



# TECHNICAL REPORT

# RAPPORT TECHNIQUE

BASIC EMC PUBLICATION  
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –  
Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics,  
voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing  
installations to LV power systems**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –  
Partie 3-14: Evaluation des limites d'émission pour les harmoniques, les  
interharmoniques, les fluctuations et les déséquilibres de tension lors du  
raccordement d'installations perturbatrices aux réseaux d'alimentation à basse  
tension (BT)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10

ISBN 978-2-8322-5299-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references .....	10
3 Terms and definitions .....	11
4 Basic EMC concepts.....	18
4.1 General .....	18
4.2 Compatibility levels .....	18
4.2.1 General .....	18
4.2.2 Harmonics .....	18
4.2.3 Interharmonics.....	19
4.2.4 Voltage fluctuations .....	20
4.2.5 Unbalance .....	20
4.3 Planning levels.....	20
4.3.1 Indicative values of planning levels.....	20
4.3.2 Assessment procedure for evaluation against planning levels.....	21
4.4 Illustration of EMC concepts.....	22
4.5 Emission levels .....	23
5 General principles .....	24
5.1 General.....	24
5.2 Stage 1: simplified evaluation of disturbance emission .....	24
5.3 Stage 2: emission limits relative to actual system characteristics.....	25
5.4 Stage 3: acceptance of higher emission levels on a conditional basis.....	25
5.5 Responsibilities .....	26
6 General guidelines for the assessment of emission levels .....	26
6.1 Point of evaluation.....	26
6.2 Concept of emission level.....	26
6.3 Operating conditions .....	27
6.4 System impedance characteristics.....	28
7 General summation law .....	28
7.1 General.....	28
7.2 For harmonics .....	29
7.3 For flicker and rapid voltage changes .....	29
7.4 For voltage unbalance .....	29
8 Harmonic emission limits for distorting installations in LV systems .....	30
8.1 Stage 1: simplified evaluation of disturbance emission .....	30
8.2 Stage 2: emission limits relative to actual system characteristics.....	31
8.2.1 General .....	31
8.2.2 Global emission to be shared between the customers.....	31
8.2.3 Individual emission limits .....	32
8.2.4 Alternative methods for stage 2 .....	34
8.3 Stage 3: acceptance of higher emission levels on a conditional basis.....	34
8.4 Emission limits for interharmonics .....	34
9 Voltage fluctuation emission limits for installations in LV systems.....	35
9.1 Stage 1: simplified evaluation of disturbance emission .....	35
9.2 Stage 2: emission limits relative to actual system characteristics.....	36

9.2.1	General .....	36
9.2.2	Global emission to be shared between the customers' installations .....	36
9.2.3	Individual emission limits .....	37
9.3	Stage 3: acceptance of higher emission levels on a conditional basis .....	38
9.4	Rapid voltage changes .....	38
9.4.1	General considerations .....	38
9.4.2	Emission limits .....	39
10	Unbalance emission limits for unbalanced installations in LV systems .....	39
10.1	General .....	39
10.2	Stage 1: simplified evaluation of disturbance emission .....	39
10.3	Stage 2: emission limits relative to actual system characteristics .....	40
10.3.1	General .....	40
10.3.2	Global emission to be shared between the sources of unbalance .....	40
10.3.3	Individual emission limits .....	41
10.4	Stage 3: acceptance of higher emission levels on a conditional basis .....	43
11	Summary diagrams of the evaluation procedure .....	43
Annex A (informative)	Example of application of the general method for the derivation of limits for a specific type of LV networks .....	47
Annex B (informative)	Example of application of the general method for the calculation of emission limits for a specific installation .....	59
Annex C (informative)	Harmonic emission limits at stage 2 .....	64
Annex D (informative)	Calculation of the reduction factors for harmonics and unbalance .....	77
Annex E (informative)	Example of method to allocate harmonic emission limits at stage 3 .....	88
Annex F (informative)	Example of application of the approach presented in Annex E .....	93
Annex G (informative)	List of principal letter symbols, subscripts and symbols .....	98
Bibliography	.....	102
Figure 1	– Illustration of basic voltage quality concepts with time/location statistics covering the whole system .....	22
Figure 2	– Illustration of basic voltage quality concepts with time statistics relevant to one site within the whole system .....	23
Figure 3	– Illustration of the emission vector $U_{di}$ and its contribution to the measured disturbance vector $U_d$ at the point of evaluation .....	27
Figure 4	– Simplified scheme of an LV public system for harmonics .....	32
Figure 5	– Equivalent circuit and vector diagram for simple assessments .....	38
Figure 6	– Example of rapid voltage change associated with motor starting .....	38
Figure 7	– Simplified scheme of an LV public system for unbalance .....	41
Figure 8	– Diagram of evaluation procedure for harmonics .....	44
Figure 9	– Diagram of evaluation procedure for voltage fluctuations .....	45
Figure 10	– Diagram of evaluation procedure for unbalance .....	46
Figure A.1	– Simplified scheme of an LV public system for the calculation of harmonic voltage levels .....	51
Figure C.1	– Scheme of an LV public system .....	65
Figure C.2	– Scheme of an LV public system in order to work out the global emission to be shared between the customers .....	66

