositif non conducteur).

Par ailleurs, pour la variante 2

- Si les câbles d'interface pendent librement sur le côté arrière de la table, l'excédent doit être plié au centre du câble pour former un faisceau d'une longueur inférieure à 0,4 m, de telle façon que le faisceau soit sur la table.

Des exemples de dispositions sont illustrés de la Figure 4 à la Figure 7 incluse.

9.5.3 Disposition d'appareils posés au sol

Les conditions générales des 8.3.2 et 9.5.1 s'appliquent.

Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figures 8 et 12.

9.5.4 Combinaisons de dispositions d'appareils posés au sol et d'appareils sur table

La disposition d'essai pour l'appareil en essai sur table doit être conforme au 9.5.2

La disposition d'essai pour l'appareil en essai posé au sol doit être conforme au 9.5.3

Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figures 9 et 13.

9.6 Mesure des perturbations aux accès de télécommunication

Le but de ces essais est de mesurer les perturbations de mode commun émises aux accès de télécommunication d'un appareil en essai. Le signal utile peut contribuer à ces perturbations de mode commun. Les perturbations de mode commun créées par le signal utile peuvent être maîtrisées lors de la conception de la technologie utilisée pour l'interface, en prenant en compte les indications de l'Annexe E.

9.6.1 Méthodes d'évaluation de la conformité

La mesure est effectuée aux accès de télécommunication en utilisant des RSI présentant des affaiblissements de conversion longitudinaux (LCL, *longitudinal conversion losses*) tels que définis en 9.6.2. Lorsque aucun RSI n'est défini, les mesures sont effectuées au moyen d'une sonde de courant et d'une sonde de tension conformément à 9.6.3.5. Il faut noter que les LCL ne sont pas définis lorsque la méthode de mesure de 9.6.3.5 est utilisée.

Le fabricant doit démontrer que l'appareil ne dépasse pas les limites du Tableau 3 ou 4 lorsqu'il est soumis à l'essai avec la catégorie de câble spécifiée dans la documentation de l'appareil fournie à l'utilisateur.

9.6.2 Réseau de stabilisation d'impédance (RSI)

La tension secteur doit être appliquée à l'appareil en essai au travers du réseau fictif utilisé pour la mesure de la tension perturbatrice aux bornes d'alimentation, comme il est indiqué en 9.3.

L'évaluation du courant ou de la tension perturbateurs de mode commun (mode asymétrique) aux accès de télécommunication reliés à des paires symétriques non blindées doit être faite avec l'accès de télécommunication connecté par un câble à un RSI; de cette façon le RSI définira l'impédance terminale de mode commun vue par l'accès de télécommunication pendant les mesures de perturbation. Le RSI doit permettre le fonctionnement normal de l'appareil en essai et à cette fin doit être inséré sur le câble signal entre l'appareil en essai et n'importe quel appareil auxiliaire (AE) ou la charge nécessaire à la simulation de l'appareil en essai.

Il n'a pas été possible de définir un RSI applicable de façon générale, parce que sa conception dépend de la configuration de l'accès de télécommunication en essai. Il est permis, en attendant qu'un RSI approprié soit défini pour des câbles non symétriques, des câbles blindés ou non blindés comportant plus de quatre (4) paires symétriques, de relier de tels câbles à un équipement auxiliaire ou à un simulateur au lieu d'un RSI. La charge réelle doit être consignée dans le rapport d'essai. Dans tous les cas, l'EUT (équipement en essai, *equipment under test*) doit satisfaire aux limites du Tableau 3 ou 4 selon le cas.

Lorsqu'on utilise une sonde de courant, il convient de pouvoir relier celle-ci au câble à mesurer sans qu'il soit nécessaire de déconnecter ce câble. La sonde de courant doit avoir une réponse en fréquence uniforme sans résonance et fonctionner sans que les courants opératoires circulant dans son enroulement primaire ne produisent d'effet de saturation.

Si elle est utilisée, la sonde de courant doit être montée sur le câble à moins de 0,1 m du RSI. L'impédance d'insertion de la sonde doit être inférieure ou égale à 1 Ω; voir 5.1 de la CISPR 16-1-2.

Le RSI y compris tous les adaptateurs nécessaires pour connecter l'appareil en essai et l'appareil auxiliaire doit avoir les propriétés suivantes lorsque étalonné conformément à l'Annexe E de la CISPR 16-1-2:

- a) L'impédance terminale de mode commun dans la gamme de fréquences 0,15 MHz à 30 MHz doit être de 150 Ω ± 20 Ω et l'angle de phase de 0° ± 20°.
- b) Le RSI doit procurer une isolation suffisante contre les perturbations venant de l'AE ou de la charge connectés à l'accès de télécommunication à l'essai. L'atténuation du RSI, pour les perturbations dues au courant ou à la tension de mode commun provenant du AE, doit être telle que le niveau mesuré de ces perturbations à l'entrée du récepteur soit au moins de 10 dB inférieur à la limite d'émission appropriée.

L'isolation préférentielle est de:

- 150 kHz à 1,5 MHz > 35 dB à 55 dB, croissant linéairement selon le logarithme de la fréquence
- 1,5 MHz à 30 MHz > 55 dB

NOTE L'isolation est le découplage des perturbations de mode commun provenant d'un appareil auxiliaire et apparaissant par la suite à l'accès vers l'appareil en essai du RSI.

- c) 1) RSI pour les mesures aux accès destinés à être connectés à des câbles à paires symétriques non blindés de catégorie 6 (ou mieux):

La variation de l'affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) avec la fréquence f (MHz) doit être définie par l'équation suivante:

$$ACL(\text{dB}) = 75 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB pour $f < 2$ MHz, - 3 dB / + 6 dB pour f compris entre 2 MHz et 30 MHz)

- c) 2) RSI pour les mesures aux accès destinés à être connectés à des câbles à paires symétriques non blindés de catégorie 5 (ou mieux):

La variation de l'affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) avec la fréquence f (MHz) doit être définie par l'équation suivante:

$$ACL(\text{dB}) = 65 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB pour $f < 2$ MHz, - 3 dB / + 4,5 dB pour f compris entre 2 MHz et 30 MHz)

- c) 3) RSI pour les mesures aux accès destinés à être connectés à des câbles à paires symétriques non blindés de catégorie 3 (ou mieux):

La variation de l'affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) avec la fréquence f (MHz) doit être définie par l'équation suivante:

$$ACL(\text{dB}) = 55 - 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB} \quad (\pm 3 \text{ dB})$$

NOTE 1 Les spécifications ci-dessus de l'ACL en fonction de la fréquence sont des approximations de l'ACL des câbles à paires symétriques non blindés typiques dans des environnements représentatifs. Les spécifications pour les câbles de catégorie 3 (9.6.2 c)3) sont considérées comme représentatives de l'ACL des réseaux d'accès de télécommunications typiques. L'étude de ces spécifications continue et elles sont sujettes à des modifications futures.

NOTE 2 L'incertitude associée est à l'étude et une référence à la CISPR 16-3 8) sera incluse lorsque ce travail sera terminé.

- d) La distorsion d'amplitude ou tout autre détérioration de la qualité du signal dans la bande de fréquences occupée par le signal utile et causée par la présence du RSI ne doit pas affecter de façon significative le fonctionnement normal de l'appareil en essai.
- e) Le facteur de division en tension est défini comme suit:

Définition: Le facteur de division en tension du RSI muni d'un accès de mesure en tension est défini ainsi:

$$\text{facteur de division en tension} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{\text{cm}}}{V_{\text{mp}}} \right| \text{ dB}$$

où V_{cm} est la tension de mode commun apparaissant au travers de l'impédance de mode commun présentée à l'appareil en essai par le réseau de stabilisation d'impédance, et V_{mp} est la tension reçue par le récepteur mesurée directement à l'accès de mesure en tension.

Le facteur de division en tension doit être ajouté à la tension du récepteur mesurée directement à l'accès de mesure en tension et le résultat doit être comparé avec les limites de tensions du Tableau 3 ou du Tableau 4, selon celui qui est approprié. La précision du facteur de division de la tension doit être ± 1 dB.

9.6.3 Mesure aux accès de télécommunication

L'appareil en essai doit être installé comme indiqué aux Figures 4 à 9 pour les appareils sur table, les appareils disposés à même le sol et ceux combinant les deux.

De façon à faire des mesures d'émission fiables et représentatives d'une utilisation intensive d'un réseau local, il est seulement nécessaire de créer un taux d'utilisation du réseau local supérieur à 10 % et maintenir ce niveau pendant au moins 250 ms. Il est recommandé que le contenu du trafic pour l'essai consiste en des messages à la fois périodiques et pseudo-aléatoires de façon à simuler une transmission de données réaliste (par exemple aléatoire: fichiers compressés ou codés; périodique: fichiers graphique non compressés, pages mémoire, rafraîchissements d'écran, images stockées sur disque). Si le réseau local continue à transmettre au repos, des mesures doivent également être effectuées durant ces périodes de repos (voir [7] de l'Article E.3).

8) CISPR 16-3, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 3: Rapports techniques du CISPR.*

9.6.3.1 Mesure de la tension aux accès de télécommunication destinés à la connexion de paires symétriques non blindées

Lors de la réalisation des mesures de la tension perturbatrice, on doit utiliser un RSI comportant un accès de mesure de tension adaptable à un récepteur de mesure et répondant aux exigences d'impédance terminale de mode commun de l'accès signal.

Pour la mesure de la tension perturbatrice sur une seule paire symétrique non blindée, on doit utiliser un RSI deux fils; pour la mesure de câbles non blindés composés de deux paires symétriques, on doit utiliser un RSI quatre fils; pour la mesure de câbles non blindés contenant quatre paires symétriques, on doit utiliser un RSI huit fils (voir Annexe D).

La méthode de mesure de C.1.1 doit être utilisée.

Pour les câbles composés de plus de quatre paires symétriques, voir 9.6.3.5.

Lorsqu'un fonctionnement normal ne peut pas être obtenu du fait de l'impact du RSI sur l'appareil en essai, la mesure doit être effectuée au moyen de la méthode fournie au 9.6.3.5.

9.6.3.2 Mesure du courant aux accès de télécommunication destinés à la connexion de paires symétriques non blindées

Pour la mesure du courant perturbateur sur des câbles non blindés contenant une, deux ou quatre paires symétriques, le câble doit être muni des mêmes terminaisons que pour la mesure de la tension perturbatrice.

La méthode de mesure de C.1.1 doit être utilisée.

Pour les câbles composés de plus de quatre paires symétriques, voir 9.6.3.5.

9.6.3.3 Mesure de la tension aux accès de télécommunication destinés à la connexion de câbles blindés ou de câbles asymétriques

La méthode de mesure de C.1.1 ou de C.1.2 doit être utilisée.

9.6.3.4 Mesure du courant aux accès de télécommunication destinés à la connexion de câbles blindés ou de câbles asymétriques

La méthode de mesure de C.1.1 ou de C.1.2 doit être utilisée.

9.6.3.5 Mesures aux accès de télécommunication destinés à la connexion de câbles contenant plus de quatre paires symétriques ou à la connexion de câbles asymétriques

La méthode de mesure de C.1.3 doit être utilisée. Un câble approprié doit être utilisé pour relier l'EUT à l'équipement auxiliaire. A chaque fréquence concernée, les exigences de C.1.3 doivent être satisfaites. Le type de câble utilisé pour relier l'EUT à l'équipement auxiliaire, ainsi que la longueur de ce câble, doivent être consignés dans le rapport d'essai.

Procédure de mesure: Sans déconnecter l'équipement auxiliaire de l'EUT, mesurer le courant de mode commun avec une sonde de courant et mesurer la tension de mode commun avec une sonde de tension capacitive.

L'équipement auxiliaire doit être:

- un (des) équipement(s) typiquement raccordé(s) à l'accès de télécommunication en essai par un câble multiconducteur spécifié par le fabricant, ou alternativement,
- un équipement de simulation d'accès de télécommunication, ou

- un équipement qui termine l'accès de façon passive à l'extrémité du câble de l'équipement auxiliaire, à moins qu'un équipement actif ne se révèle nécessaire pour faire fonctionner l'accès en essai de manière appropriée.

9.7 Enregistrement des mesures

Parmi les perturbations dépassant ($L - 20$ dB), où L représente la limite en unités logarithmiques, les niveaux perturbateurs et les fréquences au moins des six plus forts niveaux doivent être enregistrés pour chaque borne d'alimentation et chaque accès de télécommunication que comprend l'appareil en essai. Pour les bornes d'alimentation, le conducteur transportant le courant doit être identifié pour chaque perturbation.

De plus, le rapport d'essai doit inclure la valeur de l'incertitude de mesure de l'appareillage de mesure et ses connexions associées utilisés pour réaliser les essais d'émission. Voir Article 11.

10 Méthode de mesure des perturbations rayonnées

10.1 Détecteurs de mesure

Les mesures doivent être effectuées avec un récepteur à détection de quasi-crête dans la gamme des fréquences comprises entre 30 MHz et 1 000 MHz.

Pour réduire le temps de mesure, un récepteur à détection de crête peut être employé à la place d'un récepteur à détection de quasi-crête. En cas de contestation, les mesures avec un récepteur à détection de quasi-crête prévaudront.

10.2 Récepteur de mesure en dessous de 1 GHz

Les récepteurs de mesure à détection de quasi-crête doivent être conformes à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

Les récepteurs de mesure à détection de crête doivent être tels que définis à l'Article 5 de la CISPR 16-1-1 et avoir une largeur de bande à 6 dB telle que spécifiée à l'Article 4 de la CISPR 16-1-1.

10.3 Antenne en dessous de 1 GHz

L'antenne doit être du type doublet demi-onde. La longueur d'antenne doit être accordée à 80 MHz et aux fréquences supérieures. Aux fréquences inférieures à 80 MHz, le doublet doit être ajusté à une longueur correspondant à la résonance à 80 MHz. De plus amples détails sont donnés à l'Article 4 de la CISPR 16-1-4

NOTE D'autres types d'antenne peuvent être utilisés à condition que leurs résultats puissent être corrélés avec ceux d'un doublet demi-onde avec un degré d'exactitude acceptable.

10.3.1 Distance entre l'antenne et l'appareil en essai

Les mesures du champ rayonné doivent être effectuées, l'antenne étant placée à une distance horizontale du périmètre de l'appareil en essai, spécifiée à l'Article 6. Le périmètre de l'appareil en essai est défini par une ligne droite imaginaire décrivant une configuration géométrique simple entourant l'appareil en essai. Tous les câbles et ATI interconnectés d'un système doivent être situés à l'intérieur de ce périmètre (voir également la Figure 2).

NOTE Si la mesure du champ à 10 m ne peut être effectuée à cause de niveaux élevés de bruit ambiant ou pour d'autres motifs, la mesure des ATI de classe B peut être effectuée à une distance plus courte, par exemple 3 m. Il convient d'utiliser un facteur de proportionnalité inverse de 20 dB par décade pour rapporter les résultats de mesure à la distance spécifiée, afin de déterminer la conformité. Lors de la mesure d'appareils de grandes dimensions, il convient de prêter attention aux effets de champ proche, pour les mesures à 3 m à des fréquences voisines de 30 MHz.

10.3.2 Hauteur de l'antenne par rapport au sol

On doit régler la hauteur de l'antenne par rapport au sol entre 1 m et 4 m afin d'obtenir l'indication maximale à chaque fréquence de mesure.

10.3.3 Azimut de l'antenne par rapport à l'appareil en essai

On doit également faire varier l'azimut de l'antenne pendant les mesures afin de trouver l'indication maximale. Pour faciliter la mesure, il est possible de faire tourner l'appareil en essai. Lorsque cela n'est pas possible, l'appareil reste dans une position fixe et les mesures sont effectuées autour de l'appareil en essai.

10.3.4 Polarisation de l'antenne par rapport à l'appareil en essai

On doit faire varier la polarisation de l'antenne (horizontale et verticale) par rapport à l'appareil en essai pendant les mesures, afin de trouver l'indication maximale.

10.4 Emplacement d'essai pour les mesures en dessous de 1 GHz

10.4.1 Généralités

Les emplacements d'essai doivent être validés en effectuant une mesure d'atténuation de l'emplacement, pour la polarisation verticale et pour la polarisation horizontale, dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz.

La distance entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception doit être la même que celle utilisée pour la mesure des perturbations rayonnées de l'appareil en essai.

10.4.2 Mesures d'atténuation d'un emplacement

Un emplacement de mesure doit être considéré comme acceptable si les mesures d'atténuation horizontale et verticale sont égales à ± 4 dB près à l'atténuation théorique de l'emplacement idéal (voir également la CISPR 16-1-4).

10.4.3 Emplacement d'essai en espace libre

L'emplacement d'essai doit être plat, dégagé de toute ligne aérienne, sans surface réfléchissante à proximité et assez vaste pour pouvoir placer l'antenne à la distance spécifiée tout en conservant un espace suffisant entre l'antenne, l'appareil en essai et d'éventuelles structures réfléchissantes. Les structures réfléchissantes sont définies comme celles dont le matériau de construction est essentiellement conducteur. L'emplacement d'essai doit être équipé d'un plan de masse conducteur décrit en 10.4.4. Deux emplacements d'essai sont représentés aux Figures 1 et 2.

L'emplacement d'essai doit respecter les exigences d'atténuation spécifiées dans la CISPR 16-1-4 pour les emplacements d'essai en espace libre.

10.4.4 Plan de masse conducteur

Un plan de masse conducteur doit s'étendre à au moins 1 m au-delà du périmètre de l'appareil en essai et au-delà de l'antenne de mesure la plus grande, et doit couvrir entièrement la zone entre l'appareil en essai et l'antenne. Il convient que ce plan soit métallique, sans trous ni fentes de dimensions supérieures à un dixième de la longueur d'onde à la fréquence de mesure la plus élevée. Il peut être nécessaire d'utiliser un plan de masse plus grand si les exigences d'atténuation de l'emplacement ne sont pas respectées.

10.4.5 Autres emplacements d'essai

Les essais peuvent être effectués sur d'autres emplacements n'ayant pas les caractéristiques physiques décrites en 10.4.3 et en 10.4.4. On doit alors démontrer la validité des mesures effectuées sur de tels emplacements. Ces autres emplacements conviennent pour les mesures des perturbations rayonnées si les mesures d'atténuation décrites à l'Annexe A satisfont aux exigences d'atténuation de 10.4.2.

Une cage de Faraday tapissée de matériau absorbant est un exemple d'autre emplacement d'essai.

NOTE L'Annexe A sera remplacée par la procédure correspondante spécifiée dans la CISPR 16-1-4.

10.5 Disposition de l'appareil en essai en dessous de 1 GHz

10.5.1 Généralités

Les câbles d'alimentation doivent pendre librement vers le plan de masse de référence. Ils doivent ensuite être dirigés vers la prise d'alimentation.

La prise d'alimentation doit être fixée au plan de masse de référence et il convient qu'elle ne dépasse pas au-delà de ce dernier. En cas d'utilisation d'un réseau fictif d'alimentation, ce dernier doit être installé sous le plan de masse de référence.

10.5.2 Disposition pour appareils sur table

Les conditions générales de 8.3.1 et 10.5.1 doivent s'appliquer.

L'appareil en essai doit être placé sur une table non conductrice, à 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence horizontal (voir 10.4.4) de l'emplacement d'essai.

La Figure 10 en donne un exemple de disposition.

10.5.3 Disposition d'appareils posés au sol

Les conditions générales de 8.3.2 et 10.5.1 doivent s'appliquer.

Des exemples de dispositions sont illustrés aux Figures 11 et 12.

10.5.4 Combinaisons de dispositions d'appareils posés au sol et d'appareils sur table

La disposition d'essai pour la partie sur table de l'appareil en essai doit être conforme au 10.5.2. La disposition d'essai pour la partie posée au sol de l'appareil en essai doit être conforme au 10.5.3.

La Figure 13 donne un exemple de disposition.

10.6 Mesure des émissions rayonnées au-dessus de 1 GHz

Les appareils de mesure doivent être tels que spécifiés dans la CISPR 16-1-1.

Les antennes de mesure doivent être telles que spécifiées en 4.6 de la CISPR 16-1-4.

L'emplacement d'essai doit être tel que spécifié en 8 de la CISPR 16-1-4.

La procédure de mesure doit être telle que spécifiée en 7.3 de la CISPR 16-2-3.

Les limites en mode de détection crête ne s'appliquent pas aux perturbations produites par les arcs ou les décharges dues à des décharges haute tension. De telles perturbations sont produites lorsque des ATI contiennent ou contrôlent des commutateurs mécaniques qui contrôlent des courants dans des inducteurs, ou lorsque des ATI contiennent ou contrôlent des sous-systèmes qui créent de l'électricité statique (comme les appareils utilisant du papier). Les limites en valeur moyenne s'appliquent aux perturbations produites par les arcs ou les décharges, tandis que les limites en valeur moyenne et en valeur crête s'appliquent aux autres perturbations produites par de tels ATI.

10.7 Enregistrement des mesures

Parmi les perturbations dépassant ($L - 20$ dB), où L représente la limite en unités logarithmiques, les niveaux perturbateurs et les fréquences au moins des six plus forts niveaux doivent être enregistrés. La polarisation de l'antenne pour chacune de ces perturbations est également enregistrée.

De plus, le rapport d'essai doit inclure la valeur de l'incertitude de mesure de l'appareillage de mesure et ses connexions associées utilisés pour réaliser les essais d'émission. Voir Article 11.

10.8 Mesure en présence de signaux ambiants élevés

D'une façon générale, il convient que les signaux ambiants ne dépassent pas la limite. Le rayonnement perturbateur de l'appareil en essai au point de mesure peut toutefois être impossible à mesurer à certaines fréquences du fait de champs ambiants engendrés par des services locaux de radiodiffusion ou par d'autres sources artificielles ou naturelles.

Si le champ ambiant est trop élevé (voir Article 8) à la distance spécifiée, les méthodes suivantes peuvent être utilisées pour vérifier la conformité de l'appareil en essai.

