

Amendement 1

**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 radio-
électriques et de l'immunité aux perturbations
radioélectriques – Matériels auxiliaires –
Perturbations rayonnées**

Amendment 1

**Specification for radio disturbance and immunity
measuring apparatus and methods –**

**Part 1-4:
Radio disturbance and immunity measuring
apparatus – Ancillary equipment –
Radiated disturbances**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

AVANT-PROPOS

Cet amendement a été établi par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A/499/FDIS	CISPR/A/514/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera:

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

Page 14

3 Définitions

Ajouter, après la définition 3.10, à la page 16, les nouvelles définitions suivantes:

3.11 enceinte complètement anéchoïque FAR

enceinte blindée dont les surfaces internes sont tapissées par un matériau absorbant les radio-fréquences (c'est-à-dire un absorbant RF) qui absorbe l'énergie électromagnétique dans la gamme de fréquences à laquelle on s'intéresse

3.12 emplacement d'essai en quasi espace libre

emplacement d'essai pour lequel l'affaiblissement d'emplacement mesuré avec des doublets accordés à polarisation verticale ne s'écarte pas de ± 1 dB de l'affaiblissement en espace libre calculé quelle que soit la fréquence

3.13 volume d'essai

volume à l'intérieur de la FAR dans lequel l'appareil en essai est placé

NOTE A l'intérieur de ce volume, la condition de quasi espace libre est satisfaite et ce volume se situe généralement à 0,5 m ou plus du matériau absorbant de la FAR.

FOREWORD

This amendment has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio interference measurements and statistical methods.

The text of this amendment is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/499/FDIS	CISPR/A/514/RVD

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the report on voting indicated in the above table.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 15

3 Definitions

Add, after definition 3.10 on page 17, the following new definitions:

3.11

fully anechoic room **FAR**

shielded enclosure, the internal surfaces of which are lined with radio-frequency absorbing material (i.e. RF absorber), which absorbs electromagnetic energy in the frequency range of interest

3.12

quasi-free space test-site

test-site for which the site attenuation measured with vertically polarized tuned dipoles deviates by no more than ± 1 dB from the calculated free-space attenuation at any frequency

3.13

test volume

volume in the FAR in which the EUT is positioned

NOTE In this volume the quasi-free space condition is met and this volume is typically 0,5 m or more from the absorbing material of the FAR.

Page 44

5.7 Aptitude des autres emplacements d'essai

Remplacer le titre de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.7 Aptitude des emplacements d'essai avec plan de sol

Page 56

Ajouter, après le Tableau 2, le nouveau paragraphe suivant:

5.8 Aptitude des emplacements d'essai sans plan de sol

La procédure applicable aux emplacements d'essai sans plan de sol dans la gamme de fréquences allant de 30 MHz à 1 000 MHz est la suivante.

5.8.1 Aspects de mesure pour les emplacements d'essai en espace libre, tels qu'ils sont constitués par des enceintes blindées complètement tapissées d'absorbants

Une enceinte blindée complètement tapissée par des absorbants, également connue sous le terme de chambre complètement anéchoïque (fully anechoic chamber – FAC) ou une enceinte complètement anéchoïque (fully anechoic room - FAR) peuvent être utilisés pour les mesures des émissions rayonnées. Lorsque la méthode avec FAR est utilisée, des limites d'émissions rayonnées appropriées doivent être définies dans les normes concernées (normes génériques, de produit ou de famille de produits). La conformité aux exigences (limites) de protection des services de radiocommunications doit être établie pour les FAR de la même manière que pour les essais OATS.

Une FAR est destinée à simuler un environnement en espace libre tel que seul le rayonnement direct provenant de l'antenne d'émission ou de l'appareil en essai atteint l'antenne de réception. Toutes les ondes indirectes et réfléchies doivent être réduites en utilisant un matériau absorbant approprié sur tous les murs, sur le plafond et sur le plancher de la FAR.

5.8.2 Performances d'emplacement

Les performances d'emplacement peuvent être validées par deux méthodes qui sont décrites ci-dessous, la méthode de référence d'emplacement et la méthode ANE.

Page 45

5.7 Alternative test site suitability

Replace the title of this subclause by the following new title:

5.7 Test site suitability with ground-plane

Page 57

Add, after Table 2, the following new subclause:

5.8 Test site suitability without ground-plane

The procedure for test sites without ground-plane in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz is as follows.

5.8.1 Measurement considerations for free space test sites, as realized by fully absorber-lined shielded enclosures

A fully absorber lined shielded enclosure, also known as a fully anechoic chamber (FAC), or a fully anechoic room (FAR), may be used for radiated emission measurements. When the FAR method is used, appropriate radiated emission limits shall be defined in relevant standards (generic, product or product family standards). Compliance with the radio services protection requirements (limits) shall be established for FARs in a similar way as for tests on an OATS.

A FAR is intended to simulate a free space environment such that only the direct ray from the transmitting antenna or EUT reaches the receiving antenna. All indirect and reflected waves shall be minimized with the use of appropriate absorbing material on all walls, the ceiling and the floor of the FAR.

5.8.2 Site performance

Site performance may be validated by two methods which are described below – the site reference method and the NSA method.

5.8.2.1 Valeur théorique de l'affaiblissement normalisé de l'emplacement

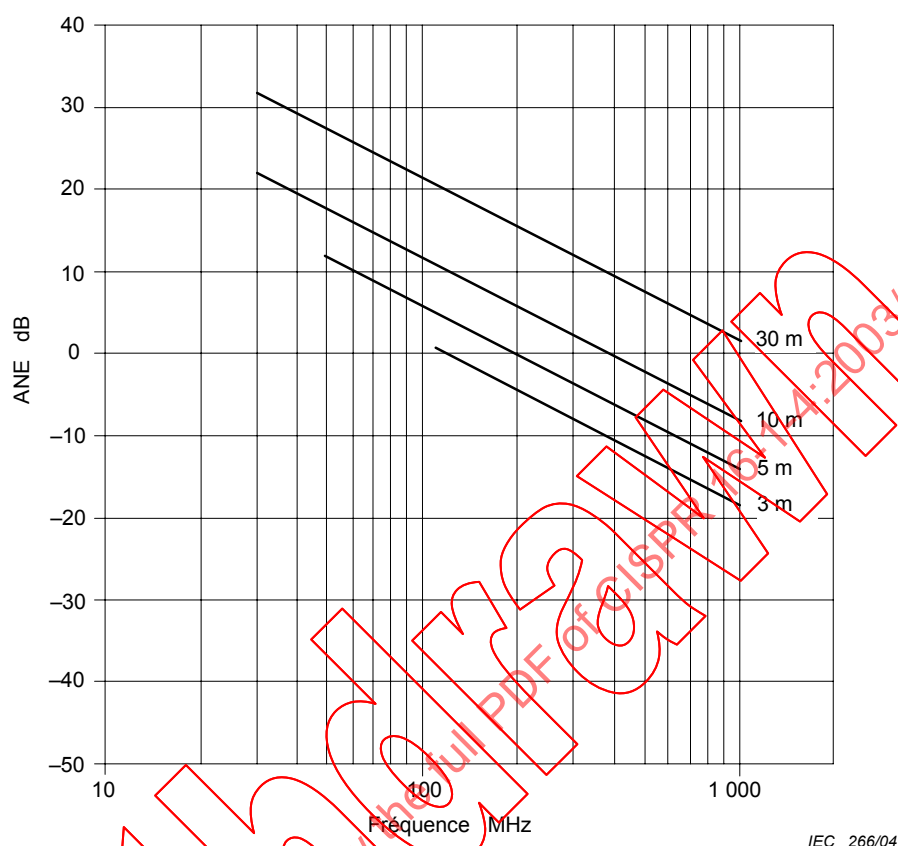


Figure 9 – Graphique de l'ANE théorique en espace libre en fonction de la fréquence pour différentes distances de mesure (voir équation 4)