Figure C.3 – Simplified scheme of an LV public system in order to work out the condition at the LV busbar .....	68
Figure C.4 – Simplified scheme of an LV public system in order to work out the condition for the LV feeder to which a large installation is connected .....	71
Figure D.1 – General scheme of an LV public system .....	78
Figure D.2 – Simplification of the general scheme of an LV public system for the calculation of harmonic voltage levels at node Ni – 1st step.....	79
Figure D.3 – Simplification of the general scheme of an LV public system for the calculation of harmonic voltage levels at node Ni – 2nd step.....	79
Figure D.4 – Simplified scheme of an LV public system for the calculation of harmonic voltage levels at the far end of LV feeders .....	81
Figure D.5 – Simplified scheme of an LV public system for the calculation of voltage unbalance levels at the far end of LV feeders .....	85
Figure E.1 – LV system under study .....	88
Figure E.2 – Large installation components .....	90
Figure F.1 – System under study .....	93
Figure F.2 – Data for large installations .....	95
Table 1 – Compatibility levels for individual harmonic voltages in LV networks (percent of fundamental component) reproduced from IEC 61000-2-2.....	19
Table 2 – Compatibility levels for flicker in LV networks reproduced from IEC 61000-2-2 .....	20
Table 3 – Summation exponent for harmonics (indicative values) .....	29
Table 4 – Stage 1 limits for the relative power variations as a function of the number of voltage changes per minute .....	36
Table 5 – Minimum emission limits at LV .....	37
Table A.1– Example of maximum acceptable global contribution to harmonic voltages .....	48
Table A.2 – Influence of the total supply capacity of the LV system on ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ (example) .....	54
Table A.3 – Influence of the number of LV feeders on ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ (example).....	54
Table A.4 – Influence of the length of LV feeders on ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ (example).....	54
Table A.5 – Influence of the impedance of LV feeders on ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ (example) .....	55
Table A.6 – Influence of the (odd non-triplen) harmonic order on ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ (example) .....	55
Table A.7 – Influence of the summation law exponent on ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ (example).....	55
Table A.8 – ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ for an LV feeder length of 100 m (example).....	56
Table A.9 – ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ for an LV feeder length of 300 m (example).....	56
Table A.10 – ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ for an LV feeder length of 500 m (example).....	56
Table A.11 – ratio $U_{hB}/U_{hFj}$ for an LV feeder length of 1000 m (example).....	57
Table A.12 – Reduction factor $K_{hB}$ as a function of the harmonic order (example).....	58
Table B.1 – Example of conservative harmonic current emission limits for stage 1 assessment .....	60
Table B.2 – values of global parameters for harmonics .....	60
Table B.3 – Emission limits for harmonics (with a single value of $K_{hB}$ ) .....	61
Table B.4 – emission limits for harmonics ( $K_{hB}$ value depending on real network characteristics) .....	62
Table B.5 – Emission limit for voltage unbalance (with a single value of $K_{uB}$ ).....	63

Table D.1 – Summation law exponent values used for small installations.....	83
Table D.2 – values of the reduction factors in the case of a particular rural overhead LV system.....	84
Table D.3 – values of the reduction factors in the case of a particular urban underground LV system .....	84
Table D.4 – Example of typical values of the reduction factors $K_{hB}$ for harmonics .....	84
Table F.1 – Main system data .....	93
Table F.2 – Known large installation data .....	94
Table F.3 – Harmonic voltages due to large installations (all values are in pu, h has the value 5 and $A_h$ is provisionally taken as 1).....	97

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

#### **Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics, voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing installations to LV power systems**

#### FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 61000-3-14, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms part 3-14 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

The first edition of this technical report has been harmonised with IEC/TR 61000-3-6, IEC/TR 61000-3-7 and IEC/TR 61000-3-13.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
77A/741/DTR	77A/748/RVC

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

## 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 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: IEC 61000-6-1).