- a) Effectuer des mesures rapprochées et déterminer la limite L_2 correspondant à la distance rapprochée d_2 , en appliquant la relation suivante:

$$L_2 = L_1 (d_1/d_2)$$

où L_1 est la limite spécifiée en microvolts par mètre ($\mu\text{V}/\text{m}$) à la distance d_1 .

Déterminer les conditions possibles d'environnement et d'essai de conformité stipulées à l'Article 8 en employant L_2 comme nouvelle limite à la distance d_2 .

- b) Dans les bandes de fréquences où les conditions de bruit ambiant de l'Article 8 sont dépassées (valeurs mesurées supérieures à la limite diminuée de 6 dB), les valeurs des perturbations de l'appareil en essai peuvent être interpolées à partir des valeurs adjacentes des perturbations. La valeur interpolée doit être située sur une courbe décrivant une fonction continue de valeurs adjacentes de part et d'autre de la bande où les conditions de bruit ambiant ne sont pas respectées.
- c) Une autre possibilité est d'utiliser la méthode décrite à l'Annexe C de la CISPR 11.

10.9 Essai sur les lieux d'utilisation

Dans certains cas, les mesures des ATI de classe A sur les lieux de l'installation peuvent être nécessaires. On doit effectuer ces mesures de préférence à la limite de la propriété de l'utilisateur; si cette limite est à moins de 10 m, on doit effectuer les mesures à 10 m de l'appareil en essai.

Ce type de vérification de conformité est spécifique de l'emplacement de l'installation puisque ses caractéristiques influencent la mesure. Des ATI supplémentaires conformes peuvent être ajoutés au système installé sans invalider la conformité de l'emplacement.

Cette méthode de mesure peut ne pas être applicable pour la vérification de la conformité des ATI ayant de grandes dimensions (par exemple certains matériels des centres de télécommunication). Pour de tels appareils, les méthodes de mesure et les limites sont à l'étude.

11 Incertitude de mesure

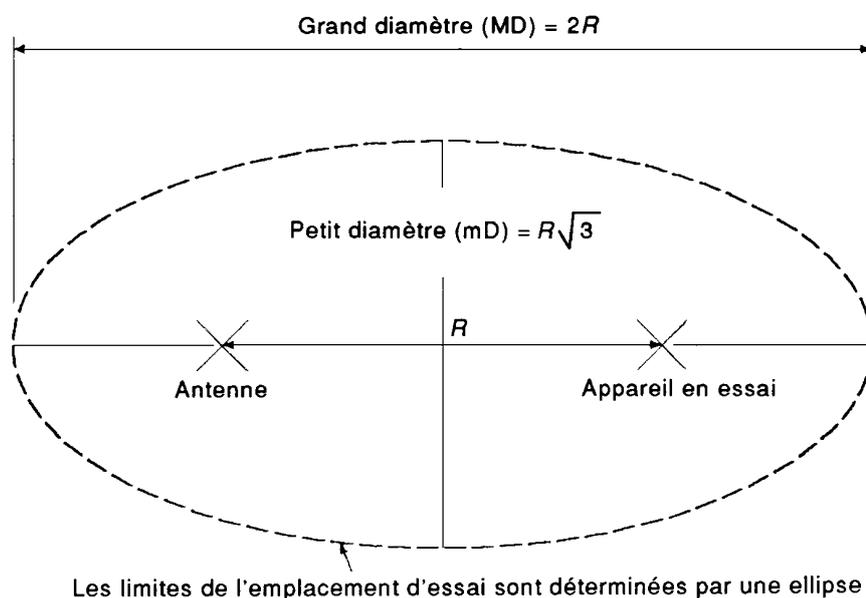
Les résultats de mesure d'émissions des ATI doivent faire référence aux considérations concernant l'incertitude due aux appareils de mesure contenues dans la CISPR 16-4-2.

La détermination de la conformité aux limites de la présente norme doit être basée sur les résultats des mesures de conformité sans tenir compte de l'incertitude due aux appareils de mesure. Cependant, l'incertitude due aux appareils de mesure et aux connexions entre les divers éléments de la chaîne de mesure qui leur sont associées doit être calculée, et les résultats de mesure ainsi que l'incertitude calculée doivent figurer dans le rapport d'essai.

NOTE Pour les mesures *in situ*, la contribution de l'incertitude due à l'emplacement lui-même est exclue du calcul d'incertitude.

Tableau 9 – Acronymes utilisés dans les figures

AE	Appareil auxiliaire
AMN	Réseau fictif d'alimentation
EUT	Appareil en essai
RSI	Réseau de stabilisation d'impédance

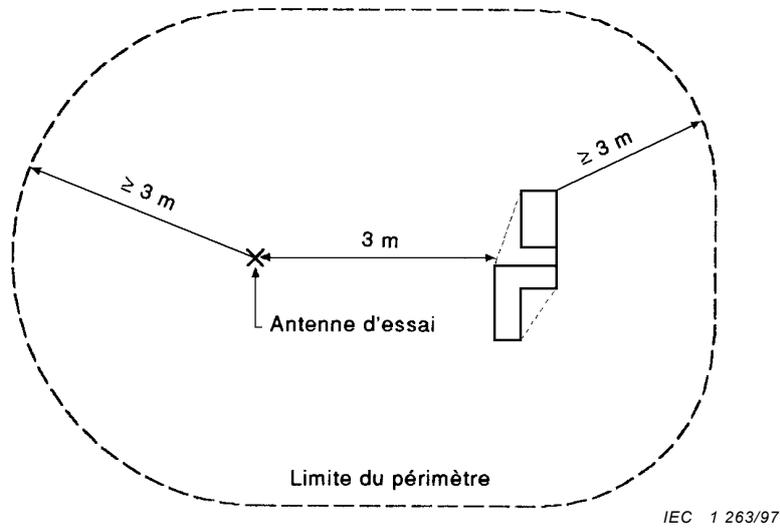


IEC 1 262/97

L'espace au-dessus du sol doit être dégagé de tout objet réfléchissant.

NOTE Les caractéristiques de l'emplacement d'essai sont décrites en 10.4. Voir aussi l'Article 6 pour la valeur de R .

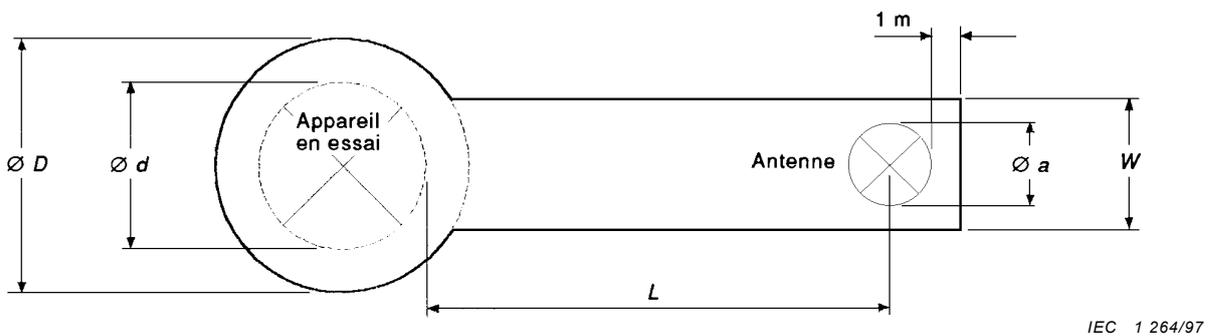
Figure 1 – Emplacement d'essai



Aucun objet réfléchissant ne doit se trouver à l'intérieur du volume délimité au sol par le tracé correspondant à cette figure et en hauteur par un plan horizontal situé à ≥ 3 m au-dessus de l'élément le plus élevé: antenne ou équipement en essai.

NOTE Voir 10.4.3 pour l'utilisation d'un autre emplacement d'essai. La méthode des segments pour définir le périmètre de l'unité d'essai est décrite en 10.3.1.

Figure 2 – Caractéristiques minimales d'un autre emplacement d'essai



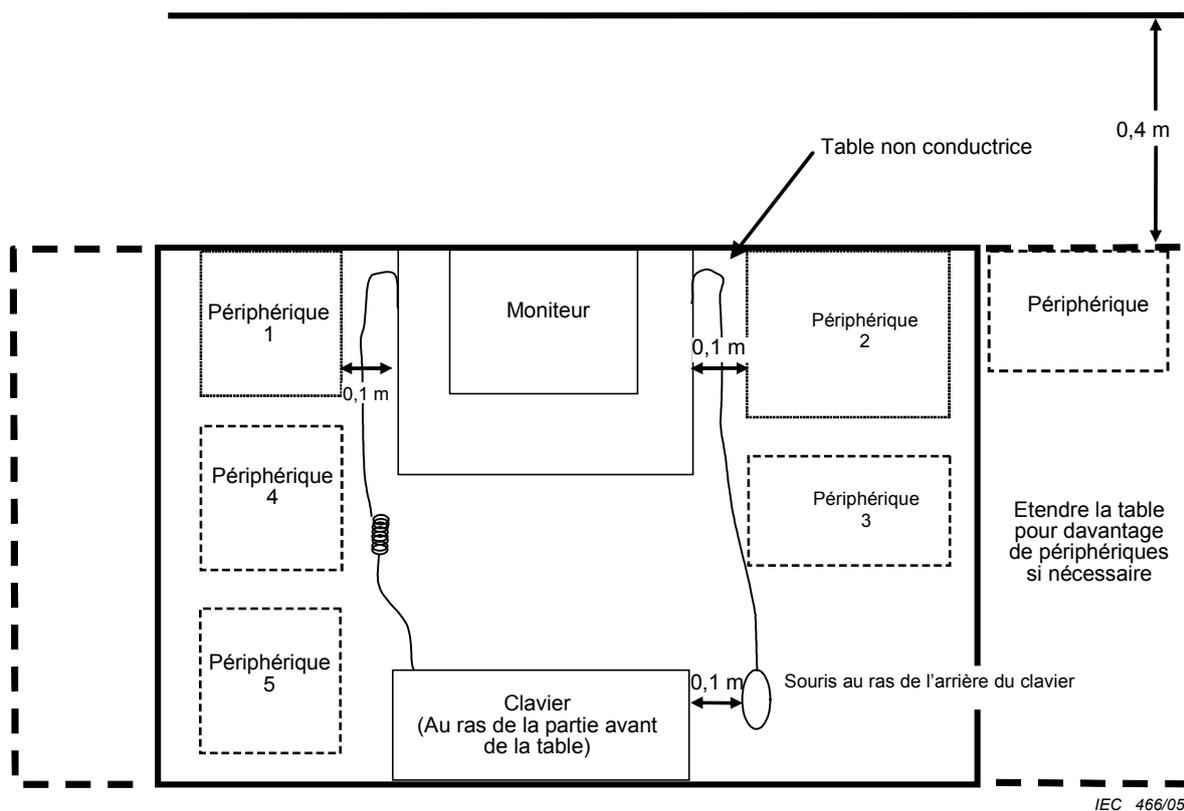
$D = d + 2$ m, où d est la dimension maximale de l'appareil en essai

$W = a + 2$ m, où a est la dimension maximale de l'antenne

$L = 3$ m ou 10 m

Figure 3 – Dimensions minimales du plan de masse métallique

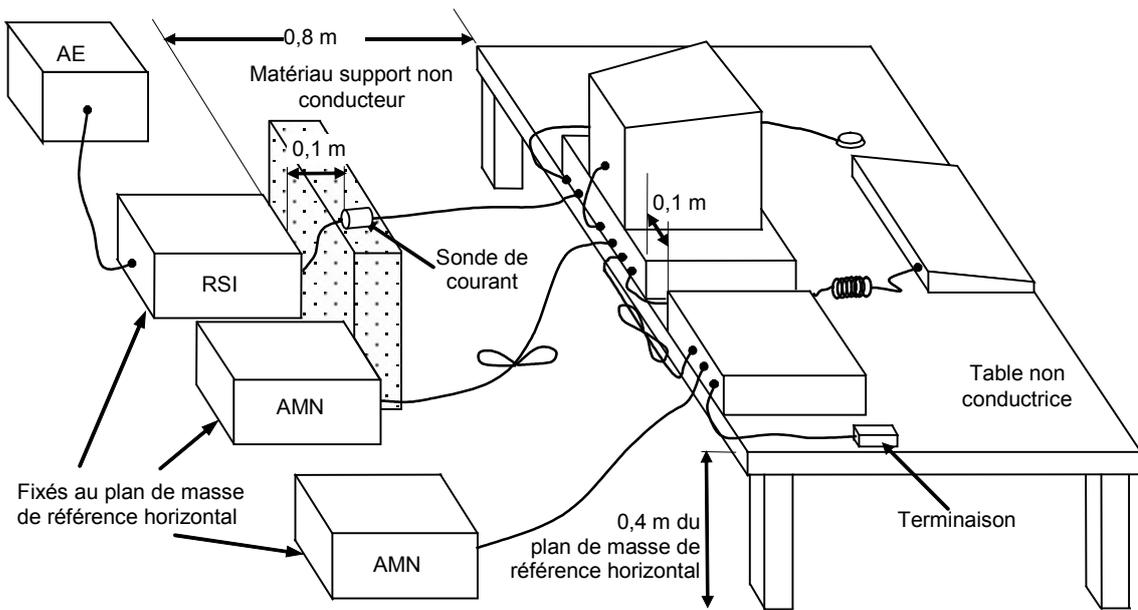
Plan de masse de référence vertical (émissions conduites uniquement – variante 1)



NOTES:

1. Pour les mesures d'émissions conduites, la puissance réseau est fournie par l'intermédiaire d'un réseau fictif d'alimentation.
2. Pour plus de clarté, des câbles ont été enlevés (sauf aux endroits illustrés).

Figure 4 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (émissions conduites et rayonnées) (vue de dessus)



IEC 1346/08

Figure 7 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions conduites – variante 2)

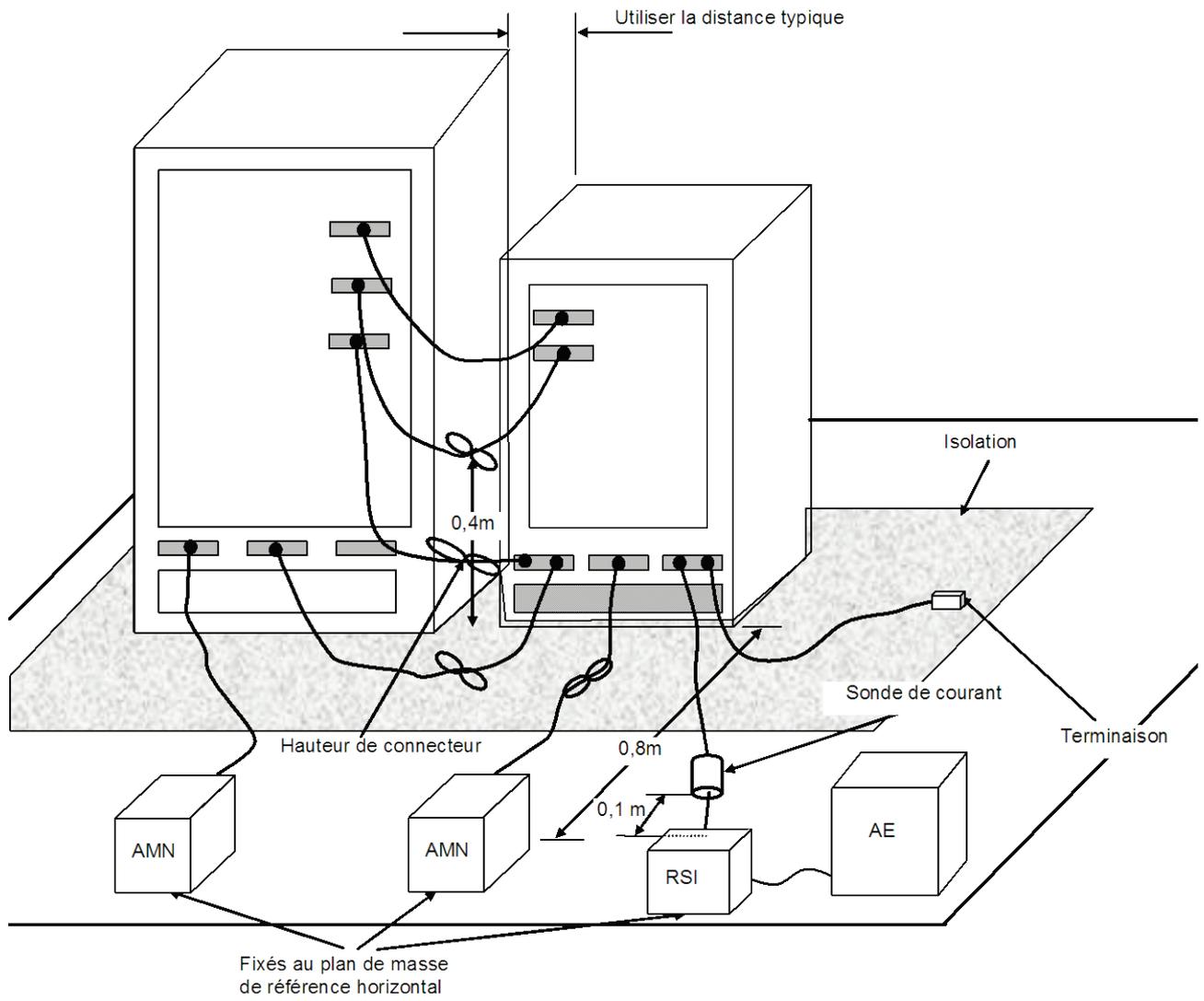
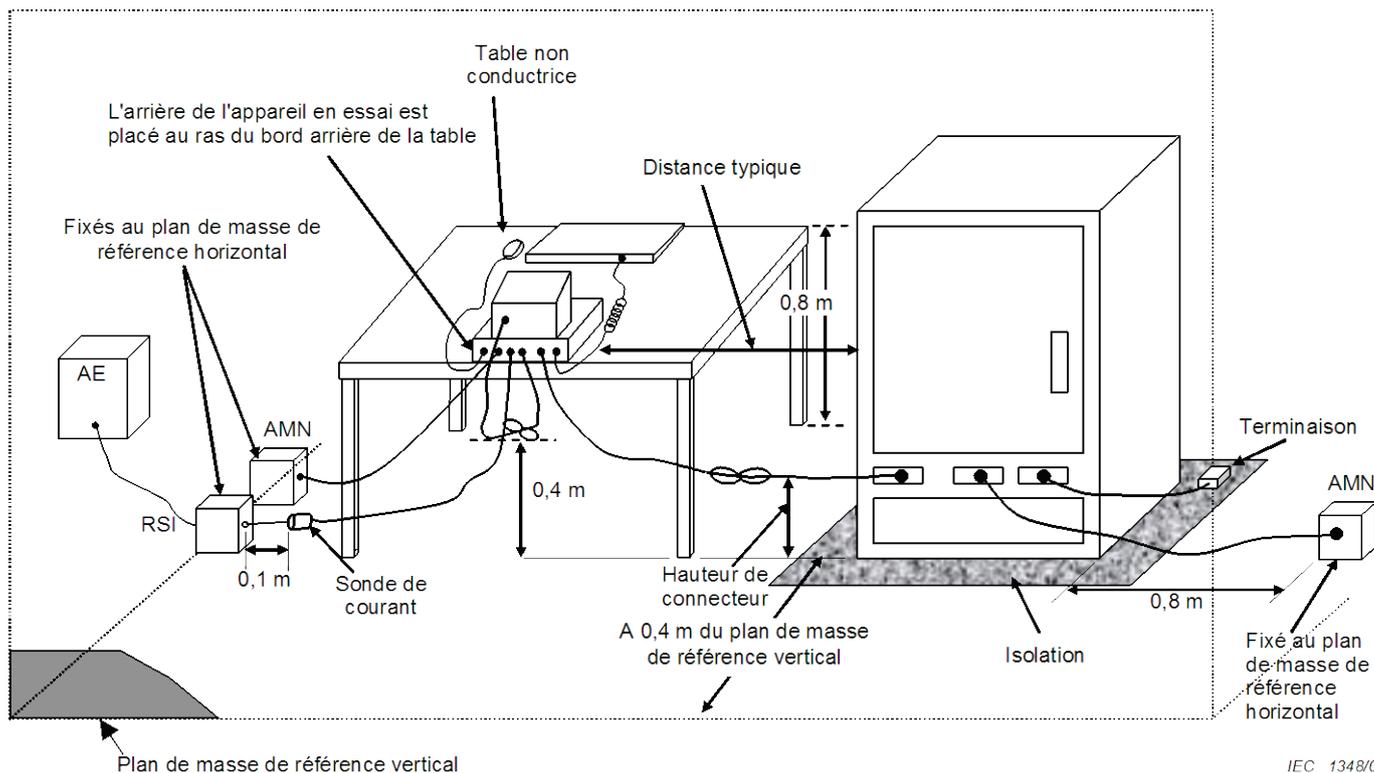
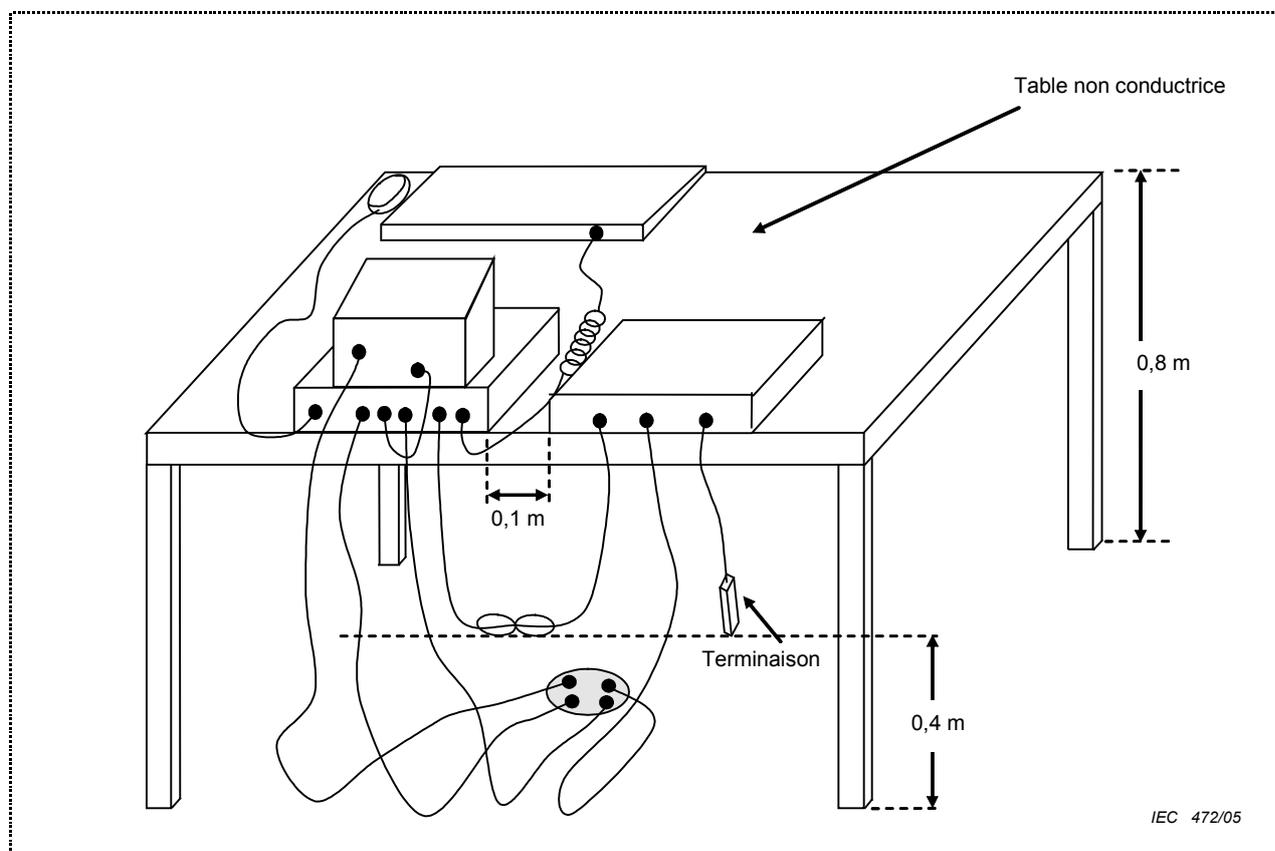