NOTE Les fréquences inférieures à 110 MHz pour les distances de mesure de 3 m et celles inférieures à 60 MHz pour les distances de mesure de 5 m incluent les effets de champ proche. Ceux-ci doivent être calculés pour chaque emplacement d'essai individuel.

On trouvera ci-dessous la théorie ANE pour des antennes infiniment petites.

L'affaiblissement de l'emplacement (SA) est la perte de transmission mesurée entre les connecteurs de deux antennes d'un emplacement particulier. Pour un environnement en espace libre, SA (en dB) peut être approché en utilisant l'équation (2)¹⁾

$$SA = 20 \log_{10} \left[\left(\frac{5Z_0}{2\pi} \right) \left(\frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) \right] - 20 \log_{10} f_m + AF_R + AF_T \quad (2)$$

¹⁾ Référence: GARBE, H. New EMC Test Facilities for Radiation Measurements. *Review of Radio Science* 1999-2002. John Wiley and Sons, New York, 2002.

5.8.2.1 Theoretical normalized site attenuation

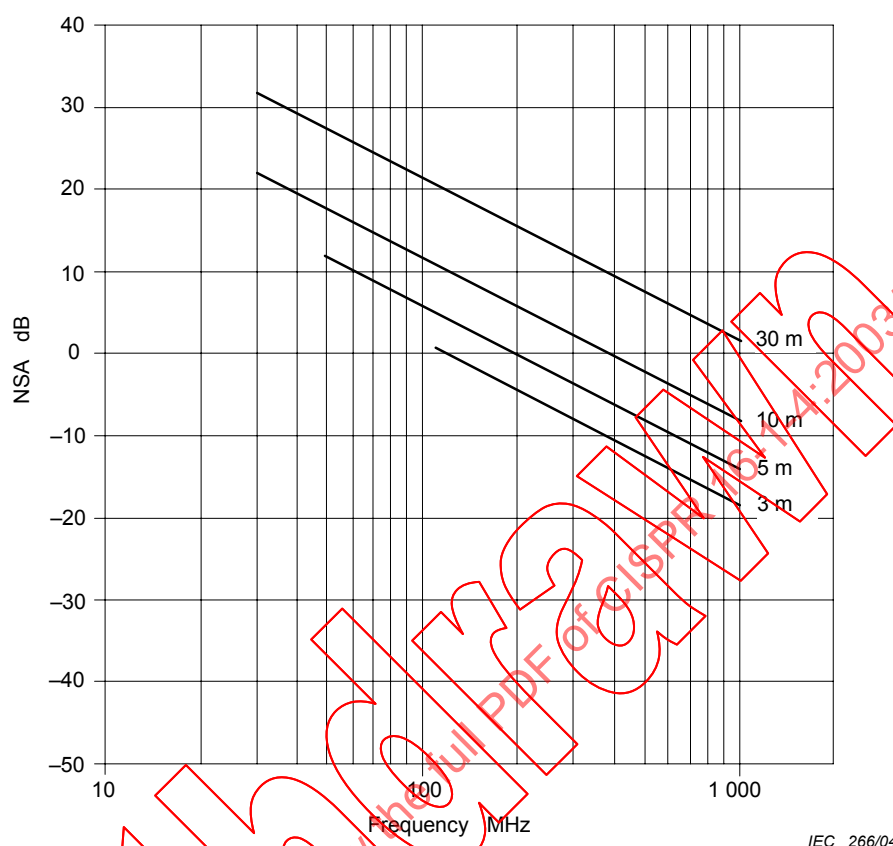


Figure 9 – Graph of theoretical free-space NSA as a function of the frequency for different measurement distances (see equation 4)

NOTE Frequencies below 110 MHz for 3 m measurement and below 60 MHz for 5 m measurement distances include near field effects. These must be calculated for each individual test site.

The following describes the NSA theory for infinitely small antennas.

Site attenuation (SA) is the transmission loss measured between the connectors of two antennas on a particular site. For a free space environment, SA (in dB) can be approximated by Equation (2)¹⁾

$$SA = 20 \log_{10} \left[\left(\frac{5Z_0}{2\pi} \right) \left(\frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) \right] - 20 \log_{10} f_m + AF_R + AF_T \quad (2)$$

¹⁾ Reference: GARBE, H. New EMC Test Facilities for Radiation Measurements. *Review of Radio Science* 1999-2002. John Wiley & Sons, New York, 2002

où

AF_R, AF_T sont les facteurs d'antenne des antennes d'émission et de réception en dB/m;
 d est la distance entre les centres de phase des deux antennes en mètres;
 Z_0 est l'impédance de référence (c'est-à-dire 50 Ω);
 β est défini comme correspondant à $2\pi/\lambda$; et
 f_m est la fréquence en MHz.

La valeur théorique de l'affaiblissement normalisé de l'emplacement (ANE) en dB est définie comme l'affaiblissement de l'emplacement avec les facteurs d'antenne respectifs déduits, en conséquence:

$$ANE_{calc} = 20\log_{10} \left[\left(\frac{5Z_0}{2\pi} \right) \left(\frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) \right] - 20\log_{10} f_m \quad (3)$$

A des valeurs inférieures à 60 MHz à une distance de 5 m ou à 110 MHz à une distance de 3 m, il est nécessaire d'appliquer des facteurs de correction de champ proche pour chacune des positions d'essai du Tableau 3 pour faire les comparaisons avec l' ANE théorique de la Figure 9 et de l'équation (2). Les facteurs de correction de champ proche sont spécifiques aux antennes, à la distance d'essai et au volume d'essai qui sont utilisés, et c'est pourquoi il faut les obtenir en utilisant un code de modélisation numérique comme le NEC. Sinon, la méthode de référence d'emplacement de 5.8.2.2.1 prévoit l'annulation des termes de champ proche si les mêmes antennes et les mêmes fréquences sont utilisées à la fois pour la mesure de référence d'emplacement et pour la validation FAR.