## ACKNOWLEDGEMENT

In 2002, the IEC subcommittee 77A made a request to Cigre study committee C4 and Cired study committee S2, to organize an appropriate technical forum (joint working group) whose main scope was to prepare, among other tasks, a technical report concerning emission limits for the connection of disturbing installations to LV public supply systems.

To this effect, joint working group CIGRE C4.103/ CIRED entitled "*Emission Limits for Disturbing Installations*" was appointed in 2003. The working group held 11 formal meetings dedicated to the revision of IEC/TR 61000-3-6 and IEC/TR 61000-3-7, and the preparation of two other technical reports on emission limits for voltage unbalance (IEC/TR 61000-3-13) and emission limits for disturbing installations connected at LV (this report).

Subsequent endorsement of the report by IEC was the responsibility of SC 77A.



## ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

### Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics, voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing installations to LV power systems

#### 1 Scope

This part of IEC 61000, which is informative in its nature, provides guidance on principles that can be used as the basis for determining the requirements for the connection of disturbing installations to low voltage (LV) public power systems. For the purposes of this part of IEC 61000, a disturbing installation means an installation (which may be a load or a generator) that produces disturbances: harmonics and/or interharmonics, voltage flicker and/or rapid voltage changes, and/or voltage unbalance. The primary objective is to provide guidance to system operators or owners for engineering practices, which will facilitate the provision of adequate service quality for all connected customer installations. In addressing installations, this report is not intended to replace equipment standards for emission limits.

NOTE 1 In this report, low voltage (LV) refers to  $U_n \leq 1$  kV.

This report addresses the allocation of the capacity of the system to absorb disturbances. It does not address how to mitigate disturbances, nor does it address how the capacity of the system can be increased.

This technical report only applies to installations connected to LV public power systems that supply or may supply other LV loads or installations. It is intended to apply to large installations exceeding a minimum size. This minimum size ( $S_{min}$ ) is to be specified by the system operator or owner depending on the system characteristics.

NOTE 2 Due to this minimum size, this report generally does not apply to residential customer's installations.

This technical report is not intended to set emission limits for individual pieces of equipment connected to LV systems. The emission limits for LV equipment are specified in the applicable IEC product family standards. The limits specified in these standards have been determined based on assumptions of the number, type and usage of equipment producing disturbances in an installation connected to a supply system and based on the reference impedance given in IEC 60725 considered to be representative of the source impedance for small residential installations. The assumptions may not apply to larger LV installations. Hence, the guidelines in this report are intended to provide methods for developing emission limits for such large installations.

NOTE 3 Compliance with emission limits determined by application of the methods in this report does not preclude any requirement to comply with equipment emission limits (as determined by national or regional regulatory requirements).

This technical report deals with low-frequency conducted disturbances emitted by LV installations. The disturbances considered are:

- harmonics and interharmonics;
- flicker and rapid voltage changes;
- unbalance (negative-sequence component).

Since the guidelines outlined in this report are necessarily based on certain simplifying assumptions, there is no guarantee that this approach will always provide the optimum solution for all situations. The recommended approach should be used with flexibility and

judgment as far as engineering is concerned, when applying the given assessment procedures in full or in part.

The system operator or owner is responsible for specifying requirements for the connection of disturbing installations to the system. The disturbing installation is to be understood as the customer's complete installation (i.e. including disturbing and non-disturbing parts).

This report provides recommended procedures for developing emission limits for large LV installations. In order for any network operator or owner to fully apply this report, an expert would need to derive appropriate factors for the specific types of LV networks operated.

NOTE 4 Simplification of emission limits by setting one set of tables for all LV networks may, in some cases, result in excessively conservative limits.