Figure 8 – Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions conduites)



IEC 1348/08

Figure 9 – Exemple de disposition d'essai pour combinaisons d'appareils (mesure d'émissions conduites)



IEC 472/05

Figure 10 – Exemple de disposition d'essai pour appareils sur table (mesure d'émissions rayonnées)

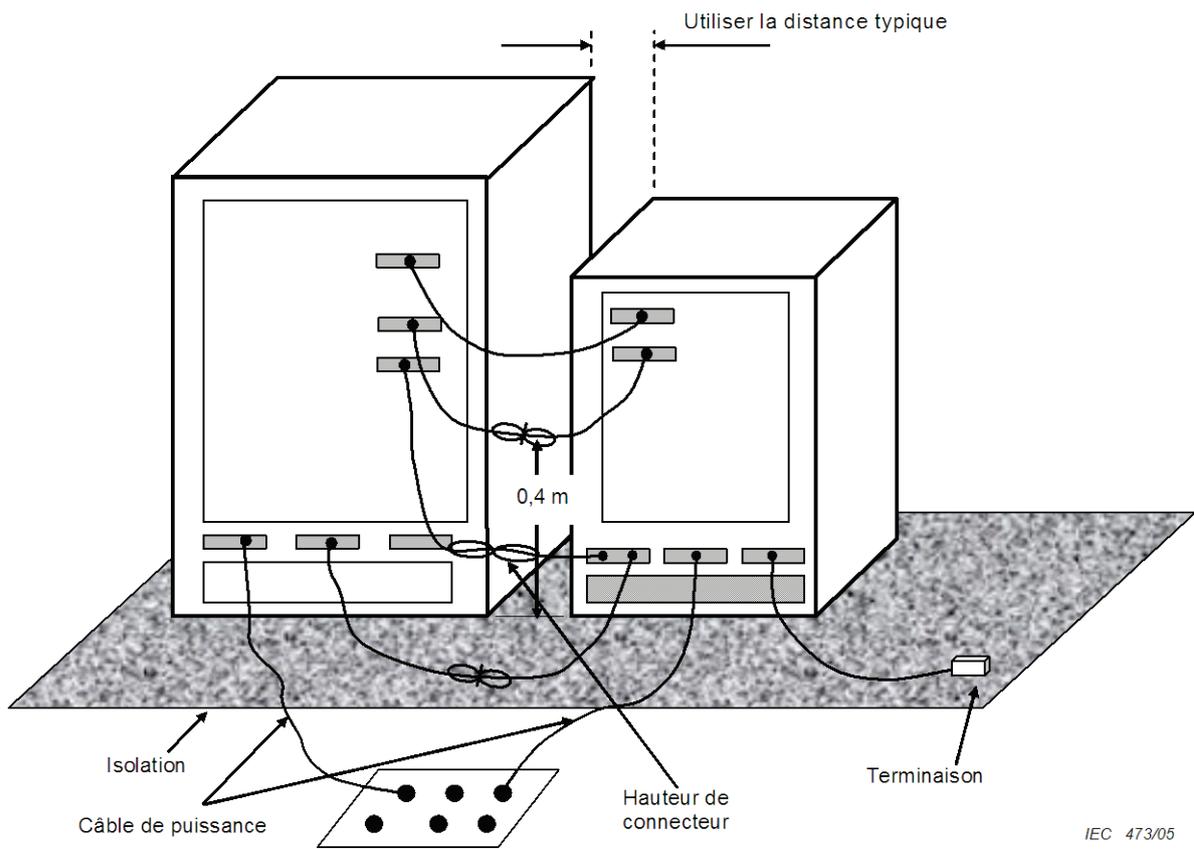
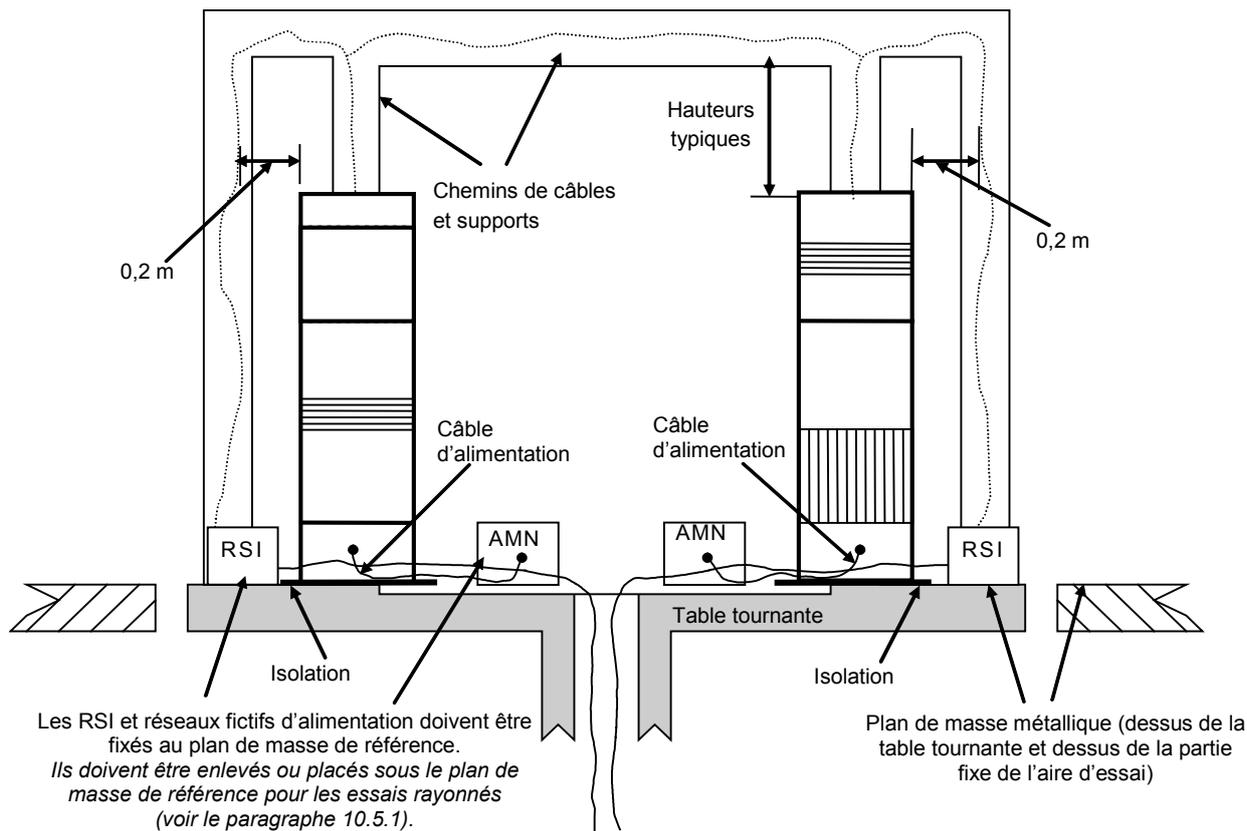


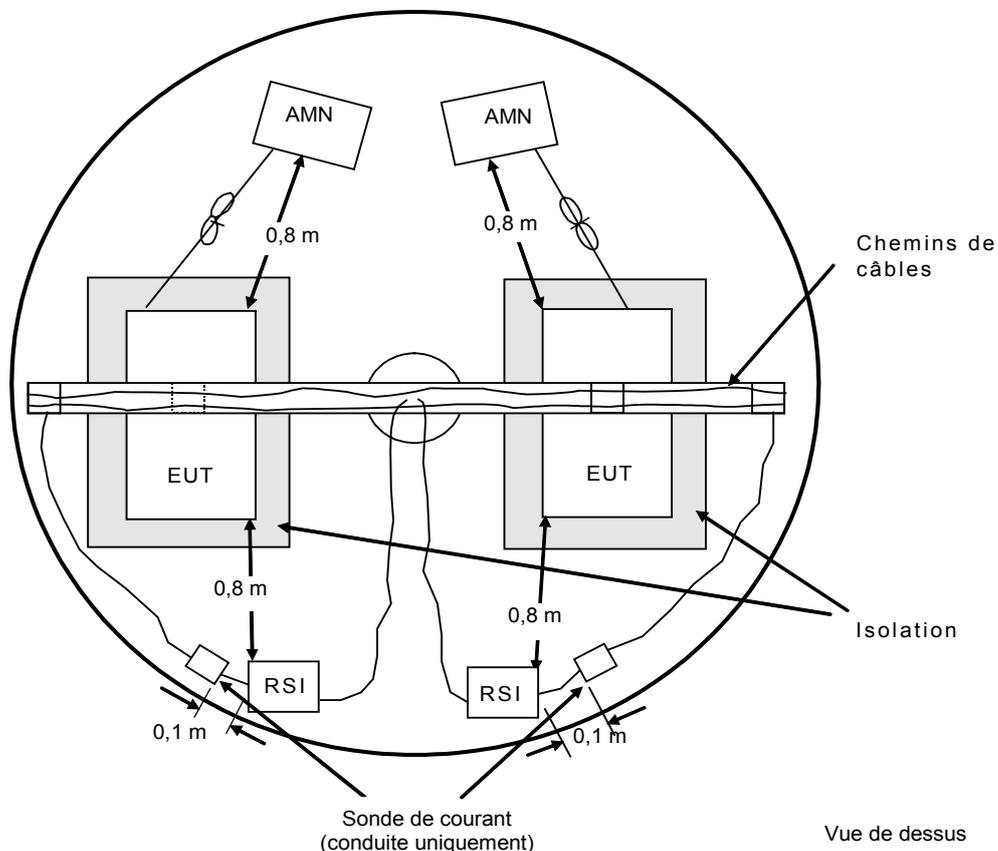
Figure 11 – Exemple de disposition d'essai pour appareils posés au sol (mesure d'émissions rayonnées)



Câbles d'entrée-sortie vers des périphériques et/ou des appareils auxiliaires éloignés. Ces câbles peuvent être rebouclés si nécessaire, en utilisant une impédance appropriée

Vue en élévation

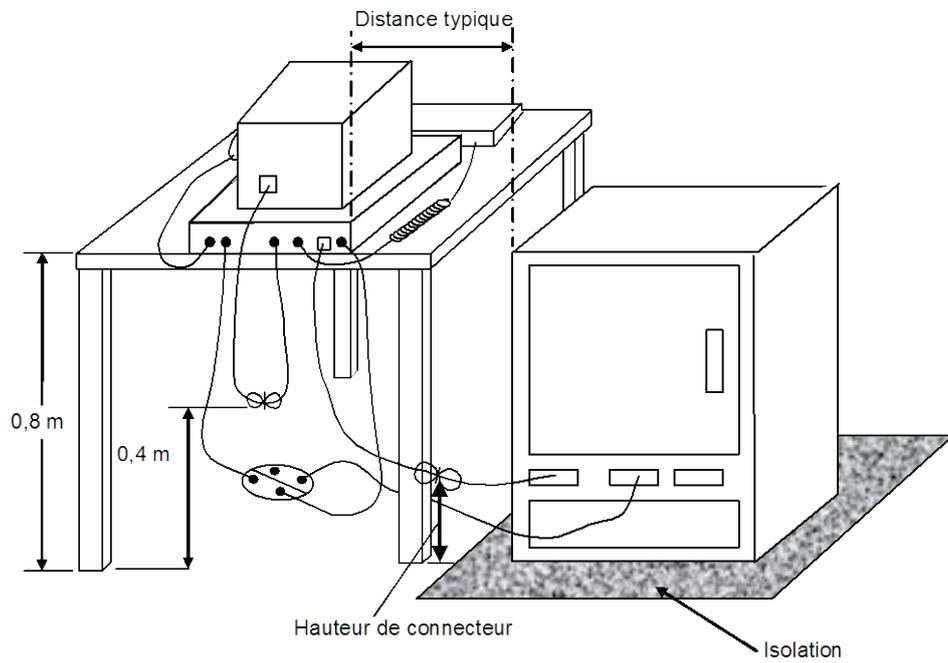
IEC 1349/08



Vue de dessus

IEC 1350/08

Figure 12 – Exemple de disposition d'essai pour appareils disposés à même le sol avec support vertical et câbles aériens (mesure d'émissions rayonnées et conduites)



IEC 475/05

Figure 13 – Exemple de disposition d’essai pour combinaisons d’appareils (mesure d’émissions rayonnées)

Annexe A (normative)

Mesures d'atténuation pour d'autres emplacements possibles

A.1 Méthode de mesure de l'atténuation de l'emplacement

L'antenne d'émission doit être déplacée à l'intérieur d'un volume, en polarisation horizontale et en polarisation verticale (voir Article A.2, référence [2]) tel que représenté à la Figure A.1. Le volume minimal recommandé comprend les positions latérales définies par une table d'essai de 1 m par 1,5 m en rotation autour de son centre, et les points les plus hauts définis par les hauteurs des appareils en essai usuels aussi bien installés au sol qu'installés sur une table, c'est-à-dire 1,5 m ou moins, comme représenté à la Figure A.2. Des volumes plus importants peuvent être nécessaires, en fonction des appareils habituellement mesurés sur un emplacement d'essai.

On doit utiliser des antennes à large bande pour ces mesures et les distances de mesure doivent être prises à partir du centre des antennes. Les antennes d'émission et de réception doivent être disposées de façon que leurs éléments soient orthogonaux à l'axe de mesure de sorte que les éléments des antennes soient toujours parallèles.

A.1.1 Polarisation verticale

En polarisation verticale, la hauteur du centre de l'antenne d'émission doit être de 1 m (on doit maintenir une distance minimale de 25 cm entre l'extrémité de l'antenne et le plan de masse).

Les mesures doivent également être effectuées avec une hauteur de 1,5 m pour l'antenne d'émission dans les conditions suivantes:

- a) la hauteur prévue de l'appareil en essai est comprise entre 1,5 m et 2 m;
- b) l'extrémité de l'antenne d'émission atteint au moins 90 % de la hauteur prévue pour l'appareil en essai lorsque son centre est placé à 1 m.

L'antenne d'émission doit être placée dans les quatre positions suivantes et aux hauteurs appropriées, en polarisation verticale:

- 1) au centre exact de la table tournante (voir Note 1);
- 2) en un point situé à 0,75 m en avant du centre de la table tournante dans la direction de l'antenne de réception (sur l'axe de mesure reliant le centre de la table tournante à l'antenne de réception);
- 3) en un point situé à 0,75 m en arrière du centre de la table tournante, à l'opposé de l'antenne réceptrice, sauf si ce point est à plus de 1 m de l'interface diélectrique verticale la plus proche (voir Note 2);
- 4) en deux points situés à 0,75 m de chaque côté du centre (sur un axe passant par le centre et perpendiculaire à l'axe reliant le centre à l'antenne de réception).

On doit effectuer les mesures de l'atténuation normalisée de l'emplacement (ANE) en polarisation verticale en maintenant constante la distance entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception, selon le Tableau A.1. L'antenne de réception doit être déplacée le long d'un axe allant vers le centre de la table tournante de façon à maintenir la distance spécifiée.

En supposant une hauteur maximale de l'appareil en essai de 1,5 m, il est nécessaire d'effectuer au moins quatre mesures en polarisation verticale (quatre positions dans un plan horizontal pour une hauteur) (voir Figure A.2a).

A.1.2 Polarisation horizontale

Pour les mesures d'atténuation normalisée de l'emplacement en polarisation horizontale, on doit utiliser deux hauteurs pour l'antenne d'émission: 1 m et 2 m, mesurées à partir du centre de l'antenne (voir Tableau A.1). Les mesures doivent être effectuées dans les positions suivantes pour les deux hauteurs d'antenne:

- 1) au centre exact de la table tournante;
- 2) en un point situé à 0,75 m en avant du centre de la table tournante dans la direction de l'antenne de réception;
- 3) en un point situé à 0,75 m en arrière du centre de la table tournante, à l'opposé de l'antenne de réception, sauf si ce point est à plus de 1 m de l'interface diélectrique verticale la plus proche (voir Note 2);
- 4) en deux points situés de chaque côté du centre de la table tournante de telle sorte que l'extrémité extérieure de l'antenne soit à 0,75 m du centre. Ces deux positions ne sont pas nécessaires si l'extrémité de l'antenne s'étend jusqu'à couvrir 90 % de la largeur du volume, lorsque l'antenne est placée au centre de la table tournante. Si, du fait de leurs dimensions, les éléments de l'antenne recouvrent le centre, lorsqu'elle est placée dans les deux positions latérales, alors la mesure au centre précis (position 1) n'est pas nécessaire.

Les hauteurs d'antenne sont basées sur une hauteur maximale des appareils d'environ 2 m et sur l'utilisation d'antennes à large bande usuelles. La mesure d'appareil de plus de 2 m de haut ou occupant au sol une aire dépassant celle définie par la table de 1 m par 1,5 m en rotation, peut nécessiter des hauteurs supérieures pour l'antenne d'émission et des déplacements plus importants de l'antenne par rapport au centre de la table tournante. Des valeurs d'atténuation normalisée d'emplacement différentes que celles données dans cette publication peuvent être nécessaires pour certaines géométries (voir Article A.2, référence [1]).

En supposant que l'étendue horizontale maximale de l'appareil en essai soit de 1,5 m, le nombre minimal de mesures en polarisation horizontale est de quatre (deux positions dans le plan horizontal à deux hauteurs) (voir Figure A.2b).

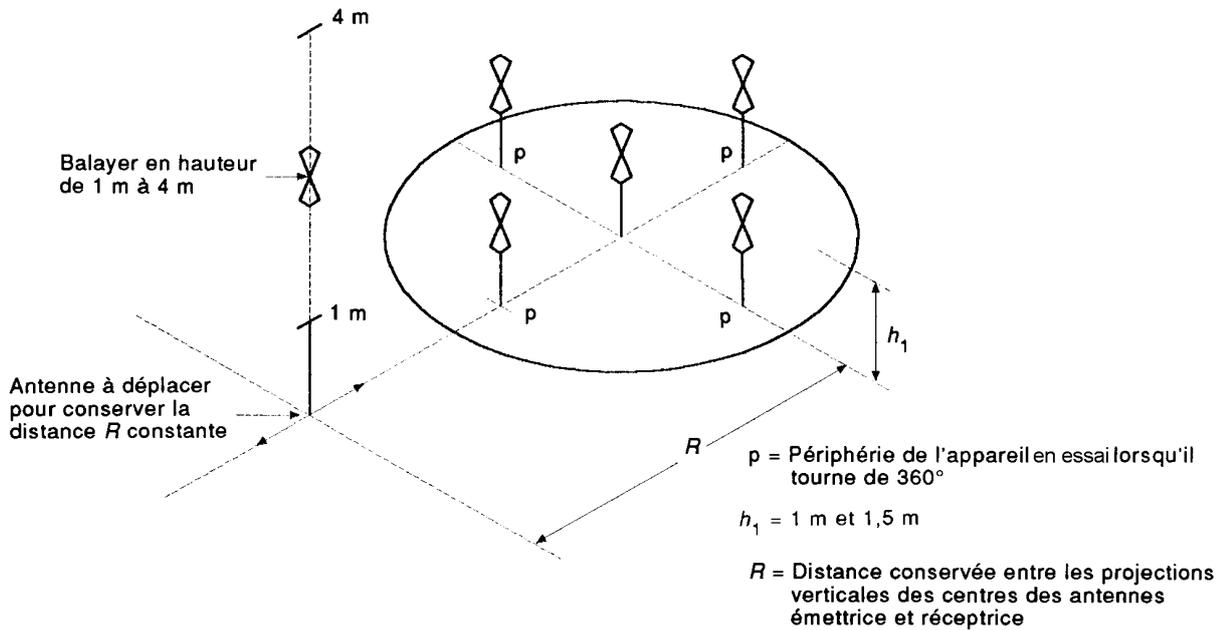
NOTE 1 Pour les emplacements sans table tournante, toutes les références au «centre» correspondent au centre d'une table d'essai de 1 m par 1,5 m.

