

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Household and similar electrical air cleaning appliances – Methods for measuring the performance –
Part 2-1: Particular requirements for determination of particle reduction**

**Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires –
Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction –
Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination de la réduction des particules**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.



IEC 63086-2-1

Edition 1.0 2024-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Household and similar electrical air cleaning appliances – Methods for measuring the performance –

Part 2-1: Particular requirements for determination of particle reduction

Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires – Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction –

Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination de la réduction des particules

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 23.120

ISBN 978-2-8322-8122-2

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.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviated terms.....	8
4 Aerosol measurement instruments.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Aerosol transport	9
4.3 Condensation particle counter.....	9
4.4 Optical particle counter	9
4.5 Aerodynamic particle sizer	9
5 Aerosol generation	9
5.1 Salt aerosol	9
5.2 Smoke aerosol.....	10
5.2.1 Type of cigarettes	10
5.2.2 Smoke aerosol generation	10
5.3 Dust aerosol	11
5.3.1 Type of dust	11
5.3.2 Dust aerosol generation.....	11
5.4 Pollen aerosol.....	12
5.4.1 Type of pollen.....	12
5.4.2 Pollen aerosol generation	12
6 Measurement of the CADR in maximum performance operation mode	13
6.1 Test methods	13
6.2 General.....	13
6.3 Natural decay	13
6.3.1 Test preparation	13
6.3.2 Background particle number concentration	13
6.3.3 Test chamber conditions.....	14
6.3.4 Aerosol generation	14
6.3.5 Mixing and homogenization of the test aerosol	14
6.3.6 Measurement of the natural decay	15
6.3.7 Calculation of the natural decay rate.....	15
6.3.8 Acceptability of the run	15
6.4 Total decay	16
6.4.1 Test preparation	16
6.4.2 Placement of the DUT	16
6.4.3 Background particle number concentration	16
6.4.4 Test chamber conditions.....	16
6.4.5 Aerosol generation	16
6.4.6 Mixing and homogenization of the test aerosol	16
6.4.7 Operation of the DUT.....	16
6.4.8 Measurement of the total decay	16
6.4.9 Calculation of the total decay rate.....	16
6.4.10 Acceptability of the run	17

6.5	Calculation of the clean air delivery rate	17
7	Calculation procedures	17
7.1	Criteria for the acceptance of data points	17
7.1.1	Outliers from the regression line	17
7.1.2	Particle number concentration below 1 % of the value at $t = 0$	17
7.2	Calculation of decay constants	17
7.3	Sample standard deviation of the slope of the regression line	18
7.4	Calculation of the clean air delivery rate	19
7.5	Sample standard deviation of the clean air delivery rate	19
Annex A	(normative) Limits of measurability	20
A.1	General	20
A.2	Maximum clean air delivery rate	20
A.3	Minimum clean air delivery rate	20
Annex B	(informative) Long-term storage of the target pollutants	21
B.1	Salt	21
B.2	Cigarettes	21
B.3	Dust	21
B.4	Pollen	21
Annex C	(informative) Test report information	22
C.1	General	22
C.2	General data	22
C.3	Description of the DUT	22
C.4	Test chamber	22
C.5	Aerosol generation	22
C.6	Particle measurement instrumentation	22
C.7	Test conditions	22
C.8	Test execution	23
C.9	Results	23
Annex D	(normative) Derivation of the effective room size	24
D.1	Effective room size	24
D.2	Basic indoor air model for particle number concentrations	24
Annex E	(informative) Schematic representation of a CADR measurement	27
Annex F	(informative) Cleaning procedures for the test chamber	28
F.1	Daily start-up cleaning procedure	28
F.2	Comprehensive test chamber cleaning procedure	28
F.2.1	General	28
F.2.2	Equipment	28
F.2.3	Procedure	28
Annex G	(normative) Measurement of the average power in maximum performance operation mode	29
G.1	General	29
G.2	Setup of the DUT	29
G.3	Measurement procedure	29
G.4	Calculation of the average operating power	29
Annex H	(informative) Calculation of the 99 % prediction interval of the regression line	31
Annex I	(normative) Alternative fine particle size range	33
I.1	General	33
I.2	Optical particle counter	33

I.3	Measurement of the CADR in maximum performance operation mode	33
I.4	Derivation of the effective room size	34
	Bibliography	35
	Figure 1 – Schematic of a Laskin atomizer (a) and a Collision atomizer (b)	10
	Figure 2 – Schematic of two possible methods to generate the smoke aerosol	11
	Figure 3 – Schematic of two possible methods to generate the dust aerosol	12
	Figure 4 – Schematic of two possible methods to generate the pollen aerosol	12
	Figure E.1 – Schematic representation of the CADR measurement in accordance with Clause 6	27
	Table 1 – Measurement instruments, test aerosols and maximum background particle number concentrations for the different particle size ranges	14
	Table 2 – Test aerosols and initial particle number concentrations for different particle size ranges	14
	Table 3 – Test aerosols, mixing and homogenization time for different particle size ranges	15
	Table 4 – Test aerosols, test duration and minimum number of data points for different particle size ranges	15
	Table 5 – Limits for the sample standard deviation of the slope of the regression line for the natural decay	15
	Table 6 – Limits for the sample standard deviation of the slope of the regression line for the total decay	17
	Table H.1 – Values of the Student t-distribution with $n - 2$ degrees of freedom for different numbers of data points n	32
	Table I.1 – Measurement instrument, test aerosols and maximum background particle number concentration for the alternative fine particle size range	33
	Table I.2 – Test aerosols and initial particle number concentrations for the alternative fine particle size range	34

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HOUSEHOLD AND SIMILAR ELECTRICAL AIR CLEANING APPLIANCES –
METHODS FOR MEASURING THE PERFORMANCE –****Part 2-1: Particular requirements for determination of particle reduction****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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 63086-2-1 has been prepared by subcommittee 59N: Electrical air cleaners for household and similar purposes, of IEC technical committee 59: Performance of household and similar electrical appliances, in co-operation with ISO technical committee 142: Cleaning equipment for air and other gases. It is an International Standard.

