

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
61000-2-12**

Première édition  
First edition  
2003-04

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –**

**Partie 2-12:**

**Environnement – Niveaux de compatibilité  
pour les perturbations conduites à basse  
fréquence et la transmission des signaux  
sur les réseaux publics d'alimentation  
moyenne tension**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –**

**Part 2-12:**

**Environment – Compatibility levels for  
low-frequency conducted disturbances and  
signalling in public medium-voltage power  
supply systems**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61000-2-12:2003

## 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](http://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](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 remplaçées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([http://www.iec.ch/online\\_news/justpub/ip\\_entry.htm](http://www.iec.ch/online_news/justpub/ip_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](mailto: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](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([http://www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut.htm](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/ip\\_entry.htm](http://www.iec.ch/online_news/justpub/ip_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](mailto:custserv@iec.ch)

Tel: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
61000-2-12**

Première édition  
First edition  
2003-04

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –**

**Partie 2-12:**

**Environnement – Niveaux de compatibilité  
pour les perturbations conduites à basse  
fréquence et la transmission des signaux  
sur les réseaux publics d'alimentation  
moyenne tension**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –**

**Part 2-12:**

**Environment – Compatibility levels for  
low-frequency conducted disturbances and  
signalling in public medium-voltage power  
supply systems**

© 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](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

**CODE PRIX  
PRICE CODE**

**U**

*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 .....	12
3 Termes et définitions .....	12
3.1 Définitions générales .....	12
3.2 Définitions relatives aux phénomènes .....	14
4 Niveaux de compatibilité .....	18
4.1 Généralités .....	18
4.2 Fluctuations de tension et flicker .....	20
4.3 Harmoniques .....	20
4.4 Interharmoniques et composantes de la tension dont la fréquence est supérieure à celle du 50 <sup>ème</sup> harmonique .....	22
4.5 Creux de tension et coupures brèves .....	22
4.6 Déséquilibre de tension .....	24
4.7 Surtensions transitoires .....	24
4.8 Variations temporaires de fréquence .....	24
4.9 Composantes continues .....	24
4.10 Systèmes de transmission de signaux sur le réseau .....	26
Annexe A (informative) Rôle des niveaux de compatibilité et de planification en CEM .....	30
A.1 Besoin pour les niveaux de compatibilité .....	30
A.2 Relation entre niveau de compatibilité et niveau d'immunité .....	30
A.3 Relation entre niveau de compatibilité et limite d'émission .....	32
A.4 Niveaux de planification .....	36
A.5 Illustration des niveaux de compatibilité, d'émission, d'immunité et de planification .....	36
Annexe B (informative) Présentation de quelques perturbations .....	40
B.1 Décomposition de tensions ou courants non sinusoïdaux .....	40
B.2 Interharmoniques et composantes de tension aux fréquences supérieures au rang 50 .....	44
B.3 Creux de tension et coupures brèves de l'alimentation .....	50
B.4 Surtensions transitoires .....	52
B.5 Composantes continues .....	52
Bibliographie .....	54

## CONTENTS

FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	9
1 Scope and object .....	11
2 Normative references .....	13
3 Terms and definitions .....	13
3.1 General definitions .....	13
3.2 Phenomena related definitions .....	15
4 Compatibility levels .....	19
4.1 General comment .....	19
4.2 Voltage fluctuations and flicker .....	21
4.3 Harmonics .....	21
4.4 Interharmonics and voltage components at frequencies above that of the 50 <sup>th</sup> harmonic .....	23
4.5 Voltage dips and short supply interruptions .....	23
4.6 Voltage unbalance .....	25
4.7 Transient overvoltages .....	25
4.8 Temporary power frequency variation .....	25
4.9 DC component .....	25
4.10 Mains signalling .....	27
Annex A (informative) The function of compatibility levels and planning levels in EMC .....	31
A.1 The need for compatibility levels .....	31
A.2 Relation between compatibility level and immunity levels .....	31
A.3 Relation between compatibility level and emission limits .....	33
A.4 Planning levels .....	37
A.5 Illustration of compatibility, emission, immunity and planning levels .....	37
Annex B (informative) Discussion of some disturbance phenomena .....	41
B.1 Resolution of non-sinusoidal voltages and currents .....	41
B.2 Interharmonics and voltage components at frequencies above that of the 50 <sup>th</sup> harmonic .....	45
B.3 Voltage dips and short supply interruptions .....	51
B.4 Transient overvoltages .....	53
B.5 DC component .....	53
Bibliography .....	55

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –****Partie 2-12: Environnement –****Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation moyenne tension****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale CEI 61000-2-12 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle a le statut de publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77A/404/FDIS	77A/413/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 publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –****Part 2-12: Environment –  
Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and  
signalling in public medium-voltage power supply systems****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 61000-2-12 has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

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

FDIS	Report on voting
77A/404/FDIS	77A/413/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 publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-12:2003

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-12:2003

## INTRODUCTION

La CEI 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties conformément à la structure suivante:

### **Partie 1: Généralités**

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

### **Partie 2: Environnement**

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

### **Partie 3: Limites**

Limites d'émission

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

### **Partie 4: Techniques d'essais et de mesure**

Techniques de mesure

Techniques d'essai

### **Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation**

Guides d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

### **Partie 6: Normes génériques**

### **Partie 9: Divers**

Chaque partie est à son tour subdivisée en plusieurs parties, publiées soit comme Normes internationales, soit comme spécifications techniques ou rapports techniques dont certaines ont déjà été publiées en tant que sections, ou sous le numéro de la partie, suivi d'un tiret et complété d'un second chiffre identifiant la subdivision (exemple 61000-6-1).

Des informations détaillées sur les différents types de perturbations que l'on peut s'attendre à trouver sur les réseaux publics d'alimentation électrique figurent dans la CEI 61000-2-1.

## INTRODUCTION

IEC 61000 is published in separate parts according to the following structure:

### **Part 1: General**

- General considerations (introduction, fundamental principles)
- Definitions, terminology

### **Part 2: Environment**

- Description of the environment
- Classification of the environment
- Compatibility levels

### **Part 3: Limits**

- Emission limits
- Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

### **Part 4: Testing and measurement techniques**

- Measurement techniques
- Testing techniques

### **Part 5: Installation and mitigation guidelines**

- Installation guidelines
- Mitigation methods and devices

### **Part 6: Generic standards**

### **Part 9: Miscellaneous**

Each part is further subdivided into several parts, published either as International Standards or as technical specifications or technical reports, some of which have already been published as sections. Others will be published with the part number followed by a dash and a second number identifying the subdivision (example: 61000-6-1).

Detailed information on the various types of disturbances that can be expected on public power supply systems can be found in IEC 61000-2-1.

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

### Partie 2-12: Environnement –

#### Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation moyenne tension

### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61000 s'applique aux perturbations conduites dans le domaine de fréquence de 0 kHz à 9 kHz, avec une extension jusqu'à 148,5 kHz pour les systèmes de transmission de signaux sur le réseau. Elle fournit les valeurs numériques des niveaux de compatibilité pour les réseaux de distribution publics alternatifs moyenne tension, avec une tension nominale comprise entre 1 kV et 35 kV, et une fréquence nominale de 50 Hz ou 60 Hz (voir CEI 60038).

Les niveaux de compatibilité sont donnés pour les types de perturbations électromagnétiques auxquelles on peut s'attendre sur les réseaux de distribution publics moyenne tension, dans le but d'aider à définir:

- les limites devant être établies pour les émissions perturbatrices sur les réseaux publics de distribution d'énergie (comprenant également les niveaux de planification tels que définis en 3.1.5);
- les limites d'immunité devant être établies par les comités de produit ou autres concernant les équipements soumis aux perturbations conduites par les réseaux publics de distribution d'énergie.

Les phénomènes perturbateurs considérés sont:

- les fluctuations de tension et le flicker;
- les harmoniques jusqu'à y compris le rang 50;
- les interharmoniques jusqu'au rang 50;
- les distorsions de tension aux fréquences supérieures (au-dessus du rang 50);
- les creux de tension et les coupures brèves;
- le déséquilibre de tension;
- les surtensions transitoires;
- les variations de fréquence;
- les composantes continues;
- les systèmes de transmission de signaux sur le réseau.

La plupart des ces phénomènes sont décrits dans la CEI 61000-2-1. Pour les cas où il n'est pas possible maintenant d'établir des niveaux de compatibilité, quelques informations sont fournies.

Les réseaux moyenne tension couverts par cette norme sont des réseaux de distribution publics alimentant:

- soit des installations privées dans lesquelles le matériel est raccordé directement ou à travers de transformateurs,
- soit des postes de transformation alimentant des réseaux de distribution publics basse tension.

## ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

### Part 2-12: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public medium-voltage power supply systems

#### 1 Scope and object

This part of IEC 61000 is concerned with conducted disturbances in the frequency range from 0 kHz to 9 kHz, with an extension up to 148,5 kHz specifically for mains signalling systems. It gives compatibility levels for public medium voltage a.c. distribution systems having a nominal voltage between 1 kV and 35 kV and a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz (see IEC 60038).

Compatibility levels are specified for electromagnetic disturbances of the types which can be expected in public medium voltage power supply systems, for guidance in:

- the limits to be set for disturbance emission into public power supply systems (including the planning levels defined in 3.1.5);
- the immunity limits to be set by product committees and others for the equipment exposed to the conducted disturbances present in public power supply systems.

The disturbance phenomena considered are:

- voltage fluctuations and flicker;
- harmonics up to and including order 50;
- inter-harmonics up to the 50<sup>th</sup> harmonic;
- voltage distortions at higher frequencies (above 50<sup>th</sup> harmonic);
- voltage dips and short supply interruptions;
- voltage unbalance;
- transient overvoltages;
- power frequency variation;
- d.c. components;
- mains signalling.

Most of these phenomena are described in IEC 61000-2-1. In cases where it is not yet possible to establish compatibility levels, some information is provided.

The medium-voltage systems covered by this standard are public distribution systems supplying either:

- private installations in which equipment is connected directly or through transformers, or
- substations feeding public low-voltage distribution systems.

Les niveaux de compatibilité spécifiés dans cette norme s'appliquent au point commun de raccordement au réseau public dans le cas a) et aux bornes moyenne tension du poste dans le cas b). Voir Article 4.

## 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 60071 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement*

CEI 60071-1, *Coordination de l'isolement – Partie 1: définitions, principes et règles*

CEI 61000-2-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension*

CEI 61000-2-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-4: Environnement – Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

CEI 61000-4-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 3.1 Définitions générales

#### 3.1.1

##### **perturbation (électromagnétique)**

tout phénomène électromagnétique qui, de par sa présence dans l'environnement électromagnétique, peut faire dévier un équipement électrique de sa performance attendue

[VIEI 161-01-05, modifié]

#### 3.1.2

##### **niveau de perturbation**

amplitude d'une perturbation électromagnétique mesurée et évaluée au moyen d'une méthode spécifiée

[VIEI 161-03-01, modifié]

#### 3.1.3

##### **compatibilité électromagnétique**

##### **CEM (abréviation)**

aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement

NOTE 1 La compatibilité électromagnétique est une condition de l'environnement électromagnétique telle que, pour chaque phénomène, le niveau d'émission perturbateur est suffisamment bas et les niveaux d'immunité sont suffisamment élevés pour que tous les matériels, équipements et systèmes fonctionnent comme prévu.

The compatibility levels specified in this standard apply at the point of common coupling in the case of (a) and at the medium-voltage terminals of the substation in the case of (b). See Clause 4.

## 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 60071(all parts), *Insulation co-ordination*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 61000-2-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 61000-2-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

## 3 Terms and definitions

For the purpose of this present document, the following definitions apply.