NOTE 2 Il a été montré que les sources placées au voisinage d'interfaces diélectriques présentent des variations de densité de courant, qui peuvent affecter les caractéristiques de rayonnement de la source ainsi placée (voir Article A.2, référence [3]). A proximité de ces interfaces, une mesure supplémentaire d'atténuation est nécessaire.

Tableau A.1 – Atténuation normalisée de l'emplacement (A_N (dB)) pour les géométries recommandées avec des antennes à large bande

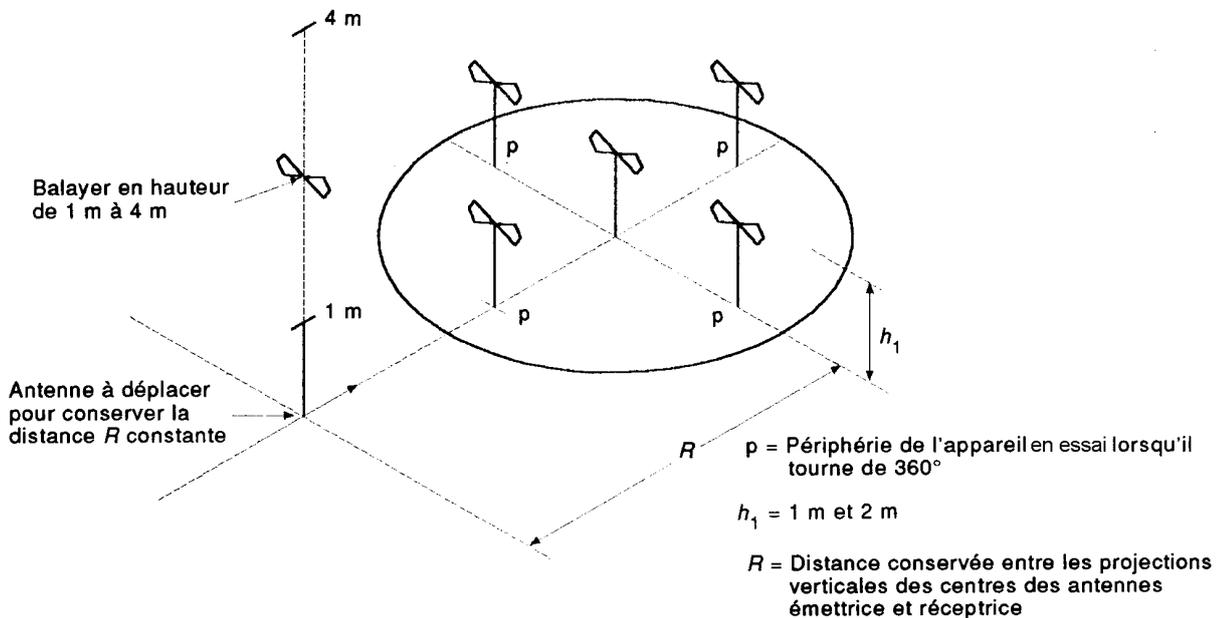
Polarisation	Horizontale						Verticale					
	R (m)	3	3	10	10	30	30	3	3	10	10	30
h_1 (m)	1	2	1	2	1	2	1	1,5	1	1,5	1	1
h_2 (m)	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4
f (MHz)	A_N (dB)											
30	15,8	11,0	29,8	24,1	47,7	41,7	8,2	9,3	16,7	16,9	26,0	
35	13,4	8,8	27,1	21,6	45,0	39,1	6,9	8,0	15,4	15,6	24,7	
40	11,3	7,0	24,9	19,4	42,7	36,8	5,8	7,0	14,2	14,4	23,5	
45	9,4	5,5	22,9	17,5	40,7	34,7	4,9	6,1	13,2	13,4	22,5	
50	7,8	4,2	21,1	15,9	38,8	32,9	4,0	5,4	12,3	12,5	21,6	
60	5,0	2,2	18,0	13,1	35,7	29,8	2,6	4,1	10,7	11,0	20,0	
70	2,8	0,6	15,5	10,9	33,0	27,2	1,5	3,2	9,4	9,7	18,7	
80	0,9	-0,7	13,3	9,2	30,7	24,9	0,6	2,6	8,3	8,6	17,5	
90	-0,7	-1,8	11,4	7,8	28,7	23,0	-0,1	2,1	7,3	7,6	16,5	
100	-2,0	-2,8	9,7	6,7	26,9	21,2	-0,7	1,9	6,4	6,8	15,6	
120	-4,2	-4,4	7,0	5,0	23,8	18,2	-1,5	1,3	4,9	5,4	14,0	
125	-4,7	-4,7	6,4	4,6	23,1	17,6	-1,6	0,5	4,6	5,1	13,6	
140	-6,0	-5,8	4,8	3,5	21,1	15,8	-1,8	-1,5	3,7	4,3	12,7	
150	-6,7	-6,3	3,9	2,9	20,0	14,7	-1,8	-2,6	3,1	3,8	12,1	
160	-7,4	-6,7	3,1	2,3	18,9	13,8	-1,7	-3,7	2,6	3,4	11,5	
175	-8,3	-6,9	2,0	1,5	17,4	12,4	-1,4	-4,9	2,0	2,9	10,8	
180	-8,6	-7,2	1,7	1,2	16,9	12,0	-1,3	-5,3	1,8	2,7	10,5	
200	-9,6	-8,4	0,6	0,3	15,2	10,6	-3,6	-6,7	1,0	2,1	9,6	
250	-11,7	-10,6	-1,6	-1,7	11,6	7,8	-7,7	-9,1	-0,5	0,3	7,7	
300	-12,8	-12,3	-3,3	-3,3	8,7	6,1	-10,5	-10,9	-1,5	-1,9	6,2	
400	-14,8	-14,9	-5,9	-5,8	4,5	3,5	-14,0	-12,6	-4,1	-5,0	3,9	
500	-17,3	-16,7	-7,9	-7,6	1,8	1,6	-16,4	-15,1	-6,7	-7,2	2,1	
600	-19,1	-18,3	-9,5	-9,3	0,0	0,0	-16,3	-16,9	-8,7	-9,0	0,8	
700	-20,6	-19,7	-10,8	-10,6	-1,3	-1,4	-18,4	-18,4	-10,2	-10,4	-0,3	
800	-21,3	-20,8	-12,0	-11,8	-2,5	-2,5	-20,0	-19,3	-11,5	-11,6	-1,1	
900	-22,5	-21,8	-12,8	-12,9	-3,5	-3,5	-21,3	-20,4	-12,6	-12,7	-1,7	
1 000	-23,5	-22,7	-13,8	-13,8	-4,5	-4,5	-22,4	-21,4	-13,6	-13,6	-3,6	

NOTE Ces données s'appliquent aux antennes espacées d'au moins 250 mm par rapport au plan de masse, lorsque le centre de l'antenne est à 1 m au-dessus du plan de masse, en polarisation verticale.



CEI 1 302/93

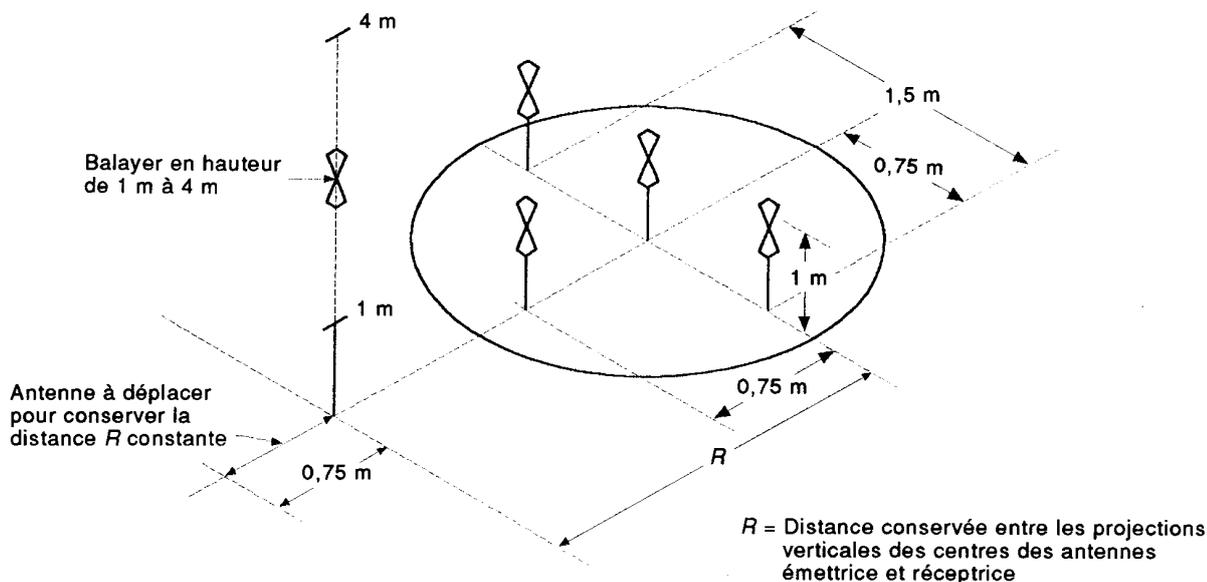
Figure A.1a – Positions typiques d'antenne pour d'autres emplacements
Mesures d'ANE en polarisation verticale



CEI 1 303/93

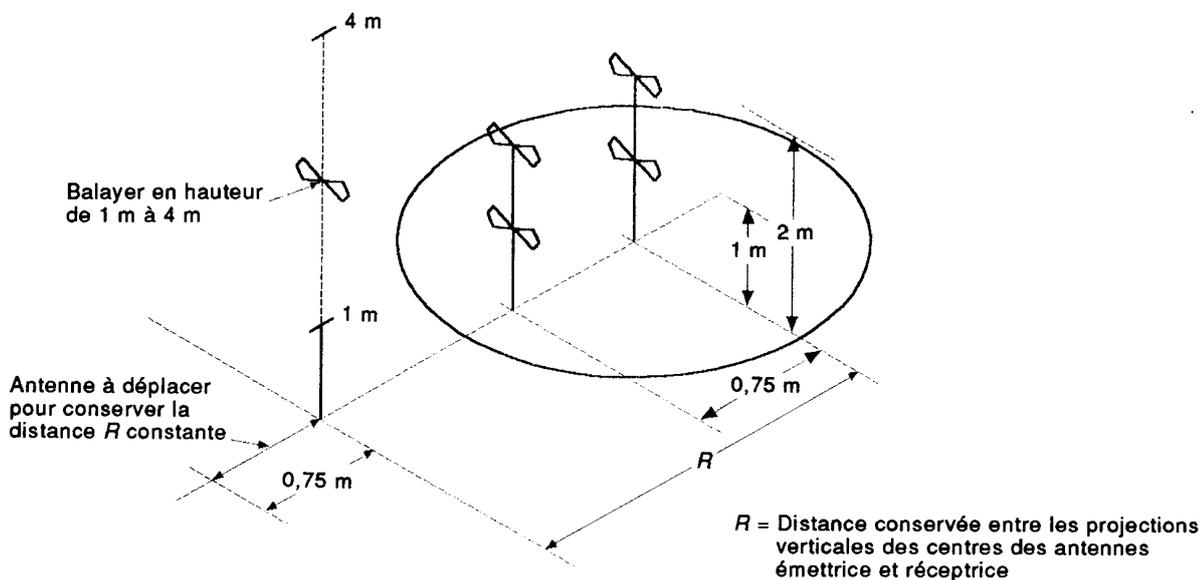
Figure A.1b – Positions typiques d'antenne pour d'autres emplacements
Mesures d'ANE en polarisation horizontale

Figure A.1 – Positions typiques d'antenne pour les mesures d'ANE
d'autres emplacements d'essai



CEI 1 304/93

Figure A.2a – Positions typiques d'antenne pour d'autres emplacements – Mesures d'ANE en polarisation verticale pour un appareil de volume inférieur à 1 m de profondeur, 1,5 m de large, 1,5 m de haut et dont la périphérie est à plus de 1 m du matériau le plus proche susceptible de provoquer des réflexions



CEI 1 305/93

Figure A.2b – Positions typiques d'antenne pour d'autres emplacements – Mesures d'ANE en polarisation horizontale pour un appareil de volume inférieur à 1 m de profondeur, 1,5 m de large, 1,5 m de haut et dont la périphérie est à plus de 1 m du matériau le plus proche susceptible de provoquer des réflexions

Figure A.2 – Positions des antennes pour les mesures d'autres emplacements d'essai pour le volume minimal recommandé

A.2 Références

- [1] SMITH, A.A., GERMAN, R.F., PATE, J.B., «Calculation of site attenuation from antenna factors», IEEE Transactions on EMC, Vol EMC-24, 1982.
- [2] GERMAN, R.F., «Comparison of semi-anechoic chamber and open-field site attenuation measurements», 1982 IEEE International Symposium Record on Electromagnetic Compatibility, pp 260-265.
- [3] PATE, J.B., «Potential measurement errors due to mutual coupling between dipole antennas and radio frequency absorbing material in close proximity», 1984 IEEE National Symposium Record on Electromagnetic Compatibility.

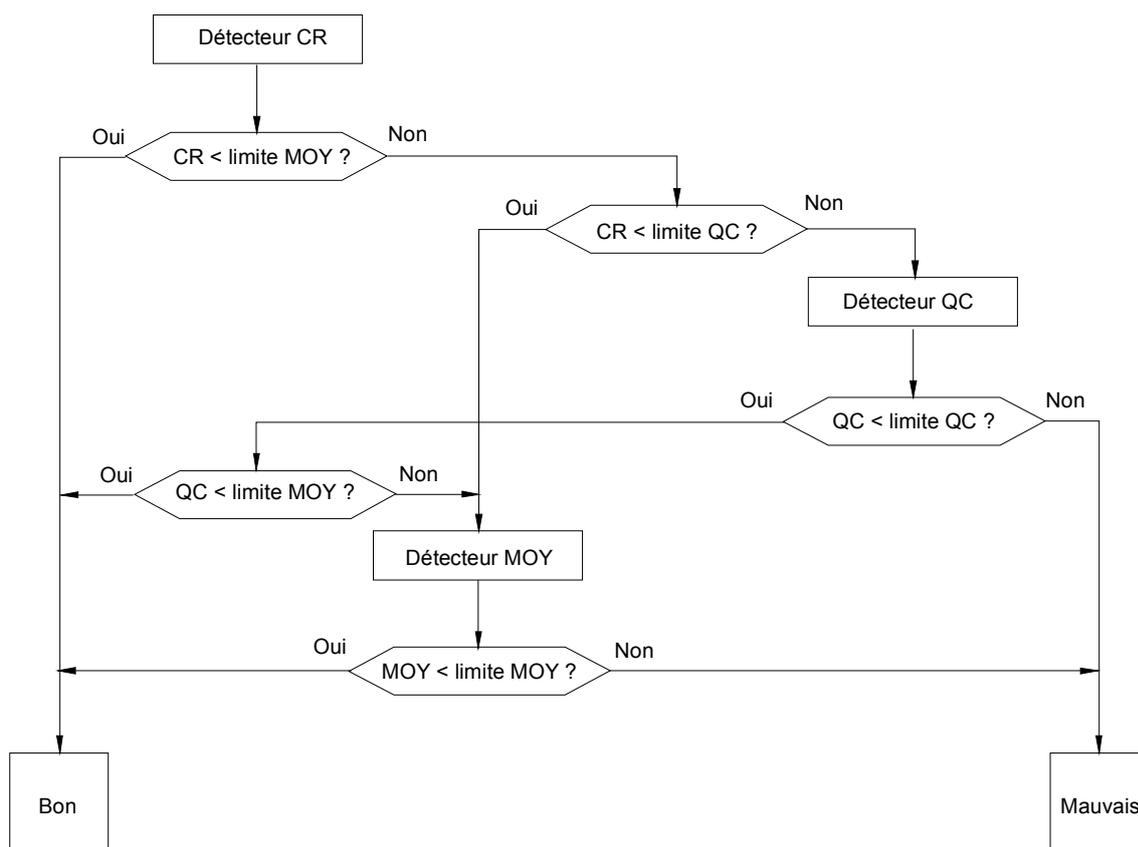
Annexe B
(normative)

Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête

Si l'on utilise un récepteur à détection de crête pour réduire le temps de mesure lors des mesures des perturbations conduites aux bornes d'alimentation ou aux accès de télécommunication dans la gamme des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz, l'arbre de décision suivant est utilisé pour déterminer un jugement final bon/mauvais.

Il convient que les analyseurs de spectre ou les récepteurs qui comportent des pré-sélecteurs qui suivent automatiquement la fréquence qui est scrutée par l'analyseur de spectre ou le récepteur aient un temps de traitement suffisamment long à chaque fréquence, afin d'éviter des erreurs dans les niveaux mesurés.

De plus, afin de ne pas influencer les résultats de mesure, la bande vidéo de l'analyseur de spectre doit être supérieure ou égale à la bande de résolution.



IEC 1 273/97

CR Crête
 QC Quasi-crête
 MOY Valeur moyenne

Figure B.1 – Arbre de décision pour les mesures avec un détecteur de crête

Annexe C (normative)

Configurations d'essai possibles pour la mesure des perturbations de mode commun

C.1 Introduction

L'Annexe C décrit les méthodes de mesure qui peuvent être utilisées pour mesurer les émissions TCM conduites sur les lignes de télécommunication en respectant les exigences de la présente norme. En fonction du type de câble, différentes méthodes peuvent être utilisées, chacune présentant des avantages et des inconvénients. (Se référer à l'Annexe F informative.)

C.1.1 Utilisation d'un RSI ou de RCD, y compris ceux décrits dans la CEI 61000-4-6

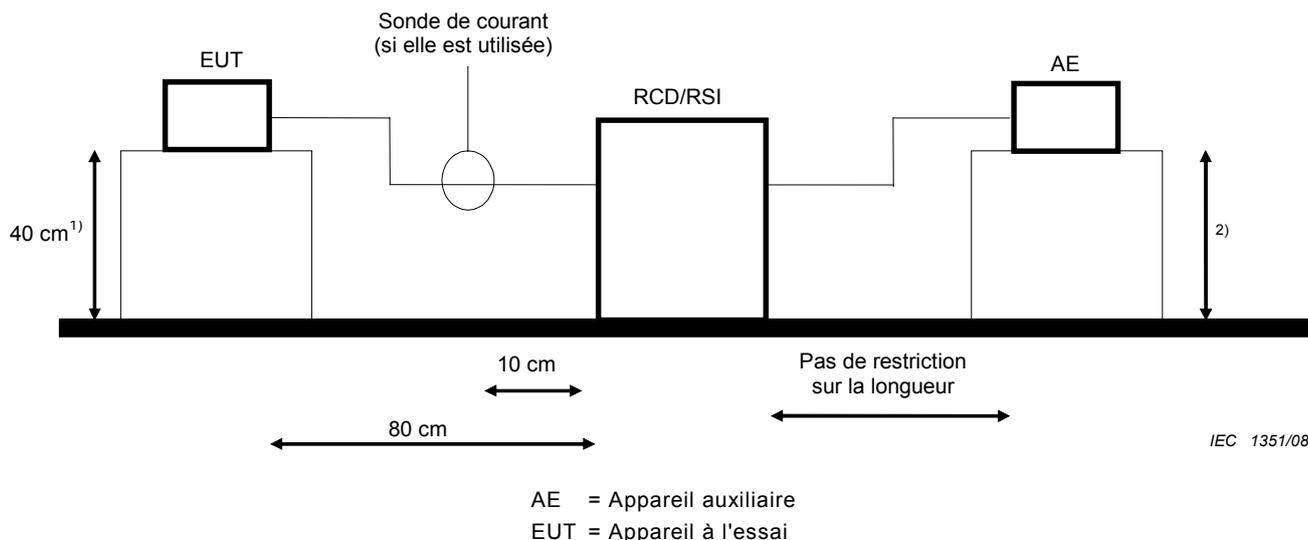
Pour les paires symétriques simples et doubles non blindées, on doit utiliser le RSI conformément au 9.6.2. Pour les autres types de câbles (blindés et non blindés), on peut utiliser les RCD décrits dans la CEI 61000-4-6, dans la mesure où de tels RCD existent, et tant que l'appareil en essai peut continuer à fonctionner normalement avec le RCD inséré au niveau du câble raccordé à l'appareil en essai. L'ACL du RCD ne doit pas être supérieur à la plus petite valeur de tolérance d'ACL de 9.6.2 pour un RSI approprié à la catégorie de câble connecté à l'appareil en essai.

Lorsque la mesure avec cette méthode est possible, la méthode C.1.1 donne les meilleurs résultats de mesure avec l'incertitude de mesure la plus faible.

Dans certains cas, un RSI approprié n'est pas défini, ou bien le fonctionnement du système est affecté par l'insertion du RSI. D'autres solutions pour la mesure sans RSI dédiés sont par conséquent nécessaires. C.1.2 et C.1.3 décrivent les méthodes alternatives possibles.

Lorsqu'un RCD conforme à la CEI 61000-4-6 est utilisé pour effectuer les mesures d'émissions conduites conformément à cette norme, il convient d'étalonner le RCD pour s'assurer que ses performances d'ACL ne dépassent pas les exigences données pour les RSI décrits dans la présente norme.

- Relier directement le RCD/RSI au plan de masse de référence.
- Si une mesure de tension est choisie, mesurer la tension à l'accès de mesure du RCD/RSI, corriger la lecture par l'addition du facteur de division de la tension du RCD/RSI défini en 9.6.2 e) et comparer à la limite de tension.
- Si une mesure de courant est choisie, mesurer le courant à l'aide de la sonde de courant et comparer à la limite de courant.
- Il n'est pas nécessaire d'appliquer la limite en tension et en courant si l'on utilise un RCD/RSI. Une charge de 50 Ω doit être reliée à l'accès de mesure du RCD/RSI pendant la mesure du courant.



- 1) Distance par rapport au plan de masse de référence (vertical ou horizontal).
2) La distance par rapport au plan de masse de référence n'est pas critique.

