

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62236-3-1

Première édition
First edition
2003-04

**Applications ferroviaires –
Compatibilité électromagnétique –**

**Partie 3-1:
Matériel roulant –
Trains et véhicules complets**

**Railway applications –
Electromagnetic compatibility –**

**Part 3-1:
Rolling stock –
Train and complete vehicle**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62236-3-1:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62236-3-1

Première édition
First edition
2003-04

**Applications ferroviaires –
Compatibilité électromagnétique –**

**Partie 3-1:
Matériel roulant –
Trains et véhicules complets**

**Railway applications –
Electromagnetic compatibility –**

**Part 3-1:
Rolling stock –
Train and complete vehicle**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, 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

Q

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions.....	12
4 Applicabilité	12
5 Essais d'immunité et limites	12
6 Essais d'émission et limites.....	12
6.1 Compatibilité avec les systèmes de signalisation et de communication	14
6.2 Perturbations des lignes de télécommunication	14
6.3 Perturbations électromagnétiques rayonnées	14
Annexe A (informative) Perturbations affectant les lignes de télécommunication	22
A.1 Relation entre les courants dans le système ferroviaire et le bruit sur les lignes de télécommunication	22
A.2 Définition du courant psophométrique.....	24
A.3 Limites et conditions d'essais	24
A.4 Mesure du courant psophométrique.....	26
A.5 Calcul du courant psophométrique total d'une rame.....	26
Annexe B (normative) Perturbations électromagnétiques rayonnées – Procédure d'essai	30
B.1 Objet.....	30
B.2 Equipement de mesure et méthode d'essai.....	30

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
4 Applicability	13
5 Immunity tests and limits	13
6 Emission tests and limits	13
6.1 Compatibility with signalling and communication systems	15
6.2 Interference on telecommunication lines	15
6.3 Radiated electromagnetic disturbances	15
Annex A (informative) Interference on telecommunication lines	23
A.1 Relationship between currents in railway system and noise on telecommunication lines	23
A.2 Psophometric current definition	25
A.3 Limits and test conditions	25
A.4 Measurement of the psophometric current	27
A.5 Calculation of the overall psophometric current of a trainset	27
Annex B (normative) Radiated electromagnetic disturbances – Test procedure	31
B.1 Purpose	31
B.2 Measuring equipment and test method	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE –

Partie 3-1: Matériel roulant – Trains et véhicules complets

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62236-3-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

La présente Norme internationale est destinée à être utilisée conjointement avec la CEI 62236-1.

Elle a été soumise aux Comités nationaux pour vote suivant la procédure par voie express, par les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/731/FDIS	9/746/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette norme est basée sur la norme EN 50121-3-1.

Cette norme ne suit pas les règles de structure des normes internationales comme le spécifie la Partie 2 des Directives ISO/CEI.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY –****Part 3-1: Rolling stock – Train and complete vehicle**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62236-3-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 62236-1.

It was submitted to the National Committees for voting under the Fast Track Procedure as the following documents:

FDIS	Report on voting
9/731/FDIS	9/746/RVD

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

This standard is based on EN 50121-3-1.

This standard does not follow the rules for structuring International Standards as given in Part 2 of the ISO/IEC Directives.

La présente norme est la Partie 3-1 de la série de Normes internationales CEI 62236, publiée sous le titre général *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique*. Cette série est composée de:

Partie 1: Généralités

Partie 2: Emission du système ferroviaire dans son ensemble vers le monde extérieur

Partie 3-1: Matériel roulant – Trains et véhicules complets

Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils

Partie 4: Emission et immunité des appareils de signalisation et de télécommunication

Partie 5: Emission et immunité des installations fixes d'alimentation de puissance et des équipements associés

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, la publication sera

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

This standard forms part 3-1 of the International Standard series IEC 62236, published under the general title *Railway applications – Electromagnetic compatibility*. The series consists of:

- Part 1: General
- Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world
- Part 3-1: Rolling stock – Train and complete vehicle
- Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- Part 4: Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
- Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62236-3-1:2003

INTRODUCTION

Les équipements électroniques de forte puissance avec leurs microcontrôleurs de faible puissance et d'autres dispositifs électroniques sont installés en grand nombre à bord des trains. La compatibilité électromagnétique est devenue de ce fait une question importante pour la conception des appareils embarqués ainsi que pour celle des trains dans leur ensemble.

Cette norme de produit concernant le matériel roulant fixe des limites pour les émissions et l'immunité électromagnétiques afin d'assurer le bon fonctionnement du système dans son environnement.

Les limites d'immunité ne sont pas données pour le véhicule complet. La Partie 3-2 de cette norme définit les prescriptions pour les appareils installés à bord du matériel roulant puisqu'il est impossible, en pratique, de soumettre l'unité complète aux essais. Un plan de CEM doit être établi pour les équipements couverts par cette norme.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62236-3-1:2003

INTRODUCTION

High powered electronic equipment together with low power microcontrollers and other electronic devices are being installed on trains in great numbers. Electromagnetic compatibility has therefore become a critical issue for the design of train related apparatus as well as of the train as a whole.

This Product Standard for rolling stock sets limits for electromagnetic emission and immunity in order to ensure a well-functioning system within its intended environment.

Immunity limits are not given for the complete vehicle. Part 3-2 of this standard defines requirements for the apparatus installed in the rolling stock, since it is impractical to test the complete unit. An EMC plan shall be established for equipment covered by this standard.

Withd
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62236-3-1:2003

APPLICATIONS FERROVIAIRES – COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE –

Partie 3-1: Matériel roulant – Trains et véhicules complets

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 62236 spécifie les prescriptions d'émission et d'immunité pour tous les types de matériel roulant. Elle s'applique au matériel de traction et aux rames y compris les véhicules de transport urbain.

La plage de fréquences concernée va du courant continu à 400 GHz. Actuellement, les essais ne sont pas définis pour les fréquences supérieures à 2 GHz.

Le domaine d'application de cette partie de la norme s'arrête à l'interface du matériel avec ses entrées et sorties d'énergie respectives. Dans le cas des locomotives, des rames, des tramways, etc. il s'agit du contact glissant (ou du rail conducteur), dans le cas du matériel remorqué, il s'agit du connecteur de puissance auxiliaire en courant alternatif ou en courant continu. Cependant, comme le pantographe fait partie du matériel de traction, il n'est pas complètement possible d'exclure les effets de cette interface.

Les interférences électromagnétiques relatives au système ferroviaire dans son ensemble sont traitées dans la CEI 62236-2.

Ces dispositions spécifiques complètent les dispositions générales de la CEI 62236-1.