Pour des distances de mesure de 10 m et de 30 m, les termes en champ proche de l'équation (3) peuvent être omis et l'équation est simplifiée comme suit:

$$ANE_{calc} = 20\log_{10} \left[\frac{5Z_0 d}{2\pi} \right] - 20\log_{10} f_m \quad (4)$$

Si l'équation simplifiée (4) est utilisée à la place de l'équation (2), l'erreur introduite est inférieure à 0,1 dB aux fréquences supérieures à 60 MHz pour une distance de 5 m et supérieures à 110 MHz pour une distance de 3 m. L'erreur sera >0,1 dB à des valeurs inférieures à ces fréquences en raison des effets de champ proche. Pour une distance de 3 m, l'erreur maximale est de 1 dB à 30 MHz. Il convient alors d'utiliser l'équation (2) pour réduire cette erreur.

5.8.2.2 Procédure de validation d'emplacement

L' ANE doit satisfaire à l'exigence de 5.8.3 sur un volume d'essai cylindrique généré par la rotation de l'appareil en essai sur une table tournante. Dans ce contexte, «l'appareil en essai» comprend tous les composants d'un appareil en essai à unités multiples ainsi que les câbles d'interconnexion. Le Tableau 3 définit la valeur maximale de hauteur et de diamètre ($h_{max} = d_{max}$) du volume d'essai en fonction de la distance d'essai. Ce rapport entre le diamètre et la distance d'essai permet une incertitude acceptable dans les essais d'émission de l'appareil d'essai.

where

AF_R, AF_T are the antenna factors of the receive and transmit antennas in dB/m;
 d is the distance between the phase centres of both antennas in metres;
 Z_0 is the reference impedance (i.e. 50 Ω);
 β is defined as $2\pi/\lambda$; and
 f_m is the frequency in MHz.

The theoretical normalized site attenuation (*NSA*) in dB is defined as site attenuation with respective antenna factors subtracted, thus:

$$NSA_{\text{calc}} = 20\log_{10} \left[\left(\frac{5Z_0}{2\pi} \right) \left(\frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) \right] - 20\log_{10} f_m \quad (3)$$

Below 60 MHz at a 5 m distance or 110 MHz at a 3 m distance, it is necessary to apply near field correction factors for each of the required test positions of Table 3 for comparison with the theoretical *NSA* of Figure 9 and Equation (2). Near field correction factors are specific to the antennas, test distance, and test volume used, and therefore must be obtained by using a numerical modelling code such as NEC. Alternatively the site reference method of 5.8.2.2.1 provides cancellation of near field terms if the same antennas and frequencies are used for both the site reference measurement and FAR validation.

For measurement distances of 10 m and 30 m, the near-field terms in Equation (3) may be omitted, and the equation simplifies as follows:

$$NSA_{\text{calc}} = 20\log_{10} \left[\frac{5Z_0 d}{2\pi} \right] - 20\log_{10} f_m \quad (4)$$

If simplified Equation (4), is used instead of Equation (2) the error introduced is less than 0,1dB at frequencies above 60 MHz for 5 m distance and above 110 MHz for 3 m distance. The error will be >0,1 dB below these frequencies due to near-field effects. For a 3 m distance the maximum error is 1 dB at 30 MHz. To reduce this error Equation (2) should be used.

5.8.2.2 Site validation procedure

The *NSA* shall satisfy the requirement of 5.8.3 over a cylindrical test volume generated by the rotation of the EUT on the turntable. In this context “the EUT” includes all components of a multi-unit EUT and the interconnecting cables. Table 3 defines the maximum height and diameter ($h_{\text{max}} = d_{\text{max}}$) of the test volume as a function of test distance. This ratio between diameter and test distance ensures an acceptable uncertainty in EUT emissions testing.

Tableau 3 – Dimensions maximales du volume d'essai par rapport à la distance d'essai

Diamètre maximal $d_{\max}$ et hauteur maximale $h_{\max}$ du volume d'essai m	Distance d'essai D_{nominal} m
1,5	3,0
2,5	5,0
5,0	10,0

Une mesure du SA (Site Attenuation: affaiblissement d'emplacement) dans une seule position peut ne pas être suffisante pour mettre en évidence les éventuelles réflexions provenant de la construction de l'enceinte et/ou du matériau absorbant qui tapisse les murs, le plancher, le plafond et la table tournante de la FAR.

Les mesures et la validation du SA dans une enceinte complètement anéchoïque doivent être réalisées en 15 positions de mesure, pour les polarisations d'antenne horizontale et verticale de l'antenne d'émission à l'intérieur du volume d'essai (voir Figure 10).

- à trois hauteurs du volume d'essai: en bas, au milieu et en haut;
- en 5 positions dans les 3 plans horizontaux: au centre, à gauche, à droite, à l'avant et à l'arrière dans chaque plan horizontal. La position arrière peut être omise si la distance qui la sépare des absorbants est supérieure à 0,5 m. Au cours des essais des appareils, la position arrière sur la table tournante est également tournée vers l'avant et la contribution de la réflexion arrière n'affectera donc pas le signal maximal.

Deux antennes à large bande doivent être utilisées pour les mesures du SA: une antenne d'émission avec son point de référence aux positions de mesure du volume d'essai et une antenne de réception à l'extérieur de ce volume d'essai avec une orientation et une position prescrites. L'antenne d'émission doit avoir un diagramme de plan H approximativement omnidirectionnel. (La dimension maximale ne doit pas dépasser 40 cm pour une distance d'essai de 3 m; à des distances plus importantes, la taille de l'antenne peut être ajustée en conséquence).

Les antennes de réception types sont des antennes hybrides (combinaison biconiques/LPD) pour les valeurs comprises entre 30 MHz et 1 000 MHz ou des antennes séparées [antennes biconiques (entre 30 MHz et 200 MHz) et antennes LPD (entre 200 MHz et 1 000 MHz)].

NOTE Il n'est pas recommandé d'utiliser une antenne hybride (combinaison biconique/LPD) que ce soit pour les essais en émission ou pour la validation de la chambre à une distance de 3 m, en raison de la taille physique importante de telles antennes.

Ce sont les mêmes antennes, câbles, ferrites, atténuateurs ainsi que le même amplificateur, le même générateur de signal et le même récepteur utilisés pour mesurer le SA de la FAR qui doivent être utilisés pour mesurer le SA de référence de l'emplacement d'essai en quasi espace libre (5.8.2.2.2). L'antenne de réception utilisée au cours de la validation de l'enceinte doit être du même type d'antenne que celui utilisé au cours des essais des émissions rayonnées de l'appareil en essai.