The main part of this report gives the general procedure to allocate emission limits for harmonics, voltage fluctuation and unbalance to large installations connected at LV.

Annexes to this report give additional information. In particular,

- Annex A gives a practical example of technical application at distribution expert level or national regulation level, in order to derive their own limits tailored on the specific characteristics of their networks from the general method.
- Annex B gives an example of practical application at distribution operator level for the connection of specific installations based on the local parameters of the LV network.
- Annex C and Annex D give details on the theoretical basis for the derivation and the understanding of the procedures in this report.

## 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 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*  
Amendment 1 (1997)  
Amendment 2 (1998)

IEC/TR 60725, *Consideration of reference impedances and public supply network impedances for use in determining disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current  $\leq 75$  A per phase*

IEC/TR 61000-2-1:1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-1: Environment – Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*

IEC 61000-2-2:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current  $\leq 16$  A per phase and not subject to conditional connection*

IEC/TR 61000-3-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems*

IEC/TR 61000-3-7:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating load installations to MV, HV and EHV power systems*

IEC 61000-3-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current  $\leq 75$  A and subject to conditional connection*

IEC 61000-3-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits – Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current  $> 16$  A and  $\leq 75$  A per phase*

IEC/TR 61000-3-13:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-13: Limits – Assessment of emission limits for the connection of unbalanced installations to MV, HV and EHV power systems*

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	108
INTRODUCTION.....	110
1 Domaine d'application .....	112
2 Références normatives.....	113
3 Termes et définitions .....	114
4 Concepts fondamentaux en CEM.....	122
4.1 Généralités .....	122
4.2 Niveaux de compatibilité .....	122
4.2.1 Généralités.....	122
4.2.2 Harmoniques .....	123
4.2.3 Interharmoniques.....	123
4.2.4 Fluctuations de tension.....	124
4.2.5 Déséquilibres.....	124
4.3 Niveaux de planification .....	125
4.3.1 Valeurs indicatives des niveaux de planification .....	125
4.3.2 Procédure d'évaluation par rapport aux niveaux de planification .....	125
4.4 Illustration des concepts de CEM.....	126
4.5 Niveaux d'émission .....	127
5 Principes généraux.....	129
5.1 Généralités .....	129
5.2 Etape 1: Evaluation simplifiée des émissions perturbatrices.....	129
5.3 Etape 2: Limites d'émission par rapport aux caractéristiques réelles du réseau .....	130
5.4 Etape 3: Validation des niveaux d'émission supérieurs sous conditions .....	130
5.5 Responsabilités .....	131
6 Lignes directrices générales pour l'évaluation des niveaux d'émission.....	131
6.1 Point dévaluation .....	131
6.2 Concept du niveau d'émission.....	132
6.3 Conditions de fonctionnement.....	132
6.4 Caractéristiques de l'impédance du réseau.....	133
7 Loi de sommation générale.....	134
7.1 Généralités .....	134
7.2 Pour les harmoniques .....	134
7.3 Pour le papillotement et les variations rapides de tension .....	135
7.4 Pour les déséquilibres de tension .....	135
8 Limites d'émission d'harmoniques pour les installations déformantes sur les réseaux BT.....	135
8.1 Etape 1: Evaluation simplifiée des émissions perturbatrices.....	135
8.2 Etape 2: Limites d'émission par rapport aux caractéristiques réelles du réseau .....	137
8.2.1 Généralités.....	137
8.2.2 Emissions globales à répartir entre les clients .....	137
8.2.3 Limites d'émission individuelles .....	138
8.2.4 Autres méthodes pour l'étape 2 .....	140
8.3 Etape 3: Validation des niveaux d'émission supérieurs sous conditions .....	140
8.4 Limites d'émission pour les interharmoniques .....	140