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 62236-1, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 1: Généralités*

CEI 62236-2, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 2: Emission du système ferroviaire dans son ensemble vers le monde extérieur*

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

UIT-T, *Directive concernant la protection des lignes de télécommunications contre les effets nuisibles provenant de l'énergie électrique et des lignes ferroviaires électrifiées – Volume VI: Danger et perturbations*

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY –

Part 3-1: Rolling stock – Train and complete vehicle

1 Scope

This part of IEC 62236 specifies the emission and immunity requirements for all types of rolling stock. It covers traction stock and trainsets including urban vehicles for use in city streets.

The frequency range considered is from d.c. to 400 GHz. At present, testing is not defined for frequencies above 2 GHz.

The scope of this part of the standard ends at the interface of the stock with its respective energy inputs and outputs. In the case of locomotives, trainsets, trams, etc. this is the sliding contact (or the third rail), in case of hauled stock this is the a.c. or d.c. auxiliary power connector. However, since the pantograph is part of the tractive stock, it is not entirely possible to exclude the effects of this interface.

The electromagnetic interference concerning the railway system as a whole is dealt with in IEC 62236-2.

These specific provisions are additional to the general provisions in IEC 62236-1.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62236-1, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 1: General*

IEC 62236-2, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world*

CISPR 16-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

ITU-T, *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electrical power and electrified railway lines – Volume VI: Danger and disturbance*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 62236, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

matériel de traction

locomotives électriques et diesel, rames grande vitesse, unités multiples électriques et diesel (pas de locomotive, chaque voiture ayant son propre équipement de traction) pour véhicules grandes lignes, véhicules ferroviaires légers tels que les rames de métro, les tramways, etc., pour les véhicules urbains

3.2

matériel remorqué

toute voiture indépendante pour voyageurs et tout wagon pour le fret (s'ils contiennent des appareils électriques tels que des équipements de congélation) qui peuvent être remorqués en combinaisons aléatoires par différents types de locomotives

3.3

véhicules grandes lignes

véhicules tels que les trains à grande vitesse, les trains suburbains, les trains de marchandise, conçus principalement pour circuler entre villes

3.4

véhicules urbains

véhicules tels que les rames de métro, les tramways, LRV (véhicules légers sur rail), les trolleybus conçus principalement pour circuler en ville

4 Applicabilité

En général, il n'est pas possible de tester la compatibilité électromagnétique en étudiant chaque fonction du matériel. Les essais doivent être réalisés sous des modes de fonctionnement typiques considérés comme générateurs des émissions les plus élevées.

La configuration et le mode de fonctionnement doivent être spécifiés dans le plan d'essai et les conditions réelles, pendant les essais, doivent être notées de manière précise dans le rapport d'essai.

5 Essais d'immunité et limites

On n'applique aucun essai au véhicule complet mais les essais d'immunité et les limites de la Partie 3-2 de cette norme ont été choisis en sachant qu'il convient que le véhicule présente une immunité à un niveau de 20 V/m sur la plage de fréquences 0,15 MHz à 2 GHz. On considère que l'assemblage des appareils dans un véhicule complet offrira l'immunité adéquate, sous réserve qu'un plan CEM ait été établi et mis en place, en utilisant les limites de la Partie 3-2 de cette norme.

6 Essais d'émission et limites

Il convient que les essais d'émission et les limites pour le matériel roulant donnés par cette norme assurent, dans la mesure du possible, que le matériel roulant ne crée pas de perturbations qui affectent les installations types qui se trouvent à proximité du système ferroviaire.

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 62236, the following definitions apply:

3.1

traction stock

electric and diesel locomotives, high speed trainsets, electric and diesel multiple units (no locomotive, each coach has its own traction equipment) for main line vehicles, Light Railway Vehicles (LRV) such as underground trainsets, trams, etc. for urban vehicles

3.2

hailed stock

all independent passenger coaches and freight wagons (if they contain electric apparatus such as freezing equipment) which may be hauled in random combinations by different types of locomotives

3.3

main line vehicles

vehicles such as high speed trains, suburban trains, freight trains, mainly designed to operate between cities

3.4

urban vehicles

vehicles such as underground trainsets, trams, LRV (Light Rail Vehicles), trolleybuses mainly designed to operate within the boundary of a city

4 Applicability

Generally, it is not possible to test electromagnetic compatibility invoking every function of the stock. The tests shall be made at typical operating modes considered to produce the largest emission.

The configuration and mode of operation shall be specified in the test plan and the actual conditions, during the tests, shall be precisely noted in the test report.

5 Immunity tests and limits

No tests are applied to the complete vehicle, but the immunity tests and limits in Part 3-2 of this standard were selected in the knowledge that the vehicle should be immune to a level of 20 V/m over the frequency range 0,15 MHz to 2 GHz. It is expected that the assembly of the apparatus into a complete vehicle will give adequate immunity, provided that an EMC plan has been prepared and implemented, using the limits in Part 3-2 of this standard.

6 Emission tests and limits

The emission tests and limits for rolling stock in this standard should ensure as far as possible that the rolling stock does not interfere with typical installations in the vicinity of the railway system.

Les mesures doivent être réalisées dans des conditions bien définies et reproductibles. Comme il n'est pas possible de séparer totalement les effets du système ferroviaire et du matériel en essai, l'opérateur et le constructeur doivent définir les conditions d'essai (par exemple conditions de charge, vitesse et configuration des unités) et le site d'essai dans le contrat pour la compatibilité avec les systèmes de signalisation et de communication et les perturbations sur les lignes de télécommunications. Pour les émissions rayonnées, les conditions d'essai sont définies en 6.3.1 et 6.3.2. Les contributions sur les mesures des autres éléments du système ferroviaire (par exemple sous-stations, signalisation) et de l'environnement extérieur (par exemple lignes électriques, sites industriels, émetteurs de radio et de télévision) doivent être connues et prises en compte.

6.1 Compatibilité avec les systèmes de signalisation et de communication

Les systèmes de signalisation, de radio des trains et les autres systèmes ferroviaires (compteurs d'essieux, circuits de voies, systèmes de surveillance des trains, etc.) sont différents d'un pays à l'autre en matière de fréquences de fonctionnement et de formes d'ondes. C'est pourquoi les prescriptions d'émission doivent être spécifiées selon le type de système de signalisation et de communication utilisés (voir l'annexe B de la CEI 62236-1).

Les prescriptions doivent tenir compte des sources de perturbations autres que le matériel roulant, y compris les systèmes radio des trains et les systèmes de signalisation eux-mêmes, et des effets des transitoires dus au mauvais contact, aux décolllements de pantographe, aux discontinuités du troisième rail, etc.

6.2 Perturbations des lignes de télécommunication

6.2.1 Lignes de télécommunication numériques

Les perturbations avec les systèmes numériques tels que les PCM, RNIS, etc. ne sont pas traitées dans cette norme.