Pour la validation du volume d'essai à la fois en polarisation horizontale et en polarisation verticale et pour toutes les positions des antennes d'émission à l'intérieur du volume d'essai, la position en hauteur de l'antenne de réception dans la FAR doit être réglée et doit rester au niveau du milieu fixé du volume d'essai, comme cela est représenté aux Figures 10 et 11. Il doit être nécessaire d'incliner les antennes pour aligner l'axe de pointage des deux antennes dans un seul axe de mesure. La distance entre le point de référence de l'antenne (défini dans l'étalonnage de l'antenne) et la position avant du volume d'essai est d_{nominal} . Lorsque l'antenne d'émission est déplacée vers d'autres positions à l'intérieur du volume d'essai, l'antenne de réception doit être translatée le long de l'axe de mesure pour maintenir d_{nominal} .

Table 3 – Maximum dimensions of test volume versus test distance

Maximum diameter $d_{\max}$ and height $h_{\max}$ of the test volume m	Test distance D_{nominal} m
1,5	3,0
2,5	5,0
5,0	10,0

A single position SA (site attenuation) measurement may not be sufficient to pick up possible reflections from the room construction and/or absorbing material lining the walls, floor, ceiling and turntable of the FAR.

The fully anechoic room SA measurements and validation shall therefore be performed at 15 measurement positions for both horizontal and vertical antenna polarizations of the transmit antenna in the test volume (see Figure 10):

- at three heights of the test volume: bottom, middle and top;
- at 5 positions in all 3 horizontal planes: centre, left, right, front and rear positions in each horizontal plane. The rear position may be omitted if the distance between rear position and absorbers is more than 0,5 m. During EUT testing, the rear position on the turntable is also turned to the front, and the contribution of the back reflection will then not affect the maximum signal.

For SA measurements two broadband antennas shall be used: one transmit antenna with its reference point at the measurement positions of the test volume and one receive antenna outside this test volume at a prescribed orientation and position. The transmit antenna shall have an approximately omni-directional H -plane pattern. (The maximum dimension shall not exceed 40 cm for a 3 m test distance, at larger distances, the size of the antenna can be scaled accordingly).

Typical receive antennas are hybrid (biconical/LPD combination) antennas for 30 MHz to 1 000 MHz, or separate [biconical antennas (for 30 MHz to 200 MHz) and LPD antennas (for 200 MHz to 1 000 MHz)].

NOTE Use of a hybrid (biconical/LPD combination) antenna is not recommended for either emission testing or chamber validation at 3 m distance, due to the large physical size of such antennas.

The same antennas, cables, ferrites, attenuators, amplifier, signal generator and receiver used to measure the SA of the FAR, shall be used to measure the reference SA on the quasi-free space test site (5.8.2.2.2). The receive antenna used during the room validation shall be of the same type as used during radiated emission testing of the EUT.

For test volume validation both in horizontal and vertical polarization, and for all transmitting antenna positions in the test volume, the position in height of the receiving antenna in the FAR shall be set and remain at the fixed middle level of the test volume, as shown in Figures 10 and 11. Tilting the antennas shall be necessary to align the bore sight axis of both antennas in one measurement axis. The distance between the antenna reference point (defined in antenna calibration) and the front position of the test volume is d_{nominal} . When the transmit antenna is moved to other positions in the test volume, the receive antenna shall be translated along the measurement axis to maintain d_{nominal} . The measurement axis is

L'axe de mesure est la ligne entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception, le long de laquelle d_{nominal} est définie. Pour toutes les positions et toutes les polarisations, il faut que l'antenne de réception et l'antenne d'émission se fassent face, les éléments des deux antennes étant parallèles (pour l'inclinaison, voir la Figure 11). Les mâts d'antenne et les planchers de support doivent être en place au cours de la procédure de validation.

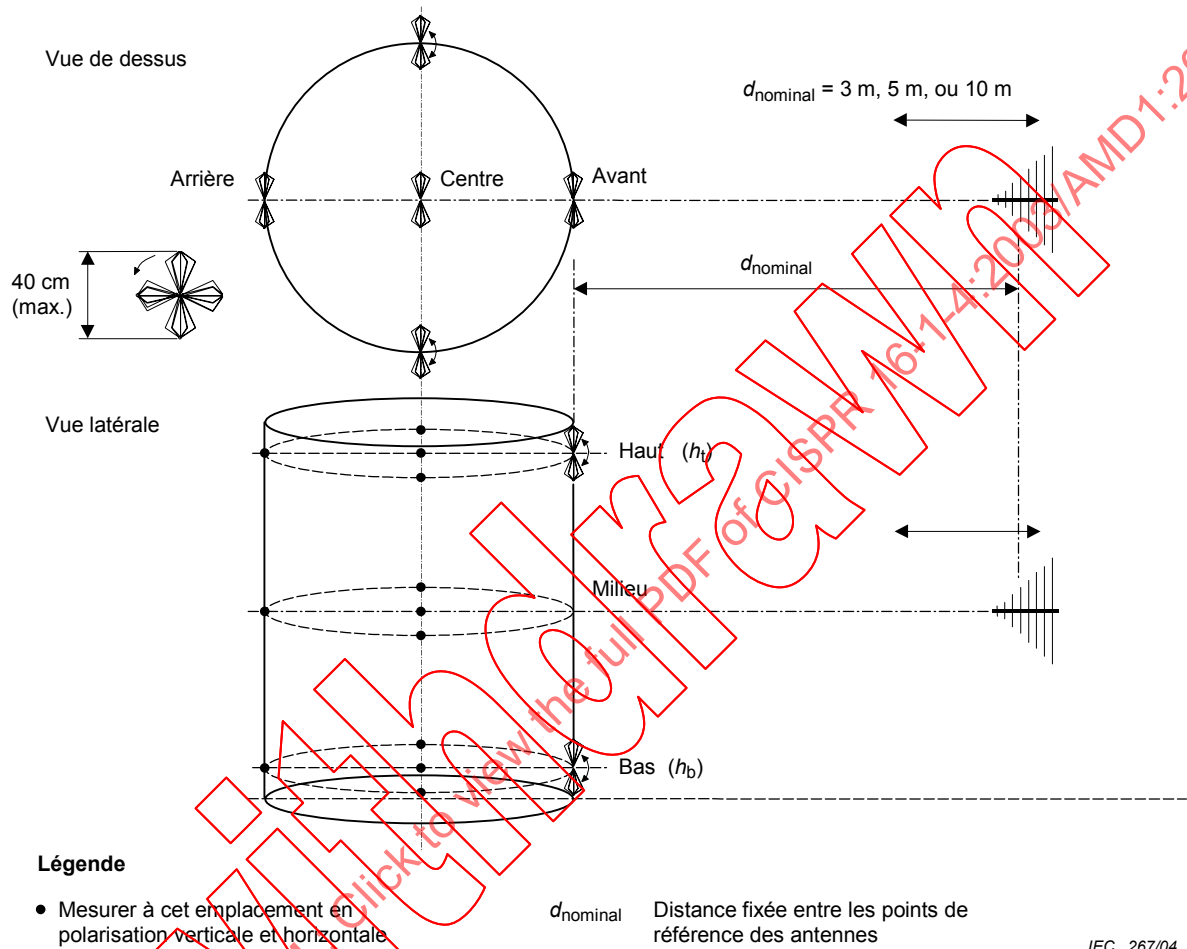


Figure 10 – Positions de mesure pour la procédure de validation de l'emplacement

Pour toutes les positions de l'antenne d'émission à l'intérieur du volume d'essai, à la fois en polarisation horizontale et en polarisation verticale, les antennes d'émission et de réception doivent être alignées sur l'axe de mesure.