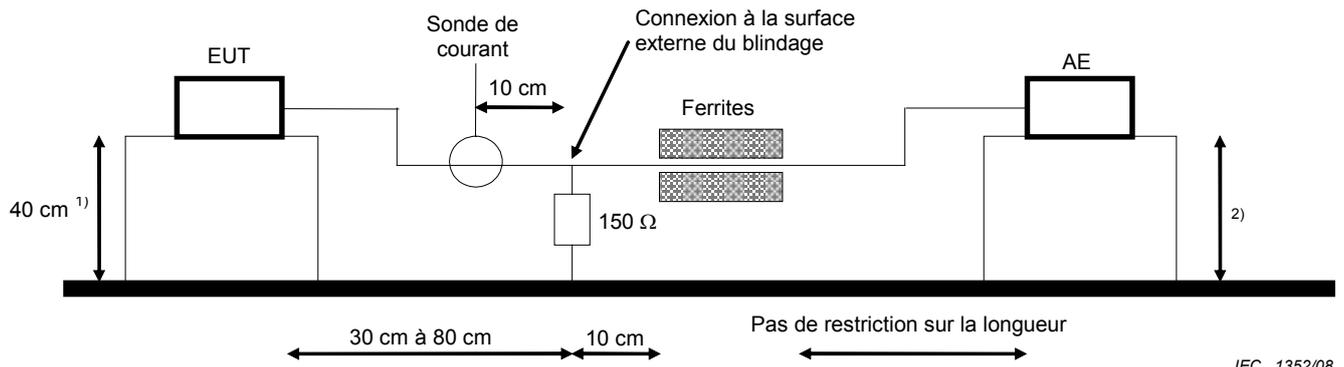
Figure C.1 – Utilisation du RCD décrit dans la CEI 61000-4-6 en tant que RCD/RSI

C.1.2 Utilisation d'une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage («RCD/RSI sur site»)

Pour tous les types de câbles coaxiaux ou de câbles multipaires blindés, il est possible d'utiliser la méthode C.1.2.

Il n'est pas nécessaire de couper le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai comme c'est le cas avec la méthode C.1.1. Cependant, il est nécessaire d'entailler l'isolant externe du câble afin d'atteindre la surface métallique extérieure du blindage.

- Rompre l'isolation et relier une résistance de 150 Ω entre la surface extérieure du blindage et la terre.
- Mettre en place un tube ou un anneau de ferrite entre le point de connexion des 150 Ω et l'appareil auxiliaire.
- Mesurer le courant à l'aide de la sonde de courant et comparer à la limite de courant. L'impédance de mode commun au niveau de la résistance de 150 Ω doit être suffisamment élevée pour ne pas affecter la mesure. Se référer à l'Article C.2 pour mesurer cette impédance qui devrait être beaucoup plus élevée que 150 Ω pour ne pas affecter la mesure des fréquences émises par l'appareil en essai.
- Une mesure de tension est également possible soit en parallèle avec la résistance de 150 Ω en utilisant une sonde à haute impédance, ou en utilisant un «adaptateur de 50 Ω à 150 Ω » décrit dans la CEI 61000-4-6 comme charge de 150 Ω , et en appliquant le facteur de correction approprié (9,6 dB dans le cas d'un «adaptateur de 50 Ω à 150 Ω »).



AE = Appareil auxiliaire

EUT = Appareil à l'essai

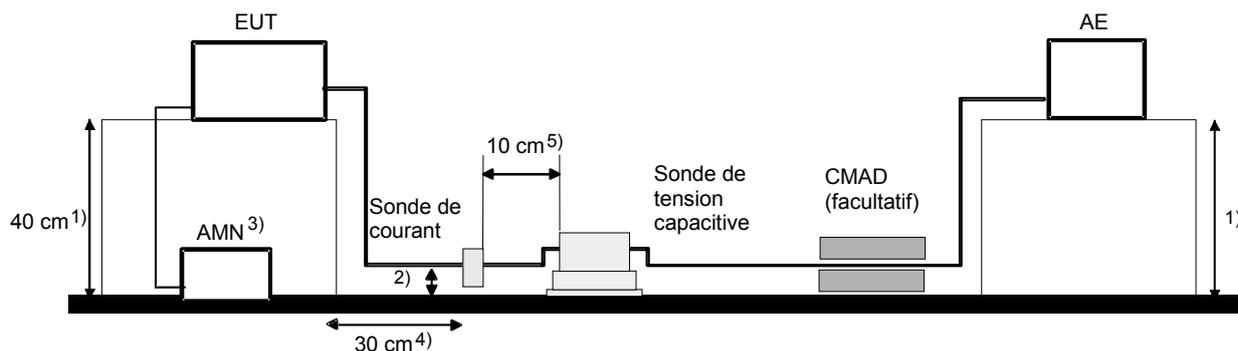
¹⁾ Distance par rapport au plan de masse de référence (vertical ou horizontal).

²⁾ La distance par rapport au plan de masse de référence n'est pas critique.

Figure C.2 – Utilisation d'une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage («RCD/RSI sur site»)

C.1.3 Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive

- Mesurer le courant à l'aide d'une sonde de courant.
- Comparer le courant mesuré à la limite de courant applicable.
- Mesurer la tension avec une sonde de tension capacitive comme spécifié en 5.2.2 de la CISPR 16-1-2.
- Régler la tension mesurée comme suit:
 - marge de courant ≤ 6 dB – soustraire la marge de courant réelle de la tension mesurée ;
 - marge de courant > 6 dB – soustraire 6 dB de la tension mesurée.
- Comparer la tension réglée avec la limite de tension applicable.
- Le courant mesuré et la tension réglée doivent tous deux être inférieurs aux limites de courant et de tension applicables.



IEC 1353/08

AE = Equipement auxiliaire
 EUT = Equipement en essai
 CMAD = Dispositif d'absorption en mode commun

Il n'est pas nécessaire de placer conjointement et simultanément la sonde de courant et la sonde de tension capacitive sur l'installation de mesure à moins que des mesures simultanées du courant et de la tension ne doivent être effectuées.

- 1) L'EUT et l'équipement auxiliaire doivent être placés sur des tables non conductrices à 40 ± 1 cm du plan de masse de référence (horizontal ou vertical).
- 2) Le câble utilisé pour l'essai doit parcourir l'espace compris directement entre l'EUT et un point situé à 4 ± 1 cm du plan de masse de référence et suivre ce parcours entre les tables de l'EUT et de l'équipement auxiliaire. Cette restriction ne s'applique pas à la section de câble qui passe à travers la sonde de tension.
- 3) Sauf s'il fonctionne sur batterie, l'EUT doit être alimenté en utilisant un réseau fictif d'alimentation (AMN) placé sur le plan de masse de référence et à plus de 10 cm de l'angle le plus proche du plan de masse. Le câble d'alimentation de l'EUT doit être positionné loin du câble utilisé pour l'essai afin de minimiser les effets de couplage et de diaphonie.
- 4) La projection horizontale de l'EUT sur l'équipement de mesure doit être de 30 ± 1 cm.
- 5) Lorsqu'elles sont utilisées pour des mesures simultanées du courant et de la tension (ou pour d'autres raisons), les sondes de courant et de tension doivent être séparées de 10 ± 1 cm. Soit la sonde de courant (telle qu'illustrée), soit la sonde de tension capacitive peut être placée à côté de l'EUT.

Figure C.3 – Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive avec un EUT posé sur table

C.1.4 Logigramme pour la sélection de la méthode d'essai

Le logigramme pour la sélection de la méthode d'essai (voir Figure C.5) est valable pour différents accès (paire torsadée non blindée, paire torsadée blindée, câble coaxial, alimentation en courant alternatif, etc.). Dans les cas où différents types de câbles peuvent convenir, par exemple paire torsadée blindée (STP) ou paire torsadée non blindée (UTP), les deux doivent être soumis aux essais de conformité à la norme.

C.2 Mesure de l'impédance de mode commun du câble, de la ferrite et de l'appareil auxiliaire

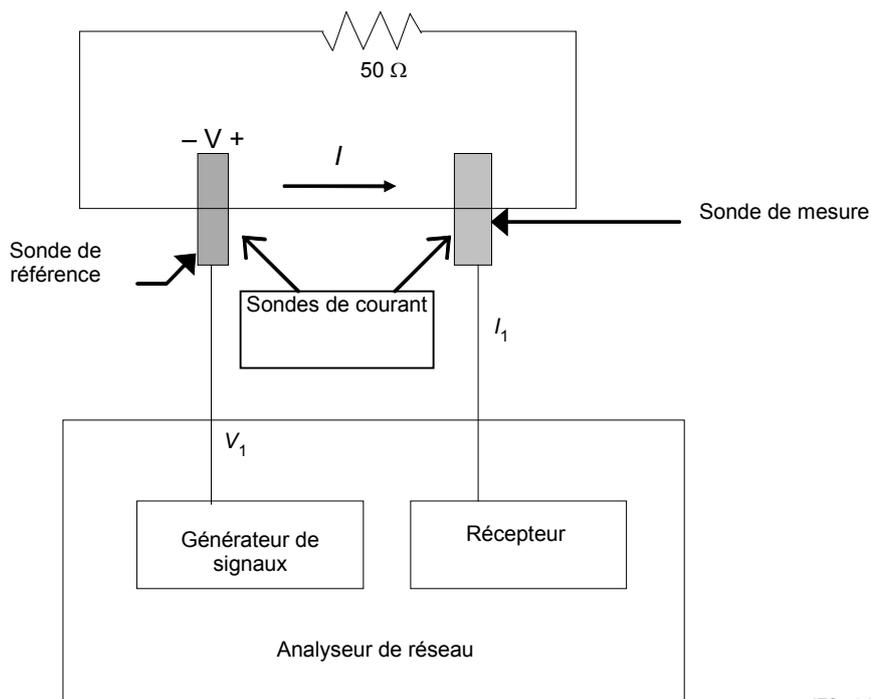
- Calibrer l'ensemble 50Ω composé de la sonde de référence et de celle de mesure 50Ω (voir Figure C.4). Appliquer une tension de référence (V_1) provenant d'un générateur de signaux dans la sonde de référence et noter le courant résultant (I_1) dans la sonde de mesure.

- Retirer le câble sortant de l'appareil en essai et le relier à la terre à l'extrémité de l'appareil en essai (voir Figure C.4).
- Appliquer la même tension de référence (V_1) sur le câble avec la même sonde de référence.
- Mesurer le courant avec la même sonde de mesure et calculer l'impédance de mode commun de l'ensemble constitué du câble, de la ferrite et de l'appareil auxiliaire en comparant le courant (I_2) obtenu sur la sonde de mesure à celui (I_1) obtenu lors de la première étape (impédance de mode commun = $50 \times I_1 / I_2$). Par exemple, si I_2 est égal à la moitié de I_1 , alors l'impédance de mode commun est 100Ω .
- Il convient que cette technique de mesure de l'impédance TCM soit utilisée uniquement dans les conditions suivantes:

La longueur de la boucle (circonférence) dans le dispositif d'étalonnage en 50Ω de la Figure C.4 doit représenter 0,9 – 1,1 fois la longueur totale de la boucle de la Figure C.4 et il convient que les deux longueurs de boucle soient inférieures à 1,25 m. Ces conditions sont nécessaires pour minimiser la ou les résonances de boucle qui pourraient affecter la mesure d'impédance et augmenter l'incertitude sur les mesures. L'une des deux méthodes suivantes est utilisée pour mesurer l'impédance TCM.

Méthode 1: Raccorder un analyseur d'impédance au câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai au niveau de l'inverseur représenté à la Figure C.4. Raccorder l'analyseur d'impédance entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai et le plan de masse de référence. L'appareil en essai n'est pas raccordé durant cette mesure, et tous les fils du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai sont connectés ensemble au niveau du point de raccordement à l'analyseur d'impédance. Il convient que les conditions précitées sur la longueur des câbles soient appliquées pour cette mesure. Ce montage d'essai de mesure est similaire à celui représenté à la Figure F.4.

Méthode 2: A l'aide d'un analyseur de réseaux, d'une sonde de courant et d'une sonde de tension à couplage capacitif, mesurer la tension et le courant de mode commun. Le rapport de la tension au courant, mesurés sur le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai selon la méthode utilisant l'analyseur de réseaux, définit l'impédance TCM. Ce montage d'essai de mesure est similaire à celui représenté à la Figure F.4.



IEC 1 278/97

Figure C.4 – Dispositif d'étalonnage

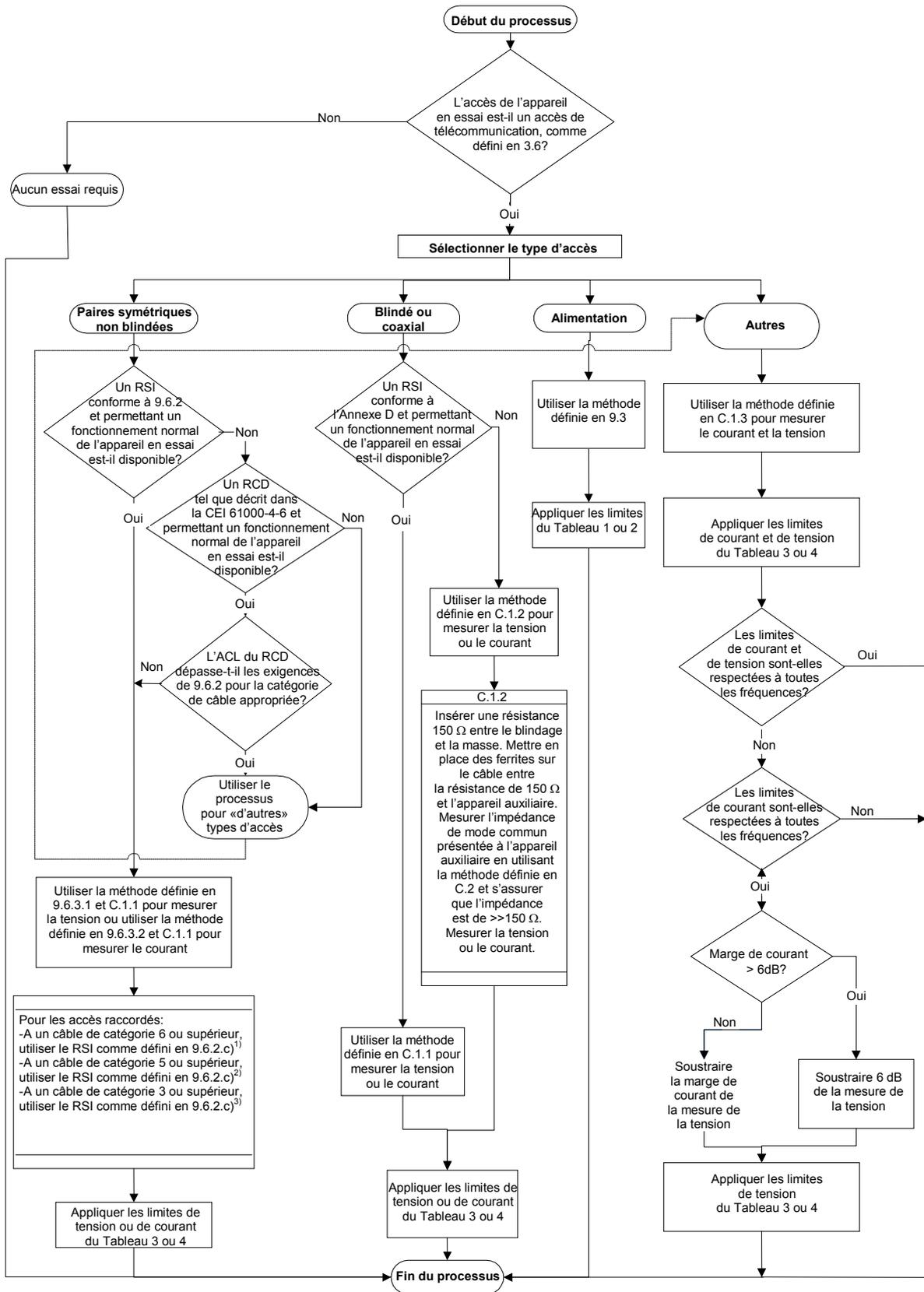
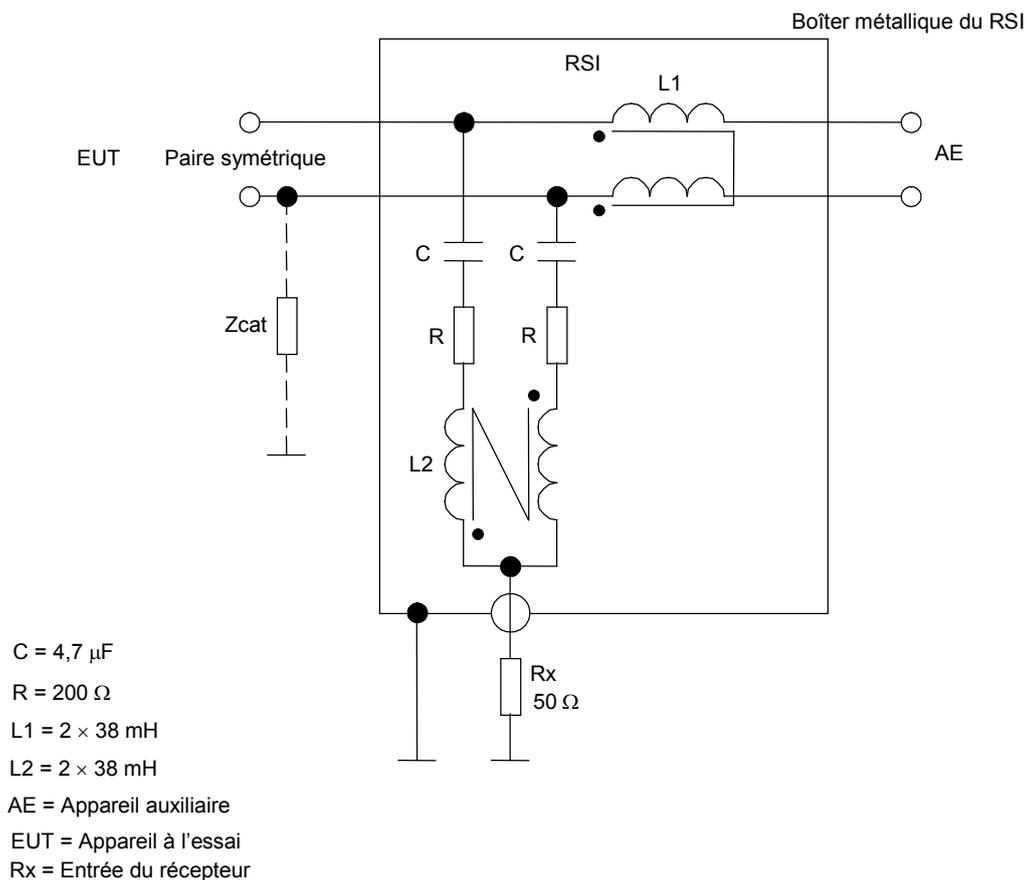


Figure C.5 – Organigramme pour la sélection de la méthode d'essai

Annexe D (informative)

Schémas de principe d'exemples de réseaux de stabilisation d'impédance (RSI)

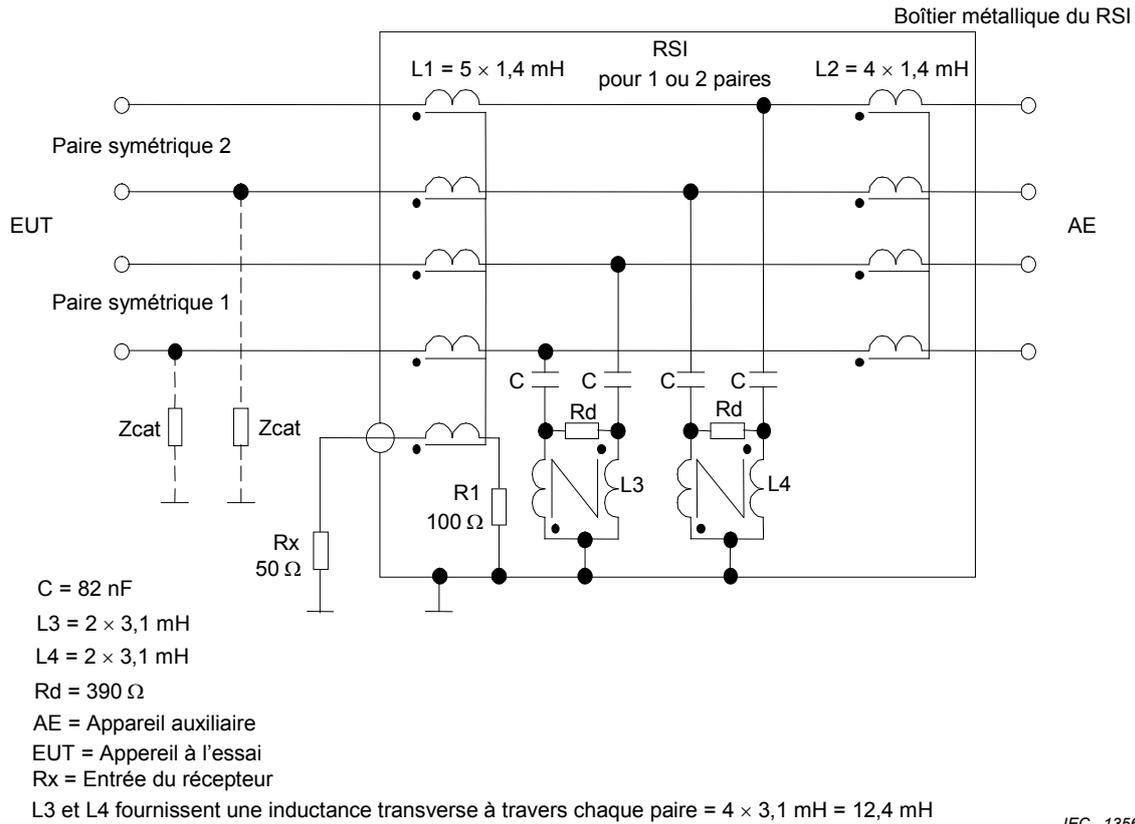


IEC 1355/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) - 3).

