

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements

Équipements pour l'éclairage à usage général – Exigences concernant l'immunité CEM

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.020; 29.140.01; 33.100.10

ISBN 978-2-8322-8018-8

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	4
1 Scope	6
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Performance criteria	9
4.1 General.....	9
4.2 Categorization of performance criteria	10
4.3 Objective assessment of luminous intensity performance	10
5 Test specifications	11
5.1 General.....	11
5.2 Electrostatic discharges	12
5.2.1 General	12
5.2.2 Electrostatic discharge to touchable surfaces	12
5.2.3 Road and street lighting equipment.....	12
5.3 Radio-frequency electromagnetic fields.....	12
5.4 Power frequency magnetic fields.....	13
5.5 Fast transients	13
5.6 Injected currents (radio-frequency common mode).....	14
5.7 Surges	15
5.8 Voltage dips and short interruptions	15
6 Application of test specifications	16
6.1 General.....	16
6.2 Applicability of tests and associated performance criterion.....	16
7 Conditions during testing	17
8 Assessment of conformity.....	17
Annex A (informative) Rationale and criteria for tests and performance criteria	18
A.1 Types and levels of disturbances	18
A.2 Electromagnetic interference effects	18
A.3 Selection test phenomena, levels and criteria	18
Bibliography.....	20
Figure 1 – Examples of ports	8
Figure A.1 – Lighting equipment in an application	19
Figure A.2 – EUT in a test.....	19
Figure A.3 – Failure mode and effects	19
Table 1 – Electrostatic discharges – Test levels at enclosure port.....	12
Table 2 – Radio-frequency electromagnetic fields – Test levels at enclosure port	13
Table 3 – Power frequency magnetic fields – Test levels at enclosure port	13
Table 4 – Fast transients – Test levels at ports for signal/control lines and load ports.....	13
Table 5 – Fast transients – Test levels at input and output DC power ports.....	13
Table 6 – Fast transients – Test levels at input and output AC power ports.....	14
Table 7 – Radio-frequency common mode – Test levels at ports for signal and control lines ..	14

Table 8 – Radio-frequency common mode – Test levels at input and output DC power ports	14
Table 9 – Radio-frequency common mode – Test levels at input and output AC power ports	15
Table 10 – Surges – Test levels at input AC power ports	15
Table 11 – Voltage dips – Test levels at input AC power ports	16
Table 12 – Voltage short interruptions – Test levels at input AC power ports	16
Table 13 – Test applicability and associated performance criterion	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EQUIPMENT FOR GENERAL LIGHTING PURPOSES –
EMC IMMUNITY REQUIREMENTS**

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.

International Standard IEC 61547 has been prepared by IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2009. This edition constitutes a technical revision

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) extension of scope with end-user replaceable modules and the combination of end-user replaceable module and independent auxiliary;
- b) clarification of module testing in a host system;
- c) increased ESD and surge test levels for road and street lighting equipment;
- d) the introduction of ESD testing under normal operation and handling conditions;
- e) removal of line to ground surge test for self-ballasted lamps ≤ 25 W.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
34/676/FDIS	34/689/RVD

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

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This document is to be read in conjunction with the relevant basic and/or product standard(s).

A list of all parts in the IEC 61547 series, published under the general title *Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

EQUIPMENT FOR GENERAL LIGHTING PURPOSES – EMC IMMUNITY REQUIREMENTS

1 Scope

This part of IEC 61547 which deals with electromagnetic immunity requirements, applies to lighting equipment which is within the scope of IEC technical committee 34, including apparatus such as lamps, luminaires, and modules.

Excluded from the scope of this document are:

- components or modules intended to be built into lighting equipment and which are not end-user replaceable;
- equipment for which the electromagnetic compatibility requirements in the radio-frequency range are explicitly formulated in other product immunity standards, even if they incorporate a built-in lighting function.

NOTE Examples of exclusions are:

- equipment with built-in lighting devices for display back lighting, scale illumination and signaling;
- SSL-displays;
- range hoods, refrigerators, freezers;
- photocopiers, projectors;
- electronic switches for fixed installations;
- lighting equipment for road vehicles (within the scope of CISPR 12);
- lighting equipment for aircraft and airfield facilities.