L'inclinaison des antennes est nécessaire pour satisfaire à cette exigence pour certaines positions (voir Figure 11).

d_{nominal} {
est la distance d'essai associée à la limite;
est la distance d'antenne fixée dans la procédure de validation;
est la séparation entre les antennes lors de la procédure d'étalonnage.

La position de l'antenne d'émission en hauteur à l'intérieur du volume d'essai doit être déterminée comme suit:

- «Milieu» lorsque cela est possible le long d'un axe virtuel positionné à mi-hauteur et à mi-largeur de la FAR;
- «haut (h_t)» et «bas (h_b)» par la moitié de h_{max} (voir Tableau 3) moins la moitié de la dimension de l'antenne d'émission (par exemple 20 cm pour les petites antennes biconiques.)

the line between the transmit and receive antenna, along which d_{nominal} is defined. For all positions and polarizations, the receiving and the transmitting antenna must face one another with the elements of both antennas parallel (tilting, see Figure 11). Any antenna masts and the supporting floors shall be in place during the validation procedure.

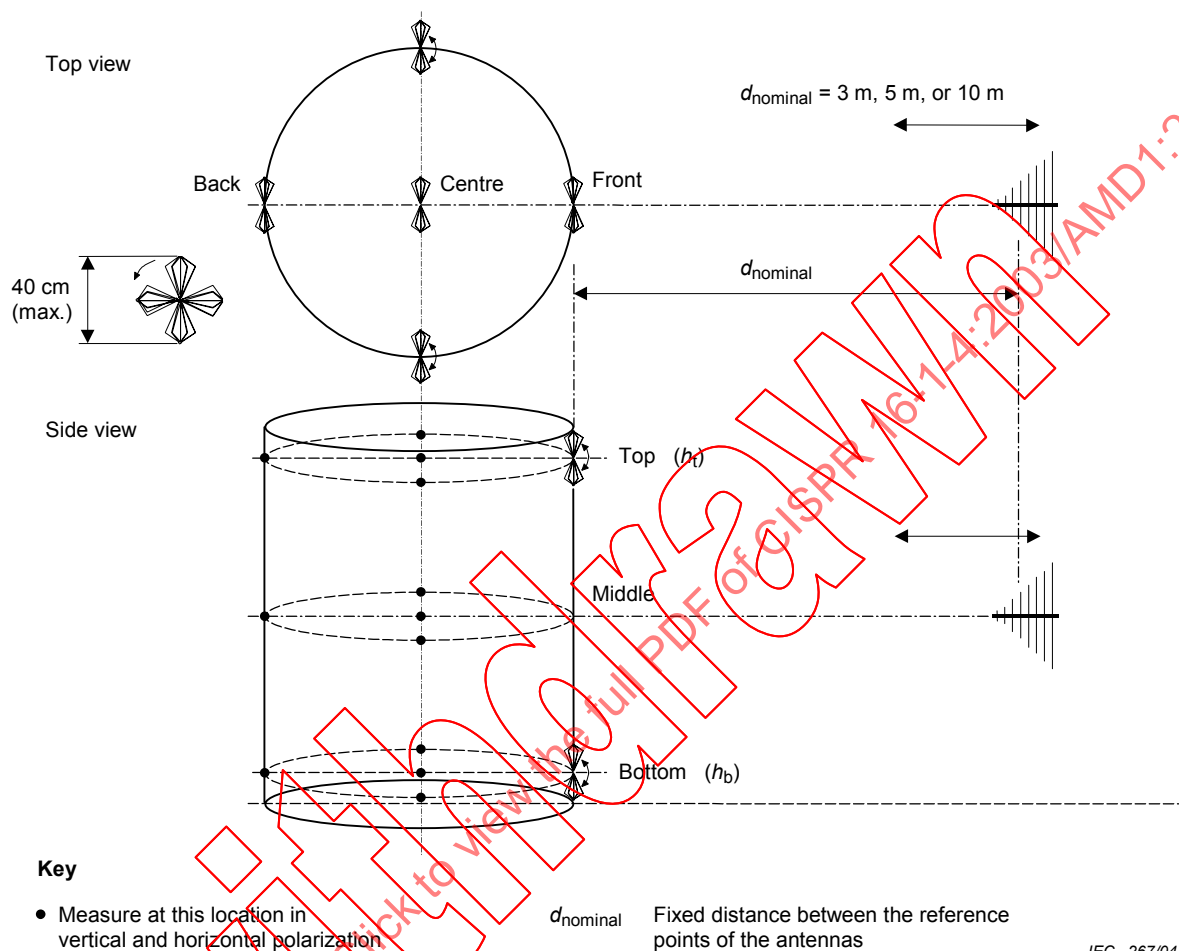


Figure 10 – Measurement positions for the site validation procedure

For all positions of the transmitting antenna in the test volume, in both horizontal and vertical polarizations, the transmitting and receiving antennas shall be aligned on the measurement axis.

Tilting the antennas is necessary to meet this requirement at certain positions (see Figure 11).