9	Limites d'émission de variation de tension pour les installations sur les réseaux BT .....	141
9.1	Etape 1: Evaluation simplifiée des émissions perturbatrices.....	141
9.2	Etape 2: Limites d'émission par rapport aux caractéristiques réelles du réseau .....	142
9.2.1	Généralités .....	142
9.2.2	Emissions globales à répartir entre les installations des clients .....	142
9.2.3	Limites d'émission individuelles .....	143
9.3	Etape 3: Validation des niveaux d'émission supérieurs sous conditions .....	144
9.4	Variations rapides de la tension .....	144
9.4.1	Considérations générales .....	144
9.4.2	Limites d'émission .....	145
10	Limites d'émission déséquilibrées pour les installations déséquilibrées sur les réseaux BT .....	145
10.1	Généralités .....	145
10.2	Etape 1: Evaluation simplifiée des émissions perturbatrices.....	146
10.3	Etape 2: Limites d'émission par rapport aux caractéristiques réelles du réseau .....	146
10.3.1	Généralités .....	146
10.3.2	Emissions globales à répartir entre les sources de déséquilibre .....	147
10.3.3	Limites d'émission individuelles .....	148
10.4	Etape 3: Validation des niveaux d'émission supérieurs sous conditions .....	150
11	Diagrammes récapitulatifs de la procédure d'évaluation .....	150
	Annexe A (informative) Exemple d'application de la méthode générale pour la détermination des limites dans le cas de types spécifiques de réseaux BT .....	154
	Annexe B (informative) Exemple d'application de la méthode générale pour la détermination des limites dans le cas d'une installation spécifique.....	166
	Annexe C (informative) Limites d'émission d'harmoniques à l'étape 2 .....	172
	Annexe D (informative) Calcul des facteurs de réduction pour les harmoniques et les déséquilibres .....	186
	Annexe E (informative) Exemple de méthode d'allocation des limites d'émission d'harmoniques à l'étape 3 .....	198
	Annexe F (informative) Exemple d'application de l'approche décrite à l'Annexe E .....	203
	Annexe G (informative) Liste des symboles littéraux, indices et symboles principaux.....	209
	Bibliographie.....	213
	Figure 1 – Représentation des concepts de base de la qualité de la tension, avec statistiques de durée/emplacement couvrant l'ensemble du réseau.....	127
	Figure 2 – Représentation des concepts de base de la qualité de la tension, avec statistiques temporelles pertinentes pour un site du réseau .....	127
	Figure 3 – Représentation du vecteur d'émission $U_{di}$ et de sa contribution au vecteur de perturbation $U_d$ mesuré au point d'évaluation .....	132
	Figure 4 – Schéma simplifié d'un réseau public d'alimentation BT pour les harmoniques .....	138
	Figure 5 – Circuit équivalent et diagramme vectoriel pour des évaluations simples .....	144
	Figure 6 – Exemple de variation rapide de tension associée au démarrage d'un moteur .....	145
	Figure 7 – Schéma simplifié d'un réseau public BT pour les déséquilibres de tension .....	148
	Figure 8 – Diagramme de la procédure d'évaluation pour les harmoniques .....	151
	Figure 9 – Diagramme de la procédure d'évaluation pour les fluctuations de tension .....	152