6.2.2 Lignes de télécommunication analogiques

Les harmoniques du courant de traction d'un système ferroviaire peuvent induire du bruit dans un système de télécommunication analogique conventionnel. Le niveau acceptable de bruit sur les lignes téléphoniques analogiques conventionnelles est spécifié par l'UIT-T. La valeur de ce bruit est mesurée avec un filtre psophométrique. La relation entre le courant absorbé ou généré par le véhicule de traction et le bruit dans la ligne téléphonique n'est pas sous le contrôle total du constructeur du véhicule ni sous celui de l'opérateur du réseau (pour les détails voir article A.1). Ainsi, il doit être de la responsabilité de l'acheteur du matériel de traction, conformément aux règles des contrôleurs d'infrastructure, de spécifier une limite de courant pondérée en fréquence à l'interface du véhicule.

Une méthode couramment utilisée consiste à spécifier le courant psophométrique I_{pso} qui a une pondération de fréquence psophométrique. Les données de base et l'application de cette méthode sont décrites à l'annexe A. Comme on sait que la méthode I_{pso} ne représente pas complètement l'effet de bruit des harmoniques autour du kHz, d'autres méthodes de remplacement pour la pondération de fréquence peuvent être spécifiées par l'acheteur.

6.3 Perturbations électromagnétiques rayonnées

6.3.1 Site d'essai

Le site d'essai doit remplir, dans la mesure du possible, les prescriptions «d'espace libre» indiquées ci-dessous avec les contraintes existantes de l'environnement ferroviaire;

- Il ne doit pas y avoir d'arbres, de murs, de ponts, de tunnels ou de véhicules près du point de mesure, distance minimale de séparation:
 - 30 m pour les véhicules des grandes lignes
 - 10 m pour les véhicules urbains

Measurements shall be performed in well-defined and reproducible conditions. Since it is not possible to totally separate the effects of the railway system and the stock under test, the operator and the manufacturer have to define for compatibility with signalling and communication systems and interference on telecommunication lines the test conditions (e.g. load conditions, speed and configuration of the units) and the test site in the contract. For radiated emissions, the test conditions are defined in 6.3.1 and 6.3.2. The contributions of other parts of the railway system (e.g. substations, signalling) and of the external environment (e.g. power lines, industrial sites, radio and television transmitters) to the measurements must be known and taken into account.

6.1 Compatibility with signalling and communication systems

Signalling, train radio and other railway systems (axle counters, track circuits, train control systems, etc.) are different in every country in terms of operating frequencies and waveforms. Therefore, emission requirements shall be specified according to the type of signalling and communication systems used (see annex B of IEC 62236-1).

The requirements need to take into account sources of disturbance other than the rolling stock, including the train radio and signalling systems themselves, and the effects of transients due to bad contact, pantograph bouncing, third rail gaps, etc.

6.2 Interference on telecommunication lines

6.2.1 Digital telecommunication lines

Interference with digital systems such as PCM, ISDN, etc. is not covered in this standard.

6.2.2 Analogue telecommunication lines

The harmonics in the traction current of a railway system may induce noise in a conventional analogue telecommunication system. The acceptable level of noise on conventional analogue telephone lines is specified by ITU-T. The value of this noise is measured with a psophometric filter. The relationship between the current absorbed or generated by the traction vehicle and the noise in the telephone line is neither under the total control of the vehicle manufacturer nor of the operator of the network (for details see A.1). Thus, it shall be the responsibility of the purchaser of the tractive stock in accordance with the rules of the infrastructure controllers to specify a frequency weighted current limit at the vehicle interface.

One method commonly used is to specify the psophometric current I_{ps0} which has a psophometrical frequency weighting. The background and application of this method is described in annex A. As it is known that the I_{ps0} method does not fully represent the noise effect of the harmonics in the kHz range, alternative methods of frequency weighting may be specified by the purchaser.

6.3 Radiated electromagnetic disturbances

6.3.1 Test site

The test site shall meet, as far as possible, the “free space” requirements below within the existing constraints of the railway environment;

- No trees, walls, bridges, tunnels or vehicles shall be close to the measurement point, minimum separation distance:
 - 30 m for main line vehicles
 - 10 m for urban vehicles

- Comme il est impossible d'éviter les pylônes porteurs du réseau aérien, le point de mesure doit se situer au point milieu entre pylônes du côté opposé de la voie (en cas de voie double, du côté de la voie utilisée). Si le système ferroviaire est alimenté par troisième rail, l'antenne doit se situer du même côté de la voie (cas le plus défavorable).
- Il est recommandé que la caténaire/le troisième rail soit une ligne « infinie » des deux côtés du point de mesure et il convient que la longueur minimale sans perturbations des deux côtés du point de mesure soit de:

3 km	pour les véhicules grandes lignes
500 m	pour les véhicules urbains

Il convient d'éviter les discontinuités de la caténaire/du troisième rail, de même que les sous-stations, les transformateurs, les sections neutres, les isolateurs de section etc.

Comme des résonances peuvent apparaître dans la ligne aérienne en radiofréquences, on doit noter la disposition existante du réseau aérien et il peut être nécessaire de modifier le site d'essai.

La contribution de la sous-station doit être connue ou mesurée avant de mesurer le bruit du véhicule.

- Il convient d'éviter une trop grande proximité avec les lignes électriques y compris les lignes enterrées, les sous-stations, etc.
- Il convient qu'aucun autre véhicule ferroviaire ne fonctionne dans la même section d'alimentation ou sur une distance de:

20 km	pour les véhicules grandes lignes
2 km	pour les véhicules urbains

Si ces conditions ne peuvent pas être remplies, on doit enregistrer le bruit ambiant avant et après chaque mesure d'émission du véhicule en essai. Sinon deux mesures du bruit ambiant au début et à la fin de la série d'essais suffisent.

Si le bruit ambiant est supérieur à la limite moins 6 dB à des fréquences spécifiques ou dans des plages de fréquences spécifiques, il n'est pas nécessaire de tenir compte des mesures à ces fréquences. Ces fréquences doivent être notées dans le rapport d'essai.

6.3.2 Conditions d'essai

Les essais doivent couvrir le fonctionnement de tous les systèmes à bord du matériel roulant qui peuvent être à l'origine d'émissions rayonnées.

Le matériel remorqué doit être soumis aux essais à l'état stationnaire, mais en étant sous tension (convertisseurs auxiliaires, chargeurs de batteries, etc., en fonctionnement).

Le matériel de traction doit être soumis aux essais à l'état stationnaire et à faible vitesse. Pendant l'essai stationnaire, les convertisseurs auxiliaires doivent fonctionner (ce n'est pas obligatoirement dans des conditions de charge maximale que le niveau d'émission maximal est produit) et les convertisseurs de traction doivent être sous tension, mais ils ne doivent pas fonctionner.