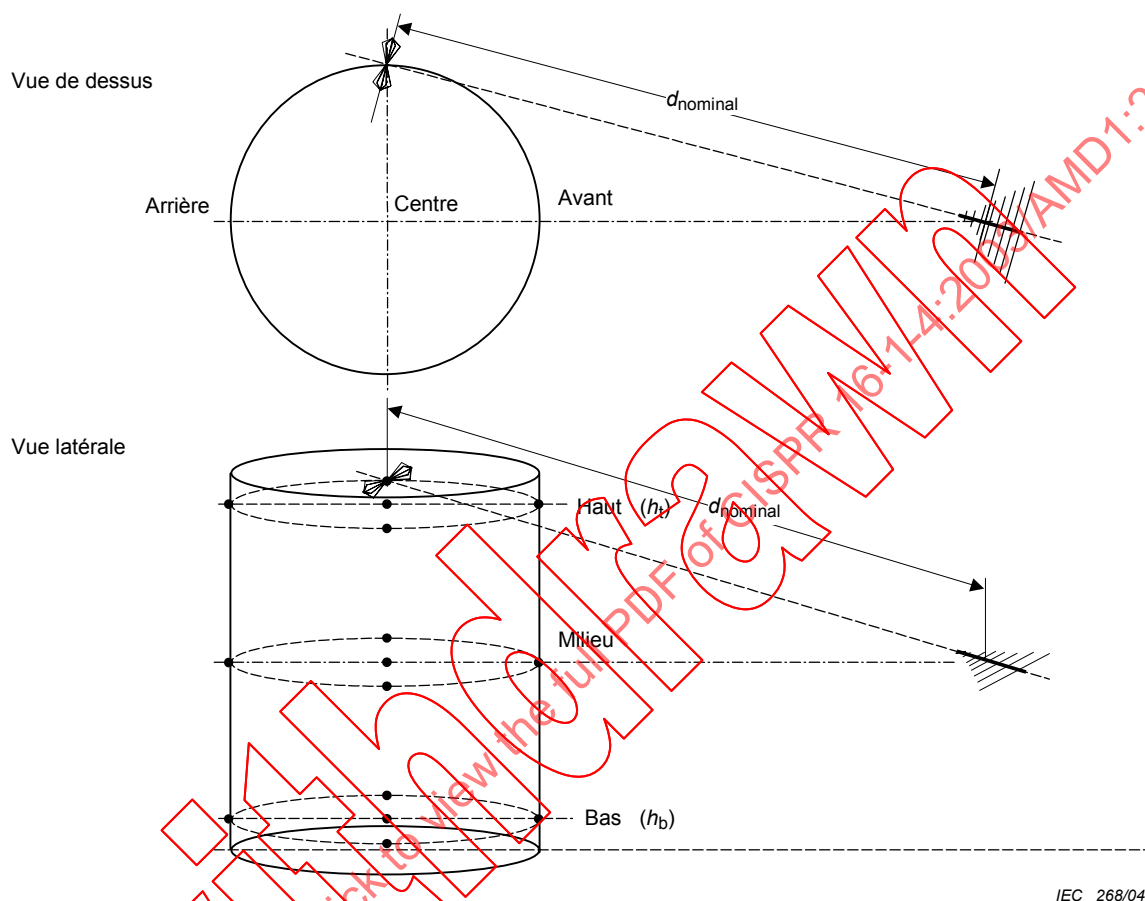
d_{nominal} {

- is the test distance associated with the limit;
- is the fixed antenna distance in the validation procedure;
- is the antenna separation in the antenna calibration procedure.

The transmit antenna height position in the test volume shall be determined as follows:

- "Middle" where possible along a virtual axis positioned at mid-height and mid-width of the FAR;
- "top (h_t)" and "bottom (h_b)" by half of h_{max} (see Table 3) minus half of the transmit antenna dimension (e.g. 20 cm for small biconical antenna).

Ces positions réglées doivent être utilisées à la fois pour les polarisations verticale et horizontale. La distance entre les plans haut et bas et les absorbants du plafond et du plancher respectivement est donnée par les performances de l'absorbant telles qu'elles sont déterminées par l'essai volumétrique *ANE* mais doit être d'au moins 0,5 m pour éviter un couplage entre l'appareil en essai et l'absorbant.



NOTE Antenne à polarisation horizontale, position en haut à droite.

Figure 11 – Exemple d'une position de mesure et inclinaison d'antenne pour la procédure de validation de l'emplacement

La taille maximale de pas pour la mesure de la fréquence discrète doit correspondre à ce qui suit au Tableau 4:

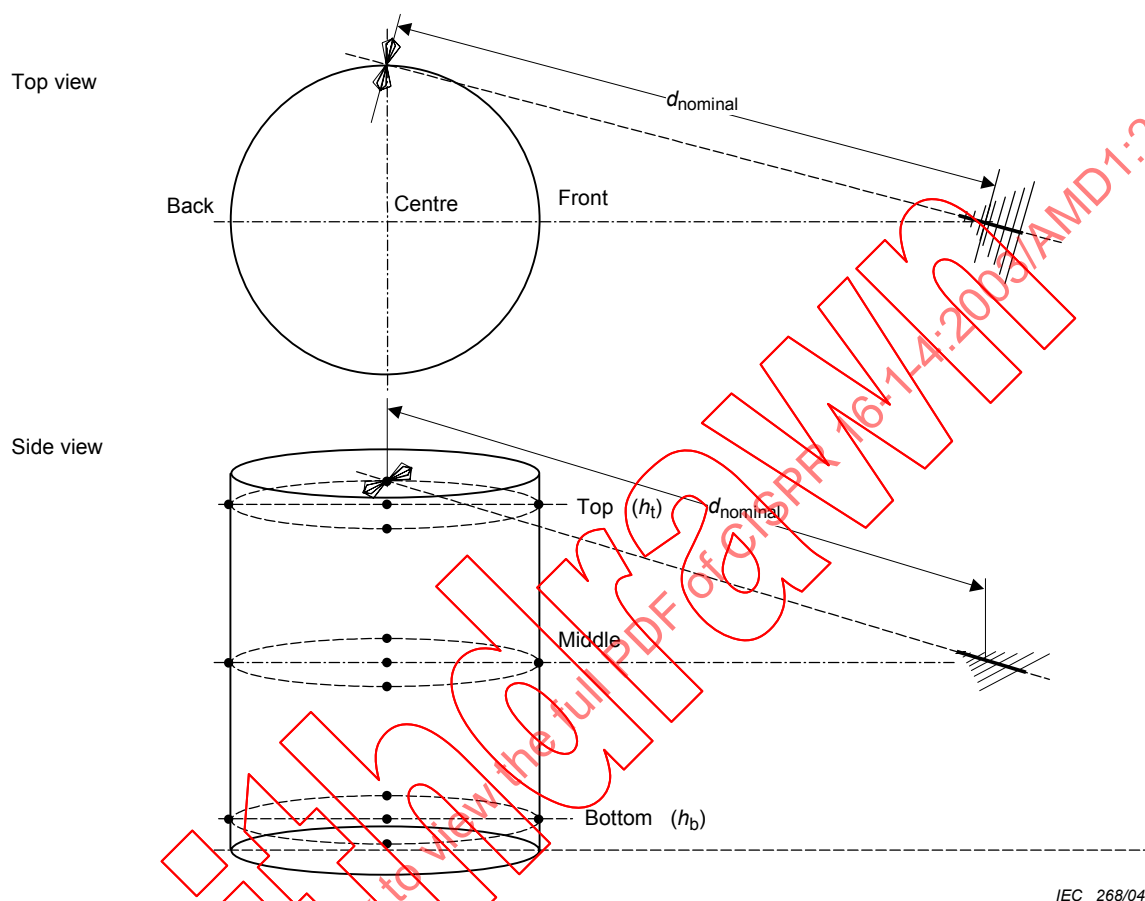
Tableau 4 – Gammes de fréquences et tailles de pas

Gamme de fréquences MHz	Pas maximal de fréquence MHz
30 – 100	1
100 – 500	5
500 – 1 000	10

Deux méthodes sont admissibles pour la validation de l'emplacement:

- une méthode de référence d'emplacement qui est exigée pour les distances d'essai inférieures à 5 m;
- la méthode *ANE* qui est préférée pour les distances d'essai supérieures ou égales à 5 m.