### 3.1 General definitions

#### 3.1.1

#### (electromagnetic) disturbance

any electromagnetic phenomenon which, by being present in the electromagnetic environment, can cause electrical equipment to depart from its intended performance

[IEV 161-01-05 modified]

#### 3.1.2

#### disturbance level

the amount or magnitude of an electromagnetic disturbance, measured and evaluated in a specified way

[IEV 161-03-01 modified]

#### 3.1.3

#### electromagnetic compatibility

#### EMC (abbreviation)

ability of an equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment

NOTE 1 Electromagnetic compatibility is a condition of the electromagnetic environment such that, for every phenomenon, the disturbance emission level is sufficiently low and immunity levels are sufficiently high so that all devices, equipment and systems operate as intended.

NOTE 2 La compatibilité électromagnétique n'est assurée que si les niveaux d'émission et d'immunité sont contrôlés de telle sorte que les niveaux d'immunité des matériels, équipements et systèmes, en n'importe quel point ne sont pas dépassés par le niveau de perturbation en cet endroit, résultant de l'émission cumulée de toutes les sources et d'autres facteurs, tels que l'impédance des circuits. Conventionnellement, on dit qu'il y a compatibilité électromagnétique si la probabilité d'écart par rapport à la performance attendue, est suffisamment basse. Voir Article 4 de la CEI 61000-2-1.

NOTE 3 Lorsque le contexte le rend nécessaire, la compatibilité électromagnétique peut être prise en référence à une perturbation singulière ou à une classe de perturbation.

NOTE 4 La compatibilité électromagnétique est un terme également utilisé pour décrire le champ d'investigations relatif aux comportements perturbés que les matériels, équipements ou systèmes subissent du fait d'autres matériels, équipements ou systèmes, ou du fait de phénomènes électromagnétiques.

[VEI 161-01-07, modifié]

### 3.1.4

#### **niveau de compatibilité (électromagnétique)**

niveau de perturbation électromagnétique spécifié utilisé en tant que niveau de référence dans un environnement spécifié pour la coordination des limites d'émission et d'immunité

NOTE Le niveau de compatibilité électromagnétique est choisi de telle sorte que la probabilité de dépassement de ce niveau par les perturbations réelles soit très faible.

[VEI 161-03-10, modifié]

### 3.1.5

#### **niveau de planification**

niveau affecté à une perturbation donnée dans un environnement donné, adopté comme référence pour déterminer les limites d'émission applicables aux charges de grande puissance et aux installations, dans le but de coordonner ces limites avec toutes les autres limites adoptées pour les équipements destinés à être raccordés au réseau de distribution d'énergie

NOTE Le niveau de planification est spécifique du lieu où on l'applique, il est utilisé par les responsables de la planification et de l'exploitation du réseau de distribution d'énergie de l'endroit considéré. (D'autres explications sont données à l' Annexe A).

### 3.1.6

#### **point de couplage commun**

#### **PCC**

point électriquement le plus proche d'une charge particulière, situé sur le réseau public de distribution d'énergie, auquel d'autres charges sont raccordées ou susceptibles de l'être

[VEI 161-07-15, modifié]

## 3.2 Définitions relatives aux phénomènes

Les définitions ci-dessous, relatives aux harmoniques, sont fondées sur l'analyse des systèmes de tensions ou des systèmes de courants au moyen de la Transformée de Fourier Discrète (DFT). Il s'agit de l'application pratique de la transformée de Fourier telle que définie au VEI 101-13-09. Voir Annexe B.

NOTE La Transformée de Fourier appliquée à une fonction du temps, qu'elle soit périodique ou non, est une fonction dans le domaine fréquentiel appelée spectre fréquentiel de la fonction du temps, ou plus simplement spectre. Si la fonction du temps est périodique, le spectre est constitué de raies distinctes (ou composantes). Si la fonction du temps n'est pas périodique, le spectre est une fonction continue, qui présente des composantes à toutes les fréquences.

D'autres définitions relatives aux harmoniques ou interharmoniques sont données dans le VEI et dans d'autres normes. Certaines de ces autres définitions, bien qu'elles ne soient pas utilisées dans cette norme sont présentées dans l'annexe B.

NOTE 2 Electromagnetic compatibility is achieved only if emission and immunity levels are controlled such that the immunity levels of the devices, equipment and systems at any location are not exceeded by the disturbance level at that location resulting from the cumulative emissions of all sources and other factors such as circuit impedances. Conventionally, compatibility is said to exist if the probability of the departure from intended performance is sufficiently low. See Clause 4 of IEC 61000-2-1.

NOTE 3 Where the context requires it, compatibility may be understood to refer to a single disturbance or class of disturbances.

NOTE 4 Electromagnetic compatibility is a term used also to describe the field of study of the adverse electromagnetic effects which devices, equipment and systems undergo from each other or from electromagnetic phenomena.

[IEV 161-01-07 modified]

### 3.1.4

#### **(electromagnetic) compatibility level**

specified electromagnetic disturbance level used as a reference level in a specified environment for co-ordination in the setting of emission and immunity limits

NOTE By convention, the compatibility level is chosen so that there is only a small probability that it will be exceeded by the actual disturbance level.

[IEV 161-03-10 modified]

### 3.1.5

#### **planning level**

level of a particular disturbance in a particular environment, adopted as a reference value for the limits to be set for the emissions from large loads and installations, in order to co-ordinate those limits with all the limits adopted for equipment intended to be connected to the power supply system

NOTE The planning level is locally specific, and is adopted by those responsible for planning and operating the power supply network in the relevant area. (For further information, see Annex A.)

### 3.1.6

#### **point of common coupling**

##### **PCC**

point on a public power supply network, electrically nearest to a particular load, at which other loads are, or could be, connected

[IEV 161-07-15 modified]

## 3.2 Phenomena related definitions

The definitions below that relate to harmonics are based on the analysis of system voltages or currents by the Discrete Fourier Transform method (DFT). This is the practical application of the Fourier transform as defined in IEV 101-13-09. See Annex B.

NOTE The Fourier Transform of a function of time, whether periodic or non-periodic, is a function in the frequency domain and is referred to as the frequency spectrum of the time function, or simply spectrum. If the time function is periodic the spectrum is constituted of discrete lines (or components). If the time function is not periodic, the spectrum is a continuous function, indicating components at all frequencies.

Other definitions related to harmonics or interharmonics are given in the IEV and other standards. Some of those other definitions, although not used in this standard, are discussed in Annex B.

**3.2.1****fréquence fondamentale**

fréquence, dans le spectre obtenu au moyen de la transformée de Fourier d'une fonction du temps, à laquelle toutes les fréquences du spectre sont référencées. Pour les besoins de cette norme, la fréquence fondamentale est la même que la fréquence du réseau de distribution d'énergie

NOTE 1 Dans le cas d'une fonction périodique la fréquence fondamentale est généralement égale à celle de la fonction elle-même. (Voir annexe B.1).

NOTE 2 Dans le cas où il subsisterait un risque d'ambiguïté, la fréquence du réseau de distribution d'énergie pourrait toujours être définie en référence à la polarité et à la vitesse de rotation des alternateurs synchrones alimentant le système.

[VIEI 101-14-50, modifié]

**3.2.2****composante fondamentale**

composante dont la fréquence est la fréquence fondamentale

**3.2.3****fréquence harmonique**

fréquence multiple entier de la fréquence fondamentale. Le rapport de la fréquence harmonique à la fréquence fondamentale est nommé rang harmonique (notation recommandée «  $h$  »)

**3.2.4****composante harmonique**

une composante quelconque ayant une fréquence harmonique. Sa valeur est normalement exprimée en valeur efficace

De façon concise, une telle composante peut être simplement dénommée « harmonique »

**3.2.5****fréquence interharmonique**

n'importe quelle fréquence qui n'est pas un multiple entier de la fréquence fondamentale

NOTE 1 Par extension du rang harmonique, le rang interharmonique est le rapport de la fréquence interharmonique à la fréquence fondamentale. Ce rapport n'est pas un entier (notation recommandée «  $m$  »).

NOTE 2 Dans le cas où  $m < 1$  le terme fréquence sous-harmonique peut être également utilisé.

**3.2.6****composante interharmonique**

composante dont la fréquence est à une fréquence interharmonique. Sa valeur est normalement exprimée en valeur efficace

De façon concise, une telle composante peut être simplement dénommée « interharmonique »

NOTE Pour les besoins de cette norme et ainsi que décrit dans la CEI 61000-4-7, la largeur de la fenêtre d'observation est de 10 périodes fondamentales (pour les systèmes à 50 Hz) ou de 12 périodes fondamentales (systèmes à 60 Hz), c'est-à-dire approximativement 200 ms. En conséquence, la différence de fréquence entre deux composantes interharmoniques consécutives est approximativement 5 Hz.

**3.2.7****taux de distorsion harmonique total****THD**

le rapport de la valeur efficace de la somme des harmoniques à la valeur efficace du fondamental. La sommation est limitée à un rang défini (notation recommandée «  $H$  »):

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{H} \left( \frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

**3.2.1****fundamental frequency**

frequency in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function, to which all the frequencies of the spectrum are referred. For the purpose of this standard, the fundamental frequency is the same as the power supply frequency

NOTE 1 In the case of a periodic function, the fundamental frequency is generally equal to the frequency of the function itself. (See Annex B.1).

NOTE 2 In case of any remaining risk of ambiguity, the power supply frequency should be referred to the polarity and speed of rotation of the synchronous generator(s) feeding the system.

[IEV 101-14-50, modified]

**3.2.2****fundamental component**

component whose frequency is the fundamental frequency

**3.2.3****harmonic frequency**

frequency which is an integer multiple of the fundamental frequency. The ratio of the harmonic frequency to the fundamental frequency is the *harmonic order* (recommended notation: “*h*”)

**3.2.4****harmonic component**

any of the components having a harmonic frequency. Its value is normally expressed as an r.m.s. value

For brevity, such a component may be referred to simply as an harmonic

**3.2.5****interharmonic frequency**

any frequency which is not an integer multiple of the fundamental frequency

NOTE 1 By extension from harmonic order, the interharmonic order is the ratio of an interharmonic frequency to the fundamental frequency. This ratio is not an integer. (Recommended notation “*m*”).

NOTE 2 In the case where *m* < 1 the term subharmonic frequency may be used.

**3.2.6****interharmonic component**

component having an interharmonic frequency. Its value is normally expressed as an r.m.s. value

For brevity, such a component may be referred to simply as an “interharmonic”

NOTE For the purpose of this standard and as stated in IEC 61000-4-7, the time window has a width of 10 fundamental periods (50 Hz systems) or 12 fundamental periods (60 Hz systems), i.e. approximately 200 ms. The difference in frequency between two consecutive interharmonic components is, therefore, approximately 5 Hz.

**3.2.7****total harmonic distortion****THD**

ratio of the r.m.s. value of the sum of all the harmonic components up to a specified order (recommended notation “*H*”) to the r.m.s. value of the fundamental component

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left( \frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

où

$Q$  représente soit le courant soit la tension;

$Q_1$  est la valeur efficace de la composante fondamentale;

$h$  est le rang harmonique;

$Q_h$  est la valeur efficace de la composante harmonique de rang  $h$ ;

$H$  est généralement égal à 50, mais peut être égal à 25 dans les cas où le risque de résonance sur les rangs supérieurs est faible

NOTE Le THD ne prend en compte que les harmoniques. Si les interharmoniques sont pris en considération, voir B.1.2.1, Annexe B.

### 3.2.8

#### déséquilibre de tension

situation dans laquelle les valeurs efficaces des composantes fondamentales des tensions entre phases d'un système polyphasé, ou les angles entre tensions entre phases consécutives ne sont pas tous égaux. On exprime habituellement le degré d'inégalité par le rapport de la composante inverse à la composante directe et le rapport de la composante homopolaire à la composante directe

[VIEI 161-08-09, modifié]

NOTE 1 Dans cette norme, le déséquilibre de tension ne s'applique qu'aux réseaux triphasés et n'est exprimé qu'en termes de composante inverse.