It is published as a double logo International Standard.

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

Draft	Report on voting
59N/44/FDIS	59N/46/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

In this standard, the following print types are used:

- **terms defined in Clause 3 of IEC 63086-1: bold type**
- **terms defined in Clause 3 of IEC 63086-2-1: bold type.**

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 63086 series, published under the general title *Household and similar electrical air cleaning appliances – Methods for measuring the performance*, 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 webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

HOUSEHOLD AND SIMILAR ELECTRICAL AIR CLEANING APPLIANCES – METHODS FOR MEASURING THE PERFORMANCE –

Part 2-1: Particular requirements for determination of particle reduction

1 Scope

This part of IEC 63086 specifies test methods for measuring the performance of electrically powered household and similar **air cleaners** intended for the reduction of particulate pollutants.

NOTE The limits of measurability for the **CADR** are described in Annex A.

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 63086-1:2020, *Household and similar electrical air cleaning appliances – Methods for measuring the performance – Part 1: General requirements*
IEC 63086-1:2020/AMD1:2023

ISO 12103-1, *Road vehicles – Test dust for filter evaluation – Part 1: Arizona test dust*

ISO 29463-1, *High efficiency filters and filter media for removing particles from air – Part 1: Classification, performance, testing and marking*

ISO 5011:2020, *Inlet air cleaning equipment for internal combustion engines and compressors – Performance testing*

EN 1822-1, *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) – Part 1: Classification, performance testing, marking*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 63086-1:2020 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1.1

aerosol

suspension of fine solid particles or liquid droplets in air or another gas

3.1.2

smoke aerosol

aerosol produced by burning tobacco with air forced through a cigarette's filter

3.1.3

salt aerosol

aerosol produced by atomization of an aqueous potassium chloride (KCl) solution with subsequent drying

3.1.4

dust aerosol

aerosol produced by dispersion of commercially available test powder

3.1.5

pollen aerosol

aerosol produced by dispersion of naturally occurring particulate matter from plants

Note 1 to entry: In this document, non-defatted paper mulberry pollen including fragments are used.

3.1.6

natural decay rate

reduction rate of the **target pollutant** in the **test chamber** due to natural factors, principally sedimentation, agglomeration, surface deposition, chemical reaction, and air exchange

Note 1 to entry: The unit is per hour (h^{-1}).

3.1.7

total decay rate

reduction rate of the **target pollutant** in the **test chamber** due to the combined effect of the **natural decay rate** and the **operation decay rate**

Note 1 to entry: The unit is per hour (h^{-1}).

3.2 Abbreviated terms

APS	aerodynamic particle sizer
CADR	clean air delivery rate
CPC	condensation particle counter
DUT	device under test
HEPA filter	high-efficiency particulate air filter
KCl	potassium chloride
OPC	optical particle counter
RH	relative humidity

4 Aerosol measurement instruments

4.1 General

Calibration of all **aerosol** measurement instruments shall be performed at least annually in accordance with the manufacturer's instructions. A check of the zero counting rates shall be performed regularly by sampling with a high-efficiency particulate air (HEPA) filter on the sample intake. The HEPA filter shall be at least of class H13 in accordance with EN 1822-1 or ISO 35H in accordance with ISO 29463-1.

The maximum measurable particle number concentration of the **aerosol** measurement instruments should be higher than the initial particle number concentration required by the respective test methods. Otherwise, a dilution system shall be used to operate the **aerosol** measurement instruments in the permissible particle number concentration range. If possible, dilution should be avoided to exclude a potential source of error. If it is not avoidable, the dilution ratio shall be checked regularly.

NOTE This document always refers to the particle number concentration, which is expressed in cm^{-3} .

4.2 Aerosol transport

The transport tubing for **aerosols** shall consist of conductive materials, such as metal or carbon embedded silicon, to avoid electrostatic effects and excessive losses. Similarly, all valves and connectors on the **aerosol** transport path shall also consist of conductive materials. The length of the tubing shall be as short as possible to avoid excessive losses due to diffusion.

4.3 Condensation particle counter

A condensation particle counter (CPC) is based on counting **aerosol** particles by first enlarging them by using the particles as nucleation centres to create droplets in a supersaturated gas and then counting them by optical means. Both n-butanol and water can be used as working fluids. CPC can have different lower detection limits (D_{50}), which are typically in the range between $0,0025\ \mu\text{m}$ and $0,015\ \mu\text{m}$. As the particle number concentration of the used **salt aerosol** is negligible in this particle size range, the exact value of D_{50} does not significantly influence the results. It is recommended to use a CPC with a high analysed flow rate as higher counting rates increase the statistical accuracy.

4.4 Optical particle counter

An optical particle counter (OPC) – also known as optical **aerosol** spectrometer or optical particle size spectrometer (OPSS) – is based on detecting the light scattered by individual **aerosol** particles. The OPC shall count and size individual **aerosol** particles in the $0,1\ \mu\text{m}$ to $10\ \mu\text{m}$ range. The counting efficiency of the OPC shall be $\geq 50\ \%$ for $0,1\ \mu\text{m}$ particles. The OPC shall have a minimum of six equally logarithmically spaced particle size channels per decade.