These adjusted positions shall be used for both vertical and horizontal polarizations. The distance between the top and bottom planes and the ceiling and floor absorbers respectively is given by the absorber performance as determined by the volumetric *NSA* test, but at least 0,5 m, to avoid EUT to absorber coupling.



IEC 268/04

NOTE Antenna polarization horizontal, position top right.

Figure 11 – Example of one measurement position and antenna tilt for the site validation procedure

The maximum step size for the discrete-frequency measurement shall be as listed in Table 4 :

Table 4 – Frequency ranges and step sizes

Frequency range MHz	Maximum frequency step MHz
30 – 100	1
100 – 500	5
500 – 1 000	10

Two methods are permissible for site validation:

- the site reference method, which is required for test distances less than 5 m;
- the *NSA* method, which is preferred for test distances greater than or equal to 5 m.

Les méthodes de mesure du SA sont destinées à assurer un écart de 0 dB lorsqu'elles sont réalisées sur un emplacement idéal. Il est admis d'appliquer n'importe quelle méthode pour réduire l'incertitude de mesure tant qu'elle ne vient pas en contradiction du montage et des procédures définies ou qu'elle ne masque pas des déficiences de l'emplacement, par exemple des résonances lissées.

L'incertitude de la mesure de validation de l'emplacement peut être réduite par les mesures suivantes.

- Dans le cas d'une antenne à polarisation verticale, les câbles blindés doivent être étendus sur au moins 2 m à l'arrière de chaque antenne avant de descendre sur le sol. Si cela est possible, les câbles doivent revenir au droit des passages de câbles au travers du mur de l'enceinte. Une autre possibilité consiste à utiliser des ferrites à pince sur les câbles. Un autre moyen pour réduire l'influence des câbles consiste à utiliser des liaisons optiques.
- Les atténuateurs au niveau des connecteurs de l'antenne (par exemple 6 dB ou 10 dB) réduiront l'influence de toute désadaptation importante d'impédance au niveau des antennes.
- On doit utiliser des antennes présentant un bon équilibrage du symétriseur (le récepteur lisant des variations inférieures à $\pm 0,5$ dB lorsque l'antenne subit une rotation de 180° par rapport à son axe de pointage. Les méthodes pour la vérification de l'équilibrage de l'antenne sont décrites en 4.4.2).
- Il est admis d'utiliser des antennes biconiques et LPD séparées pour l'évaluation de la chambre (on change de type d'antenne à 200 MHz), si elles sont utilisées pour les essais des appareils. Une antenne hybride (combinaison biconique/LPD) est une combinaison de ces deux types et il est également admis de l'utiliser si les dimensions mécaniques sont suffisamment faibles pour la distance de mesure.

La procédure de validation de la FAR doit être réalisée à intervalles réguliers, pour détecter des variations à long terme des caractéristiques de l'enceinte, et lorsque des modifications interviennent, qui pourraient influencer sur les caractéristiques de transmission des ondes électromagnétiques dans l'enceinte complètement anéchoïque.

5.8.2.2.1 Méthode de référence d'emplacement

Les mesures du SA avec la paire d'antennes (antenne d'émission et antenne de réception) sur un emplacement d'essai en quasi espace libre sont exigées comme référence. La procédure de détermination de cet affaiblissement d'emplacement de référence (SA_{ref}) est décrite en 5.8.2.2.2. Cette méthode prend en compte le couplage mutuel des antennes et des effets de champ proche qui peuvent avoir une influence importante à des distances d'essai de 3 m. L'affaiblissement d'emplacement de référence $SA_{ref}(d)$ est réalisé à la distance nominale, $d_{nominal}$, entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception.

La procédure de validation de l'emplacement pour chaque position du volume d'essai est réalisée en 3 étapes comme suit.

- 1) $M0$ est le niveau de référence mesuré par le récepteur en $dB\mu V$ avec les câbles connectés entre eux, normalement réalisé une fois avant une série d'essais volumétriques.
- 2) $M1$ est le niveau mesuré par le récepteur en $dB\mu V$ avec les antennes installées.

L'affaiblissement d'emplacement de l'emplacement validé SA_{val} peut être calculé par

$$SA_{val} = M0 - M1 \text{ en dB} \quad (5)$$

- 3) L'écart de l'affaiblissement d'emplacement mesuré (ΔSA) par rapport à l'affaiblissement d'emplacement de référence $SA_{ref}(d)$ est calculé en utilisant l'équation (6).

$$\Delta SA = SA_{ref}(d) - SA_{val} \text{ en dB} \quad (6)$$

The SA measurement methods are intended to provide 0 dB deviation when performed on an ideal site. Any methods may be implemented to decrease measurement uncertainty, as long as these do not contradict the defined set-up and procedures or hide any site deficiencies, e.g. smoothed resonances.

Site validation measurement uncertainty can be decreased by the following measures.

- For a vertically-polarized antenna, shielded cables are to be extended by at least 2 m behind each antenna before dropping the cable to the ground. If possible, cables shall extend straight back to the bulkhead connectors in the wall of the room. Another possibility is the use of clip-on ferrites on the cables. Another alternative for reducing the influence of cables is through the use of optical links.
- Attenuators at the antenna connectors (e.g. 6 dB or 10 dB) will reduce the influence of any large impedance mismatch at the antennas.
- Antennas with good balance of the balun shall be used (the receiver reading changes less than $\pm 0,5$ dB when the antenna is rotated through 180 degrees with respect to its bore sight axis. Antenna balance verification methods are described in 4.4.2).
- Separate biconical and LPD antennas for chamber evaluation may be used (antenna type is changed at 200 MHz), if these will be used for EUT testing. A hybrid (biconical/LPD combination) antenna is a combination of these two types and may be used as well if the mechanical dimensions are sufficiently small for the measurement distance.

The FAR site validation procedure shall be performed at regular intervals, to detect long-term changes in room characteristics, and when changes that might influence the electromagnetic wave transmission characteristics in the fully anechoic room occur.

5.8.2.2.1 The site reference method

SA measurements with the antenna pair (transmit and receive antenna) on a quasi-free space test site are required as a reference. The procedure for determining this reference site attenuation (SA_{ref}) is described in 5.8.2.2.2. This method accounts for mutual coupling of the antennas and near field effects, which can have a significant influence at 3 m test distances. The reference site attenuation $SA_{ref}(d)$ is performed at the nominal distance, $d_{nominal}$, between the transmit and receive antennas.

The site validation procedure for each test volume position is performed in three steps:.

- 1) $M0$ is the reference level measured by the receiver in $dB\mu V$ with the cables connected together, normally done once before a series of volumetric tests.
- 2) $M1$ is the level measured by the receiver in $dB\mu V$ with antennas installed.