NOTE 2 Plusieurs approximations donnent des résultats suffisamment précis pour les taux de déséquilibre (rapport des tensions inverse et directe) couramment rencontrés. Par exemple:

$$\text{Déséquilibre} = \sqrt{\frac{6(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)}{(U_{12} + U_{23} + U_{31})^2}} - 2$$

où  $U_{12}$ ,  $U_{23}$  et  $U_{31}$  sont les trois tensions entre phases.

## 4 Niveaux de compatibilité

### 4.1 Généralités

Les niveaux de compatibilité indiqués dans les paragraphes suivants s'appliquent aux diverses perturbations considérées individuellement. En pratique, plusieurs perturbations surviennent simultanément dans l'environnement électromagnétique d'un équipement. Des combinaisons particulières de perturbations peuvent détériorer les performances de certains équipements. Voir annexe A.

Aux bornes d'un matériel alimenté par le réseau moyenne tension qui fait l'objet de cette norme, la sévérité des perturbations peut, dans la plupart des cas, être considérée égale à celle au point commun de raccordement au réseau public. Il en va différemment dans certaines situations, notamment dans les cas suivants:

- longue ligne destinée à l'alimentation d'une installation donnée;
- équipement faisant partie d'une installation très étendue;
- perturbation générée ou amplifiée dans l'installation dont l'équipement fait partie.

Dans le cas où les réseaux MT, associés aux réseaux BT qui leur sont connectés, les niveaux de perturbations sont généralement inférieurs sur les réseaux MT que sur les réseaux BT, particulièrement en ce qui concerne les harmoniques et les interharmoniques. Des exceptions peuvent apparaître en cas de résonance et d'agrégation de perturbations provenant de parties différentes des réseaux. Etant donné la fonction de coordination des niveaux de compatibilité, il est important qu'ils reflètent les niveaux de perturbations qui ont une probabilité significative d'être rencontrés en pratique, même si cette probabilité est très faible.

where

$Q$  represents either current or voltage

$Q_1$  = r.m.s. value of the fundamental component

$h$  = harmonic order

$Q_h$  = r.m.s. value of the harmonic component of order  $h$

$H$  = 50 generally, but 25 when the risk of resonance at higher orders is low.

NOTE THD takes account of harmonics only. For the case where interharmonics are to be included, see B.1.2.1, Annex B.

### 3.2.8

#### **voltage unbalance (imbalance)**

condition in a polyphase system in which the r.m.s. values of the line-to-line voltages (fundamental component), or the phase angles between consecutive line-to-line voltages, are not all equal. The degree of the inequality is usually expressed as the ratios of the negative and zero sequence components to the positive sequence component

[IEV 161-08-09 modified]

NOTE 1 In this standard, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems and negative phase sequence only.

NOTE 2 Several approximations give reasonably accurate results for the levels of unbalance normally encountered (ratio of negative to positive sequence components):

$$\text{Voltage unbalance} = \sqrt{\frac{6(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)}{(U_{12} + U_{23} + U_{31})^2} - 2}$$

where  $U_{12}$ ,  $U_{23}$  and  $U_{31}$  are the three line-to-line voltages.

## 4 Compatibility levels

### 4.1 General comment

The following subclauses set down compatibility levels for the various disturbances on an individual basis only. However, the electromagnetic environment usually contains several disturbances simultaneously, and the performance of some equipment can be degraded by particular combinations of disturbances. See Annex A.

At the power input terminals of equipment receiving its supply from the medium-voltage distribution systems covered by this standard, the severity levels of the disturbances can, for the most part, be taken to be the same as the levels at the point of common coupling. In some situations this is not so, particularly in the following cases:

- a long line dedicated to the supply of a particular installation;
- equipment being part of an extensive installation;
- a disturbance generated or amplified within the installation of which the equipment forms a part.

In the case of medium voltage networks associated with downstream low voltage networks, the actual disturbance levels are usually lower on the medium voltage networks than on the low voltage networks. This is especially the case for harmonics and interharmonics. Exceptions can arise from causes such as resonance and the aggregation of disturbances from other parts of the network. Given the co-ordination function of compatibility levels, it is important that they reflect the disturbance levels that have a significant probability of being encountered in practice, although that probability is quite low.

Le niveau de compatibilité MT ne représente pas des conditions moyennes, mais doit prendre en compte des conditions exceptionnelles qui ont un risque significatif d'être rencontrées. Cela est nécessaire pour s'assurer que c'est une valeur de référence utile pour spécifier les niveaux d'immunité pour les matériels qui seront connectés aux réseaux MT. Il est très important, cependant, de noter que:

- les limites d'émission et d'immunité des matériels alimentés par un réseau de distribution BT public sont coordonnées sur la base des niveaux de compatibilité BT spécifiés dans la CEI 61000-2-2;
- les limites pour les émissions de grosses charges et d'installations sont coordonnées sur la base des niveaux de planification – voir 3.1.6. et Annexe A; voir aussi les rapports techniques CEI 61000-3-6 et CEI 61000-3-7 ;
- les limites d'émission et d'immunité pour les matériels alimentés par des réseaux de distribution non public sont coordonnées sur la base des niveaux de compatibilité spécifiés dans la CEI 61000-2-4.

Par conséquent, bien qu'il y ait généralement une marge entre les niveaux de perturbation sur les réseaux MT et BT, cette norme spécifie des niveaux de compatibilité MT identiques à ceux spécifiés dans la CEI 61000-2-2.

#### 4.2 Fluctuations de tension et flicker

Sur les réseaux moyenne tension, les fluctuations de tension sont produites par des charges fluctuantes, par le fonctionnement des régleurs en charge des transformateurs ou par d'autres réglages fonctionnels du réseau de distribution ou des équipements qui y sont raccordés.

Dans des conditions normales, l'amplitude des variations rapides de tension est limitée à 3 % de la tension d'alimentation nominale. Toutefois, des à-coups de tension supérieurs à 3 % peuvent exceptionnellement se produire sur le réseau de distribution public.

De plus, consécutivement à des variations de charge exceptionnelles ou à des manœuvres de commutation, des excursions de la tension en dehors des tolérances de service normales (par exemple  $\pm 10\%$  de la tension d'alimentation déclarée) sont possibles pendant quelques dizaines de secondes, jusqu'à ce que les régleurs en charge des transformateurs haute tension / moyenne tension aient fonctionné.

Les fluctuations de tension sur les réseaux moyenne tension, dans la mesure où elles se répercutent avec ou sans modification sur les réseaux basse tension, peuvent produire du flicker. Voir la CEI 61000-2-2 pour les niveaux de compatibilité sur les réseaux basse tension.

#### 4.3 Harmoniques

Il faut tenir compte de deux éléments pour la définition de niveaux de compatibilité harmoniques. Le premier est l'augmentation du nombre de sources perturbatrices. Le second est la diminution de la part des charges purement résistives (chauffage), tenant lieu d'éléments amortissants, dans la charge totale. On peut donc s'attendre à une augmentation des niveaux harmoniques sur les réseaux électriques tant que les émissions d'harmoniques ne seront pas efficacement limitées.

Les niveaux de compatibilité indiqués dans cette norme doivent être compris comme relatifs aux états stationnaires ou quasi stationnaires. Ils sont donnés en tant que valeurs de référence pour les effets à long terme et pour les effets à très court terme.

- Les effets à long terme concernent principalement les conséquences thermiques sur les câbles, les transformateurs, les moteurs, les condensateurs, etc. Ils proviennent de niveaux harmoniques maintenus pendant 10 min ou plus.

The MV compatibility level is not intended to be representative of average conditions, but must take account of exceptional conditions that have a significant risk of being encountered. This is necessary to ensure that it is a useful reference value in specifying immunity levels for equipment that will be connected to MV networks. It is very important, however, to note the following:

- emission and immunity limits for equipment supplied from public low-voltage distribution systems are co-ordinated on the basis of low-voltage compatibility levels specified in IEC 61000-2-2;
- limits for the emissions from large loads and installations are co-ordinated on the basis of planning levels – see 3.1.6 and Annex A; see also the technical reports IEC 61000-3-6 and IEC 61000-3-7;
- emission and immunity limits for equipment supplied from non-public distribution systems are co-ordinated on the basis of compatibility levels specified in IEC 61000-2-4.

Accordingly, despite the fact that there is usually a margin between the disturbance levels on MV and LV networks, this standard specifies MV compatibility levels that are the same as those specified in IEC 61000-2-2.

#### 4.2 Voltage fluctuations and flicker

Voltage fluctuations on the medium voltage networks are produced by fluctuating loads, operation of transformer tap changers and other operational adjustments of the supply system or equipment connected to it.

In normal circumstances the value of rapid voltage changes is limited to 3 % of nominal supply voltage. However step voltage changes exceeding 3 % can occur infrequently on the public supply network.

Furthermore, following exceptional load changes or switching operations, voltage excursions outside the normal operational tolerances (e.g.,  $\pm 10$  % of declared supply voltage) are possible for a few tens of seconds until on-load tap-changers on the high voltage-medium voltage transformers have operated.

Voltage fluctuations in medium voltage networks, by being transferred, with or without alteration, to low voltage networks, can cause flicker. See IEC 61000-2-2 for compatibility levels in low-voltage networks.

#### 4.3 Harmonics

In specifying compatibility levels for harmonics, two facts must be considered. One is that the number of harmonic sources is increasing. The other is that the proportion of purely resistive loads (heating loads), which function as damping elements, is decreasing in relation to the overall load. Therefore increasing harmonic levels are to be expected in power supply systems until the sources of harmonic emissions are brought under effective limits.

The compatibility levels in this standard shall be understood to relate to quasi-stationary or steady-state harmonics, and are given as reference values for both long-term effects and very short-term effects.

- The long-term effects relate mainly to thermal effects on cables, transformers, motors, capacitors, etc. They arise from harmonic levels that are sustained for 10 min or more.

- Les effets à très court terme concernent principalement la perturbation de dispositifs électroniques qui peuvent être sensibles à des niveaux harmoniques maintenus pendant 3 s ou moins. Les régimes transitoires ne sont pas compris dans ces effets.

Les niveaux de compatibilité relatifs aux tensions harmoniques individuelles pour les effets à long terme sont donnés dans le Tableau 1. Le niveau de compatibilité correspondant au taux de distorsion harmonique total est  $THD = 8\%$ .

**Tableau 1 – Niveaux de compatibilité pour les tensions harmoniques individuelles dans les réseaux moyenne tension (valeurs efficaces en pour-cent de la valeur efficace de la composante fondamentale)**

Harmoniques impairs Non multiples de 3		Harmoniques impairs Multiples de 3		Harmoniques pairs	
Rang harmonique h	Tension harmonique %	Rang harmonique h	Tension harmonique %	Rang harmonique h	Tension harmonique %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,4	6	0,5
13	3	21	0,3	8	0,5
$17 \leq h \leq 49$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$21 < h \leq 45$	0,2	$10 \leq h \leq 50$	$0,25 \times (10/h) + 0,25$

NOTE 1 Les niveaux donnés pour les harmoniques impairs multiples de 3 s'appliquent aux harmoniques homopolaires. Ainsi, sur un réseau triphasé sans conducteur de neutre ou en l'absence de charge raccordée entre une phase et la terre, la valeur des harmoniques de rangs 3 et 9 peut être nettement inférieure aux niveaux de compatibilité, en fonction du déséquilibre du réseau.

NOTE 2 Des valeurs plus basses sont souvent appropriées – Voir 4.1

En ce qui concerne les effets à très court terme, les niveaux de compatibilité relatifs aux composantes harmoniques individuelles de la tension sont égaux aux valeurs données dans le Tableau 1, multipliées par un coefficient  $k$  calculé comme indiqué ci-dessous:

$$k = 1,3 + \frac{0,7}{45} \times (h - 5)$$

Pour le taux de distorsion harmonique total, le niveau de compatibilité correspondant est  $THD = 11\%$ .