However, in multi-function equipment where the lighting function operates independently from other functions, the electromagnetic immunity requirements of this document apply to the lighting function only.

Lighting equipment with a wireless control function are also within the scope of this document. However, the test is limited to the control of the lighting function only. Radio properties like frequency stability or spurious emissions are not assessed.

EXAMPLE Colour/light level control via a wireless interface are meant to stay intact after an immunity test.

Also included in the scope of this document is lighting equipment that interfaces with systems or installations other than common power supply networks.

The requirements of this document are based on the requirements for domestic, commercial and light-industrial environments as given in IEC 61000-6-1:2016, but modified to lighting engineering practice.

It can be expected that lighting equipment complying with the requirements of this document will operate satisfactorily in other environments. In some special cases, measures can be taken to provide higher immunity. In this document it is impracticable to deal with all these possibilities. Such requirements can be established by contractual agreement between supplier and purchaser.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 161: Electromagnetic Compatibility* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-845, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 845: Lighting* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60598-1:2014, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test*
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*
IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*
IEC 61000-4-11:2004/AMD1:2017

IEC CISPR 15:2018, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	27
4 Critères d'aptitude à la fonction	29
4.1 Généralités	29
4.2 Catégorisation des critères d'aptitude à la fonction	30
4.3 Évaluation objective de la performance de l'intensité lumineuse	30
5 Spécifications d'essai	31
5.1 Généralités	31
5.2 Décharges électrostatiques	32
5.2.1 Généralités	32
5.2.2 Décharge électrostatique sur les surfaces accessibles au toucher	32
5.2.3 Appareil d'éclairage public	32
5.3 Champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques	32
5.4 Champs magnétiques à la fréquence du réseau	33
5.5 Transitoires rapides	33
5.6 Courants injectés (fréquence radioélectrique en mode commun)	34
5.7 Ondes de choc	35
5.8 Creux de tension et coupures brèves	36
6 Application des spécifications d'essai	36
6.1 Généralités	36
6.2 Applicabilité des essais et critères d'aptitude à la fonction associés	36
7 Conditions pendant les essais	37
8 Évaluation de la conformité	38
Annexe A (informative) Justifications et critères des essais et critères d'aptitude à la fonction	39
A.1 Types et niveaux de perturbations	39
A.2 Effets des perturbations électromagnétiques	39
A.3 Choix des phénomènes, niveaux et critères d'essai	40
Bibliographie	41
Figure 1 – Exemples d'accès	28
Figure A.1 – Appareil d'éclairage dans une application	40
Figure A.2 – Matériel en essai dans un essai	40
Figure A.3 – Mode de défaillance et effets	40
Tableau 1 – Décharges électrostatiques – Niveaux d'essai sur l'accès par l'enveloppe	32
Tableau 2 – Champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques – Niveaux d'essai sur l'accès par l'enveloppe	33
Tableau 3 – Champs magnétiques à la fréquence du réseau – Niveaux d'essai sur l'accès par l'enveloppe	33
Tableau 4 – Transitoires rapides – Niveaux d'essai sur les accès pour les lignes de signalisation/commande et les accès de charge	33

Tableau 5 – Transitoires rapides – Niveaux d’essai sur les accès d’entrée et de sortie par l’alimentation continue	34
Tableau 6 – Transitoires rapides – Niveaux d’essai sur les accès d’entrée et de sortie par l’alimentation alternative	34
Tableau 7 – Fréquence radioélectrique en mode commun – Niveaux d’essai sur les accès pour les lignes de signalisation et de commande	34
Tableau 8 – Fréquence radioélectrique en mode commun – Niveaux d’essai sur les accès d’entrée et de sortie par l’alimentation continue	35
Tableau 9 – Fréquence radioélectrique en mode commun – Niveaux d’essai sur les accès d’entrée et de sortie par l’alimentation alternative	35
Tableau 10 – Ondes de choc – Niveaux d’essai sur les accès d’entrée par l’alimentation alternative	35
Tableau 11 – Creux de tension – Niveaux d’essai sur les accès d’entrée par l’alimentation alternative	36
Tableau 12 – Coupures brèves de tension – Niveaux d’essai sur les accès d’entrée par l’alimentation alternative	36
Tableau 13 – Applicabilité des essais et critères d’aptitude à la fonction associés	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR L'ÉCLAIRAGE À USAGE GÉNÉRAL – EXIGENCES CONCERNANT L'IMMUNITÉ CEM