4.5 Aerodynamic particle sizer

An aerodynamic particle sizer (APS) is based on the acceleration of **aerosol** particles in a nozzle. Due to their longer relaxation time, the time of flight of larger particles between two laser beams is longer than for smaller particles. The APS shall count and size individual **aerosol** particles at least in the particle size range from $5\ \mu\text{m}$ to $10\ \mu\text{m}$. The counting efficiency of the APS shall be $100\ \%$ in this particle size range. The APS shall have a minimum of six equally logarithmically spaced particle size channels per decade.

5 Aerosol generation

5.1 Salt aerosol

The **salt aerosol** shall consist of polydisperse solid-phase (dry) KCl particles generated from an aqueous KCl solution using a mass concentration of $50\ \text{g KCl per } 1\ \text{l}$ of de-ionized water. Long-term storage of the salt shall be in accordance with Annex B. Figure 1 gives two examples of common systems for generating the **aerosol**. The **salt aerosol** is generated by feeding compressed particle-free air to the atomizer. Varying the operating air pressure of the generator allows control of the time to reach the initial particle number concentration. Spray nozzles producing size distributions with mode values above $0,1\ \mu\text{m}$ shall not be used. The **aerosol** leaving the atomizer shall be dried with a silica gel diffusion dryer or mixing with a sufficient flow of dry air below the efflorescence humidity of KCl to ensure a solid-phase **aerosol**. It shall be checked periodically that the relative humidity of the air leaving the diffusion dryer is less than $55\ \%\text{RH}$. The dried **salt aerosol** is introduced into the **test chamber** via tubes or hoses.

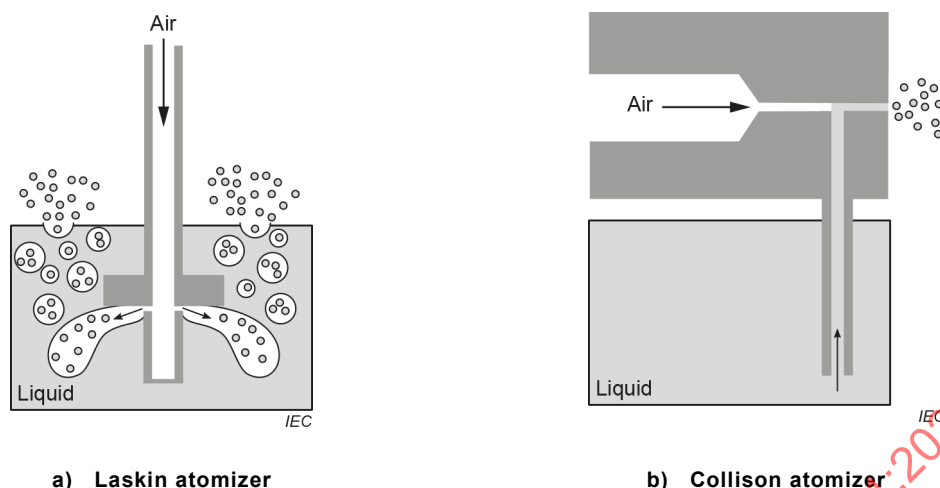


Figure 1 – Schematic of a Laskin atomizer (a) and a Collision atomizer (b)

NOTE Experimental data for several **air cleaners** have shown that the **CADR** measured with non-neutralized and neutralized **salt aerosol** particles does not significantly differ. Thus, neutralization of the generated **salt aerosol** before entering the **test chamber** is optional.

5.2 Smoke aerosol

5.2.1 Type of cigarettes

Cigarettes with filters and a maximum tar content of 8 mg per cigarette shall be used. It is recommended to use reference cigarettes, such as 1R6F reference cigarettes provided by the University of Kentucky¹. To increase the reproducibility of test results, each laboratory shall always use the same cigarettes. Before changing to a new type of cigarette, **CADR** tests for the same **DUT** with the old and new cigarettes shall be performed and compared. Long-term storage of the cigarettes shall be in accordance with Annex B.

5.2.2 Smoke aerosol generation

The cigarette(s) used for testing shall equilibrate for at least 24 h at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 5) \% \text{RH}$ before use. Two different examples of **smoke aerosol** generators are shown in Figure 2.

- The cigarette is placed in a glass hood. Air is extracted either from the **test chamber** or the surrounding after filtration by a pump, filtered and fed into the glass hood. By the arising overpressure, the smoke of the burning cigarette is pressed through the cigarette's filter and fed into the **test chamber** via tubes or hoses.
- The cigarette is placed in an ejector pump based on the Venturi effect. A compressed air source followed by a maintenance unit (including a water separator, particle and oil filter and pressure control valve) provides a constant flow through the ejector pump. The smoke of the burning cigarette is sucked by the arising underpressure through the cigarette's filter and transported with the main flow inside the **test chamber** via tubes or hoses. The cigarette smoke generation system is located inside an enclosure that is vented to the outside.

¹ The 1R6F reference cigarette supplied by the University of Kentucky is an example of a suitable product available commercially. The exact nomenclature of the current batch of cigarettes can change over time. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of this/these product(s).