NOTE Les niveaux de compatibilité donnés ci-dessus s'appliquent également aux encoches de commutation, dans la mesure où elles contribuent au contenu harmonique de la tension. Toutefois, en ce qui concerne leurs autres effets, y compris leur influence sur la commutation d'autres convertisseurs, ou leur influence sur d'autres équipements impliquant les rangs les plus élevés du spectre, une description dans le domaine temporel est requise – voir la norme de produits correspondante.

#### 4.4 Interharmoniques et composantes de la tension dont la fréquence est supérieure à celle du 50<sup>ème</sup> harmonique

L'état des connaissances concernant les interharmoniques et les composantes de tension de fréquence élevée est en cours de développement. Voir l'Annexe B pour de plus amples informations.

Les niveaux de compatibilité relatifs au flicker associé à ce phénomène sur les réseaux basse tension sont donnés dans la CEI 61000-2-2.

#### 4.5 Creux de tension et coupures brèves

Voir l'Annexe B, ainsi que la CEI 61000-2-8 pour plus d'information sur ces phénomènes.

- Very short-term effects relate mainly to disturbing effects on electronic devices that may be susceptible to harmonic levels sustained for 3 s or less. Transients are not included.

With reference to long-term effects the compatibility levels for individual harmonic components of the voltage are given in Table 1. The corresponding compatibility level for the total harmonic distortion is  $THD = 8\%$ .

**Table 1 – Compatibility levels for individual harmonic voltages in medium voltage networks (r.m.s. values as percent of r.m.s. value of the fundamental component)**

Odd harmonics Non-multiple of 3		Odd harmonics Multiple of 3		Even harmonics	
Harmonic order h	Harmonic voltage %	Harmonic order h	Harmonic voltage %	Harmonic order h	Harmonic voltage %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,4	6	0,5
13	3	21	0,3	8	0,5
$17 \leq h \leq 49$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$21 < h \leq 45$	0,2	$10 \leq h \leq 50$	$0,25 \times (10/h) + 0,25$

NOTE 1 The levels given for odd harmonics that are multiples of three apply to zero sequence harmonics. Also, on a three-phase network without a neutral conductor or without load connected between line and ground, the values of the 3<sup>rd</sup> and 9<sup>th</sup> harmonics may be much lower than the compatibility levels, depending on the unbalance of the system.

NOTE 2 Lower values are often appropriate – See 4.1

With reference to very short-term effects, the compatibility levels for individual harmonic components of the voltage are the values given in Table 1, multiplied by a factor  $k$ , where  $k$  is as follows:

$$k = 1,3 + \frac{0,7}{45} \times (h - 5)$$

The corresponding compatibility level for the total harmonic distortion is  $THD = 11\%$ .

NOTE Commutation notches, in so far as they contribute to harmonic levels in the supply voltage, are covered by the compatibility levels given above. In relation to their other effects, however, including their influence on the commutation of other converters and their effects on other equipment involving the higher order harmonic components, a time-domain description is required – see the relevant product standard.

#### **4.4 Interharmonics and voltage components at frequencies above that of the 50<sup>th</sup> harmonic**

Knowledge of the electromagnetic disturbance involved in interharmonic and higher frequency voltages is still developing. See Annex B for further discussion.

Compatibility levels relating to the flicker effect associated with this phenomenon on low voltage networks are given in IEC 61000-2-2.

#### **4.5 Voltage dips and short supply interruptions**

For a discussion of these phenomena, see Annex B, and IEC 61000-2-8.

#### 4.6 Déséquilibre de tension

Dans cette norme, on ne considère le déséquilibre de tension que relativement à la composante inverse qui est pertinente lorsqu'on s'intéresse aux interférences possibles avec les équipements raccordés aux réseaux de distribution publics moyenne tension.

NOTE Pour des réseaux dont le neutre est directement relié à la terre, le déséquilibre homopolaire peut être pertinent.

Le déséquilibre de tension causé par une charge monophasée raccordée entre deux phases est pratiquement égal au rapport de la puissance de cette charge à la puissance de court-circuit du réseau triphasé.

Le niveau de compatibilité correspond à une composante inverse égale à 2 % de la composante directe. Des valeurs jusqu'à 3 % peuvent apparaître dans certaines zones où il est courant de raccorder de fortes charges monophasées.

#### 4.7 Surtensions transitoires

Ces phénomènes sont présentés à l'Annexe B.

Cette norme ne donne pas de niveau de compatibilité pour les surtensions transitoires. Voir toutefois la CEI 60071 pour la coordination d'isolement.

#### 4.8 Variations temporaires de fréquence

Dans les réseaux publics d'alimentation, la fréquence est maintenue aussi proche que possible de sa valeur nominale, dans une mesure qui dépend principalement de la taille totale des systèmes électriques interconnectés de manière synchrone. Dans la plupart des cas, la gamme de variation de la fréquence nominale est inférieure à 1 Hz. Lorsqu'une interconnexion synchrone est mise en place à l'échelle d'un continent, les variations sont habituellement beaucoup plus faibles. Les réseaux insulaires, non reliés de manière synchrone avec un grand système peuvent subir des variations de fréquence plus importantes.

Le niveau de compatibilité relatif aux variations temporaires de fréquence est fixé à  $\pm 1$  Hz de la fréquence nominale.

En régime permanent, l'écart entre la fréquence et la fréquence nominale est beaucoup plus faible.

NOTE Pour certains équipements, la vitesse d'évolution de la fréquence est importante.

#### 4.9 Composantes continues

Sur les réseaux publics d'alimentation objets de cette norme, la tension ne contient normalement pas de composante continue significative. Ceci peut toutefois se produire en présence de charges absorbant des courants non symétriques.

La grandeur critique est le niveau de courant continu. La valeur de la tension continue dépend du courant continu, mais aussi d'autres paramètres et notamment de la résistance du réseau au point considéré. De ce fait, aucun niveau de compatibilité n'est spécifié pour le niveau de tension continu.

Voir l'Annexe B.

#### 4.6 Voltage unbalance

In this standard voltage unbalance is considered only in relation to the negative phase sequence component, this being the component relevant to possible interference with equipment connected to public medium voltage distribution systems.

NOTE For systems with the neutral point directly connected to earth, the zero-sequence unbalance ratio can be relevant.

The voltage unbalance caused by a single-phase load connected line-to-line is in practice equal to the ratio of the load power to the network three-phase short circuit power.

The compatibility level for unbalance is a negative sequence component of 2 % of the positive sequence component. In some areas, especially where it is the practice to connect large single-phase loads, values up to 3 % may occur.

#### 4.7 Transient overvoltages

For a discussion of these phenomena, see Annex B.

Compatibility levels are not given for transient overvoltages in this standard. However, for insulation co-ordination see IEC 60071.

#### 4.8 Temporary power frequency variation

In public power supply systems the frequency is maintained as close as possible to the nominal frequency, but the extent to which that is possible depends mainly on the aggregate size of the systems which are interconnected synchronously. For the most part, the range is within 1 Hz of the nominal frequency. Where synchronous interconnection is implemented on a continental scale, the variation is usually very much less. Island systems, not synchronously connected to large systems, can undergo somewhat greater variation.

The compatibility level for the temporary variation of frequency from the nominal frequency is  $\pm 1\text{Hz}$ .

The steady-state deviation of frequency from the nominal frequency is much less.

NOTE For some equipment the rate of change of frequency is significant.

#### 4.9 DC component

The voltage of public power supply systems covered by this standard does not normally have a d.c. component at a significant level. That can arise, however, when certain non-symmetrically controlled loads are connected.

The critical point is the level of d.c. current. The value of the d.c. voltage depends upon not only d.c. current but also other factors, especially the resistance of the network at the point to be considered. Therefore a compatibility level for the d.c. voltage is not specified.

See Annex B.

#### 4.10 Systèmes de transmission de signaux sur le réseau

Bien que les réseaux publics aient pour fin principale l'alimentation des clients en énergie électrique, les gestionnaires de réseau l'utilisent également pour la transmission de signaux dans le but – par exemple – de piloter certains types de charges (ces réseaux ne sont pas utilisés à des fins de transmission de signaux entre usagers privés).

Techniquement, les systèmes de télécommande consistent en une source de tension interharmonique – voir 4.4 et l'Annexe B. Dans ce cas, la tension de signalisation est émise intentionnellement sur une portion de réseau. La tension et la fréquence du signal émis sont prédéterminées et le signal est émis à des heures particulières.

Il est nécessaire de prendre en considération le niveau de tension des signaux de télécommande pour coordonner l'immunité des équipements raccordés aux réseaux sur lesquels ces signaux sont émis.

Il convient que la conception d'un système de transmission de signaux sur le réseau satisfasse à trois objectifs:

- assurer la compatibilité entre installations voisines;
- éviter les interférences entre le système de transmission de signaux et ses éléments ou les équipements raccordés au réseau ou faisant partie du réseau;
- empêcher le système de transmission de signaux de perturber les équipements raccordés au réseau ou faisant partie du réseau;

Quatre systèmes de transmission de signaux sur le réseau sont décrits à l'Article 10 de la CEI 61000-2-1 (les plages de fréquence mentionnées sont nominales et sont communément utilisées).

##### 4.10.1 Système de télécommande centralisée (de 110 Hz à 3 000 Hz)

Les signaux de télécommande centralisée sont transmis sous forme de suite d'impulsions. La durée de chaque impulsion est comprise entre 0,1 s et 7 s; la durée de l'ensemble de la séquence est comprise entre 6 s et 180 s. Typiquement, une impulsion a une durée de 0,5 s et la séquence une durée d'environ 30 s.

Ces systèmes fonctionnent généralement dans la plage de fréquence comprise entre 110 Hz et 3 000 Hz. L'amplitude des signaux sinusoïdaux injectés est de l'ordre de 2 % à 5 % de la tension d'alimentation nominale, en fonction des pratiques locales. Des phénomènes de résonance peuvent entraîner une amplification des niveaux jusqu'à 9 %. Dans les systèmes les plus récemment installés, les signaux sont habituellement compris entre 110 Hz et 500 Hz.

Dans certains pays, la courbe dite « de Meister » donnée en Figure 1 est officiellement reconnue. Lorsque la courbe « de Meister » n'est pas utilisée, l'amplitude des signaux émis dans cette gamme de fréquence ne doit pas dépasser les niveaux figurant dans le Tableau 1 pour les harmoniques impairs (non multiples de 3).

#### 4.10 Mains signalling

Although public networks are intended primarily for the supply of electric energy to customers, the suppliers also use them for the transmission of signals for purposes such as the control of some categories of load (these networks are not used for the transmission of signals between private users).

Technically, mains signalling is a source of interharmonic voltages – see 4.4 and Annex B. In this case, however, the signal voltage is intentionally impressed on a selected part of the supply system. The voltage and frequency of the emitted signal are pre-determined, and the signal is transmitted at particular times.

For co-ordination of the immunity of equipment connected to networks on which mains signals exist, the voltage levels of these signals need to be taken into account.

Design of mains signalling systems should meet three objectives:

- to assure compatibility between neighbouring installations,
- to avoid interference with the mains signalling system and its elements by equipment on or connected to the network.
- to prevent the mains signalling system from disturbing equipment on or connected to the network.