Figure 10 – Diagramme de la procédure d'évaluation pour les déséquilibres.....	153
Figure A.1 – Schéma simplifié d'un réseau public d'alimentation BT pour le calcul des niveaux de tensions harmoniques .....	158
Figure C.1 – Schéma d'un réseau public d'alimentation BT .....	173
Figure C.2 – Schéma d'un réseau public d'alimentation BT pour définir les émissions globales à répartir entre les clients .....	175
Figure C.3 – Schéma simplifié d'un réseau public d'alimentation BT pour définir la condition sur le jeu de barres BT .....	177
Figure C.4 – Schéma simplifié d'un réseau public d'alimentation BT pour définir la condition sur le départ d'alimentation BT auquel est raccordée une grande installation.....	180
Figure D.1 – Schéma d'un réseau public d'alimentation BT .....	187
Figure D.2 – Simplification du schéma général d'un réseau public d'alimentation BT pour le calcul des niveaux de tensions harmoniques sur le nœud Ni – étape 1 .....	188
Figure D.3 – Simplification du schéma général d'un réseau public d'alimentation BT pour le calcul des niveaux de tensions harmoniques sur le nœud Ni – étape 2 .....	188
Figure D.4 – Schéma simplifié d'un réseau public d'alimentation BT pour le calcul des niveaux de tensions harmoniques à l'extrémité des départs d'alimentation BT .....	191
Figure D.5 – Schéma simplifié d'un réseau public d'alimentation BT pour le calcul des niveaux de déséquilibre de tension à l'extrémité des départs d'alimentation BT .....	195
Figure E.1 – Réseau BT à l'étude .....	198
Figure E.2 – Composantes des grandes installations .....	200
Figure F.1 – Réseau à l'étude .....	203
Figure F.2 – Données pour les grandes installations .....	205
Tableau 1 – Niveaux de compatibilité pour les tensions harmoniques sur les réseaux BT (pourcentages de la composante fondamentale) issus de l'IEC 61000-2-2 .....	123
Tableau 2 – Niveaux de compatibilité pour le papillotement sur les réseaux BT issus de l'IEC 61000-2-2 .....	124
Tableau 3 – Exposant de sommation pour les harmoniques (valeurs indicatives).....	134
Tableau 4 – Limites de l'étape 1 pour les variations de puissance relatives en fonction du nombre de variations de tension par minute .....	142
Tableau 5 – Limites d'émission minimales pour les réseaux BT .....	144
Tableau A.1 – Exemple de contribution globale acceptable maximale aux tensions harmoniques .....	155
Tableau A.2 – Influence de la capacité d'alimentation totale du réseau BT sur le rapport $U_hB/U_hF_j$ (exemple) .....	162
Tableau A.3 – Influence du nombre de lignes d'alimentation BT sur le rapport $U_hB/U_hF_j$ (exemple) .....	162
Tableau A.4 – Influence de la longueur des lignes d'alimentation BT sur le rapport $U_hB/U_hF_j$ (exemple) .....	162
Tableau A.5 – Influence de l'impédance des lignes d'alimentation BT sur le rapport $U_hB/U_hF_j$ (exemple) .....	162
Tableau A.6 – Influence des rangs harmoniques (impairs non multiples de trois) sur le rapport $U_hB/U_hF_j$ (exemple) .....	162
Tableau A.7 – Influence de l'exposant de la loi de sommation sur le rapport $U_hB/U_hF_j$ (exemple) .....	162
Tableau A.8 – Rapport $U_hB/U_hF_j$ pour un départ d'alimentation BT de longueur 100 m (exemple) .....	163

Tableau A.9 – Rapport $U_hB/U_hF_j$ pour un départ d'alimentation BT de longueur 300 m (exemple) .....	163
Tableau A.10 – Rapport $U_hB/U_hF_j$ pour un départ d'alimentation BT de longueur 500 m (exemple).....	164
Tableau A.11 – Rapport $U_hB/U_hF_j$ pour un départ d'alimentation BT de longueur 1 000 m (exemple).....	164
Tableau A.12 – Facteur de réduction $K_hB$ en fonction du rang harmonique (exemple) .....	165
Tableau B.1 – Exemples de limites d'émission de courant harmonique prudentes pour l'évaluation de l'étape 1 .....	167
Tableau B.2 – Valeurs des paramètres globaux pour les harmoniques.....	167
Tableau B.3 – Limites d'émission pour les harmoniques (avec une seule valeur de $K_hB$ ) .....	169
Tableau B.4 – Limites d'émission pour les harmoniques (valeur $K_hB$ en fonction des caractéristiques réelles du réseau) .....	169
Tableau B.5 – Limites d'émission pour les déséquilibres de tension (avec une seule valeur de $K_uB$ ).....	170
Tableau D.1 – Valeurs de l'exposant de la loi de sommation utilisées pour les petites installations .....	193
Tableau D.2 – valeurs des facteurs de réduction dans le cas d'un réseau BT aérien rural spécifique .....	193
Tableau D.3 – valeurs des facteurs de réduction dans le cas d'un réseau BT souterrain urbain spécifique.....	194
Tableau D.4 – Exemples de valeurs types pour les facteurs de réduction $K_hB$ pour les harmoniques.....	194
Tableau F.1 – Données principales du réseau .....	203
Tableau F.2 – Données connues pour les grandes installations .....	204
Tableau F.3 – Tensions harmoniques dues aux grandes installations (toutes les valeurs sont exprimées par unité, h a la valeur 5 et $A_h$ est provisoirement pris à 1).....	207

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

#### **Partie 3-14: Evaluation des limites d'émission pour les harmoniques, les interharmoniques, les fluctuations et les déséquilibres de tension lors du raccordement d'installations perturbatrices aux réseaux d'alimentation à basse tension (BT)**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

La tâche principale des comités d'études de l'IEC est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

L'IEC 61000-3-14 est un rapport technique, qui a été établi par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique.