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61547 a été établie par le comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) extension du domaine d'application des modules remplaçables par l'utilisateur final et de la combinaison d'un module remplaçable par l'utilisateur final et d'un accessoire indépendant;
- b) clarification de l'essai du module dans un système hôte;

- c) augmentation des niveaux d'essai des décharges électrostatiques et d'ondes de choc des appareils d'éclairage public;
- d) introduction d'un essai de décharge électrostatique dans des conditions normales de fonctionnement et des conditions de manutention;
- e) retrait de l'essai d'ondes de choc entre phase et terre pour les lampes à ballast intégré ≤ 25 W.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
34/676/FDIS	34/689/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le présent document doit être lu conjointement avec les normes fondamentales et/ou celles applicables aux produits correspondants.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61547, publiées sous le titre général *Équipements pour l'éclairage à usage général – Exigences concernant l'immunité CEM*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

ÉQUIPEMENTS POUR L'ÉCLAIRAGE À USAGE GÉNÉRAL – EXIGENCES CONCERNANT L'IMMUNITÉ CEM

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61547 qui traite des exigences d'immunité électromagnétique s'applique aux appareils d'éclairage relevant du domaine d'application du comité d'études 34 de l'IEC, tels que les lampes, les luminaires et les modules.

Sont exclus du domaine d'application du présent document:

- les composants ou modules destinés à être incorporés dans des appareils d'éclairage et qui ne sont pas remplaçables par l'utilisateur final;
- les appareils pour lesquels les exigences de compatibilité électromagnétique dans la plage de radiofréquences sont formulées explicitement dans d'autres normes d'immunité des produits, même s'ils intègrent une fonction d'éclairage incorporée.

NOTE Exemples d'exclusions:

- appareils avec des dispositifs d'éclairage incorporés pour le rétroéclairage, appareils pour échelle de mise au point de l'éclairage et appareils pour la signalisation;
- affichages SSL;
- hottes, réfrigérateurs, congélateurs;
- photocopieurs, projecteurs;
- commutateurs électroniques pour installations fixes;
- appareils d'éclairage des véhicules routiers (relevant du domaine d'application de la CISPR 12);
- appareils d'éclairage aéronautiques et des installations aériennes.

Cependant, dans les appareils multifonctions pour lesquels la fonction éclairage fonctionne indépendamment du reste, les exigences d'immunité électromagnétique du présent document s'appliquent à la fonction éclairage uniquement.

Les appareils d'éclairage comportant une fonction de commande sans fil relèvent également du domaine d'application du présent document. Cependant, l'essai est limité à la commande de la fonction éclairage uniquement. Les propriétés radio, comme la stabilité de la fréquence ou les émissions parasites, ne sont pas évaluées.

EXEMPLE La commande du niveau de couleur/lumière au moyen d'une interface sans fil est censée rester intacte après un essai d'immunité.

Sont également inclus dans le domaine d'application du présent document les appareils d'éclairage qui s'interfacent avec des systèmes ou des installations autres que des réseaux d'alimentation communs.

Les exigences du présent document sont fondées sur les exigences de l'environnement domestique, commercial et de l'industrie légère, comme cela est indiqué dans l'IEC 61000-6-1:2016, mais modifiées en fonction de la pratique de la science de l'éclairage.

Il peut être attendu que l'appareil d'éclairage satisfaisant aux exigences du présent document fonctionne de manière satisfaisante dans d'autres environnements. Dans des cas spéciaux, des mesures peuvent être prises afin d'assurer une plus grande immunité. Il n'est pas possible, dans le présent document, de tenir compte de toutes ces possibilités. De telles exigences peuvent être établies par accord contractuel entre le fournisseur et l'acheteur.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 161: Compatibilité électromagnétique* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-845, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 845: Éclairage* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60598-1:2014, *Luminaires – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61000-4-11:2004/AMD1:2017

IEC CISPR 15:2018, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*