Figure D.1 – RSI pour une paire symétrique non blindée

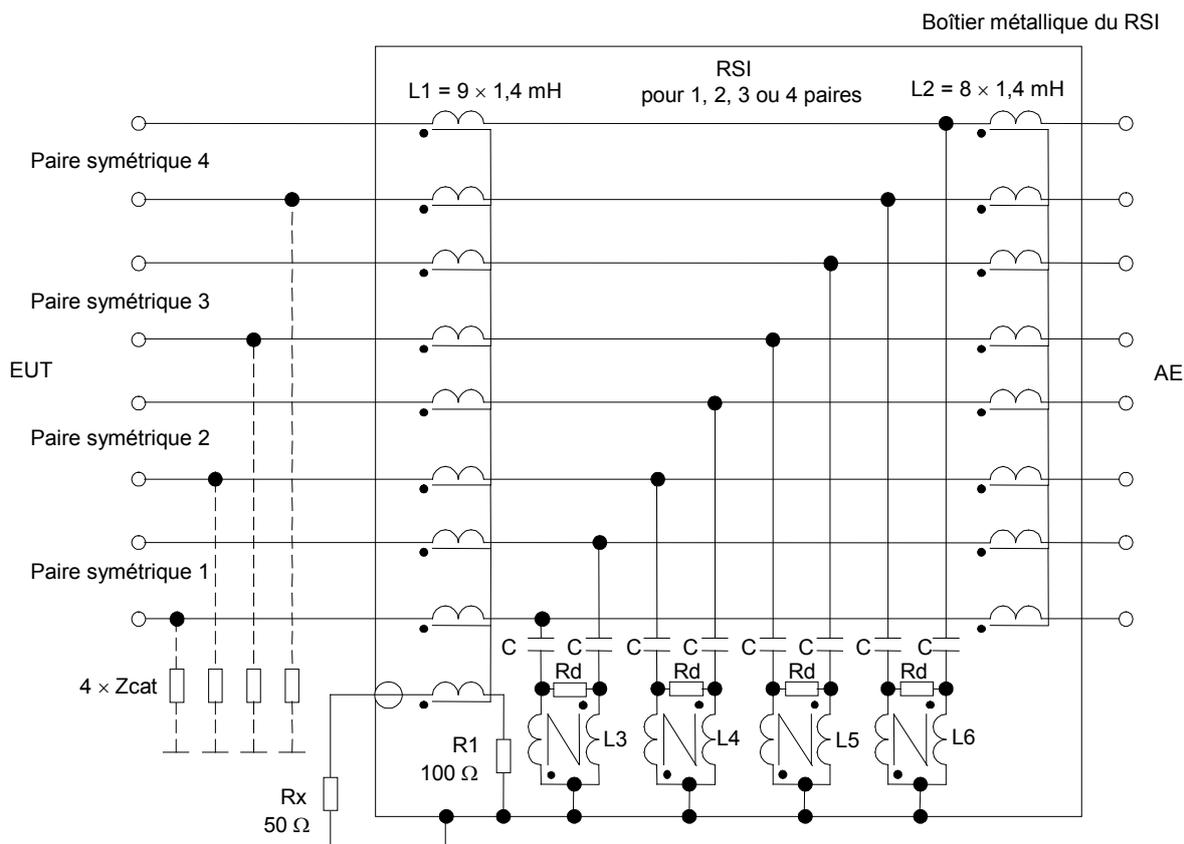


NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Z_{cat} représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).

NOTE 3 Ce RSI peut être utilisé pour mesurer les perturbations de mode commun aussi bien sur une seule paire symétrique non blindée que sur deux paires symétriques non blindées.

Figure D.2 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) élevé pour une ou deux paires symétriques non blindées



C = 82 nF
 Rd = 390 Ω

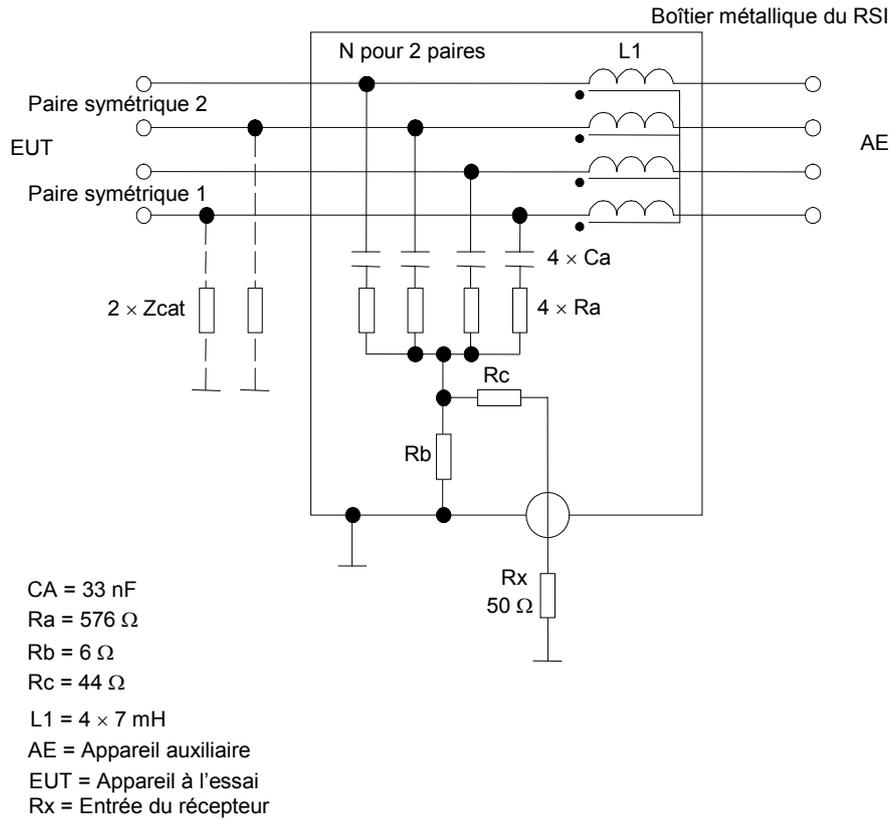
AE = Appareil auxiliaire
 EUT = Appareil à l'essai
 Rx = Entrée du récepteur
 L3, L4, L5 et L6 = 2 × 3,1 mH

L3, L4, L5, et L6, fournissent une inductance transverse à travers chaque paire = 4 × 3,1 mH = 12,4 mH

IEC 1357/08

- NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.
- NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).
- NOTE 3 Ce RSI peut être utilisé pour mesurer les perturbations de mode commun aussi bien sur une seule paire symétrique non blindée que sur deux, trois ou quatre paires symétriques non blindées.

Figure D.3 – RSI avec un affaiblissement de conversion longitudinal (ACL) élevé pour une, deux, trois ou quatre paires symétriques non blindées



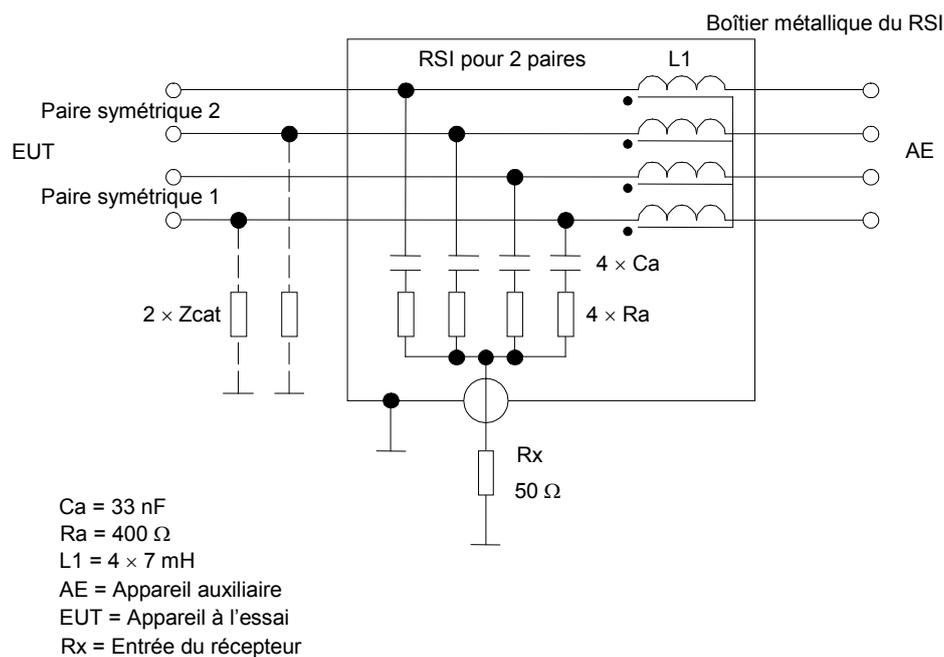
IEC 1358/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 34 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) - 3).

AVERTISSEMENT Il ne faut pas utiliser ce RSI pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliés à des accès de télécommunication qui utilisent uniquement une paire symétrique non blindée active.

Figure D.4 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour deux paires symétriques non blindées



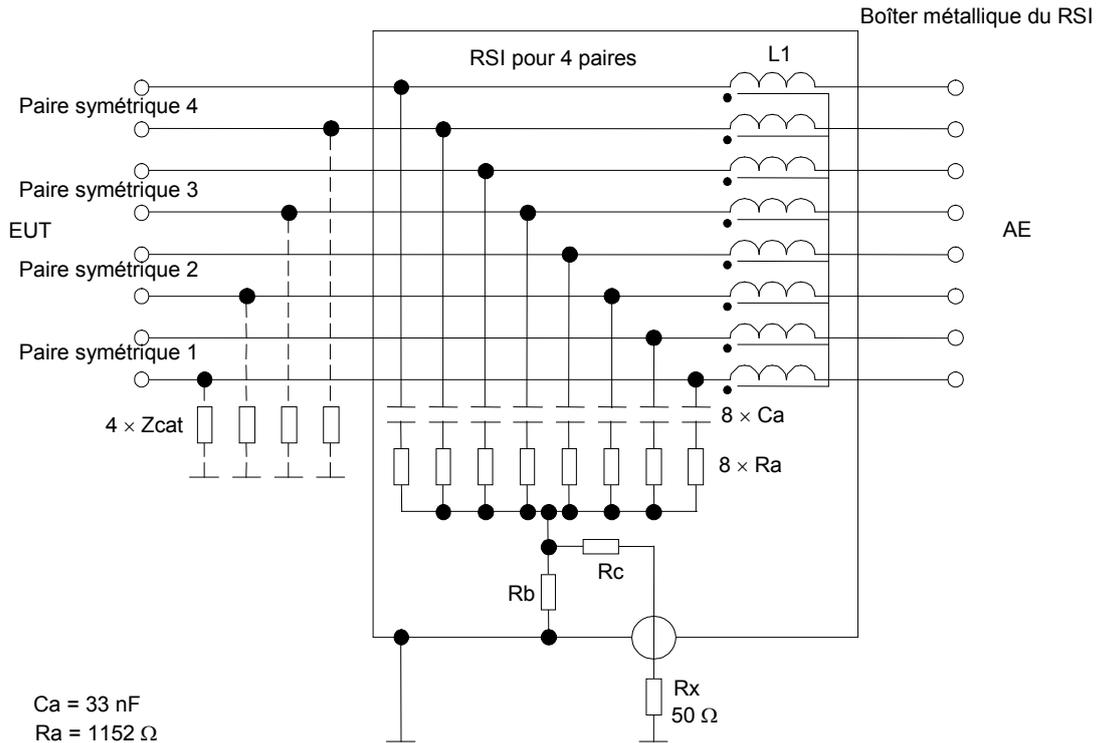
IEC 1359/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) – 3).

AVERTISSEMENT Il ne faut pas utiliser ce RSI pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliés à des accès de télécommunication qui utilisent uniquement une paire symétrique non blindée active.

Figure D.5 – RSI pour deux paires symétriques non blindées



- Ca = 33 nF
- Ra = 1152 Ω
- Rb = 6 Ω
- Rc = 44 Ω
- L1 = 8 × 7 mH
- AE = Appareil auxiliaire
- EUT = Appareil à l'essai
- Rx = Entrée du récepteur

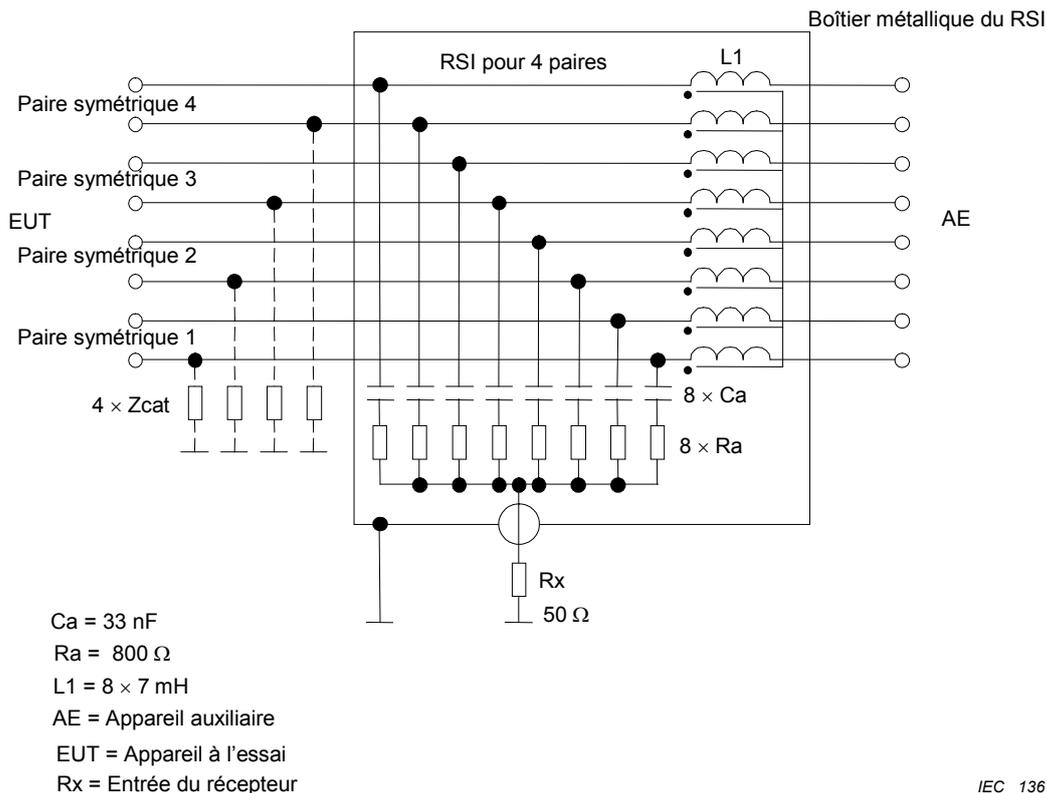
IEC 1360/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 34 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) - 3).

AVERTISSEMENT Ce RSI utilise les terminaisons des quatre paires pour réaliser les impédances spécifiées et de ce fait il ne faut pas l'utiliser pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliées à des accès de télécommunication qui utilisent autre que quatre paires symétriques non blindées actives.

Figure D.6 – RSI, comportant un réseau d'adaptation de source 50 Ω à l'accès de mesure en tension, pour quatre paires symétriques non blindées

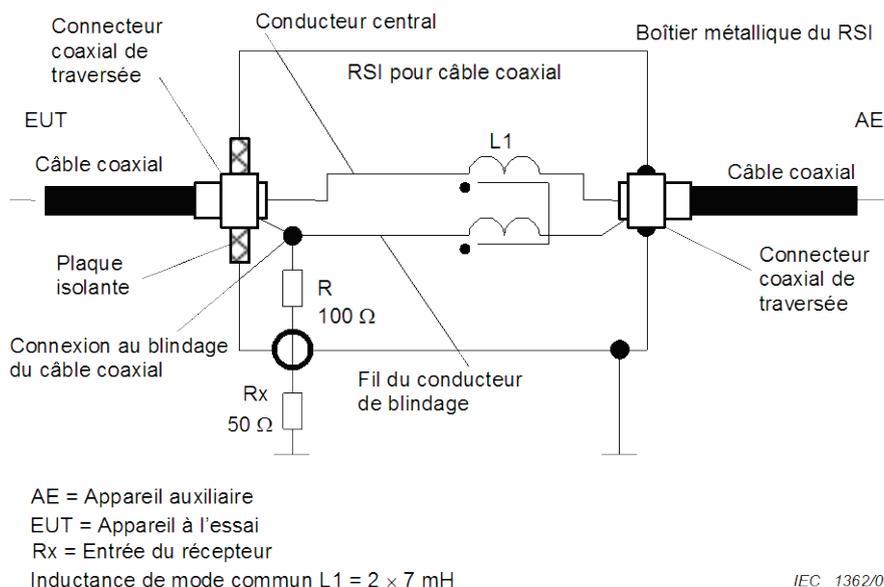


NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Zcat représente le réseau non équilibré nécessaire pour régler l'ACL du RSI aux valeurs spécifiées en 9.6.2 c) 1) - 3).

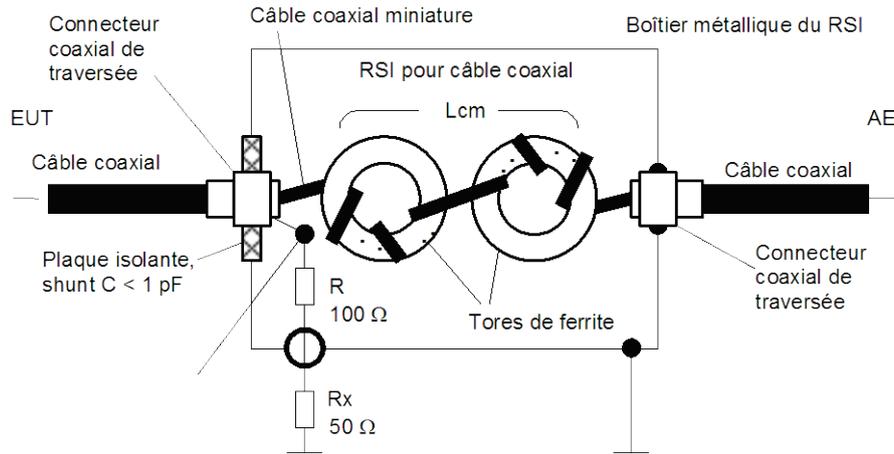
AVERTISSEMENT Ce RSI utilise les terminaisons des quatre paires pour réaliser les impédances spécifiées et de ce fait il ne faut pas l'utiliser pour mesurer les perturbations de mode commun sur des paires non blindées reliées à des accès de télécommunication qui utilisent autre que quatre paires symétriques non blindées actives.

Figure D.7 – RSI pour quatre paires symétriques non blindées



NOTE Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

Figure D.8 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire d'un conducteur central isolé et d'un conducteur extérieur (blindage) isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite)



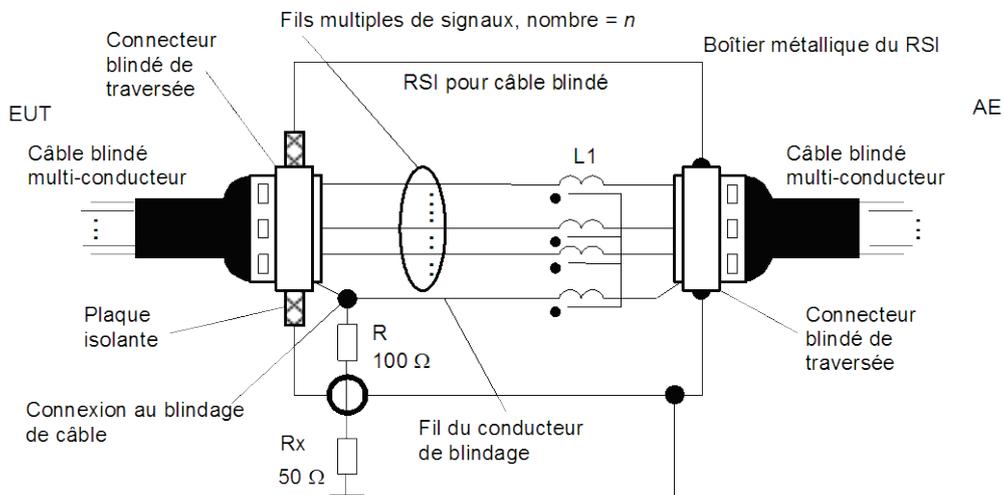
AE = Appareil auxiliaire
 EUT = Appareil à l'essai
 Rx = Entrée du récepteur
 Inductance de mode commun $L_{cm} > 9$ mH, plaque isolante shunt : $C < 1$ pF

IEC 1363/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Il se peut que plusieurs tores soient nécessaires pour satisfaire entièrement aux prescriptions pour les RSI.