Le présent rapport constitue la Partie 3-14 de l'IEC 61000. Il a le statut d'une publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de l'IEC.



La première édition du présent Rapport technique a été harmonisée avec l'IEC/TR 61000-3-6, l'IEC/TR 61000-3-7 et l'IEC/TR 61000-3-13.

La présente version bilingue (2022-08) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2011-10.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

## INTRODUCTION

L'IEC 61000 est publiée en plusieurs parties selon 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'essai et de mesure**

Techniques de mesure

Techniques d'essai

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

Lignes directrices 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. D'autres seront publiées avec le numéro de partie, suivi d'un tiret et complété d'un second numéro qui identifie la subdivision (l'IEC 61000-6-1, par exemple).

## INFORMATION

En 2002, le sous-comité 77A de l'IEC a demandé au Comité d'études C4 du Conseil international des grands réseaux électriques (CIGRE) et au comité d'études S2 du Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED) d'organiser un forum technique approprié (groupe de travail commun) dont la tâche principale consistait notamment à élaborer un rapport technique concernant les limites d'émission pour le raccordement d'installations perturbatrices aux réseaux publics d'alimentation BT.

A cet effet, le groupe de travail commun CIGRE C4.103/CIRED intitulé "*Limites d'émission des installations perturbatrices*" a été constitué en 2003. Le groupe de travail a organisé 11 réunions officielles consacrées à la révision de l'IEC/TR 61000-3-6 et de l'IEC/TR 61000-3-7, ainsi qu'à l'élaboration de deux autres rapports techniques sur les limites d'émission pour les déséquilibres de tension (IEC/TR 61000-3-13) et sur les limites d'émission pour les installations perturbatrices raccordées à des réseaux électriques BT (le présent rapport).

Le rapport de l'IEC a été entériné par le SC 77A.

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

### **Partie 3-14: Evaluation des limites d'émission pour les harmoniques, les interharmoniques, les fluctuations et les déséquilibres de tension lors du raccordement d'installations perturbatrices aux réseaux d'alimentation à basse tension (BT)**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 61000, qui est informative par nature, fournit des recommandations sur les principes qui peuvent être utilisés pour déterminer les exigences relatives au raccordement des installations perturbatrices aux réseaux publics d'alimentation à basse tension (BT). Pour les besoins de la présente partie de l'IEC 61000, une installation perturbatrice est une installation (qui peut être une charge ou un générateur) qui produit des perturbations: harmoniques et/ou interharmoniques, papillotement de la tension et/ou variations rapides de la tension, et/ou déséquilibres de tension. L'objectif principal est de fournir des recommandations aux gestionnaires ou propriétaires de réseaux pour les pratiques d'ingénierie, ce qui assure la qualité de la fourniture d'électricité pour l'ensemble des installations clientes raccordées. En ce qui concerne les installations, le présent rapport n'a pas pour objet de remplacer les normes d'appareils relatives aux limites d'émission.

NOTE 1 Dans le présent rapport, la basse tension (BT) fait référence à  $U_n \leq 1$  kV.

Le présent rapport traite de la répartition de la capacité du réseau à absorber les perturbations. Il n'explique pas comment atténuer les perturbations ni comment l'aptitude du réseau peut être augmentée.

Le présent rapport technique s'applique uniquement aux installations raccordées aux réseaux publics d'alimentation BT qui alimentent ou peuvent alimenter d'autres charges ou installations BT. Il est présumé s'appliquer aux grandes installations dont les dimensions dépassent une taille minimale. Cette taille minimale ( $S_{min}$ ) doit être spécifiée par le gestionnaire ou le propriétaire du réseau en fonction des caractéristiques du réseau.

NOTE 2 En raison de cette taille minimale, le présent rapport ne s'applique généralement pas aux installations des clients résidentiels.