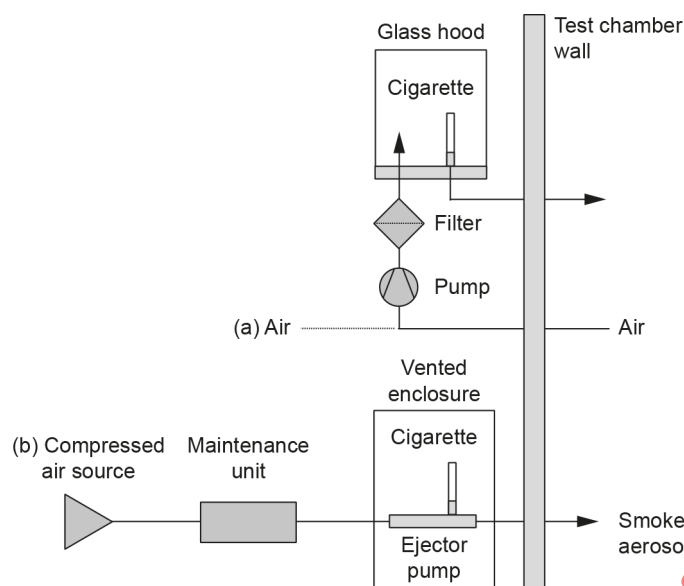


Figure 2 – Schematic of two possible methods to generate the smoke aerosol

NOTE 1 Equilibration of the cigarettes can either take place in a regulated climate cabinet or in a desiccator containing a specific saturated salt solution. To prepare the salt solution, first NH_4Cl (at least 99,5 % purity) and then KNO_3 (at least 99 % purity) is added to de-ionized water until the solution is fully saturated. The cigarettes are placed on a platform above the saturated salt solution in the desiccator. If the humidity in the desiccator drops over time, the exhausted solution is replaced by a fresh one.

NOTE 2 There are commercial **smoke aerosol** generators available that can be used for smoke generation. They are typically based on principle a).

NOTE 3 The cigarettes can be lighted using either a manual lighter or an automatized solution.

5.3 Dust aerosol

5.3.1 Type of dust

Commercially available ISO 12103-1, A2 fine test dust shall be used. Long-term storage of the dust shall be in accordance with Annex B.

5.3.2 Dust aerosol generation

The test dust shall be put for 24 h in a desiccator (container with a drying agent) with a relative humidity below 20 %RH before use. Two examples of **dust aerosol** generation methods are shown in Figure 3.

- The **dust aerosol** can be continuously dispersed with a powder disperser based on the principle shown in Figure 3a. The dust is filled little by little into the cylindrical solid material reservoir and uniformly compressed with a tamper. The dust is conveyed onto a rotating brush at a controlled feed rate. An adjustable flow of compressed air streams over the brush and tears the particles out of the brush.
- Alternatively, a light-duty dust injector (see ISO 5011:2020, Figure B.2) can be used as shown in Figure 3b. The injector shall be operated such that the required particle number concentrations listed in Table 2 are reached. These particle number concentrations are considerably lower than those required by ISO 5011:2020. The test dust is filled in a small funnel connected to the suction port of the ISO 5011:2020 dust injector. Filtered compressed air is fed into the dust injector for a short time by opening a ball valve.

As both generation principles can lead to highly charged particles, the **dust aerosol** shall be neutralized before entering the **test chamber** with an ^{85}Kr neutralizer or an equivalent method, such as soft X-rays or bipolar corona discharge.

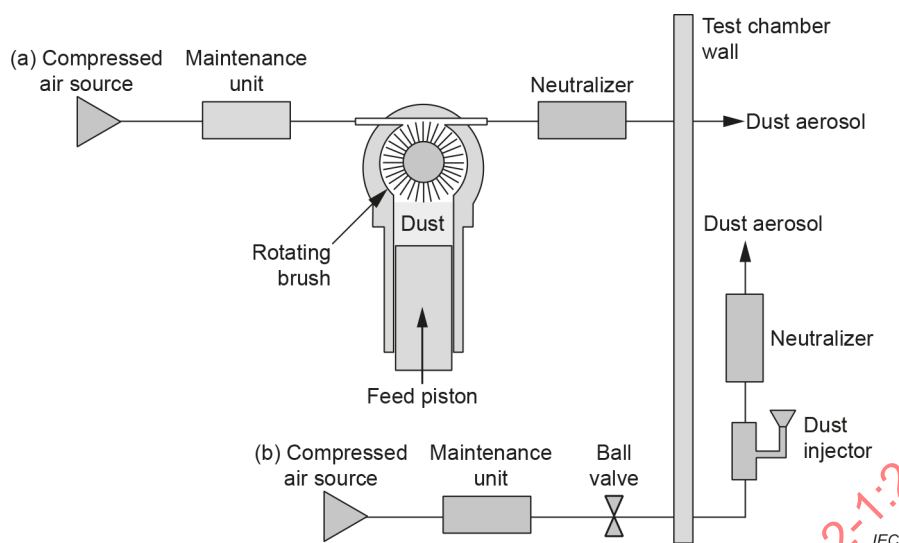


Figure 3 – Schematic of two possible methods to generate the dust aerosol

5.4 Pollen aerosol

5.4.1 Type of pollen

Non-defatted paper mulberry pollen including fragments shall be used. Long-term storage of the pollen shall be in accordance with Annex B.

5.4.2 Pollen aerosol generation

Two examples of **pollen aerosol** generation methods are shown in Figure 4.

- For generation of the **pollen aerosol**, 0,3 g to 1,0 g of pollen are weighed in a 60 ml screw-top glass laboratory sample jar and stored in a desiccator with drying agent for a minimum of 24 h prior to testing. Before the test, the sample jar is sealed airtight with a screw top containing two fittings for air entry and pollen discharge. To disperse the pollen, filtered compressed air is fed into the dust injector for a short time by opening a ball valve.
- If the required initial particle number concentration of pollen cannot be reached in this setup because of the deposition losses in the transportation tubes, the pollen jar can alternatively be mounted inside the **test chamber** as shown in Figure 4b.