Pour l'essai à faible vitesse, la vitesse doit être suffisamment faible pour éviter les arcs ou les décollements au niveau du contact glissant et suffisamment élevée pour permettre le freinage électrique. La plage de vitesse recommandée est de (20 ± 5) km/h pour les véhicules urbains et (50 ± 10) km/h pour les véhicules grandes lignes. Lorsqu'il passe au niveau de l'antenne, le véhicule doit accélérer ou décélérer avec environ 1/3 de son effort de traction maximal dans la plage de vitesse donnée.

L'essai à faible vitesse peut être remplacé par un essai stationnaire, le véhicule fonctionnant à 1/3 de son effort de traction maximal freins mécaniques serrés, si les conditions suivantes sont remplies:

- Since it is impossible to avoid the support masts of the overhead, the measurement point shall be at the midpoint between masts, on the opposite side of the track (in case of a double track, on the side of the track which is being used). If the railway system is powered by a third rail, the antenna shall be on the same side of the track (worst case).
- The overhead/third rail should be an „infinite“ line on both sides of the measurement point, the minimum clear length on both sides of the measurement point should be:

3 km for main line vehicles

500 m for urban vehicles

Overhead/third rail discontinuities as well as substations, transformers, neutral sections, section insulators, etc. should be avoided.

Since resonances may occur in the overhead line at radio-frequencies, the existing layout of the overhead system shall be noted and it may be necessary to change the test site.

The contribution of the substation shall be known or measured before measuring the noise of the vehicle.

- Close proximity to power lines including buried lines, substations, etc. should be avoided.
- No other railway vehicle should be operating in the same feeding section or within a distance of:

20 km for main line vehicles

2 km for urban vehicles

If these conditions are not possible, the ambient noise before and after each emission measurement of the vehicle under test shall be recorded. Otherwise, only two ambient noise measurements at the beginning and the end of the test series are sufficient.

If, at specific frequencies or in specific frequency ranges, the ambient noise is higher than the limit less 6 dB, the measurements at these frequencies need not be considered. These frequencies shall be noted in the test report.

6.3.2 Test conditions

The tests shall cover the operation of all systems onboard the rolling stock which may produce radiated emissions.

Hauled stock shall be tested while stationary in an energized mode (auxiliary converters, battery chargers, etc. in operation).

Traction stock shall be tested whilst stationary and at a slow moving speed. During the stationary test, the auxiliary converters shall operate (it is not inevitably under maximum load conditions that the maximum emission level is produced) and the traction converters shall be under voltage but not operating.

For the slow moving test, the speed shall be low enough to avoid arcing at or bouncing of the sliding contact and high enough to allow for electric braking. The recommended speed range is (20 ± 5) km/h for urban vehicles and (50 ± 10) km/h for main line vehicles. When passing the antenna, the vehicle shall accelerate or decelerate with approximately 1/3 of its maximum tractive effort within the given speed range.

The slow moving test may be replaced by a stationary test with the vehicle operating at 1/3 of its maximum tractive effort against the mechanical brakes, if the following conditions are fulfilled:

- l'équipement de traction permet le fonctionnement à l'état stationnaire;
- les essais de freinage électrique ne sont pas nécessaires, si on n'utilise pas de circuits différents pour le freinage.

Si l'essai à faible vitesse est remplacé par un essai stationnaire avec effort de traction, alors les limites de l'essai à basse vitesse doivent être appliquées. La décision de procéder à l'essai stationnaire avec effort de traction doit être justifiée dans le rapport d'essai.

6.3.3 Limites d'émission

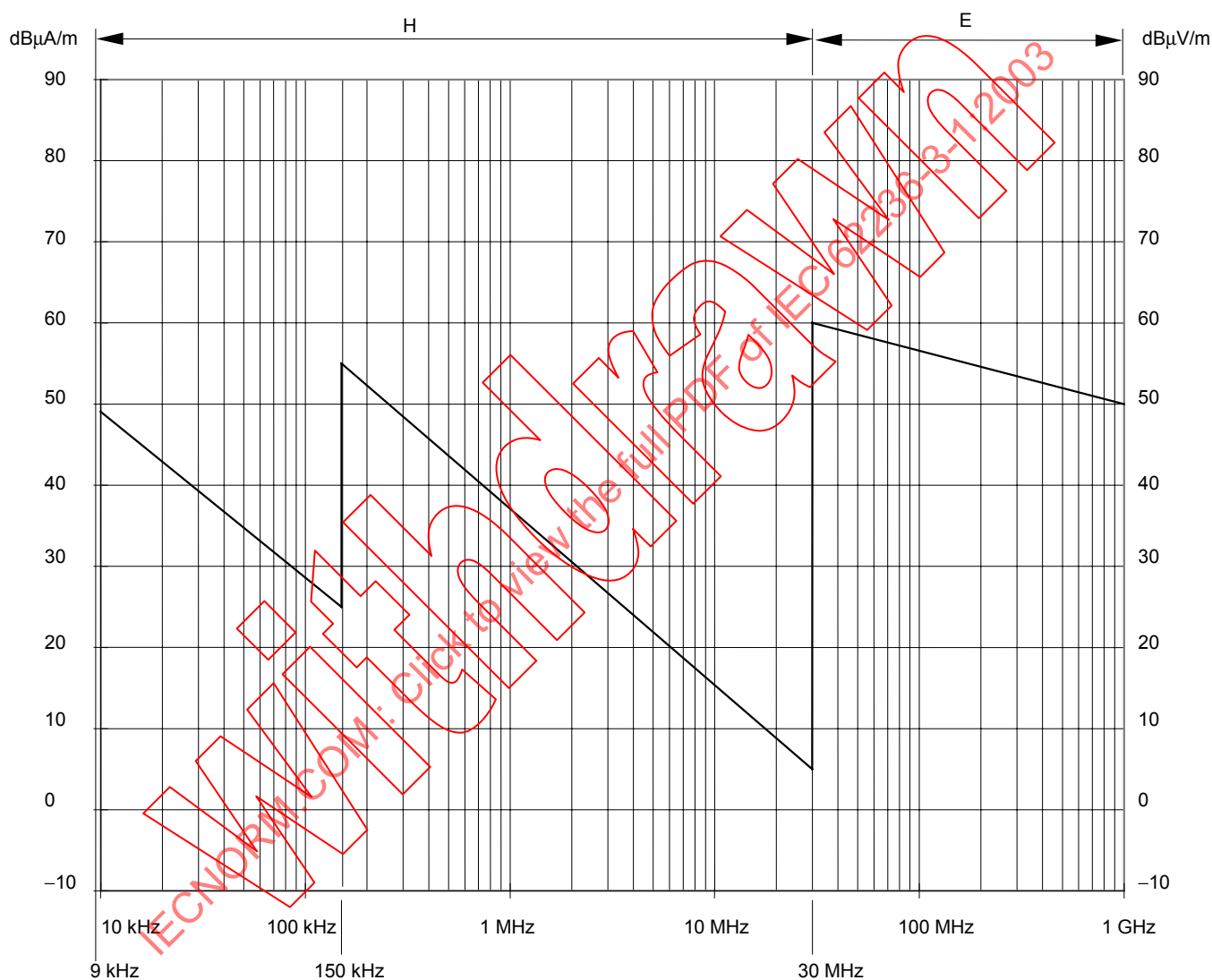


Figure 1 – Limites pour l'essai stationnaire

NOTE 1 Les limites sont définies en valeurs quasi-crête et les largeurs de bande sont celles du CISPR 16-1:

	Largeur de bande
Fréquences jusqu'à 150 kHz	200 Hz
Fréquences de 150 kHz à 30 MHz	9 kHz
Fréquences au-dessus de 30 MHz	120 kHz

NOTE 2 Pour les détails de la procédure d'essai, se référer à l'annexe B.

NOTE 3 Toutes les valeurs sont mesurées à une distance de 10 m.

- the traction equipment allows for operation whilst stationary;
- tests of electric braking are not required, if no different circuits are used in braking.

If the slow moving test is replaced by a stationary test with tractive effort, then the slow moving limits shall be applied. The decision for the stationary test with tractive effort has to be justified in the test report.

6.3.3 Emission limits

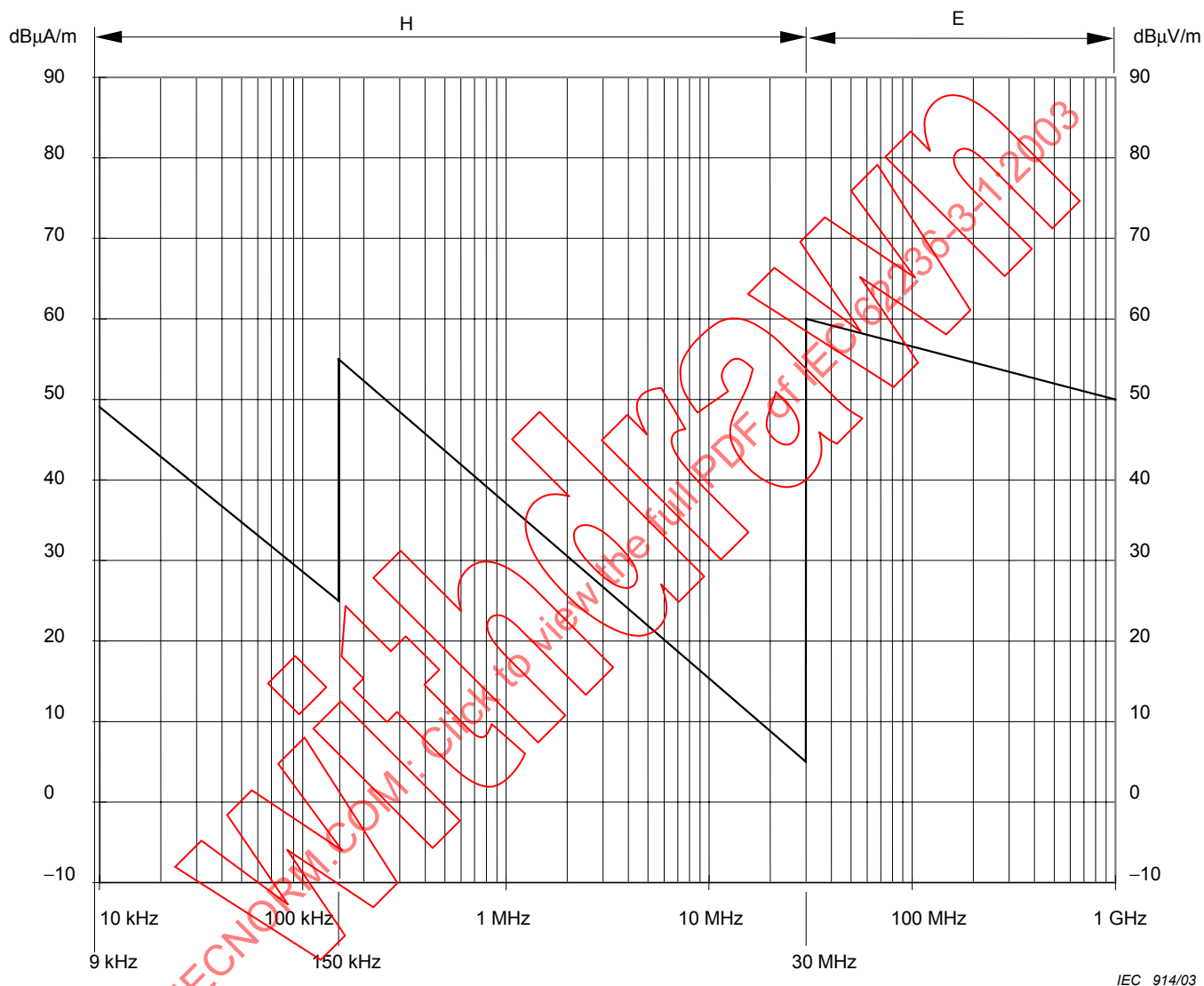


Figure 1 – Limits for stationary test

NOTE 1 The limits are defined as quasi-peak values and the bandwidths are those used in CISPR 16-1:

	Bandwidth
Frequencies up to 150 kHz	200 Hz
Frequencies from 150 kHz to 30 MHz	9 kHz
Frequencies above 30 MHz	120 kHz

NOTE 2 For details of test procedure refer to annex B.

NOTE 3 All values are measured at a distance of 10 m.