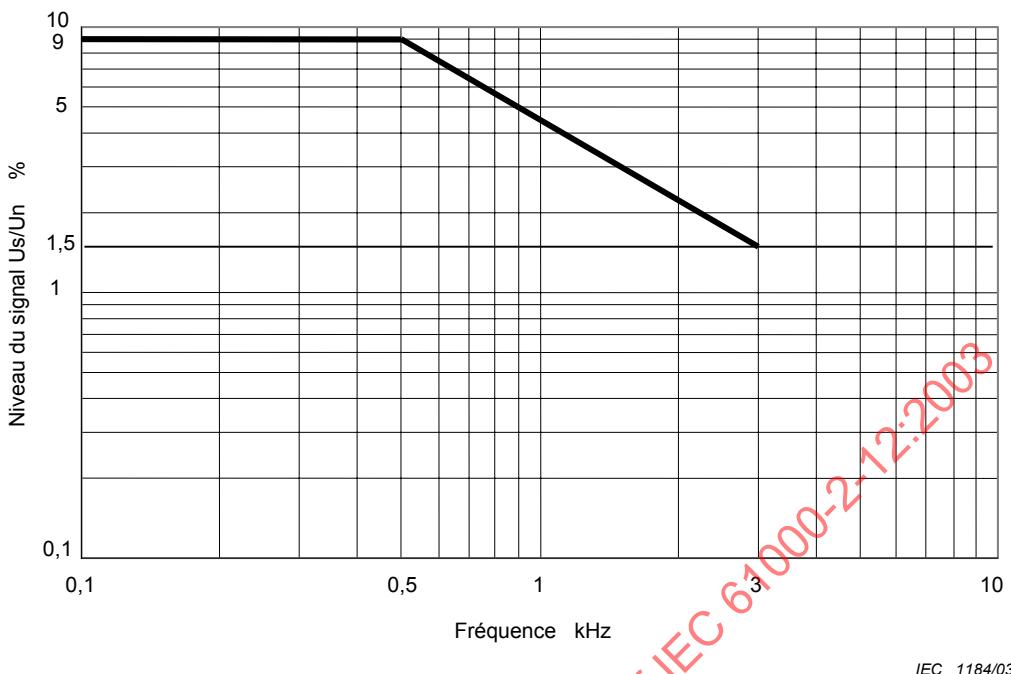
Four types of mains signalling systems are described in Clause 10 of IEC 61000-2-1 (the frequency ranges mentioned are nominal and are a matter of common practice).

##### 4.10.1 Ripple control systems (110 Hz to 3 000 Hz)

Ripple control signals are transmitted as a sequence of pulses, each pulse having a duration in the range 0,1 s to 7 s, and the duration of the entire sequence ranging from 6 s to 180 s. More usually, the pulse duration is about 0,5 s, and the sequence duration is about 30 s.

Generally, these systems operate in the frequency range of 110 Hz to 3000 Hz. The value of the injected sine wave signal is in the region 2 % to 5 % of the nominal supply voltage, depending on local practice, but resonance can cause levels to rise to 9 %. On more recently installed systems the signals usually are in the range of 110 Hz to 500 Hz.

In some countries the so-called Meister curve, given in Figure 1, is officially recognised. Where the Meister curve is not applied, the amplitudes of signals within this frequency range should not exceed the levels given in Table 1 for odd harmonics (non-multiples of 3).



IEC 1184/03

**Figure 1 – Courbe « de Meister » pour les systèmes de télécommande centralisée dans les réseaux publics (de 100 Hz à 3 000 Hz)**

#### 4.10.2 Systèmes de courants porteurs en ligne moyenne fréquence (de 3 kHz à 20 kHz)

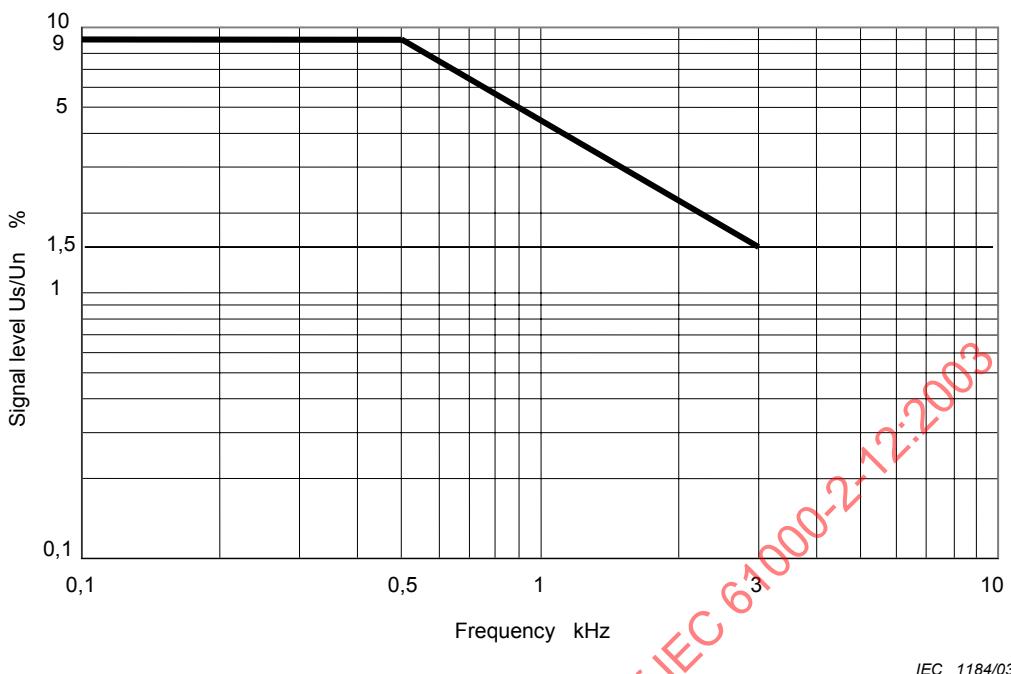
A l'étude.

#### 4.10.3 Systèmes de courants porteurs en ligne radiofréquence (de 20 kHz à 148,5 kHz)

A l'étude.

#### 4.10.4 Systèmes à marquage d'onde

En raison des caractéristiques très hétérogènes des différents systèmes, aucune recommandation générale ne peut être donnée, et il appartient aux constructeurs de garantir la compatibilité entre leur système et le réseau d'alimentation.



**Figure 1 – Meister curve for ripple control systems in public networks  
(100 Hz to 3 000 Hz)**

#### 4.10.2 Medium-frequency power-line carrier systems (3 kHz to 20 kHz)

Under consideration.

#### 4.10.3 Radio-frequency power-line carrier systems (20 kHz to 148,5 kHz)

Under consideration.

#### 4.10.4 Mains-mark systems

Because of the different characteristics of the various systems, no general guidance can be given and it is for manufacturers to ensure compatibility between their systems and the supply network.

## Annexe A (informative)

### Rôle des niveaux de compatibilité et de planification en CEM

#### A.1 Besoin pour les niveaux de compatibilité

La compatibilité électromagnétique (CEM) traite de la dégradation possible des performances d'un matériel électrique ou électronique due aux perturbations présentes dans l'environnement électromagnétique où le matériel fonctionne. Deux conditions essentielles seront remplies pour garantir la compatibilité:

- il faut que l'émission de perturbations dans l'environnement électromagnétique soit maintenue en dessous du niveau qui conduirait à une dégradation inacceptable des performances du matériel fonctionnant dans cet environnement;
- il faut que tout matériel fonctionnant dans l'environnement électromagnétique possède une immunité suffisante à toutes les perturbations, pour les niveaux qui sont les leurs dans l'environnement.

Les limites d'émission et d'immunité ne peuvent être fixées indépendamment l'une de l'autre. Evidemment, plus les émissions sont efficacement contrôlées et moins les exigences d'immunité concernant le matériel seront strictes. De la même manière, il n'est pas nécessaire d'imposer des limites d'émission très strictes si le matériel est fortement immunisé aux perturbations.

Il est donc nécessaire de bien coordonner les limites d'émission et d'immunité. C'est la principale fonction des niveaux de compatibilité indiqués dans cette norme.

Les perturbations concernées sont les phénomènes conduits sur les réseaux publics alternatifs de distribution moyenne tension. En fait, le réseau d'alimentation dont le rôle est de transporter l'énergie électrique depuis les centrales de production jusqu'aux équipements consommateurs, conduit également et fortuitement les perturbations électromagnétiques depuis leur source vers le matériel qui y est sensible.

Trois facteurs sont pris en compte lors de la définition des niveaux de compatibilité relatifs aux différents phénomènes:

- le niveau de compatibilité est le niveau de perturbation susceptible d'apparaître dans l'environnement, avec une faible probabilité de dépassement (< 5 %). Pour certaines perturbations, les niveaux observés sont en augmentation et une vision à long terme est donc nécessaire ;
- il s'agit d'un niveau de perturbation qui peut être maintenu en appliquant des règles d'émission réalistes ;
- il s'agit du niveau de perturbation auquel un matériel fonctionnant dans l'environnement correspondant doit être immunisé, avec une marge convenable.

#### A.2 Relation entre niveau de compatibilité et niveau d'immunité

Pour chaque phénomène, il faut que le niveau de compatibilité soit vu comme le niveau de perturbation susceptible d'apparaître dans l'environnement correspondant. Tout matériel destiné à fonctionner dans cet environnement doit avoir une immunité supérieure ou égale à ce niveau de perturbation. Une marge adaptée au matériel en question sera conservée entre les niveaux de compatibilité et d'immunité.

## Annex A (informative)

### The function of compatibility levels and planning levels in EMC

#### A.1 The need for compatibility levels

Electromagnetic compatibility (EMC) is concerned with the possible degradation of the performance of electrical and electronic equipment due to the disturbances present in the electromagnetic environment in which the equipment operates. For compatibility, there are two essential requirements:

- the emission of disturbances into the electromagnetic environment must be maintained below a level that would cause an unacceptable degradation of the performance of equipment operating in that environment;
- all equipment operating in the electromagnetic environment must have sufficient immunity from all disturbances at the levels at which they exist in the environment.

Limits for emission and immunity cannot be set independently of each other. Clearly, the more effectively emissions are controlled, the less restrictive are the immunity demands that have to be placed on equipment. Similarly, if equipment is highly immune, there is less need for stringent limits on the emission of disturbances.

There is a requirement, therefore, for close co-ordination between the limits adopted for emission and immunity. That is the principal function of the compatibility levels specified in this standard.

The disturbance phenomena covered are those that are conducted on the medium voltage networks of public ac power supply systems. In effect, the supply system, which is intended to be the channel through which electrical energy is conveyed from the generating stations to the utilising equipment, also, unintentionally, is made the channel through which electromagnetic disturbances are conveyed from their sources to the equipment affected by them.

Three considerations have been borne in mind in setting the compatibility level for each phenomenon:

- the compatibility level is the level of the disturbance which can be expected in the environment, allowing for a small probability (< 5 %) of its being exceeded. For some disturbance phenomena severity levels are rising, and therefore a long-term perspective is required;
- it is a disturbance level which can be maintained by implementing practicable limits on emissions;
- it is the level of disturbance from which, with a suitable margin, equipment operating in the relevant environment must have immunity.

#### A.2 Relation between compatibility level and immunity levels

For each disturbance phenomenon, the compatibility level must be recognised as the level of severity which can exist in the relevant environment. All equipment intended for operation in that environment requires to have immunity at least at that level of disturbance. Normally a margin will be provided between the compatibility and immunity levels, appropriate to the equipment concerned.

De plus, les niveaux de compatibilité ont été fixés pour les perturbations, considérées individuellement et, dans le cas des harmoniques et des interharmoniques, pour des fréquences individuelles. En pratique, il faut admettre que plusieurs perturbations coexistent généralement dans l'environnement et que les performances de certains matériels peuvent être dégradées en présence d'une combinaison particulière de perturbations, même si chacune est inférieure au niveau de compatibilité correspondant.

Par exemple, dans le cas des harmoniques et des interharmoniques, certaines combinaisons de fréquences, d'amplitudes et de phases peuvent considérablement modifier la valeur crête de la tension, et/ou son point de passage par zéro. La présence d'autres perturbations peut encore compliquer la situation.