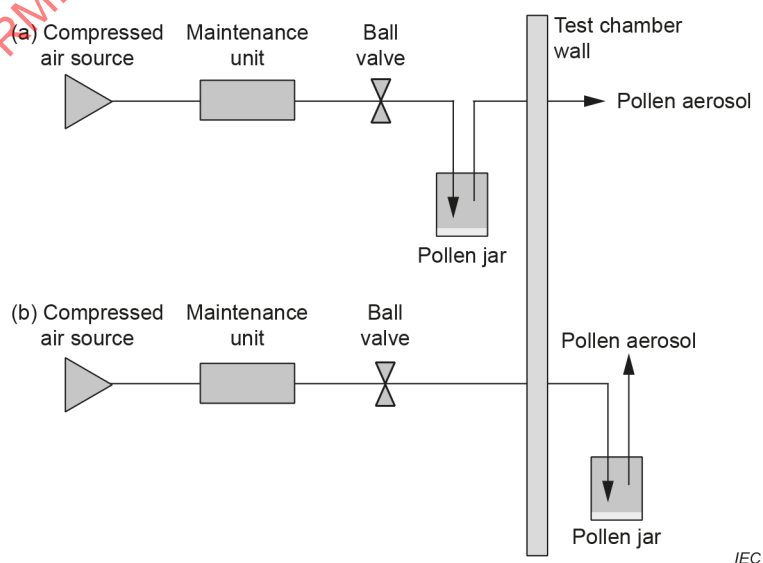


Figure 4 – Schematic of two possible methods to generate the pollen aerosol

6 Measurement of the CADR in maximum performance operation mode

6.1 Test methods

The **CADR** of an **air cleaner** generally depends on the size of the **target pollutant**. The intention of this document is to determine **CADR** values for a range of particle sizes that occur in indoor environments. However, it is not possible to cover the complete relevant particle size range by using a single test **aerosol** and a single measurement technique. Thus, this document provides test methods for four different particle size ranges (ultrafine, fine, medium, and coarse). For each particle size range, a test **aerosol** yielding a sufficiently high particle number concentration for accurate statistics and a measurement technique sensitive to particles in the size range are chosen. For the fine particle size range, there are two alternative test **aerosols**, which are expected to yield equivalent test results because of their similarity in the size distribution.

It is not mandatory to perform the tests for all particle size ranges. However, for reporting results (see Annex C), the **CADR** value shall be stated always in combination with the investigated size range (ultrafine, fine, medium, or coarse). This ensures an unambiguous correlation between the **CADR** value and the chosen test method.

NOTE Annex D describes a model how to derive an effective room size from the measured **CADR** value.

6.2 General

The test procedures described in 6.3 (**natural decay rate**) and 6.4 (**total decay rate**) are used to determine the **CADR** of the **DUT**. For smoke, salt and dust, one measurement of the **natural decay rate** taken on the same day as the **total decay rate** measurement is sufficient. For pollen, a **natural decay rate** measurement shall be performed prior to each **total decay rate** measurement. All tests shall be performed in a well-mixed **test chamber** in accordance with the requirements in IEC 63086-1:2020, 5.6 to achieve repeatable and reproducible test results.

NOTE 1 The test methods in 6.3 and 6.4 are essentially the same. The only difference is that the **DUT** is switched on before measuring the **total decay rate** in 6.4.

NOTE 2 Procedures for testing the **DUT** in **automatic operation mode** are under consideration for a future revision.

NOTE 3 The test procedures for the **maximum performance operation mode** can also be applied for other **manual operation modes**, as defined in IEC 63086-1:2020, 3.11.

NOTE 4 A graphical scheme of the test procedure is shown in Annex E.

6.3 Natural decay

6.3.1 Test preparation

Check the **aerosol** generating and measuring instruments as well as the data recording and processing equipment for readiness in accordance with the manufacturer's instructions.

NOTE General cleaning procedures for the **test chamber** are described in Annex F.

6.3.2 Background particle number concentration

Start operating the mixing and the recirculation fan. Clean the **test chamber** air using the filtration part of the **test chamber** air treatment unit until the background particle number concentration reaches a level below the values indicated in Table 1 for the corresponding particle size range. After that, turn off the filtration part of the **test chamber** air treatment unit and record the background particle number concentration.

Table 1 – Measurement instruments, test aerosols and maximum background particle number concentrations for the different particle size ranges

	Ultrafine	Fine	Medium	Coarse
Size range (μm)	see NOTE 4	0,1 to 1	0,5 to 3	5 to 10
Measurement instrument(s)	CPC	OPC	APS/OPC	APS/OPC
Test aerosol(s)	Salt	Smoke/Salt	Dust	Pollen
Maximum background particle number concentration (cm^{-3})	800	240	2	0,04

NOTE 1 The test **aerosols** can also contain smaller and larger particles than listed in Table 1, but those are not included in the **CADR** calculation.

NOTE 2 Whereas the OPC determines the optical equivalent diameter, the APS classifies based on the aerodynamic diameter. Consequently, the two instruments potentially take into account different size fractions.

NOTE 3 The maximum background particle number concentrations are set to 1 % of the minimum initial particle number concentrations listed in Table 2.

NOTE 4 The CPC only measures the total particle number concentration and cannot fractionate with respect to the particle size. Thus, no specific particle size range can be stated here. However, the majority of the **salt aerosol** particles using the generation methods described in 5.1 is smaller than 0,1 μm . Thus, the decay rate of the total particle number concentration is considered as representative for the ultrafine particle size range. The lower detection limit of the CPC does not have considerable influence as only a negligible fraction of particles is present in this particle size range.

NOTE 5 An alternative for the fine particle size range starting at 0,3 μm instead of 0,1 μm is described in Annex I.