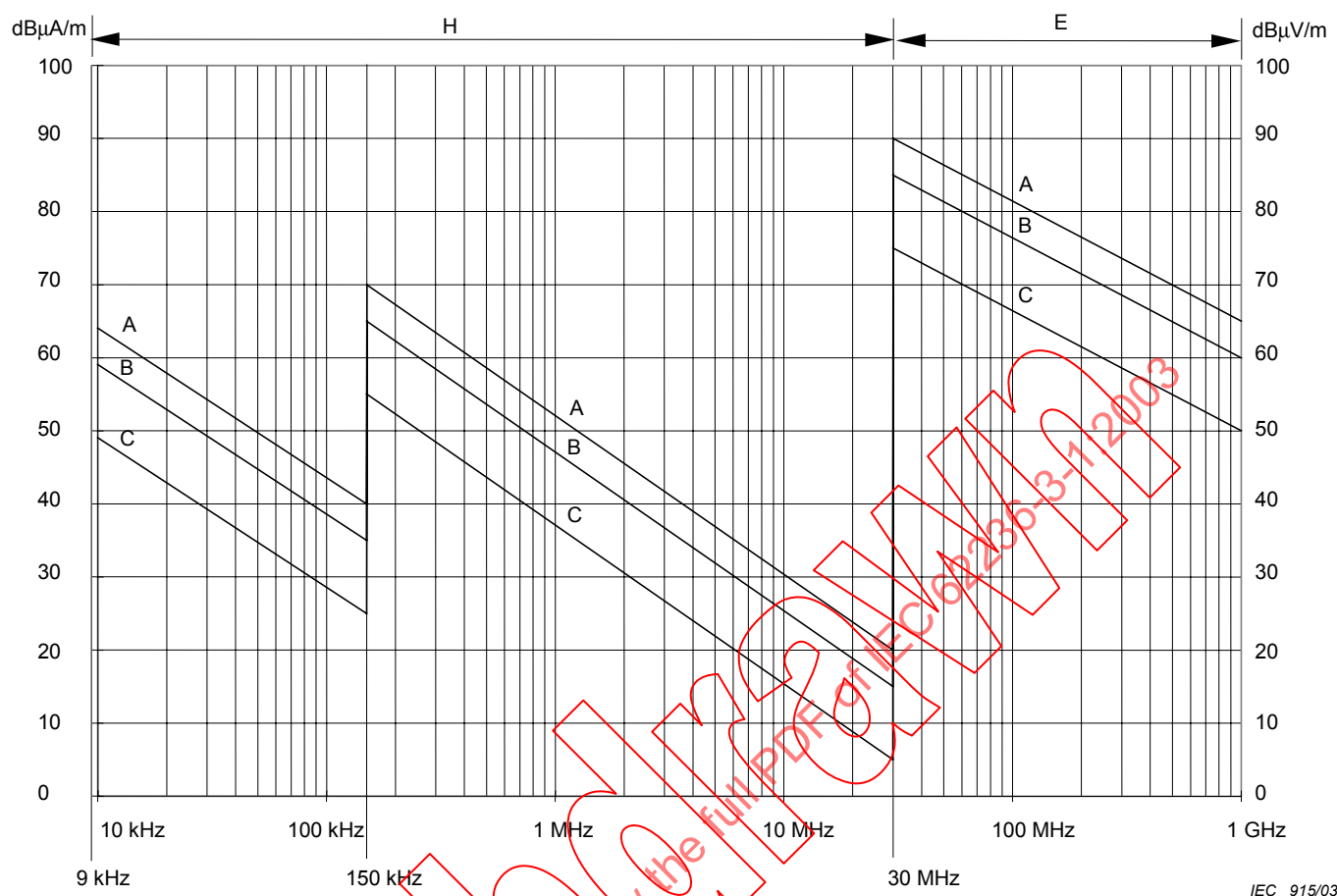


Figure 2 – Limites pour l'essai à faible vitesse

Limites d'émission

A = 20/25 kV c.a.

B = 15 kV c.a., 3 kV c.c. et 1,5 kV c.c.

C = 750 V et 600 V d.c.

NOTE 4 Toutes les valeurs sont mesurées à une distance de 10 m en valeurs crête.

NOTE 5 (applicable aux 2 figures) Il y a très peu de services radio externes fonctionnant dans la gamme 9 kHz à 150 kHz avec lesquels le chemin de fer peut interférer. Tout dépassement des limites correspondantes en figures 1 et 2 peut être acceptable s'il peut être démontré qu'aucun problème de compatibilité n'existe.

NOTE 6 Les limites pour les véhicules urbains utilisés dans les rues des villes sont à l'étude. En attendant, les limites d'émission de la figure 1 et C de la figure 2 sont à appliquer.

NOTE 7 Pour les unités multiples diesel et les locomotives diesel et diesel électriques, les limites d'émission de la figure 1 et C de la figure 2 sont à appliquer.