Dans la mesure où le nombre de combinaisons possible est infini, il est impossible de fixer des niveaux de compatibilité pour les combinaisons de perturbations.

Ainsi, s'il existe une combinaison de perturbations inférieures aux niveaux de compatibilité, conduisant à une dégradation des performances d'un produit donné, il faut identifier cette combinaison afin que l'immunité du produit soit spécifiée en conséquence.

### A.3 Relation entre niveau de compatibilité et limite d'émission

Il faut tout d'abord noter que certaines perturbations trouvent leur origine dans des phénomènes atmosphériques, notamment la foudre, ou dans la réponse normale et inévitable du réseau d'alimentation, correctement conçu, aux défauts électriques ou à la commutation de charges ou d'équipements particuliers. Dans cette catégorie figurent les surtensions transitoires, les creux de tension et les coupures brèves de l'alimentation. Aucune limite d'émission ne peut être définie pour ces phénomènes dans la mesure où les sources de perturbation sont en grande partie incontrôlables. Dans ce cas, les niveaux de compatibilité reflètent la sévérité des perturbations qui peuvent être attendues en pratique.

Toutefois, de nombreuses perturbations trouvent leur origine dans les applications de l'électricité raccordées au réseau public ou, dans une moindre mesure, dans le matériel de réseau lui-même. Les perturbations surviennent lorsque de tels équipements absorbent un courant qui n'est pas une fonction constante ou régulière de la tension d'alimentation, mais qui présente des variations soudaines ou qui ne suit pas le cycle complet de l'onde de tension. Ces courants déformés circulent à travers les impédances du réseau d'alimentation et engendrent des déformations analogues sur la tension.

Bien que la réduction de l'impédance du réseau soit parfois nécessaire pour atténuer les effets de certaines sources de perturbations particulières, ces impédances sont le plus souvent fixées sur la base de considérations telles que le réglage de tension et autres considérations, sans relation avec l'atténuation des perturbations.

Les déformations de la tension sont, à leur tour, conduites vers d'autres équipements qui y sont parfois sensibles. Les niveaux de perturbations présents aux bornes de ces équipements dépendent du type, du nombre, et de l'emplacement des matériels perturbateurs fonctionnant à un instant donné et également de la manière dont les perturbations issues de ces diverses sources se combinent ensemble pour produire des niveaux particuliers dans des endroits particuliers. Il convient que ces niveaux restent inférieurs aux niveaux de compatibilité.

Moreover, the compatibility levels have been set for the individual disturbance phenomena, and, in the case of harmonics and interharmonics, for individual frequencies. It must be recognised, however, that it is normal for several disturbance phenomena to co-exist in the environment, and that it is possible that the performance of some equipment can be degraded by a particular combination of disturbances, although each is at a level less than the compatibility level.

For example, in the case of harmonics and interharmonics, certain combinations of frequency, magnitude, and phasing can substantially alter the magnitude of the voltage peak and/or the point of zero crossing. Further complications can be added by the presence of other disturbances.

Because the number of permutations is infinite, it is not possible to set compatibility levels for combinations of disturbances.

Therefore if, within the compatibility levels, there is some combination of disturbances which could degrade the performance of a particular product, that combination needs to be identified for the product concerned, so that its immunity requirements can be considered accordingly.

### **A.3 Relation between compatibility level and emission limits**

It must first be noted that some disturbances have their sources in atmospheric phenomena, especially lightning, or in the normal and unavoidable response of a well-designed supply system to electrical faults or to the switching of load or of particular devices. The principal disturbances in this category are transient overvoltages, voltage dips and short supply interruptions. Emission limits cannot be assigned for these phenomena, since the emission sources are largely uncontrollable. In their case the compatibility level is intended to reflect the level of severity which can be expected in practice.

Many disturbances, however, have their sources in the equipment by which the public electricity supply is utilised, or, to a small extent, in equipment forming part of the supply system itself. The disturbance arises when such equipment draws a current which is not a regular or constant function of the voltage supplied, but contains abrupt variations or fails to follow the complete cycle of the voltage waveform. These irregular currents flow through the impedances of the supply networks and create corresponding irregularities in the voltage.

Although reduction of some of the network impedances is sometimes considered in order to mitigate the effects of a specific source of disturbance, the general case is that they are fixed, largely on the basis of voltage regulation and other considerations not concerned with disturbance mitigation.

The voltage irregularities are, in turn, conducted to other equipment, some of which they can disturb. The severity levels at which they reach the other equipment depend on the types of equipment which form the sources of the emissions, the number and location of such sources operating at any given time, and on how the emissions from these diverse sources combine together to yield particular levels of disturbance at particular locations. These levels should not exceed the compatibility level.

La relation qui existe entre le niveau de compatibilité et les limites d'émission est donc plus complexe que celle qui existe entre le niveau de compatibilité et le niveau d'immunité. D'une part, les sources de perturbations sont très variées. D'autre part, et tout particulièrement dans le cas de perturbations basse fréquence, la limite imposée à chaque source tient compte du fait que les perturbations émises par une source se combinent avec celles produites par un grand nombre de sources semblables qui combinées ensemble produisent le niveau de perturbation dans l'environnement représenté par le niveau de compatibilité. De plus, beaucoup de limites d'émission sont exprimées en courant, alors que les niveaux de compatibilité sont exprimés en tension pour la plupart des perturbations. (Ceci rend nécessaire la prise en compte de l'impédance du réseau.)

Néanmoins, l'application de limites d'émission permet de garantir que les niveaux de perturbation réels ne dépasseront pas le niveau de compatibilité, en dehors des cas faiblement probables acceptés en CEM.

Ceci signifie que les limites d'émission relatives à un type d'équipement donné ne peuvent pas être définies indépendamment mais qu'il faut, pour chaque perturbation, qu'elles soient coordonnées avec les limites imposées à tous les autres équipements générant cette perturbation. Il faut que la coordination soit telle que, lorsque toutes les sources respectent les limites qui leur sont individuellement imposées, et fonctionnent avec une simultanéité normale pour l'environnement correspondant, le niveau de perturbation résultant soit inférieur au niveau de compatibilité.

Les sources de perturbations sont extrêmement variées, mais il est utile de les diviser en deux grandes catégories:

- **Equipements et installations de forte puissance**

Par le passé, cette catégorie constituait pratiquement les seules sources de perturbations basse fréquence, comme les harmoniques et les fluctuations de tension. Une caractéristique importante de ces installations est que leur existence est toujours portée à la connaissance du fournisseur d'électricité qui a alors la possibilité, en collaboration avec l'exploitant ou le propriétaire de l'installation, de définir des conditions de fonctionnement permettant de limiter les émissions à un niveau acceptable et des conditions d'alimentation permettant de garantir que les perturbations produites ne perturberont pas d'autres équipements raccordés au réseau d'alimentation. La solution est spécifique au lieu considéré.

- **Appareils de faible puissance**

Dans une mesure toujours croissante, les appareils de relativement faible puissance, largement utilisés dans les installations domestiques, tertiaires et dans la petite industrie constituent des sources significatives de perturbations basse fréquence. Ces appareils sont achetés librement et installés généralement à l'insu du distributeur d'électricité. Dans l'absolu, l'émission d'un de ces appareils, pris individuellement, est faible, mais un grand nombre d'entre eux est raccordé au réseau et ils peuvent représenter 50 % de la consommation d'électricité. De plus, l'émission de la plupart de ces appareils est importante, comparativement à leur puissance nominale. Ce type de matériel est donc devenu une source importante et croissante de perturbations basse fréquence. La seule solution permettant de contrôler ces émissions est de s'assurer que les appareils sont conçus et construits conformément aux normes fixant les limites d'émission appropriées.

Ainsi, dans le but de conserver le niveau de compatibilité comme une indication réaliste du niveau de perturbation maximal probable dans l'environnement électromagnétique, il est nécessaire de coordonner de manière cohérente les limites d'émission adoptées pour cette large gamme de produits, depuis les installations de forte puissance portées à la connaissance du fournisseur d'électricité jusqu'aux appareils de faible puissance que les utilisateurs installent à discrédition.

NOTE Les installations considérées spécifiquement par le fournisseur d'électricité peuvent comporter un grand nombre d'équipements professionnels de faible puissance. Dans ce cas, cependant, les émissions sont ramenées à l'ensemble de l'installation et on n'applique pas de limites individuelles aux équipements.

Therefore, emission limits have a more complex relation with the compatibility level than immunity levels. Not only are the sources of emission highly diverse, but also, especially in the case of low-frequency disturbances, any source to which a limit is to be applied is only one of many sources combining together to produce the environmental disturbance level represented by the compatibility level. Moreover, many emission limits are expressed in terms of current, although the compatibility levels are expressed in terms of voltage for most types of disturbances. (This makes it necessary to consider network impedances)

Nevertheless, the objective of setting emission limits is to ensure that actual disturbance levels will not exceed the compatibility level, apart from the low-probability events that are accepted in EMC.

This means that emission limits for equipment of any particular type cannot be established independently, but must, for each disturbance phenomenon, be co-ordinated with the limits set for all other sources of the same disturbance. The co-ordination must be such that when all sources are complying with their individual limits, and are acting together to the degree that can be expected in the relevant environment, the resulting disturbance level is less than the compatibility level.

The sources of emission are extremely diverse, but it is useful to divide them into two broad categories:

- **Large equipment and installations**

At one time these were almost the only significant sources of low-frequency emissions such as harmonics and voltage fluctuations. The important point relating to them is that they are always brought to the attention of the electricity supplier, who therefore has the opportunity, together with the operator or owner of the disturbing equipment, to devise an operating regime intended to maintain emissions within acceptable limits, and a method of supply which can ensure that emissions within those limits are unlikely to disturb other equipment connected to the supply network. This solution is specific to the location involved.

- **Small equipment**

To an ever increasing extent equipment of relatively low power, widely used in domestic, commercial and the smaller industrial premises, is the source of high levels of low frequency disturbances. This equipment is purchased on the open market and is generally installed and operated without reference to the electricity supplier. The emissions from any single piece of equipment are small in absolute terms, but the total number connected is very large and may account for 50 % of system demand. Moreover, for much of this equipment the emissions are large relative to the rated power. Therefore this type of equipment has become a large and increasing source of low frequency disturbances. The only feasible method of controlling these emissions is to ensure that the equipment is designed and manufactured in compliance with appropriate emission limits.

Thus, in order to maintain the compatibility level as a true indication of the maximum probable level of disturbance in the electromagnetic environment, it is necessary to co-ordinate in a coherent manner the emission limits adopted for this wide range of products, including both the larger installations which are brought to the notice of the electricity supplier and the smaller equipment which the user installs at his own discretion.

**NOTE** Installations which are considered specifically by the electricity supplier may contain large numbers of low power professional equipment. In that case, however, emissions are considered in relation to the installation as a whole, without imposing limits on the individual items.

#### A.4 Niveaux de planification

En ce qui concerne les charges de forte puissance et les installations, un rôle particulier est dévolu aux responsables du réseau d'alimentation. Ils utilisent la notion de niveau de planification, tel que défini au 3.1.5, pour déterminer les limites d'émission applicables à ces installations.

Les niveaux de planification s'appliquent en premier lieu aux réseaux moyenne et haute tension. Cependant, les perturbations conduites basse fréquence se propagent dans les deux directions entre les réseaux basse tension et les niveaux de tension supérieurs. Il faut donc que la coordination des limites d'émission prenne en compte l'ensemble des niveaux de tension.

L'utilisation des niveaux de planification est décrite dans les rapports techniques CEI 61000-3-6 et CEI 61000-3-7. Les points importants sont les suivants.