6.3.3 Test chamber conditions

While cleaning the **test chamber**, operate the conditioning part of **test chamber** air treatment unit until the temperature and relative humidity ranges specified in IEC 63086-1:2020, 5.2.1 are reached. After that, turn off the conditioning part of the **test chamber** air treatment unit. Record the relative humidity and temperature of the **test chamber** during the whole test period. Values outside the limits invalidate the run.

6.3.4 Aerosol generation

Start feeding the test **aerosol** into the **test chamber** as described in Clause 5 until the initial particle number concentration in the corresponding particle size range listed in Table 2 is reached. After that, turn off the **aerosol** generator and close the **test chamber** valve.

Table 2 – Test aerosols and initial particle number concentrations for different particle size ranges

	Ultrafine	Fine	Medium	Coarse
Particle size range (μm)	see 6.3.2	0,1 to 1	0,5 to 3	5 to 10
Test aerosol(s)	Salt	Smoke/Salt	Dust	Pollen
Initial particle number concentration (cm^{-3})	80 000 to 120 000	24 000 to 35 000	200 to 400	4 to 9

6.3.5 Mixing and homogenization of the test aerosol

Mix the test **aerosol** in the **test chamber** for the mixing time indicated in Table 3. After that, turn off the mixing fan. The recirculation fan continues to operate for the duration of the test. Wait for the homogenization time indicated in Table 3 to ensure a sufficient homogenization of the **aerosol**. Check whether the particle number concentration is still within the limits listed in Table 2. If this is not the case, terminate the run.

NOTE The recirculation fan is operated during the whole test to ensure sufficient mixing in the **test chamber**, which is essential for reproducible results. This situation might differ from a scenario without forced recirculation.

Table 3 – Test aerosols, mixing and homogenization time for different particle size ranges

	Ultrafine	Fine	Medium	Coarse
Test aerosol(s)	Salt	Smoke/Salt	Dust	Pollen
Mixing time (min)	1	1	1	1
Homogenization time (min)	3	3	3	1

NOTE 1 The homogenization time required for pollen is less than for salt, smoke and dust because of the higher **natural decay rate** of pollen.

6.3.6 Measurement of the natural decay

Wait for 1 min before starting to acquire particle number concentration data in evenly distributed time intervals for the test duration indicated in Table 4. The time stamp allocated to the first data point defines $t = 0$ in the calculation of the **natural decay rate**. The minimum number data points shall be in accordance with Table 4.

Table 4 – Test aerosols, test duration and minimum number of data points for different particle size ranges

	Ultrafine	Fine	Medium	Coarse
Test aerosol(s)	Salt	Smoke/Salt	Dust	Pollen
Test duration (min)	5 to 20	5 to 20	5 to 20	3 to 10
Minimum number of data points	18	18	18	9

NOTE 1 The minimum number of data points required for pollen is less than for salt, smoke and dust because of the higher **natural decay rate** of pollen.

NOTE 2 The waiting time before collection of the first data point is introduced to follow the same time scheme as for the measurement of the **total decay rate**.

6.3.7 Calculation of the natural decay rate

Calculate the **natural decay rate** as described in 7.2.

6.3.8 Acceptability of the run

Calculate the sample standard deviation of the slope of the regression line for the **natural decay** in accordance with 7.3. A sample standard deviation less than the values indicated in Table 5 determines the acceptability of the run.

Table 5 – Limits for the sample standard deviation of the slope of the regression line for the natural decay

	Ultrafine	Fine	Medium	Coarse
Test aerosol	Salt	Smoke/Salt	Dust	Pollen
Limit for sample standard deviation (h^{-1})	0,12	0,12	0,06	0,36

6.4 Total decay

6.4.1 Test preparation

Perform as in 6.3.1.

6.4.2 Placement of the DUT

Inspect the **DUT** for shipping damages or other obvious visual defects and check if it properly operates in the **maximum performance operation mode**. Place the **DUT** in accordance with IEC 63086-1:2020, 5.7 in the **test chamber** and connect it to a power supply providing the required voltage and frequency in accordance with IEC 63086-1:2020, 5.2. If the **DUT** is battery-operated, the battery shall be fully charged at the beginning of the test.

NOTE Fully charged defines the point during charging when – in accordance with the manufacturer's instructions, by indicator or time period – the **DUT** does not need to be charged anymore.

6.4.3 Background particle number concentration

Perform as in 6.3.2.

6.4.4 Test chamber conditions

Perform as in 6.3.3.

6.4.5 Aerosol generation

Perform as in 6.3.4.

6.4.6 Mixing and homogenization of the test aerosol

Perform as in 6.3.5.

6.4.7 Operation of the DUT

Set the **DUT** to **maximum performance operation mode** as defined in IEC 63086-1:2020, 3.14 at the end of measuring the initial particle number concentration. The **test chamber** shall not be entered for switching on the **DUT**. After switching on the **DUT**, wait for 1 min before starting the first sampling interval. The time stamp allocated to the first measurement after switching on the **DUT** defines $t = 0$ in the calculations of the **total decay rate**.

NOTE 1 The **DUT** can be switched on from outside the **test chamber** by remote operation, a remote-controlled power supply, or a robotic setup to touch the necessary buttons or surfaces.

NOTE 2 The waiting time of 1 min between switching on the **DUT** and collection of the first data point is to avoid the influence of startup phenomena of the **DUT**. Furthermore, it serves to avoid distortions of the decay curve that can be caused by allocation of the time stamps to the end or beginning of the sampling interval or by the finite time needed to switch on the **air cleaner**.

6.4.8 Measurement of the total decay

Perform as in 6.3.6. The measurement of the average power in **maximum performance operation mode** described in Annex G shall be conducted during this data acquisition phase.