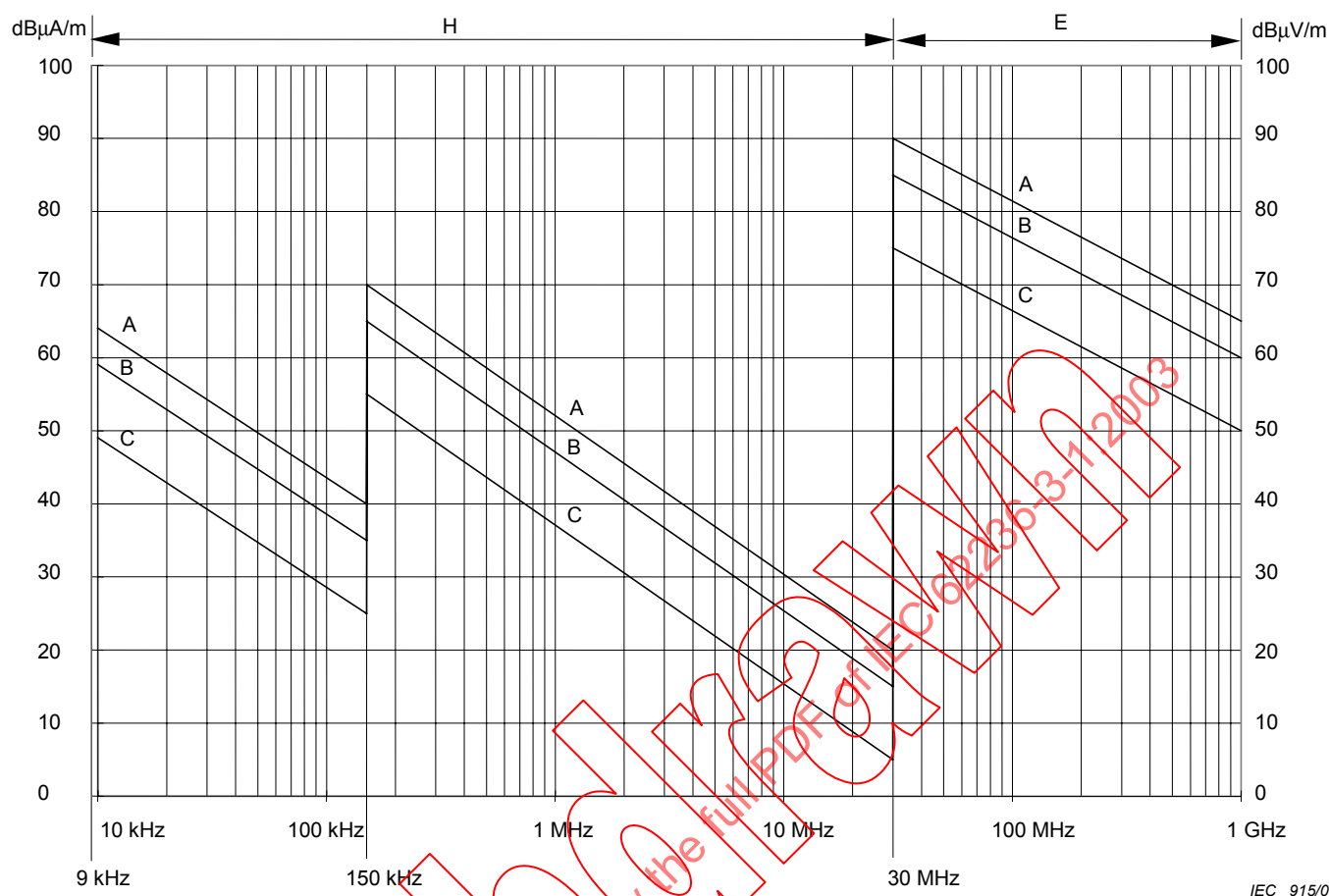


Figure 2 – Limits for slow moving test

Emission limits

A = 20/25 kV a.c.

B = 15 kV a.c., 3 kV d.c. and 1.5 kV d.c.

C = 750 V and 600 V d.c.

NOTE 4 All values measured at a distance of 10 m in peak values.

NOTE 5 (applicable for both figures) There are very few external radio services operating in the range 9 kHz to 150 kHz with which the railway can interfere. If it can be demonstrated that no compatibility problem exists, any emission limits exceeding the relevant limits in figure 1 and 2 may be acceptable.

NOTE 6 The limits for urban vehicles for use in city streets are under consideration. In the meantime, the emission limits of figure 1 and C in figure 2 shall apply.

NOTE 7 For diesel and diesel electric locomotives and diesel multiple units, the emission limits of figure 1 and C in figure 2 shall apply.

Annexe A (informative)

Perturbations affectant les lignes de télécommunication

A.1 Relation entre les courants dans le système ferroviaire et le bruit sur les lignes de télécommunication

Les câbles conventionnels de télécommunication en cuivre à proximité des chemins de fer électrifiés sont soumis à des perturbations électromagnétiques causées par les courants dans le système ferroviaire.

Ces perturbations produisent des tensions longitudinales induites qui s'étendent de la fréquence de l'onde fondamentale aux harmoniques de fréquences plus élevées. La source de ces harmoniques correspond aux convertisseurs de la chaîne de traction du matériel roulant et/ou de la station d'alimentation. Compte tenu des déséquilibres dans le câble lui-même, ces tensions longitudinales se transforment en tensions transversales ou bruit.

Le niveau de bruit acceptable sur des lignes téléphoniques analogiques conventionnelles est spécifié par l'UIT-T. La valeur de ce bruit est mesurée avec un filtre psophométrique.

La relation entre le courant absorbé par le véhicule de traction et le bruit sur la ligne de télécommunication n'est pas sous le contrôle total du constructeur du véhicule ni sous celui des opérateurs des réseaux ferroviaires et de télécommunications.

Cette relation dépend:

- de la structure des câbles de télécommunication
 - blindage, isolement par rapport à la terre, symétrie du câble;
- des caractéristiques des bornes de télécommunication
 - susceptibilité, symétrie en entrée;
- de la topologie du réseau de télécommunication
 - longueur des sections parallèles de la ligne de télécommunication et des voies;
 - distance entre les voies et les lignes de télécommunication;
 - résistivité de la terre;
- de la topologie du réseau ferroviaire
 - voie unique / voie double;
- du type d'alimentation de la caténaire
 - c.a./c.c.;
 - ondulation de la sous-station (redresseurs c.c. ou convertisseurs statiques c.a. 16,7 Hz dans certains cas);
 - type de caténaire et de système d'alimentation (par exemple 1 x 25 kV ou 2 x 25 kV);
 - application des conducteurs de retour;
 - alimentation de la section étudiée à une extrémité ou aux deux;
- de la densité de la circulation des trains;
- de l'absorption de courant et de la production d'harmoniques du matériel de traction;
- du type de superposition d'harmoniques à partir d'un nombre de convertisseurs.

Annex A (informative)

Interference on telecommunication lines

A.1 Relationship between currents in railway system and noise on telecommunication lines

Conventional telecom copper cables in the vicinity of electrified railway lines are subject to electromagnetic disturbances caused by the currents in the railway system.

These disturbances result in induced longitudinal voltages ranging from the frequency of the fundamental wave to higher frequency harmonics. Source of the harmonics are converters applied within the traction equipment of the traction stock and/or in the power supply station. Due to imbalances in the cable itself, these longitudinal voltages translate to transverse voltages or noise.

The acceptable level of noise on conventional analogue telephone lines is specified by the ITU-T. The value of this noise is measured with a psophometric filter.

The relationship between the current absorbed by the traction vehicle and the noise on the telecom line is neither under the total control of the vehicle manufacturer nor of the railway and telecommunication network operators.

This relationship depends on:

- the structure of the telecom cables
 - shielding, isolation to ground, balance of the cable;
- the characteristics of the telecom terminals
 - susceptibility, input balance;
- the topology of the telecom network
 - length of parallel sections of the telecom line to the tracks;
 - the distance between tracks and telecom lines;
 - the earth-resistivity;
- the topology of the railway network
 - single/double track;
- the type of power supply of the catenary
 - a.c./d.c.;
 - substation ripple (d.c. rectifiers or a.c. 16,7 Hz static converters in some cases);
 - type of catenary and feeder system (e.g. 1 x 25 kV or 2 x 25 kV);
 - application of return conductors;
 - single-end or double-end supply of the section under consideration;
- the density of train circulation;
- the current absorption and generation of harmonics of the tractive stock;
- the kind of harmonics superposition from a number of converters.

A.2 Définition du courant psophométrique

Le courant psophométrique est un courant de perturbation équivalent qui représente les perturbations effectives d'un spectre de courant dans un circuit électrique sur une ligne téléphonique. Il est défini par l'équation:

$$I_{\text{pso}} = \frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum (p_f I_f)^2}$$

où

I_f est la composante de courant à la fréquence f dans le courant de la ligne de contact;

p_f est la pondération psophométrique.

Les valeurs de p_f peuvent être trouvées dans la Directive ITU-T «Protection des lignes de télécommunications contre les effets nuisibles de l'énergie électrique et des lignes ferroviaires électrifiées » (UIT-T O.41).

Pour les mesures, il existe des voltmètres et ampèremètres qui calculent automatiquement le signal en fonction des valeurs de p_f au moyen d'un filtre psophométrique.