Figure D.9 – RSI pour câbles coaxiaux, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un câble coaxial miniature (miniature semi-rigide avec conducteur extérieur en cuivre plein ou miniature avec conducteur extérieur à double tresse) enroulé sur des tores de ferrite

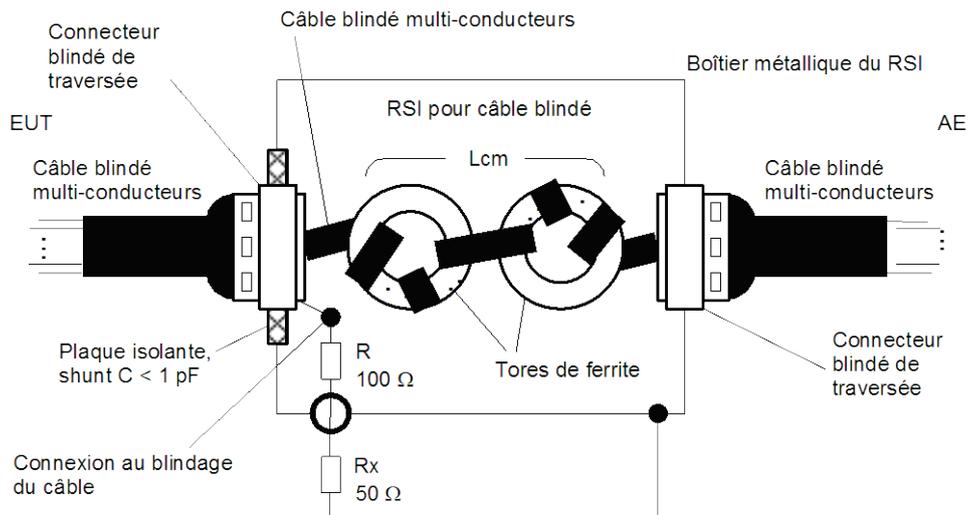


AE = Appareil auxiliaire
 EUT = Appareil à l'essai
 Rx = Entrée du récepteur
 Inductance de mode commun $L_1 = (n + 1) \times 7$ mH, où n = nombre de fils de signaux

IEC 1364/08

NOTE Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

Figure D.10 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance interne de mode commun constituée par un enroulement bifilaire des fils de signaux isolés et du fil de blindage isolé, sur un noyau magnétique commun (par exemple un tore de ferrite)



AE = Appareil auxiliaire

EUT = Appareil à l'essai

Rx = Entrée du récepteur

Inductance de mode commun $L_{cm} > 9$ mH, capacité parasite totale en parallèle $C < 1$ pF

IEC 1365/08

NOTE 1 Le facteur nominal de division en tension, défini en 9.6.2 e), est égal à 9,5 dB.

NOTE 2 Il se peut que plusieurs tores soient nécessaires pour satisfaire entièrement aux prescriptions pour les RSI.

Figure D.11 – RSI pour câbles blindés multi-conducteurs, utilisant une inductance de mode commun constituée en enroulant un câble blindé multi-conducteurs sur des tores de ferrite

Annexe E (informative)

Paramètres des signaux aux accès de télécommunication

E.1 Généralités

Cette norme ne définit aucune limite pour les niveaux de courant ou de tension des signaux différentiels.

Cependant, le niveau maximal des signaux de mode différentiel présents aux accès de télécommunication dépend de, et est limité par, l'équilibre électrique ou affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) [1] [2] des accès de télécommunication et des câbles ou réseaux auxquels ils peuvent être connectés, si l'on ne veut pas que ces signaux utiles engendrent des perturbations inacceptables au niveau de l'impédance de mode commun avec la terre.

L'ACL d'un accès signal, câble ou réseau entraîne la transformation en perturbations de mode commun, qui sont limitées dans la présente norme (ACL) [3] [4] [5], d'une partie de tout signal différentiel présent sur cet accès, câble ou réseau. Les perturbations de mode commun (également appelées perturbations de mode antenne, car elles sont une source de perturbations rayonnées dans l'environnement) doivent être limitées si l'on veut minimiser les perturbations causées à la réception de signaux radioélectriques de toutes sortes. Les perturbations de mode commun créées à un accès signal équilibré au mieux ou par un moyen de transmission, par exemple une paire torsadée en cuivre, doivent être contrôlées et limitées, que cet accès ou ce câble comporte un blindage global ou non. Si un équipement blindé est utilisé, les déficiences dans le blindage lui-même ou dans les connexions blindées – entraînant parfois des discontinuités électriques significatives – vont se traduire par l'apparition en dehors du blindage d'une partie des perturbations de mode commun créées dans la partie blindée.

Les valeurs d'équilibre et d'ACL dans le pire des cas, mentionnées dans de nombreuses spécifications de réseaux, sont basées sur les performances souhaitées en matière de transmission du signal et de diaphonie de ces réseaux et n'ont pas nécessairement pour souci le contrôle des perturbations de mode commun qui font l'objet de cette norme.

Pour s'assurer que les spécifications concernant la configuration physique des réseaux de télécommunications n'entraînent pas par inadvertance l'apparition de perturbations de mode commun inacceptables, il est essentiel que l'implication sur la compatibilité électromagnétique (CEM) de la spécification de certains paramètres cruciaux soit prise en compte au début de l'élaboration des normes de réseaux.

Pour réaliser la CEM des réseaux de télécommunications utilisant des paires torsadées non blindées, les paramètres les plus importants à prendre en compte sont:

- les niveaux spécifiés des signaux électriques transverses ou de mode différentiel;
- les caractéristiques spectrales du codage spécifié pour les signaux utiles de mode différentiel;
- la nature du protocole pour les signaux utiles de mode différentiel;
- l'équilibre électrique, ou ACL, prévu du support physique en cuivre, sur site, sur lequel les signaux électriques utiles vont transiter;
- l'équilibre électrique, ou ACL, des accès de télécommunication des moyens de liaison qui seront connectés au support physique;

- les impédances de mode commun et de mode différentiel prévues du support physique sur lequel les signaux utiles de mode différentiel vont transiter;
- les impédances de mode commun et de mode différentiel spécifiées aux accès de télécommunication des moyens de liaison sur lesquels les signaux utiles de mode différentiel vont apparaître;
- l'efficacité de blindage prévue des connecteurs et des blindages si des éléments blindés sont employés.

L'influence du niveau absolu des signaux utiles de mode différentiel sur les perturbations de mode commun résultantes demande quelques éclaircissements. En l'absence de non-linéarités, le niveau des perturbations de mode commun provenant de la conversion de mode différentiel en mode commun due à la dissymétrie électrique des accès de télécommunication ou du support physique est directement proportionnelle au niveau des signaux utiles de mode différentiel.

Les caractéristiques spectrales et les protocoles spécifiés pour les signaux utiles de mode différentiel auront également une influence importante sur le niveau des perturbations de mode commun apparaissant sur le support physique.

Pour un taux de transmission de données donné, un signal différentiel qui emploie un codage qui étale la puissance transmise sur une large gamme de fréquences est moins susceptible de créer des perturbations de mode commun inacceptables qu'un code de signal différentiel qui concentre la puissance sur une ou plusieurs bandes étroites de fréquences.

Le choix du protocole pour les signaux peut influencer de façon significative les caractéristiques spectrales des signaux différentiels. Le format des délimiteurs de début et de fin, la structure binaire de la trame et de la synchronisation, la structure binaire des «jetons» et enfin la conception des protocoles de contrôle d'accès, ont une grande influence sur la façon dont la puissance des signaux différentiels se concentre dans des bandes étroites de spectre pour les différents modes de fonctionnement (trafic important, trafic faible, veille) du réseau de télécommunication. La génération de formes d'ondes hautement périodiques et maintenues pendant de grands intervalles de temps devrait être évitée si l'on veut minimiser les perturbations de mode commun créées par les signaux différentiels dans le réseau.

E.2 Estimation du niveau des perturbations de mode commun

Le niveau des perturbations de mode commun qui seront créées par la conversion de mode différentiel en mode commun peut être évalué si la relation entre les paramètres spectraux et électriques importants est connue. En particulier, le niveau maximal autorisé pour les signaux de mode différentiel peut être estimé pour que les perturbations de mode commun qu'ils créent ne dépassent pas les limites des perturbations de mode commun.

Considérons deux éléments connectés ensemble dans un réseau local, par exemple un accès de télécommunication équilibré de façon optimale relié à une paire torsadée non blindée également équilibrée de façon optimale et terminée par son impédance caractéristique. Supposons que la dissymétrie électrique globale de ces deux éléments provienne essentiellement de la dissymétrie électrique de l'élément qui présente le plus mauvais (le plus faible) ACL. Le niveau des perturbations de mode commun créées par la conversion du mode différentiel en mode commun via l'ACL de cet élément est approximativement donné par:

$$I_{\text{cm}} \text{ (dB}\mu\text{A)} \approx U_{\text{T}} \text{ (dB}\mu\text{V)} - \text{ACL (dB)} - 20 \log_{10} \left| 2 Z_0 \cdot \frac{Z_{\text{cm}} + Z_{\text{ct}}}{Z_0 + 4 Z_{\text{cm}}} \right| \quad (\text{E.1})$$

lorsque l'on estime le courant de mode commun I_{cm} créé par la tension de mode différentiel U_T , et par:

$$U_{cm} \text{ (dB}\mu\text{V)} \approx U_T \text{ (dB}\mu\text{V)} - \text{ACL (dB)} - 20 \log_{10} \left| \frac{2 Z_0}{Z_{cm}} \cdot \frac{Z_{cm} + Z_{ct}}{Z_0 + 4 Z_{cm}} \right| \quad (\text{E.2})$$

lorsque l'on estime la tension de mode commun U_{cm} créée par la tension de mode différentiel U_T ,

où

Z_{cm} est l'impédance de mode commun de l'élément ayant le plus mauvais (le plus faible) ACL;

Z_{ct} est l'impédance de mode commun de l'élément ayant l'ACL le plus élevé;

Z_0 est l'impédance transverse ou de mode différentiel de l'accès de télécommunication.

Les expressions ci-dessus, qui ont été déduites de formules développées dans [6], supposent implicitement que les deux éléments de l'ensemble présentent une impédance transverse ou de mode différentiel égale à Z_0 .

En remplaçant dans les équations ci-dessus le niveau des perturbations de mode commun par les limites de ces perturbations de mode commun, on peut alors estimer le niveau maximal possible des signaux transverses ou de mode différentiel.

Pour l'utilisation des équations ci-dessus, il est rappelé que la limite des perturbations de mode commun est une quantité spécifique à comparer à des perturbations mesurées dans une largeur de bande déterminée (9 kHz par exemple) et avec un mode de détection particulier (quasi-crête ou valeur moyenne). Par conséquent pour un ACL donné, le niveau maximal autorisé du signal différentiel ainsi calculé correspond à ce qu'il est permis de voir apparaître lors d'une mesure du mode différentiel pratiquée avec le même mode de détection et la même bande passante.

E.3 Documents de référence

- [1] UIT-T Recommandation G.117: 1996, *Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission*
- [2] UIT-T Recommandation O.9: 1988, *Montages à réaliser pour mesurer le degré de dissymétrie par rapport à la terre*
- [3] DANEFFEL, H.R. et RYSER, H., *Problem on the ISDN subscriber S and U interface*, ISSLS 86, pp 145-149, 1986
- [4] DAVIES, W.S., MACFARLANE, I.P. et BEN-MEIR, D., «Potential EMI from ISDN basic access systems», *Electronics Letters*, Vol. 24, No. 9, pp 533-534, April 1988
- [5] KUWABARA, N., AMEMIYA, F. et IDEGUCHI, T., «Interference field emission due to unbalance in telecommunication lines», IEEE Int. Symp. on EMC, Nagoya, pp 487-492, Sept. 1989
- [6] VAN MAURIK, R.M., «Potential Common Mode Currents On The ISDN S And T-Interface Caused By Cable Unbalance», IEEE Eighth International Conference on Electromagnetic Compatibility, Edinburgh, 21-24 Sept. 1992, IEE Conference Publication No. 362, pp 202-206.
- [7] HAAS, LEE and CHRISTENSEN, KEN, *LAN Traffic Conditions for EMI Compliance Testing*, IBM Corporation, Research Triangle Park, NC.

Annexe F (informative)

Justifications relatives aux mesures des perturbations et leurs méthodes sur les accès de télécommunication

F.1 Limites

La limite de tension perturbatrice (ou de courant) est définie pour une impédance de charge TCM de 150 Ω (telle qu'elle est vue par l'appareil en essai au niveau de l'accès de l'appareil auxiliaire au cours de la mesure). Cette normalisation est nécessaire afin d'obtenir des résultats de mesure reproductibles, indépendamment de l'impédance TCM non définie au niveau de l'appareil auxiliaire et de l'appareil en essai.

En général, l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire n'est pas définie, à moins qu'un RCD/RSI ne soit utilisé. Si l'appareil auxiliaire est situé à l'extérieur de la cage de Faraday, l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire peut être déterminée par l'impédance TCM du filtre de traversée de panneau entre le montage de mesure et l'environnement extérieur. Un filtre de type II a une impédance TCM faible, tandis qu'un filtre de type T a une impédance TCM élevée.

Il n'existe pas de RCD/RSI pour tous les types de câbles utilisés par les ATI. Il est par conséquent également nécessaire de définir des méthodes alternatives qui n'utilisent pas de RCD/RSI (méthodes d'essai "non invasives").

Seul le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai est représenté sur les Figures de l'Annexe C. Normalement, il y a plusieurs autres câbles (ou accès) présents au niveau de l'appareil en essai. Dans la plupart des cas, on trouve au moins la connexion aux bornes d'alimentation. L'impédance TCM de ces autres connexions (y compris une connexion de masse éventuelle) et la présence ou l'absence de ces connexions au cours de l'essai peuvent influencer le résultat de mesure de façon significative, en particulier pour les petits appareils. Par conséquent, l'impédance TCM des connexions non soumises à la mesure doit être définie au cours de l'essai sur les petits appareils. Il est suffisant de disposer, en plus de l'accès en essai, d'au moins 2 accès supplémentaires raccordés sur une impédance TCM de 150 Ω (normalement en utilisant un RSI ou RCD avec l'accès de mesure RF terminé par une résistance de 50 Ω) pour réduire cette influence à une quantité négligeable.

Il convient que les dispositifs de couplage des paires symétriques non blindées simulent également l'ACL (affaiblissement de conversion longitudinal) typique de la catégorie de câblage la plus basse (ACL le plus défavorable) spécifié pour l'accès de télécommunication en essai. L'idée implicite de cette exigence est de prendre en compte la transformation du signal symétrique en signal TCM, qui pourrait contribuer au rayonnement lorsque l'appareil en essai est utilisé en conditions réelles. La dissymétrie de conception intentionnelle du RSI a pour but d'obtenir l'ACL spécifié. Cette dissymétrie peut accroître ou annuler l'asymétrie de l'appareil en essai. Dans l'intérêt de la détermination des émissions dans le cas le plus défavorable et de l'optimisation de la répétabilité des essais, il convient par conséquent d'envisager de reproduire les essais avec le déséquilibre d'ACL pour chaque conducteur d'une paire symétrique en utilisant le RSI approprié défini en 9.6.2.

Etant donné que le déséquilibre sur chaque paire symétrique peut contribuer/contribuera au total des émissions conduites en mode commun, il convient de considérer toutes les combinaisons de déséquilibre sur toutes les paires symétriques. Pour une paire symétrique simple, l'impact sur l'essai est relativement mineur – les 2 conducteurs sont inversés. Cependant, pour 2 paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge d'ACL (c'est-à-dire configurations d'essai) est de 4. Pour 4 paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge s'élève à 16. De tels nombres auront un impact significatif sur la durée et la documentation des essais. Il convient que ces types d'essais soient réalisés avec soin et, s'ils sont mis en œuvre, qu'ils soient correctement documentés.

L'accès de mesure RF d'un RSI/RCD non raccordé au récepteur de mesure doit être chargé par une résistance de 50 Ω.

Le Tableau F.1 donne un résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites à l'Annexe C.

Tableau F.1 – Résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites à l'Annexe C

	Méthode C.1.1	Méthode C.1.2	Méthode C1.3
Avantages	Plus petite incertitude de mesure. (Possible seulement si des RSI/CDN avec des propriétés de transmission appropriées sont disponibles) Le LCL doit être connu et doit être pris en compte.	Non-invasive (à l'exception du retrait de l'isolation du câble blindé). Toujours applicable aux câbles blindés. Faible incertitude de mesure à des fréquences plus élevées.	Non- invasive.
Inconvénients	Pas applicable dans tous les cas. (Nécessite des RSI/CDN appropriés) Invasive (nécessite des raccordements par câble appropriés). Nécessite un RSI ou un CDN individuel pour chaque type de câble (entraîne un nombre élevé de RSI/CDN différents). Aucune isolation n'est fournie par un RSI vis-à-vis des signaux symétriques provenant de l'équipement auxiliaire.	Augmentation de l'incertitude sur la mesure aux très basses fréquences (<1 MHz). La destruction de l'isolation du câble est nécessaire. Isolation réduite vis-à-vis des perturbations provenant de l'équipement auxiliaire (comparé à C.1.1). N'évalue pas le potentiel d'interférence qui se produit en raison de la conversion du signal symétrique due au LCL du réseau câblé auquel l'équipement en essai sera raccordé.	Aucune isolation vis-à-vis des perturbations provenant de l'équipement auxiliaire (comparé à C.1.1). N'évalue pas le potentiel d'interférence qui se produit en raison de la conversion du signal symétrique due au LCL du réseau câblé au quel l'équipement en essai sera raccordé.

F.2 Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension à couplage capacitif

La méthode décrite en C.1.3 a l'avantage d'être applicable de manière non invasive à tous les types de câbles. Cependant, à moins que l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire ne soit de 150 Ω, la méthode C.1.3 donnera un résultat qui sera en général surestimé, mais jamais sous-estimé (estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable).

F.3 Principes de base de la sonde de tension à couplage capacitif

La Figure C.3 utilise une sonde de tension à couplage capacitif pour mesurer la tension TCM. Il existe deux approches de conception d'une sonde de tension à couplage capacitif. Pour chacune des approches, si l'on est en présence d'une impédance TCM de 150 Ω , la capacité entre la sonde de tension à couplage capacitif et le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai apparaîtra comme une charge en parallèle avec l'impédance TCM de 150 Ω .

La tolérance sur l'impédance TCM est de $\pm 20 \Omega$ sur la plage de fréquences comprise entre 0,15 MHz et 30 MHz. Si la charge de la sonde de tension à couplage capacitif doit au plus diminuer l'impédance TCM de 150 Ω à 120 Ω , il convient que la capacité entre la sonde de tension à couplage capacitif et le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai soit $< 5 \text{ pF}$ à 30 MHz (cas le plus défavorable en fréquences). A 30 MHz, 5 pF représente environ $-j1,062 \Omega$, ce qui, en parallèle avec 150 Ω , donne une impédance TCM combinée d'environ 148 Ω .

La première approche de conception de la sonde de tension à couplage capacitif consiste à faire de la sonde un dispositif simple reposant sur l'utilisation de la distance de séparation physique avec le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai pour atteindre l'objectif d'obtenir une charge capacitive $< 5 \text{ pF}$. Ce type de sonde de tension à couplage capacitif est décrit en 5.2.2 de la CISPR 16-1-2.

La deuxième approche de conception utilise un dispositif de couplage capacitif situé à proximité du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai (le dispositif est en fait en contact physique avec l'isolant du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai). Une sonde de tension standard de type oscilloscope ayant une impédance $> 10 \text{ M}\Omega$ avec une capacité de sonde $< 5 \text{ pF}$ est placée en série avec le dispositif de couplage capacitif. En théorie, la capacité de sonde placée en série avec la capacité du dispositif de couplage capacitif ne présentera au câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai que la capacité de sonde. En pratique, il est possible, compte tenu de la dimension physique du dispositif de couplage capacitif, d'avoir une capacité parasite importante en parallèle avec la capacité de la sonde. Si cela se produit, la charge capacitive totale sera supérieure à celle de la sonde elle-même, et l'exigence d'avoir une charge capacitive $< 5 \text{ pF}$ peut être enfreinte. Si cette technique est utilisée, il convient de vérifier la valeur de charge capacitive par la mesure, et non pas de se fier à la théorie.

Cette mesure de capacité peut être réalisée avec n'importe quel capacimètre pouvant fonctionner dans la plage de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz. La capacité est mesurée entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai (tous les conducteurs dans le câble sont connectés ensemble au point de raccordement avec l'appareil de mesure) et le plan de masse de référence. Il convient d'utiliser pour cette mesure de capacité un câble du même type que celui utilisé pour la mesure des émissions conduites.

NOTE Cette méthode procure l'incertitude la plus faible si la longueur du câble entre l'appareil en essai et l'appareil auxiliaire est inférieure à 1,25 m. Des câbles significativement plus longs peuvent être le siège d'ondes stationnaires risquant de compromettre les mesures de tension et de courant.

F.4 Combinaison des limites en courant et en tension

Si l'impédance TCM n'est pas de 150 Ω, la mesure de la tension ou du courant seul(e) n'est pas acceptable à cause de l'incertitude de mesure très élevée due aux impédances TCM non définies ou inconnues. Cependant, si à la fois la tension et le courant sont mesurés en appliquant simultanément les limites en courant et en tension, le résultat fournit une estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable, comme expliqué ci-dessous.

Le circuit de base pour lequel la limite est définie est représenté à la Figure F.1. Ce circuit est la référence pour laquelle les limites exprimées en courant et en tension ont été dérivées. Toute autre mesure doit être comparée à ce circuit de base. Z_1 est un paramètre inconnu de l'appareil en essai. Z_2 a une valeur de 150 Ω dans la mesure de référence.

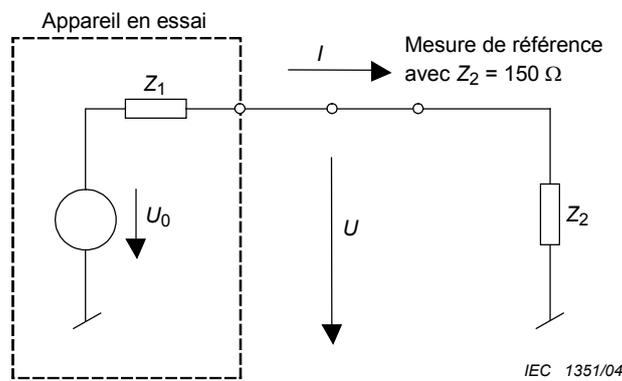


Figure F.1 – Circuit de base pour la considération des limites avec une impédance TCM définie de 150 Ω

Si la mesure est effectuée sans définir l'impédance TCM vue par l'appareil en essai, le circuit simplifié est comme représenté à la Figure F.2, où l'impédance TCM Z_2 vue par l'appareil en essai est définie par l'appareil auxiliaire et peut avoir n'importe quelle valeur. Par conséquent, Z_1 ainsi que Z_2 sont des paramètres inconnus de la mesure.