The site attenuation of the validated site SA_{val} can be calculated by

$$SA_{val} = M0 - M1 \quad \text{in dB} \quad (5)$$

- 3) The deviation of the measured site attenuation (ΔSA) from reference site attenuation $SA_{ref}(d)$ is calculated using Equation (6).

$$\Delta SA = SA_{ref}(d) - SA_{val} \quad \text{in dB} \quad (6)$$

5.8.2.2.2 Détermination de la référence d'emplacement

Pour des validations d'emplacement précises à des distances inférieures à 5 m, il est recommandé que des paires d'antennes dédiées soient utilisées pour déterminer la référence d'emplacement (antenne d'émission et de réception). Un emplacement d'essai en quasi espace libre est exigé. Il est constitué de 2 mâts d'antenne non métalliques (en bois ou en plastique avec $\epsilon_r \leq 2,5$, à perte faible, de diamètre aussi petit que possible compte tenu de la résistance mécanique), qui permettent de placer les antennes à une certaine hauteur au-dessus du niveau du sol (Figure 12). Une méthode possible de réalisation de la performance de ± 1 dB de l'emplacement de référence consiste à choisir la hauteur (h) des antennes comme suit:

$$h \geq d \times 8/3 \quad (7)$$

où d est la séparation entre les antennes.

Une hauteur de $h = d \times 8/3$ est recommandée pour supprimer l'influence du sol ou des absorbants en quantité substantielle, et qui fonctionnent jusqu'à 30 MHz, doivent être placés sur le sol.

NOTE Avec une séparation de 3 m à 30 MHz, il existe un terme en champ proche important ($1/d^2$) qui à lui seul donne une erreur de 0,8 dB pour une hauteur de 5/3. Cela a été vérifié par les laboratoires nationaux britanniques et autrichiens. Pour une référence d'emplacement avec une incertitude inférieure à $\pm 0,5$ dB, une hauteur de 8/3 est recommandée si aucun absorbant n'est placé sur le sol.

La distance doit être égale à la distance réelle d_{nominal} entre les antennes utilisées dans la FAR. Les antennes sont polarisées verticalement (la polarisation horizontale ne doit pas être utilisée à cause des interférences plus importantes avec le signal réfléchi par le sol). On obtient aussi une bonne approximation de l'espace libre. L'espace dégagé par rapport aux bâtiments, aux arbres etc. doit être supérieur à $d \times 8/3$ car il peut y avoir une influence sur les antennes à polarisation verticale.

On doit veiller à ce que les câbles d'alimentation de l'antenne n'affectent pas le résultat de l'essai. Cela est évité au mieux en utilisant l'arrangement de câbles représenté à la Figure 12 ou en utilisant les liaisons optiques RF.

La qualité du montage de référence influence directement le résultat d'évaluation de la FAR.

La référence d'emplacement (SA_{ref}) est déterminée en 3 étapes comme suit.

- 1) $M0_{\text{RS}}$ est le niveau de référence mesuré par le récepteur en dB μ V avec les câbles connectés ensemble.
- 2) $M1_{\text{RS}}(d)$ est le niveau mesuré par le récepteur en dB μ V avec les antennes installées à la distance exigée d_{nominal} .
- 3) Le $SA_{\text{ref}}(d)$ est calculé selon l'équation (8).

$$SA_{\text{ref}}(d) = M0_{\text{RS}} - M1_{\text{RS}}(d) \text{ en dB} \quad (8)$$

Pour une validation d'emplacement de 3 m, une hauteur d'au moins 4 m au-dessus du sol doit être utilisée, ce qui constitue une fonctionnalité typique des mâts d'antenne contrôlables à distance qui sont utilisés pour les mesures des émissions. Dans ce cas, des absorbants électromagnétiques doivent être placés sur le sol entre les antennes, avec l'ensemble des absorbants s'étendant sur une zone minimale au-delà des antennes dans toutes les directions et il faut prouver que la condition de quasi espace libre telle qu'elle est définie en 5.8.1 est satisfaite. Pour la validation d'emplacement avec $d > 3$ m, on utilise l'équation $h > d \times 8/3$ ou un montage alternatif dont il a été démontré qu'il satisfaisait à l'affaiblissement d'emplacement de référence de ± 1 dB.

5.8.2.2.2 Determining the site reference

For accurate site validations at distances less than 5 m, it is recommended that dedicated pairs of antennas be used to determine the site reference (transmit and receive antenna). A quasi-free space test site is required. It consists of 2 non-metallic antenna masts (wood or plastic with $\epsilon_r \leq 2,5$, low loss, diameter as small as possible retaining mechanical strength), which allow the placement of antennas at a certain height above the ground level (Figure 12). One possible method of realization of the ± 1 dB performance of the reference site is to choose the height (h) of the antennas as follows

$$h \geq d \times 8/3 \quad (7)$$

where d is the antenna separation.

A height of $h = d \times 8/3$ is recommended to suppress the influence of the ground, or substantial absorbers which work down to 30 MHz, need to be placed on the ground.

NOTE At 3 m separation at 30 MHz there is a significant near field term ($1/d^2$) that alone contributes an error of 0,8 dB for a height of 5/3. This was verified by the national laboratories of both the UK and Austria. For a site reference with an uncertainty of less than $\pm 0,5$ dB a height of 8/3 is recommended if no absorber is placed at the ground.

The distance shall be equal to the actual distance d_{nominal} between the antennas used in the FAR. The antennas are polarized vertically (horizontal polarization shall not be used because of stronger interference with the ground-reflected signal). It also provides a good approximation of free-space. The clearance from buildings, trees, etc. shall be greater than $d \times 8/3$ because there may be an influence for vertically polarized antennas.

Care has to be taken that the antenna feed cables do not affect the test result. This is best avoided by a cable arrangement as shown in Figure 12, or using RF-optical links.

The quality of the reference set-up directly influences the FAR evaluation result.

The site reference (SA_{ref}) is determined in 3 steps, as follows.

- 1) $M0_{\text{RS}}$ is the reference level measured by the receiver in dB μ V with the cables connected together.
- 2) $M1_{\text{RS}}(d)$ is the level measured by the receiver in dB μ V with the antennas installed at the required distance d_{nominal} .
- 3) The $SA_{\text{ref}}(d)$ is calculated according to Equation (8)

$$SA_{\text{ref}}(d) = M0_{\text{RS}} - M1_{\text{RS}}(d) \text{ in dB} \quad (8)$$

For 3 m site validation a height of at least 4 m above ground shall be used, which is a typical capability of remotely controllable antenna masts that are used for emission measurements. In this case, electromagnetic absorbers shall be placed on the ground between the antennas, with the absorber patch extending for a minimum area beyond the antennas in all directions and it must be proven that quasi-free space condition, as defined in 5.8.1, is fulfilled. For site validation with $d > 3$ m, the equation $h > d \times 8/3$ is used, or an alternative set-up that has been demonstrated to fulfill the ± 1 dB reference site attenuation.