A.3 Limites et conditions d'essais

Il doit être de la responsabilité de l'acheteur de spécifier la valeur maximale du courant psophométrique et les conditions dans lesquelles il est défini, y compris la durée.

Les conditions suivantes doivent être couvertes:

- Limites de I_{pso} dans des conditions de performances normales et réduites (un ou plusieurs convertisseurs de traction temporairement hors service).
- En cas d'alimentation en courant continu:

les chemins de fer en courant continu sont normalement alimentés par des redresseurs à diodes à partir du réseau triphasé. Idéalement, un redresseur à un seul pont produit une forme de tension à 6 alternances par période (c'est-à-dire premier harmonique à 300 Hz dans un réseau 50 Hz) ou deux ponts produisent une forme à 12 alternances (c'est-à-dire 600 Hz). Compte tenu des déséquilibres dans le redresseur et de l'induction, on trouve souvent une composante fondamentale à 50 Hz.

La présence de filtres dans la sous-station réduit grandement les effets de la sous-station.

Cependant, dans les réseaux c.c., la sous-station est la source principale de perturbations.

Ainsi, pour qualifier un véhicule de traction, la contribution du redresseur et des filtres de l'installation fixe doit être prise en compte.

Il est également nécessaire de prendre en compte la distance entre le véhicule de traction et la sous-station à l'origine de l'inductance de ligne.

- En cas d'alimentation en courant alternatif:

Si la distorsion de tension de ligne doit être prise en compte, on doit spécifier les harmoniques essentiels. Si on doit prendre en compte les conditions spéciales de résonance dans le système de caténaire, on doit spécifier les données concernées. Sinon, on considère que la situation du véhicule à proximité de la sous-station d'alimentation donne la valeur I_{pso} la plus élevée.

A.2 Psophometric current definition

The psophometric current is an equivalent disturbance current, which represents the effective disturbance of a current spectrum in a power circuit to a telephone line. It is defined by the equation:

$$I_{\text{pso}} = \frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum (p_f I_f)^2}$$

where

I_f is the current component at frequency f in the contact line current.

p_f is the psophometric weighting.

The values of p_f may be found in the ITU-T Directive “Protection of telecommunications lines against harmful effects from electrical power and electrified railway lines” (ITU-T O.41).

For measurement purposes, voltage and ampere meters which automatically calculate the signal according to these values of p_f by means of a psophometric filter are available.

A.3 Limits and test conditions

It shall be the responsibility of the purchaser to specify the maximum value of the psophometric current, and the conditions under which it is defined, including duration.

The following conditions shall be covered:

- Limits of I_{pso} under normal and under reduced performance conditions (one or more traction converters temporarily out of service)
- In the case of d.c. supply:

d.c. railways are normally fed by diode rectifiers from the 3-phase mains supply. Ideally, a single bridge rectifier produces a 6-pulse shape of voltage (i.e. first harmonic at 300 Hz in a 50 Hz mains) or two bridges produce a 12-pulse shape (i.e. 600 Hz). Due to imbalances in the rectifier and due to induction, a fundamental component at 50 Hz is commonly found.

The presence of filters in the substation greatly reduces the effect of the substation.

Nevertheless in d.c. systems, the substation is the main source of perturbation.

Thus, to qualify a traction vehicle, the contribution of the rectifier unit and filters of the fixed installation shall be taken into account.

It shall also be necessary to take into account the distance between the traction vehicle and the substation which effects the line inductance.

- In the case of a.c. supply:

If the line voltage distortion has to be taken into consideration, the essential harmonics shall be specified. If special resonance conditions in the catenary system shall be taken into account, it shall be necessary to specify the relevant data. Otherwise, the situation of the vehicle nearest to the supply station is assumed to give the highest value I_{pso} .

A.4 Mesure du courant psophométrique

Pendant les essais de réception ou les essais d'investigation, le courant de perturbation I_{pso} doit être mesuré à bord du véhicule de traction. Les capteurs de courant existants du véhicule peuvent être utilisés si leur réponse de fréquence est suffisante (au moins jusqu'à 5 kHz).

Dans le cas d'un réseau en courant alternatif, le courant doit être prélevé du côté haute tension de l'enroulement primaire du transformateur et non du côté terre dans la mesure où le transformateur peut avoir une fréquence de résonance inférieure à 10 kHz.

Le courant psophométrique doit être mesuré au moyen d'un psophomètre ou d'un autre système approprié qui utilise un filtrage selon le facteur de pondération psophométrique p_f .

Pour obtenir des informations complémentaires concernant la composition du spectre et les sources de perturbation, l'utilisation d'un analyseur de spectre à deux voies, appliqué au courant et à la tension d'entrée du véhicule est fortement recommandée.

Le courant psophométrique doit être mesuré en fonctionnement normal et réduit (tous les convertisseurs ne fonctionnant pas). L'interprétation des résultats de mesure doit tenir compte de l'influence des conditions de fonctionnement ainsi que des variations de l'inductance de ligne et de la tension d'alimentation.

Les effets dus aux transitoires (commutation dans les circuits de puissance, décollements du pantographe, discontinuités du troisième/quatrième rail etc.) ne doivent pas être intégrés à l'évaluation.

A.5 Calcul du courant psophométrique total d'une rame

Typiquement, le courant total d'une rame n'est pas disponible. Au lieu d'installer un système spécial de mesure qui peut générer une image du courant total à partir de capteurs répartis sur l'ensemble de la rame, il est normalement suffisant de prélever le courant d'une unité de traction de la rame.

Si le courant psophométrique est mesuré à une borne d'alimentation d'une rame et que cette rame possède «n» bornes, le courant total doit être calculé selon les règles suivantes:

A.5.1 Réseaux en courant continu

Les chemins de fer en courant continu sont normalement alimentés par des redresseurs à diodes à partir du réseau triphasé. En l'absence de filtres spéciaux, l'ondulation de la sortie du redresseur contribue de manière très importante au courant psophométrique absorbé par les véhicules dans la section d'alimentation.

– réseaux en courant continu avec ondulation du redresseur prédominante

(Véhicules à arbre à cames; véhicules à hacheur ou onduleur, sous-station avec redresseur 6 alternances sans filtrage)

$$I_{\text{pso}} (\text{total}) = n \times I_{\text{pso}} (\text{une unité})$$

– réseaux en courant continu avec convertisseurs sur le véhicule et faible ondulation du redresseur

$I_{\text{pso}} (\text{total})$ peut être inférieur à $I_{\text{pso}} (\text{une unité})$, pour les hacheurs fonctionnant en mode entrelacé

$I_{\text{pso}} (\text{total}) = \sqrt{n} \times I_{\text{pso}} (\text{une unité})$, pour les hacheurs fonctionnant sans synchronisation ou pour les onduleurs directement connectés à l'alimentation.