- Le niveau de planification est une valeur choisie par l'entité responsable de la planification et de l'exploitation du réseau d'alimentation dans une zone donnée. Il est utilisé pour fixer les limites d'émission applicables aux installations et aux charges de forte puissance devant être raccordées au réseau dans cette zone. Il aide à partager les limitations d'émissions aussi équitablement que possible.
- Le niveau de planification ne peut pas être supérieur au niveau de compatibilité. On conserve généralement entre eux une marge fonction de certains facteurs comme le type de perturbation concerné, la structure et les caractéristiques électriques du réseau d'alimentation (correctement conçu et entretenu), les niveaux de perturbation préexistants sur le réseau, la possibilité d'une résonance, et les profils de charge. Il dépend donc du point considéré.
- Bien que le niveau de planification soit principalement lié aux équipements de forte puissance et aux installations, il faut prendre en compte la présence de nombreuses autres sources perturbatrices, notamment celle d'un grand nombre d'appareils de faible puissance raccordés en basse tension. La marge disponible pour tolérer l'émission des installations de forte puissance dépend en pratique de l'efficacité des limites imposées aux appareils de faible puissance. Toute difficulté sur ce plan est le signe qu'il faut que des règles d'émission plus strictes soient appliquées aux appareils de faible puissance. Il s'agit principalement de s'assurer que le niveau de perturbation prévu ne dépasse pas le niveau de compatibilité.

#### A.5 Illustration des niveaux de compatibilité, d'émission, d'immunité et de planification

Les diverses limites et niveaux CEM sont représentés à la Figure A.1. Bien qu'elle ne soit pas exacte d'un point de vue mathématique, cette figure illustre les relations entre les différentes valeurs. La signification de la figure est intentionnellement schématique. En particulier, les positions relatives des deux courbes montrent qu'un recouvrement peut apparaître, mais ne doivent pas être interprétées comme une indication précise de la taille de recouvrement.

#### A.4 Planning levels

For large loads and installations those responsible for the power supply system have a particular role. In determining the appropriate emission limits for such installations they use the concept of planning level, as defined in 3.1.5.

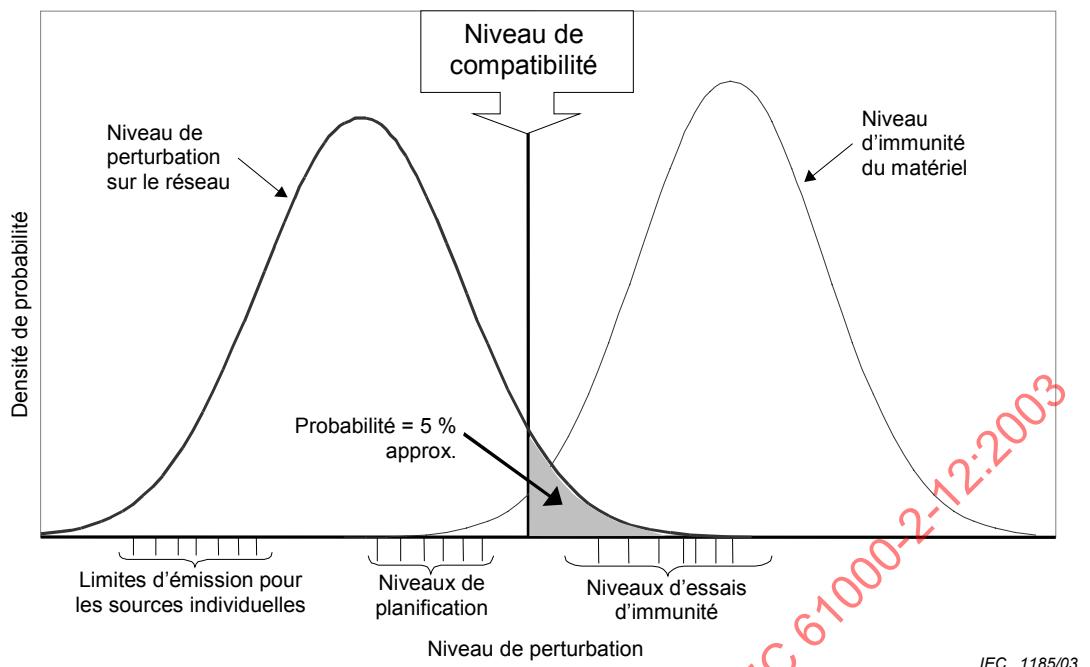
At present, planning levels are relevant primarily to medium voltage and higher voltage networks. However, low frequency conducted disturbances pass in both directions between low voltage and the higher voltage networks. The co-ordination of emission limits must take account of all voltage levels.

The use of planning levels is described in the technical reports IEC 61000-3-6 and IEC 61000-3-7. The important points are as follows.

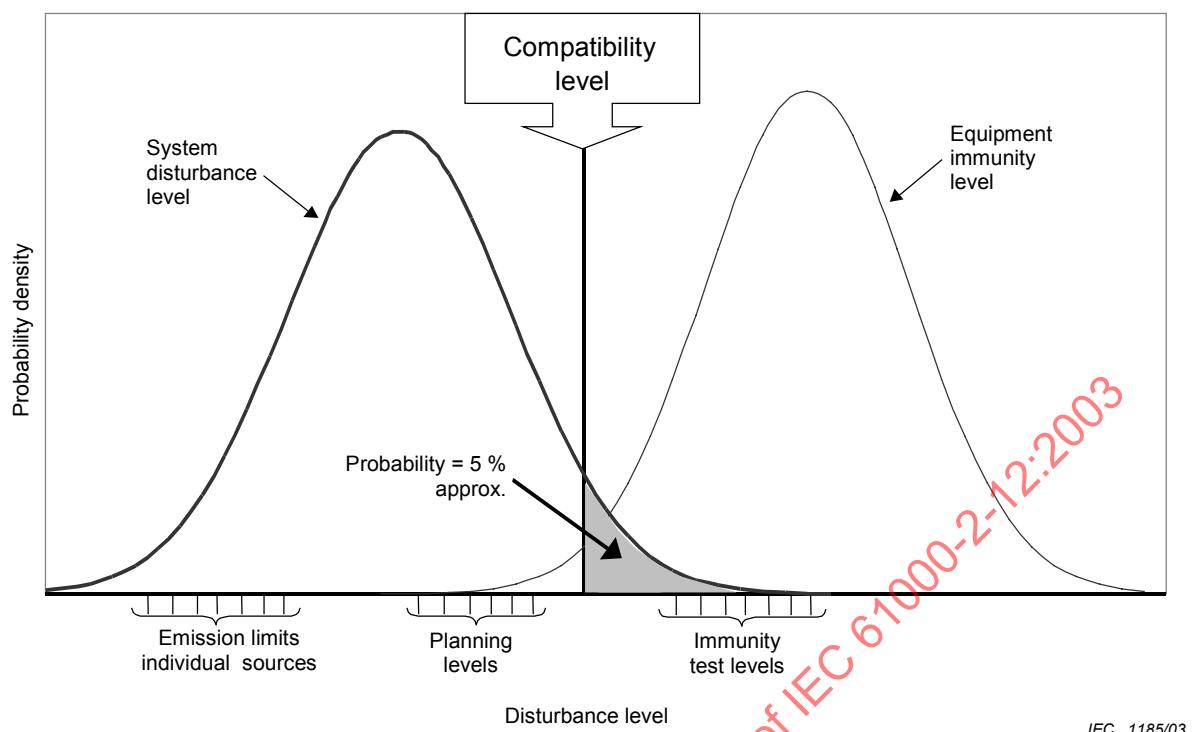
- The planning level is a value adopted by the body responsible for planning and operating the power supply system in a particular area, and is used in setting emission limits for large loads and installations which are to be connected to the system in that area. It is used as an aid in distributing the emission limitation burden as equitably as possible.
- The planning level cannot be higher than the compatibility level. Generally, it is lower by a margin which depends on factors such as the disturbance phenomenon involved, the structure and electrical characteristics of the supply network (provided it is adequately designed and maintained), the background levels of disturbance, the possibility of resonance, and load profiles. It is, therefore, locally specific.
- Although the planning level is related mainly to large equipment and installations, account must be taken also of the many other sources of disturbance, notably numerous low-power equipment connected at low voltage. The margin available to accommodate emissions from large installations depends on how effectively limits are applied to the low power equipment. Any difficulty in this regard is an indication that a stricter approach to emissions from low power equipment is required. The over-riding objective is to ensure that the predicted level of disturbance does not exceed the compatibility level.

#### A.5 Illustration of compatibility, emission, immunity and planning levels

The various EMC levels and limits are shown in Figure A.1. Although not exact mathematically, it illustrates the relationships between the values. The figure is intended to have schematic significance only. In particular, the relative positions of the two curves show that overlap can occur, but should not be interpreted as an accurate indication of the extent of the overlap.



**Figure A.1 – Relation entre les niveaux de compatibilité, d'immunité, de planification et d'émission**



**Figure A.1 – Relation between compatibility, immunity, planning and emission levels**

IEC 1185/03

## Annexe B (informative)

### Présentation de quelques perturbations

#### B.1 Décomposition de tensions ou courants non sinusoïdaux

La distorsion de la tension d'alimentation – par rapport à la forme d'onde sinusoïdale – est équivalente à la superposition sur la tension idéale d'une ou plusieurs tensions sinusoïdales à des fréquences indésirables. (Il en va de même pour les courants. Dans la suite de cette annexe, tensions et courants sont désignés par le terme « quantités »).

L'analyse en série de Fourier (VEI 101-13-08) permet de décomposer une fonction non sinusoïdale mais périodique en une somme de composantes, l'une continue, et les autres sinusoïdales dont les fréquences forment une suite. La fréquence la plus basse de la série est nommée composante fondamentale (VEI 101-14-49). Les autres fréquences de la série sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale et sont nommées fréquences harmoniques. On fait référence à ces composantes de la quantité périodique respectivement en tant que composante fondamentale et composantes harmoniques.

La transformée de Fourier (VEI 101-13-09) peut être appliquée à une fonction quelconque, périodique ou non périodique. Le résultat de la transformation est un spectre dans le domaine fréquentiel qui, dans le cas d'une fonction du temps non périodique, est une fonction continue sans composante fondamentale. Le cas particulier de l'application à une fonction périodique montre des raies spectrales dans le domaine fréquentiel, où les raies du spectre sont le fondamental et les harmoniques de la série de Fourier correspondante.

La Transformée de Fourier Discrète (DFT – Discrete Fourier Transform) est l'application numérique de la Transformée de Fourier. Dans la pratique, le signal est analysé sur une période de temps limité (une fenêtre d'observation de durée  $T_w$ ) qu'utilise un nombre fini ( $M$ ) d'échantillons du signal réel. Le résultat de la DFT dépend du choix des paramètres  $T_w$  et  $M$ . L'inverse de  $T_w$  est la fréquence de base  $f_b$  de la DFT.

La DFT est appliquée au signal mesuré à l'intérieur de la fenêtre d'observation. Le signal n'est pas analysé en-dehors de la fenêtre d'observation, mais il est supposé s'y répéter identique à lui-même. Il en résulte une approximation du signal réel au moyen d'un signal virtuel qui est rigoureusement périodique et dont la période est la durée de la fenêtre d'observation.

La transformée rapide de Fourier (FFT – Fast Fourier Transform) est un algorithme particulier, permettant de réduire significativement les temps de calcul. Cet algorithme demande que le nombre d'échantillons ( $M$ ) soit un multiple entier de 2 ( $M = 2^i$ ). (En d'autres termes, que la fréquence d'échantillonnage soit égale à une puissance fixe de 2 fois la fréquence fondamentale). Cependant, les processeurs modernes permettant le traitement numérique des signaux ont de telles performances que les calculs complexes supplémentaires liés à la DFT (tables de fonctions sinus et cosinus) peuvent s'avérer plus simples et économiques que la mise en œuvre d'une FFT asservie en fréquence.