6.4.9 Calculation of the total decay rate

Calculate the **total decay rate** as described in 7.2.

6.4.10 Acceptability of the run

Calculate the sample standard deviation of the slope of the regression line for the **total decay** in accordance with 7.3. A sample standard deviation less than the values indicated in Table 6 determines the acceptability of the run.

Table 6 – Limits for the sample standard deviation of the slope of the regression line for the total decay

	Ultrafine	Fine	Medium	Coarse
Test aerosol	Salt	Smoke/Salt	Dust	Pollen
Limit for sample standard deviation (h^{-1})	0,48	0,48	0,18	1,32

6.5 Calculation of the clean air delivery rate

Determine the **CADR** of the **DUT** in accordance with 7.4.

7 Calculation procedures

7.1 Criteria for the acceptance of data points

7.1.1 Outliers from the regression line

Any data point found outside the 99 % prediction interval of the regression line shall be eliminated. The new data set without the eliminated data point(s) shall be used for calculation of the **natural** and **total decay rates**.

NOTE 1 The calculation of the 99 % prediction interval of the regression line is described in Annex H.

NOTE 2 The cause of the outlier data can be due to the operator, **test chamber** instrumentation, **air cleaner** inconsistency, or other **test chamber** effects.

7.1.2 Particle number concentration below 1 % of the value at $t = 0$

Any data point reporting a particle number concentration below 1 % of the value at $t = 0$ shall be eliminated along with all subsequent data points of the run.

NOTE Subsequent data points are eliminated based on the anticipated exponential reduction of the particle number concentration with time.

7.2 Calculation of decay constants

The decay of the particle number concentration is based on the formula:

$$C(t_i) = C_0 \cdot e^{-kt_i} \quad (1)$$

where

$C(t_i)$ is the particle number concentration at time t_i , expressed in cm^{-3} ;

C_0 is the particle number concentration at time $t_i = 0$, expressed in cm^{-3} ;

k is the decay constant, expressed in h^{-1} ;

t_i is the time of the i^{th} data point, expressed in h.

As the decay constant k is defined as a positive number, it has the opposite sign as the slope m obtained by linear regression of $\ln C(t_i)$ over t_i :

$$k = -m \quad (2)$$

where

m is the slope obtained by linear regression of $\ln C(t_i)$ over t_i expressed in h^{-1} .

The slope m is calculated in accordance with the following formula:

$$m = \frac{\text{Cov}_{xy}}{\text{Var}_x} \quad (3)$$

where

Cov_{xy} is the sample covariance of t_i and $\ln C(t_i)$, expressed in h ,

Var_x is the sample variance of t_i , expressed in h^2 .

These are calculated as follows:

$$\text{Cov}_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(t_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \right) \left(\ln C(t_i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln C(t_i) \right) \quad (4)$$

$$\text{Var}_x = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(t_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \right)^2 \quad (5)$$

where

n is the number of data points.

If the above calculations are used for **natural decay rate** measurements described in 6.3, the results represent the **natural decay rate**. If the above calculations are used for the **total decay rate** measurements described in 6.4, the results represent the **total decay rate**.

NOTE The methodology as applied for the calculation of the slope m is available in statistical software. The terminology used is "linear regression analysis" or "regression analysis".

7.3 Sample standard deviation of the slope of the regression line

The sample standard deviation of the residual values is calculated as follows:

$$S_{\text{reg}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\ln C(t_i) - b - mt_i)^2} \quad (6)$$

where

S_{reg} is the sample standard deviation of the residual values;

b is the intercept of the regression line;

m is the slope of the regression line, expressed in h^{-1} .

The sample standard deviation of the slope of the regression line is calculated as follows:

$$S_{\text{slope}} = \sqrt{\frac{S_{\text{reg}}^2}{(n-1) \text{Var}_x}} \quad (7)$$

where

S_{slope} is the sample standard deviation of the slope of the regression line, expressed in h^{-1} .

7.4 Calculation of the clean air delivery rate

The **CADR**, Q , is calculated as:

$$Q = V \cdot (k_{\text{tot}} - k_{\text{nat}}) \quad (8)$$

where

Q is the **CADR**, expressed in $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$;

V is the volume of the **test chamber**, expressed in m^3 ;

k_{tot} is the **total decay rate**, expressed in h^{-1} ;

k_{nat} is the **natural decay rate**, expressed in h^{-1} .

7.5 Sample standard deviation of the clean air delivery rate

The sample standard deviations for the **natural** and **total decay rate** described in 7.3 can be combined using error propagation analysis to calculate the sample standard deviation of the **CADR** in accordance with

$$S_{\text{CADR}} = V \cdot \sqrt{S_{\text{slope,tot}}^2 + S_{\text{slope,nat}}^2} \quad (9)$$

where

S_{CADR} is the sample standard deviation of the **CADR**, expressed in $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$;

$S_{\text{slope,tot}}$ is the sample standard deviation of the **total decay rate**, expressed in h^{-1} ;

$S_{\text{slope,nat}}$ is the sample standard deviation of the **natural decay rate**, expressed in h^{-1} .

Annex A (normative)

Limits of measurability

A.1 General

This standard method has limits of measurability for the **CADR** based on the statistical accuracy of the methods.

A.2 Maximum clean air delivery rate

The maximum accessible **CADR** by complying with this document is defined by the measurement equipment used by the laboratory. It is limited for each of the **target pollutants** by the following aspects:

- The test duration shall be within the range defined by Table 4.
- After possible elimination of data points in accordance with 7.1, the minimum required number of data points listed in Table 4 shall be reached.
- The limits on the sample standard deviations listed in Table 5 and Table 6 shall be satisfied.