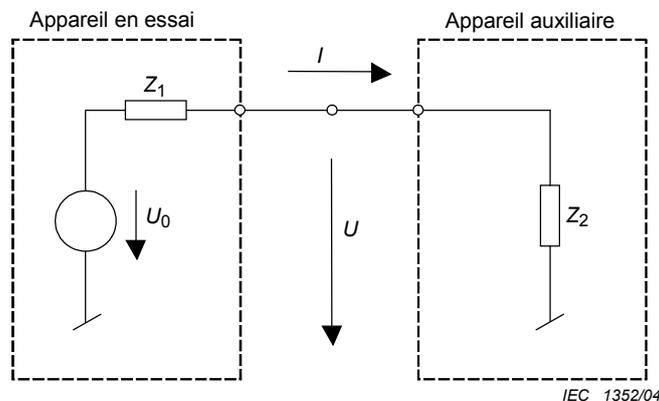


Figure F.2 – Circuit de base pour la mesure avec une impédance TCM inconnue

Si la mesure est effectuée conformément au circuit de la Figure F.1, la limite en courant et la limite en tension sont équivalentes. La relation entre le courant et la tension sera toujours de 150Ω et l'un comme l'autre peut être utilisé pour déterminer la conformité à la limite. Ce n'est pas le cas si Z_2 n'a pas une valeur de 150Ω . (Figure F.2).

Il est important d'être conscient que la quantité déterminant la conformité à la limite n'est pas la tension de source U_0 . La tension perturbatrice mesurée doit être mesurée sur une impédance Z_2 normalisée de 150Ω et dépend à la fois de Z_1 , Z_2 et U_0 . La valeur limite peut être atteinte avec un appareil en essai ayant une haute impédance Z_1 et une tension de source U_0 élevée, ou bien avec une tension U_0 plus faible combinée à une impédance Z_1 inférieure.

Dans le cas plus général de la Figure F.2, où Z_2 n'est pas définie, il n'est pas possible de mesurer la valeur exacte de la tension perturbatrice. Etant donné que Z_1 et U_0 ne sont pas connues, il n'est pas possible d'en tirer la valeur de tension perturbatrice, même si la valeur de Z_2 est connue (ou est mesurée ou calculée à partir de I et U). Si, par exemple, on effectue des mesures sur un appareil en essai dont les émissions dépassent la limite, en mesurant uniquement la tension dans un montage d'essai présentant une impédance Z_2 faible ($Z_2 < 150 \Omega$) du côté de l'appareil auxiliaire, l'appareil en essai peut toujours sembler être conforme aux limites. Par contraste, si l'on effectue des mesures sur le même appareil en essai en mesurant uniquement le courant dans un montage d'essai présentant une impédance Z_2 élevée (par exemple en ajoutant des ferrites), l'appareil en essai peut à nouveau sembler être conforme aux limites.

Cependant, il peut être démontré que, si l'on applique simultanément la limite en courant et la limite en tension, la non-conformité d'un appareil en essai dont les émissions dépassent les limites sera toujours mise en évidence par un dépassement soit de la limite en courant (si Z_2 est $< 150 \Omega$), soit de la limite en tension (si Z_2 est $> 150 \Omega$).

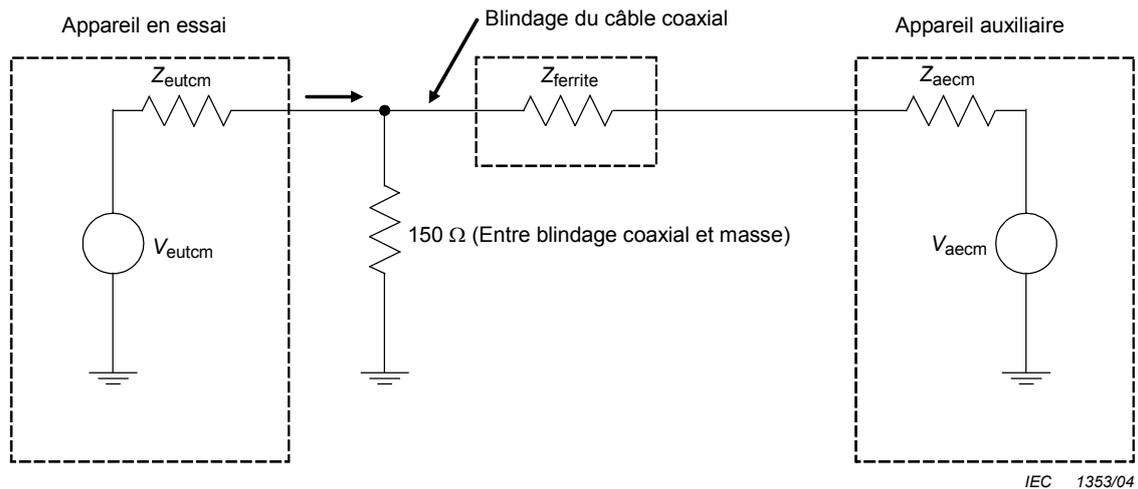
Si l'impédance TCM de l'appareil auxiliaire (Z_2) est éloignée de 150Ω , il est possible qu'un appareil en essai, qui serait conforme aux limites s'il est mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$, puisse être refoulé. Cependant, il n'arrivera jamais qu'un appareil en essai n'étant pas conforme aux limites soit accepté. La mesure conformément à C.1.3 est par conséquent une estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable. Si un appareil en essai dépasse la limite avec cette méthode, il est possible que l'appareil en essai ait pu être conforme aux limites, s'il avait pu être mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$.

F.5 Ajustement de l'impédance TCM avec des ferrites

Dans certains cas (si à l'origine, l'impédance TCM vue du côté de l'appareil auxiliaire est inférieure à 150Ω), il est possible d'ajuster l'impédance en ajoutant des ferrites sur le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai. Le Paragraphe C.1.4 prescrit une mesure de l'impédance TCM et un ajustement des ferrites pour chaque point de mesure en fréquence jusqu'à ce que l'impédance TCM soit de $150 \Omega \pm 20 \Omega$. La méthode est par conséquent très compliquée et demande beaucoup de temps si elle est appliquée sur la totalité du spectre de fréquence. Si, à l'origine, l'impédance TCM vue du côté de l'appareil auxiliaire est supérieure à 150Ω , il n'y a pas de façon d'ajuster l'impédance à 150Ω en ajoutant des ferrites ou en décalant la position des ferrites pour les fréquences inférieures à 30 MHz. (D'autres méthodes pour ajuster l'impédance TCM à des fréquences spécifiques pourraient être imaginées à la place).

F.6 Exigences relatives aux ferrites utilisées dans l'Annexe C

Le Paragraphe C.1.2 définit un montage d'essai pour mesurer les émissions conduites en mode commun sur le blindage d'un câble coaxial. Il est spécifié de connecter une charge de 150Ω entre le blindage coaxial et le plan de masse de référence, comme représenté à la Figure C.2. Il est indiqué de placer des ferrites autour du blindage coaxial entre la charge de 150Ω et l'appareil auxiliaire. On trouvera ci-dessous des exigences fonctionnelles nécessaires pour les ferrites afin de satisfaire aux exigences de C.1.2.



Légende

- V_{eutcm} tension de mode commun générée par l'appareil en essai
- Z_{eutcm} impédance de source en mode commun de l'appareil en essai
- V_{aecm} tension de mode commun générée par l'appareil auxiliaire
- Z_{aecm} impédance de source en mode commun de l'appareil auxiliaire
- $Z_{ferrite}$ impédance des ferrites
- Z impédance combinée de la charge de 150Ω , de $Z_{ferrite}$, et de Z_{aecm}

Figure F.3 – Montage d'impédance des composants utilisés à la Figure C.2

La Figure F.3 représente toutes les impédances de base mises en jeu dans la Figure C.2. Les ferrites sont spécifiées en C.1.2 pour fournir une impédance élevée, de telle sorte que "...l'impédance de mode commun au niveau de la résistance de 150Ω doit être suffisamment grande pour ne pas affecter la mesure." Cette impédance est représentée à la Figure F.3 par "Z".

L'extrait ci-dessus de C.1.2 implique que la combinaison des impédances en série $Z_{ferrite}$ et Z_{aecm} ne devrait pas faire chuter la valeur de charge résistive de 150Ω . L'approche générale de la CISPR 22 pour la tolérance sur les charges de mode commun de 150Ω est de $\pm 20 \Omega$ dans la plage de fréquences comprise entre $0,15 \text{ MHz}$ et 30 MHz . En associant ces deux concepts, il convient que la combinaison des impédances en série $Z_{ferrite}$ et Z_{aecm} en parallèle avec la résistance de 150Ω (Z à la Figure F.3) ne soit pas inférieure à 130Ω . Cela implique en retour que cette relation soit conservée, quelle que soit la valeur de Z_{aecm} .

Pour déterminer les caractéristiques d'impédance des ferrites, deux cas seulement sont à considérer: $Z_{aecm} =$ un circuit ouvert et $Z_{aecm} =$ un court-circuit. Si les ferrites peuvent être sélectionnées pour satisfaire à ces exigences, toute valeur de Z_{aecm} sera acceptable.

- Cas 1: $Z_{aecm} =$ circuit ouvert

La combinaison des impédances en série Z_{ferrite} et Z_{aecm} est également un circuit ouvert. L'impédance résultante d'un circuit ouvert en parallèle avec la charge de 150Ω a une valeur de 150Ω . Z_{ferrite} peut avoir n'importe quelle valeur.

- Cas 2: Z_{aecm} = court-circuit

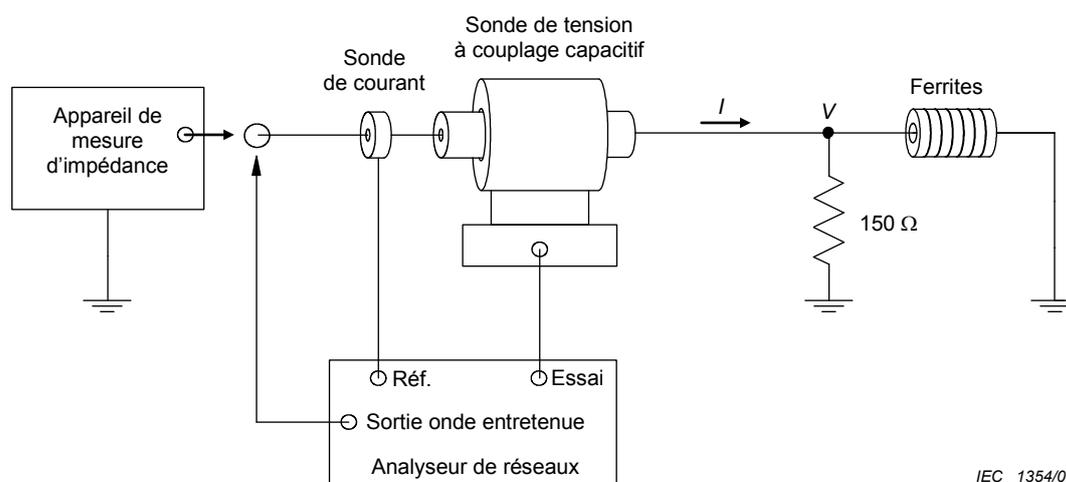
La combinaison des impédances en série Z_{ferrite} et Z_{aecm} est égale à Z_{ferrite} . L'impédance résultante de Z_{ferrite} en parallèle avec la résistance de 150Ω ne doit alors pas être inférieure à 130Ω . Sous forme d'équation:

$$[(150)(Z_{\text{ferrite}})]/(150 + Z_{\text{ferrite}}) \geq 130 \Omega$$

En résolvant l'équation, on obtient une valeur de $1\,000 \Omega$ pour Z_{ferrite} . Cela implique que les ferrites sélectionnées pour cette application doivent avoir une impédance minimale de $1\,000 \Omega$ dans la plage de fréquences comprise entre $0,15 \text{ MHz}$ et 30 MHz . Pour un ensemble de ferrites donné, l'impédance minimale ($j\omega L$) se produira à la fréquence la plus basse de $0,15 \text{ MHz}$.

En combinant les deux cas cités ci-dessus, on remarque que le Cas 2 à $0,15 \text{ MHz}$ établit les exigences minimales pour l'impédance des ferrites. Toute valeur d'impédance pour les ferrites supérieure à cette valeur serait acceptable.

Pour déterminer si les ferrites sélectionnées remplissent la fonction prévue, on suggère le montage d'essai représenté à la Figure F.4. Un appareil de mesure d'impédance ou un analyseur classiques peuvent être utilisés pour mesurer l'impédance entre le point Z et la masse de référence. Une autre approche consiste à mesurer individuellement la tension et le courant au point Z (I et V à la Figure F.4) et à calculer l'impédance. Au minimum, il convient de mesurer l'impédance à $0,15 \text{ MHz}$. On recommande cependant de mesurer l'impédance sur l'ensemble de la plage comprise entre $0,15 \text{ MHz}$ et 30 MHz afin de s'assurer qu'aucune capacité parasite associée aux ferrites et au câble coaxial ne dégrade l'impédance des ferrites. Cela présente un intérêt étant donné que les données des laboratoires ont montré qu'il est improbable qu'une impédance désirée puisse être obtenue avec un seul passage du câble coaxial dans les ferrites. Des passages multiples sont nécessaires en bouclant le câble autour des ferrites. Cela augmente les chances de minimiser les capacités parasites affectant de façon néfaste l'impédance des ferrites. La possibilité d'obtenir l'impédance désirée en fonction de la fréquence a été démontrée en laboratoire.



IEC 1354/04

Figure F.4 – Montage d'essai de base pour mesurer l'impédance combinée de la charge de 150Ω et des ferrites

F.7 Incertitude de mesure pour les mesures des émissions conduites sur les accès de télécommunication

Les principales composantes d'incertitude pour chacune des mesures sont identifiées et une estimation de leur amplitude est fournie. Toutes les hypothèses formulées sont documentées en A.5 de la CISPR 16-4-2.

F.7.1 Exemple d'incertitude de mesures effectuées avec des RSI

Grandeur d'entrée	x_i	Incertitude de x_i		$u(x_i)$ dB	c_i	$c_i u(x_i)$ dB
		dB	Fonction de distribution de probabilité			
Lecture sur le récepteur	V_r	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10	1	0,10
Atténuation du récepteur RSI	L_c	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Facteur de division en tension du RSI	L_{RSI}	$\pm 0,2$	$k = 2$	0,10	1	0,10
Corrections du récepteur:						
Tension sinusoïdale	δV_{sw}	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50	1	0,50
Réponse en amplitude à une impulsion	δV_{pa}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87
Fréquence de répétition des impulsions	δV_{pr}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87
Proximité du plancher de bruit	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,0
Ecart Récepteur RSI	δM	+0,7/-0,8	Forme en U	0,53	1	0,53
Impédance du RSI	δZ_i	+2,6/-2,7	Forme triangulaire	1,08	1	1,08
Impédance de l'AMN	δZ_a	+2,6/-2,7	Forme triangulaire	1,08	1	1,08

Le mesurande $V_{RSI} = V_r + L_c + L_{RSI} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_i + \delta Z_a$.

L'incertitude type combinée $U_c(V_{RSI}) = \sqrt{\sum c_i^2 u^2(x_i)}$ est de 2,1.

$U_{Lab} = 2U_c(V_{RSI})$ est de 4,2 dB.

F.7.2 Exemple d'incertitude de mesures effectuées au moyen des sondes de courant et des sondes de tension

Grandeur d'entrée	x_i	Incertitude de x_i		$u(x_i)$ dB	c_i	$c_i u(x_i)$ dB
		dB	Fonction de distribution de probabilité			
Lecture sur le récepteur	V_r	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10	1	0,10
Atténuation du récepteur de la sonde de courant	L_c	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Facteur de division en tension de la sonde de courant	L_{cp}	$\pm 0,2$	$k = 2$	0,10	1	0,10
Atténuation du récepteur de la sonde de tension	L_v	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Facteur de division en tension de la sonde de tension	L_{vp}	$\pm 0,2$	$k = 2$	0,10	1	0,10
Corrections du récepteur :						
Tension sinusoïdale	δV_{sw}	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50	1	0,50
Réponse en amplitude à une impulsion	δV_{pa}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87

Fréquence de répétition des impulsions	δV_{pr}	$\pm 1,5$	Forme rectangulaire	0,87	1	0,87
Proximité du plancher de bruit	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,0
Ecart: Récepteur- sonde	δM	+0,7/-0,8	Forme en U	0,53	1	0,53
Impédance de l'AMN	δZ_a	+2,6/-2,7	Forme triangulaire	1,08	1	1,08

Le mesurande $S = V_r + L_c + L_{cp} + L_v + L_{vp} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z_a$.

L'incertitude type combinée $U_c(S) = \sqrt{\sum c_i^2 u^2(x_i)}$ est de 1,8.

$U_{Lab} = 2U_c(S)$ est de 3,6 dB.



Annexe ZA (normative)

Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN / le HD correspondant(e) s'applique.

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI/TR 60083	2006	Prises de courant pour usages domestiques - et analogues normalisées par les pays membres de la CEI		-
CEI 61000-4-6 + A1 + A2	2003 2004 2006	Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure - Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	EN 61000-4-6 + corr. août ⁹⁾ 10)	2007 2007
CISPR 11 (mod) + A1	2003 2004	Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique - Caractéristiques de perturbations électromagnétiques - Limites et méthodes de mesure	EN 55011 ¹¹⁾	2007
CISPR 13 (mod) + A1 + A2	2001 2003 2006	Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés - Caractéristiques des perturbations radioélectriques - Limites et méthodes de mesure	EN 55013 + A1 + A2	2001 2003 2006
CISPR 16-1-1 + A1	-	Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Appareils de mesure	EN 55016-1-1 + A1	-

⁹⁾ EN 61000-4-6 comprend A1 et A2 à l'IEC 61000-4-6.

¹⁰⁾ EN 61000-4-6 est remplacée par la EN 61000-4-6:2009, qui est basée sur l'IEC 61000-4-6:2008.

¹¹⁾ EN 55011 comprend A1 à la CISPR 11 (mod).

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CISPR 16-1-2 + A1 + A2 + corr. janvier	2003 2004 2006 2009	Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Matériels auxiliaires - Perturbations conduites	EN 55016-1-2 + A1 + A2	2004 2005 2006
CISPR 16-1-4	-	Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Matériels auxiliaires - Perturbations rayonnées	EN 55016-1-4	-
CISPR 16-2-3 + A1 + A2	2003 2005 2005	Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité - Mesures des perturbations rayonnées	EN 55016-2-3 + A1 + A2	2004 2005 2005
CISPR 16-4-2	2003	Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites - Incertitudes de mesure CEM	EN 55016-4-2	2004

Annexe ZZ (informative)

Couverture des exigences essentielles des Directives CE

La présente Norme Européenne a été établie dans le cadre d'un mandat confié au CENELEC par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange et dans la limite de son domaine d'application, la norme couvre les exigences essentielles telles qu'elles figurent dans l'Annexe I Article 1(a) de la Directive CE 2004/108/CE, et les exigences essentielles de l'Article 3.1(b) (émission seulement) de la Directive CE 1999/5/EC.

La conformité avec cette norme constitue une méthode de conformité avec les exigences essentielles spécifiées dans les Directives concernées.

AVERTISSEMENT: D'autres exigences et d'autres Directives CE peuvent être applicables aux produits couverts par le domaine d'application de la présente norme.

Bibliographie

CISPR 16-2 (toutes les parties), *Spécification du CISPR pour les appareils et les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques – Partie 2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité*

CISPR 16-3, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 3: Rapports techniques du CISPR* (disponible en anglais seulement)

IEEE Standard 1284-1, *IEEE Standard for Information Technology & Transport Independent Printer/System Interface (TIP/SI)*

IEEE Standard 1394, *IEEE Standard for a High Performance Serial Bus – Firewire*

ISO/CEI 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises* (disponible en anglais seulement)

Liste des organismes représentés dans la commission de normalisation

Secrétariat : UTE

BNA (BUREAU DE NORMALISATION DE L'AUTOMOBILE) - UTAC

CNPP (CENTRE NATIONAL DE PREVENTION ET DE PROTECTION)

DB TEST CONCEPT

ECOLE CENTRALE MARSEILLE

EDF (ELECTRICITE DE FRANCE)

FFIE (FEDERATION FRANCAISE DES ENTREPRISES DE GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE)

FFIJ (FEDERATION FRANCAISE DES INDUSTRIES DU JOUET)

FIM/SYMOP (SYNDICAT DES ENTREPRISES DE TECHNOLOGIES DE PRODUCTION)

FRANCE TELECOM

GIFAM (GROUPEMENT INTERPROFESSIONNEL DES FABRICANTS D'APPAREILS D'EQUIPEMENT MENAGER)

GIFAS (GROUPEMENT DES INDUSTRIES FRANCAISES AERONAUTIQUES ET SPATIALES)

GIMELEC (GROUPEMENT DES INDUSTRIES DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE, DU CONTRÔLE-COMMANDE ET DES SERVICES ASSOCIES)

GITEP TICS

IGNES (GROUPEMENT DES INDUSTRIES DU GENIE NUMERIQUE ENERGETIQUE ET SECURITAIRE)

INERIS (INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES)

LCIE (LABORATOIRE CENTRAL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES)

MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

PROGILON

PSA PEUGEOT CITROEN

RENAULT

RTE (RESEAU DE TRANSPORT DE L'ELECTRICITE)

SIMAVELEC (SYNDICAT DES INDUSTRIES DE MATERIELS AUDIOVISUELS ELECTRONIQUES)

SITELESC (SYNDICAT DES INDUSTRIES DE TUBES ELECTRONIQUES ET SEMICONDUCTEURS)

SNCF (SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANCAIS)

SNITEM (SYNDICAT NATIONAL DE L'INDUSTRIE DES TECHNOLOGIES MEDICALES)

SUPELEC (ECOLE SUPERIEURE D'ELECTRICITE)

SYCABEL (SYNDICAT PROFESSIONNEL DES FABRICANTS DE FILS ET CABLES ELECTRIQUES ET DE COMMUNICATION)

SYNDICAT DE L'ECLAIRAGE

UNM (UNION DE NORMALISATION DE LA MECANIQUE)

WATTECO SAS