Pour que le résultat de la DFT appliquée à une fonction considérée comme périodique (voir B.1.1) soit le même que le résultat donné par une analyse en série de Fourier, la fréquence fondamentale  $f_f$  doit être un multiple entier de la fréquence de base (cela exige que la fréquence d'échantillonnage soit rigoureusement un multiple entier de la fréquence de base [ $f_s = M \times f_b$ ]). La synchronisation de l'échantillonnage est essentielle. En effet, une perte de synchronisme peut altérer le spectre, ajouter des raies supplémentaires et changer l'amplitude des raies réelles.

## Annex B (informative)

### Discussion of some disturbance phenomena

#### B.1 Resolution of non-sinusoidal voltages and currents

The distortion of the supply voltage from its intended sinusoidal wave shape is equivalent to the superposition on the intended voltage of one or more sinusoidal voltages at unwanted frequencies. (The discussion below is valid for both voltage and current – therefore the word “quantity” is used).

Fourier series analysis (IEV 101-13-08) enables any non-sinusoidal but periodic quantity to be resolved into truly sinusoidal components at a series of frequencies, and in addition, a d.c. component. The lowest frequency of the series is called the fundamental component (IEV 101-14-49). The other frequencies in the series are integer multiples of the fundamental frequency, and are called harmonic frequencies. The corresponding components of the periodic quantity are referred to as the fundamental and harmonic components, respectively.

The Fourier transform (IEV 101-13-09) may be applied to any function, periodic or non-periodic. The result of the transform is a spectrum in the frequency domain, which in the case of a non-periodic time function is continuous and has no fundamental component. The particular case of application to a periodic function shows a lines spectrum in the frequency domain, where the lines of the spectrum are the fundamental and harmonics of the corresponding Fourier series.

The Discrete Fourier Transform (DFT) is the practical application of the Fourier transform. In practice the signal is analysed over a limited period of time (a window with duration  $T_w$ ) using a limited number ( $M$ ) of samples of the actual signal. The result of the DFT depends on the choice of these parameters,  $T_w$  and  $M$ . The inverse of  $T_w$  is the basic frequency of the DFT,  $f_b$ .

The DFT is applied to the actual signal inside the window. The signal is not processed outside the window but is assumed to be an identical repetition of the signal inside the window. Thus the actual signal is approximated by a virtual signal which is truly periodic and whose period is the time window.

The FFT (Fast Fourier Transform) is a special algorithm allowing short computation time. It requires the number of samples ( $M$ ) to be an integer multiple of 2 ( $M = 2^i$ ). (In other words, it requires the sampling frequency to be a locked integer power of 2 of the fundamental) However, modern digital signal processors have such capability that the extra complexity in a DFT (tables of sine and cosine functions) can be more economic and flexible than the frequency locked FFTs.

In order that the result of the DFT, applied to a function considered as periodic (see B.1.1), is the same as the result of a Fourier series analysis, the fundamental frequency  $f_f$  is made an integer multiple of the basic frequency (this requires the sampling frequency to be an exact integer multiple of the basic frequency [ $f_s = M \times f_b$ ]). The synchronous sampling is essential. Loss of synchronism can change the spectrum result, making extra lines appear and changing the amplitudes of true lines.

En conséquence, les techniques de mesure définies dans la CEI 61000-4-7 (future édition), ainsi que la définition de la fréquence fondamentale en 3.2.1, sont cohérentes pour l'application au domaine de l'électrotechnique et de l'électronique de puissance. Les autres cas demandent un examen complémentaire.

Pour illustrer ces propos, on examine la superposition d'un système de télécommande centralisée dont le signal serait sinusoïdal à 175 Hz, sur la tension sinusoïdale à 50 Hz d'un réseau de distribution d'énergie.

Il en résulte un signal périodique dont la période est de 40 ms et une fréquence de 25 Hz. L'application de l'analyse en série de Fourier à cette tension conduit à une composante fondamentale de 25 Hz d'amplitude nulle et deux composantes harmoniques d'amplitude non nulle, l'harmonique de rang 2 (50 Hz) avec une amplitude égale à celle de la tension d'alimentation et l'harmonique de rang 7 (175 Hz) avec une amplitude égale à celle du système de télécommande centralisée. Les définitions en 3.2 évitent la confusion implicite résultant de cette analyse et fournissent un résultat conforme à la pratique de la DFT (telle que décrite dans la CEI 61000-4-7), établissant le fondamental à 50 Hz et un interharmonique d'ordre 3,5.

NOTE 1 Lorsqu'on analyse la tension d'un système de distribution d'énergie, la composante à la fréquence fondamentale est la composante de plus grande amplitude. Ce n'est pas nécessairement la première raie du spectre obtenue en appliquant une DFT à la fonction temporelle.

NOTE 2 Lorsqu'on analyse un courant, la composante à la fréquence fondamentale n'est pas nécessairement la composante de plus grande amplitude.

### B.1.1 Phénomènes variables avec le temps

Les tensions et courants d'un réseau de distribution d'électricité sont typiquement affectés par des commutations incessantes et des variations de charge aussi bien linéaires que non linéaires. Cependant, à des fins d'analyse, ils sont considérés comme stationnaires à l'intérieur de la fenêtre d'observation (approximativement 200 ms), qui est un multiple entier de la période de la tension d'alimentation. Les analyseurs d'harmoniques sont conçus pour donner le meilleur compromis que la technologie peut offrir (voir CEI 61000-4-7).

### B.1.2 Définition de termes complémentaires

Les définitions suivantes sont complémentaires de celles données en 3.2 et peuvent être d'un usage commode.

#### B.1.2.1

##### résidu total de distorsion

grandeur obtenue en retranchant d'une grandeur alternative sa composante fondamentale, toutes les grandeurs étant traitées en tant que fonctions du temps

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

où:

$Q$  est la valeur efficace totale de la grandeur (tension ou courant);

$Q_1$  est la valeur efficace de la composante fondamentale.

Le résidu total de distorsion inclut à la fois les composantes harmoniques et les composantes interharmoniques. Voir également VEI 101-14-54 et VEI 551-20-11.

#### B.1.2.2

##### taux de distorsion total

##### TDR

rapport de la valeur efficace du résidu total de distorsion à la valeur efficace de la composante fondamentale d'une grandeur alternative [VEI 551-20-14 modifié]

Accordingly, the measurement techniques defined in IEC 61000-4-7 (future edition) and the definition of the fundamental frequency in 3.2.1 are consistent for application to all electrotechnical and power electronics items. Other cases need further consideration.

As an illustration, the superposition of a sinusoidal ripple control signal at 175 Hz on a sinusoidal 50 Hz supply voltage may be considered.

This results in a periodic voltage having a period of 40 ms and a frequency of 25 Hz. A classical Fourier series analysis of this voltage yields a fundamental component of 25 Hz with zero amplitude and two components with non-zero amplitude, a 2nd harmonic (50 Hz) with amplitude equal to that of the supply voltage and a 7th harmonic (175 Hz) with an amplitude equal to that of the ripple control signal. The definitions in 3.2 avoid the confusion implicit in this approach, and produce a result in line with the common practice of the DFT (as described in IEC 61000-4-7), showing a fundamental at 50 Hz and an interharmonic of order 3.5.

NOTE 1 When analysing the voltage of a power supply system, the component at the fundamental frequency is the component of the highest amplitude. This is not necessarily the first line in the spectrum obtained when applying a DFT to the time function.

NOTE 2 When analysing a current, the component at the fundamental frequency is not necessarily the component of the highest amplitude.

### B.1.1 Time varying phenomena

The voltages and currents of a typical electricity supply system are affected by incessant switching and variation of both linear and non-linear loads. However, for analysis purposes they are considered as stationary within the measurement window (approximately 200 ms), which is an integer multiple of the period of the power supply voltage. Harmonic analysers are designed to give the best compromise that technology can provide (see IEC 61000-4-7).

### B.1.2 Definitions of additional terms

The following definitions are complementary to those given in 3.2, and may be of practical use.

#### B.1.2.1

##### **total distortion content**

quantity remaining when the fundamental component is subtracted from an alternating quantity, all being treated as functions of time

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

where

$Q$  is the total r.m.s. value, representing either current or voltage;

$Q_1$  is the r.m.s. value of the fundamental component.

Total distortion content includes both harmonic and interharmonic components. See also IEV 101-14-54 and IEV 551-20-11.

#### B.1.2.2

##### **total distortion ratio**

##### **TDR**

ratio of the r.m.s. value of the total distortion content to the r.m.s. value of the fundamental component of an alternating quantity [IEV 551-20-14 modified]

$$TDR = \frac{TDC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

avec les mêmes notations qu'en B.1.2.1.

## B.2 Interharmoniques et composantes de tension aux fréquences supérieures au rang 50

### B.2.1 Sources de tensions et de courants indésirables

Les réseaux de distribution publics sont conçus pour délivrer une tension alternative à la fréquence de 50 Hz ou 60 Hz. Dans la mesure du possible, il est souhaitable d'éviter sur ces réseaux la présence de tensions à d'autres fréquences. Toutefois, les nouvelles applications de l'électricité tendent à superposer à l'onde de tension initiale des fréquences indésirables. Ces fréquences indésirables sont principalement produites par les modules de conversion électronique de puissance qui sont de plus en plus souvent inclus dans les équipements électriques.

Quelques exemples typiques sont donnés ci-dessous.

- a) La plupart des composants électroniques nécessitent une alimentation à courant continu. A défaut de batteries ou d'une autre forme d'alimentation continue, il est habituel d'utiliser un module électronique qui extrait la puissance nécessaire de l'alimentation alternative et la restitue aux composants via une tension continue. L'alimentation à découpage est le dispositif le plus fréquemment utilisé pour cela. Cette technique entraîne une absorption largement non linéaire de puissance sur le réseau d'alimentation, ce qui se traduit par l'émission d'un grand nombre de fréquences harmoniques et interharmoniques, parfois au-delà du rang 50. Lorsque ces courants circulent à travers l'impédance du réseau, ils donnent naissance à des tensions aux fréquences correspondantes. Celles-ci se superposent alors à la tension d'alimentation délivrée à l'ensemble des utilisateurs. Aux fréquences élevées, les émetteurs peuvent généralement être modélisés comme des sources de tension.
- b) Certaines applications électriques nécessitent une fréquence d'alimentation alternative différente de celle du réseau. C'est notamment le cas des équipements à vitesse variable ou ajustable. Ici encore, la conversion est réalisée par un dispositif électronique qui extrait la puissance nécessaire de l'alimentation et la restitue en aval via une tension à la fréquence voulue. Vus du réseau d'alimentation, ces dispositifs sont sources de courants additionnelles à de nombreuses fréquences. Bien que les fréquences harmoniques soient généralement les plus significatives, certains types de convertisseurs produisent également des interharmoniques.

Les onduleurs fonctionnant en source de tension et équipés de convertisseurs commandés par modulation de largeur d'impulsion côté réseau génèrent des harmoniques de la fréquence de modulation, qui n'est pas synchronisée avec la fréquence du réseau. (La fréquence de ces harmoniques est généralement élevée: fréquence de commutation et ses harmoniques). Les équipements de forte puissance, typiquement au-dessus de 1 MW, connectés aux réseaux moyenne ou haute tension utilisent des cycloconvertisseurs ou des onduleurs fonctionnant en source de courant, à une fréquence sans synchronisation avec celle du réseau. Ils peuvent produire des interharmoniques liés au couplage résiduel entre le moteur et le réseau.

D'un point de vue général, les convertisseurs statiques de fréquence peuvent produire des fréquences discrètes entre 0 Hz et 2 500 Hz, voire au-delà (voir CEI 61000-2-4, Annexe C).

- c) Les fours à arc produisent une grande quantité interharmoniques et de composantes à des fréquences supérieures au rang 50. Il s'agit également d'équipements de forte puissance et donc non destinés à être connectés aux réseaux publics basse tension.