Le présent rapport technique n'a pas pour objet de fixer des limites d'émission pour les différents appareils raccordés aux réseaux BT. Les limites d'émission des appareils BT sont spécifiées dans les normes de familles de produits de l'IEC applicables. Les limites spécifiées dans ces normes ont été déterminées en prenant pour hypothèse le nombre, le type et l'utilisation des appareils qui produisent des perturbations dans une installation raccordée à un réseau d'alimentation et en appliquant l'impédance de référence spécifiée dans l'IEC 60725 considérée comme représentative de l'impédance de source pour les petites installations résidentielles. Les hypothèses peuvent ne pas s'appliquer aux grandes installations BT. Par conséquent, les lignes directrices décrites dans le présent rapport visent à fournir des méthodes pour définir les limites d'émission pour ces grandes installations.

NOTE 3 La conformité aux limites d'émission déterminées par l'application des méthodes du présent rapport n'exclut pas les exigences de conformité aux limites d'émission des appareils (déterminées par les exigences réglementaires nationales ou régionales).

Le présent rapport technique traite des perturbations conduites à basse fréquence, qui sont émises par les installations BT. Les perturbations suivantes sont ainsi prises en compte:

- harmoniques et interharmoniques;
- papillotement et variations rapides de la tension;

– déséquilibres (composantes inverses).

Etant donné que les lignes directrices décrites dans le présent rapport reposent nécessairement sur certaines hypothèses de simplification, il n'est pas assuré que cette approche constitue toujours la solution optimale pour toutes les situations. Il convient d'utiliser l'approche recommandée en faisant preuve de souplesse et de discernement en ce qui concerne l'ingénierie, lors de l'application de toute ou partie des procédures d'évaluation indiquées.

Le gestionnaire ou le propriétaire du réseau est chargé de spécifier les exigences relatives au raccordement des installations perturbatrices au réseau. L'installation perturbatrice doit être considérée comme l'installation complète du client (c'est-à-dire les parties perturbatrices et non perturbatrices).

Le présent rapport fournit les procédures recommandées pour définir les limites d'émission dans le cas des grandes installations BT. Pour qu'un gestionnaire ou propriétaire de réseau applique intégralement le présent rapport, il est nécessaire qu'un expert établisse des facteurs appropriés pour les types spécifiques de réseaux BT exploités.

NOTE 4 La simplification des limites d'émission en définissant un ensemble de tableaux pour l'ensemble des réseaux BT peut, dans certains cas, produire des limites trop prudentes.

Le corps principal du présent rapport fournit la procédure générale pour répartir les limites d'émission d'harmoniques, de fluctuations et de déséquilibres de tension aux grandes installations raccordées à un réseau BT.

Les annexes du présent rapport fournissent également des informations supplémentaires. En particulier:

- l'Annexe A fournit un exemple pratique d'application technique du point de vue des experts de distribution ou de la réglementation nationale, afin de déterminer leurs limites d'émission à partir des caractéristiques spécifiques de leurs réseaux en appliquant la méthode générale;
- l'Annexe B fournit un exemple d'application pratique du point de vue des gestionnaires de distribution pour le raccordement d'installations spécifiques à partir des paramètres locaux du réseau BT;
- l'Annexe C et l'Annexe D fournissent des détails sur le fondement théorique pour déterminer et comprendre les procédures fournies dans le présent rapport.

## 2 Références normatives

Les documents ci-après sont des références normatives indispensables à 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).

IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*  
Amendement 1 (1997)  
Amendement 2 (1998)

IEC/TR 60725, *Etude des impédances de référence et des impédances des réseaux publics d'alimentation aux fins de la détermination des caractéristiques de perturbation des équipements électriques utilisant un courant nominal  $\leq 75$  A par phase*

IEC/TR 61000-2-1:1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 1: Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation*

IEC 61000-2-2:2002, *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*

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils  $\leq 16$  A par phase)*

IEC 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné  $\leq 16$  A par phase non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC/TR 61000-3-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems* (disponible en anglais seulement)

IEC/TR 61000-3-7:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating load installations to MV, HV and EHV power systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 61000-3-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Equipements ayant un courant assigné  $\leq 75$  A et soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-12, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé  $> 16$  A et  $\leq 75$  A par phase*

IEC/TR 61000-3-13:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-13: Limits – Assessment of emission limits for the connection of unbalanced installations to MV, HV and EHV power systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 61000-4-15, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*