A.3 Minimum clean air delivery rate

The minimum accessible **CADR** by complying with this document is determined by the case that the **total decay rate** of the **DUT** is not distinguishable with statistical significance from the **natural decay rate** for the same **target pollutant**. To ensure this, the minimum **CADR** shall be four times the maximum sample standard deviation of the **natural decay rate** for the corresponding **target pollutant** as listed in Table 5 multiplied by the average **test chamber** volume of 30 m³. The corresponding minimum **CADR** values are listed in Table A.1. If the calculated **CADR** is less than the minimum value listed in Table A.1, it shall be reported as "too low to measure".

Table A.1 – Minimum CADR measurable for the different target pollutants

	Ultrafine	Fine	Medium	Coarse
Test aerosol	Salt	Smoke/Salt	Dust	Pollen
Minimum CADR (m ³ /h)	14	14	7	65

Annex B (informative)

Long-term storage of the target pollutants

B.1 Salt

The salt used for producing the **salt aerosol** shall be long-term stored in accordance with the manufacturer's instructions. If no specific instructions are given, the salt shall be long-term stored at a relative humidity less than 65 % RH.

B.2 Cigarettes

The cigarettes used for producing the **smoke aerosol** shall be long-term stored in accordance with the manufacturer's instructions. If no specific instructions are given, they shall be stored in the original packaging in a standard laboratory refrigerator at $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 5) \%$ RH before conditioning them for 24 h in accordance with 5.2.2.

B.3 Dust

The test dust used for producing the **dust aerosol** shall be long-term stored in accordance with the manufacturer's instructions. If no specific instructions are given, the test dust shall be long-term stored at a relative humidity below 65 % RH.

B.4 Pollen

The pollen used for producing the **pollen aerosol** shall be long-term stored in accordance with the manufacturer's instructions. If no specific instructions are given, they shall be long-term stored in a desiccator (container with a drying agent) with a relative humidity below 20 % RH.

Annex C (informative)

Test report information

C.1 General

The following information should be included in a test report. Only information which is of importance for the purpose of the measurements shall be reported.

C.2 General data

- Name and address of the laboratory where the measurements were carried out
- Date(s) of measurement
- Name and address of the company, organization or person ordering the measurements
- Purpose of the measurements
- Statement of compliance with the standard

C.3 Description of the DUT

- Manufacturer or trademark
- Model or type designation
- Serial number or production date if applicable
- Tested operation mode (speed level, additional functions, etc.)
- Location during the test (floor, table, wall, etc.)

C.4 Test chamber

- **Test chamber** size (interior length, width and height and effective volume)
- Material of the floor, ceiling, and walls

C.5 Aerosol generation

- Type of **target pollutant** used (including batch number if applicable)
- **Aerosol** generator used (manufacturer, type, serial number)
- Operating conditions of the **aerosol** generator (working pressure, dispersion time, etc.)

C.6 Particle measurement instrumentation

- Instrumentation used (manufacturer, type, serial number, accuracy)
- Diluter used if applicable (manufacturer, type, serial number, dilution ratio)
- Last calibration data of the used equipment

C.7 Test conditions

- All raw data for the temperature during the test (either as table or figure)
- All raw data for the relative humidity during the test (either as table or figure)

C.8 Test execution

- All raw data of the particle number concentration for the **natural decay rate** measurement including potentially eliminated data points (either as table or figure)
- All raw data of the particle number concentration for the **total decay rate** measurement including potentially eliminated data points (either as a table or figure)
- Reasons why data points were eliminated in accordance with 7.1 if applicable

C.9 Results

- Number of samples tested
- Number of repeats
- **Natural decay rate** (per sample and per repeat if applicable) calculated in accordance with 7.2
- Sample standard deviation of the **natural decay rate** (per sample and per repeat if applicable) calculated in accordance with 7.3
- **Total decay rate** (per sample and per repeat if applicable) calculated in accordance with 7.2
- Sample standard deviation of the **total decay rate** (per sample and per repeat if applicable) calculated in accordance with 7.3
- **CADR** (per sample and per repeat if applicable) calculated in accordance with 7.4
- Sample standard deviation of the **CADR** (per sample and per repeat if applicable) calculated in accordance with 7.5
- Any other comment as found relevant by the test engineer

Annex D (normative)

Derivation of the effective room size

D.1 Effective room size

The effective room size for an **air cleaner** is calculated based upon the **CADR** of the **DUT** obtained for one of the **aerosols** with particles in the 0,1 µm to 1 µm size range as determined in Clause 6 (see Table 2). The room size is based upon the ability of the air cleaner's **CADR** to reduce the steady-state particle number concentration in a room to a new steady-state particle number concentration 80 % lower than the original value when the **air cleaner** is operating.

NOTE The calculated effective room size is restricted to the fine particle size range. This is most representative for particles, which can stay suspended in the air for long times if no measures for their reduction are applied.

D.2 Basic indoor air model for particle number concentrations

Particle number concentrations in indoor air are dynamic and result from the competition between various source and removal processes. Under the assumption of ideal mixing, the change of the particle number concentration over time can be described by the inhomogeneous linear differential equation of first order

$$\frac{dC(t)}{dt} = \frac{\dot{S}}{V} + k_v C_{out} - (k_{AC} + k_{dep} + k_v) \cdot C(t) \quad (D.1)$$

where

$C(t)$ is the indoor particle number concentration, expressed in cm^{-3} ;

t is the time, expressed in h;

$\dot{S}$ is the particle generation rate, expressed in h^{-1} ;

V is the room volume, expressed in m^3 ;

k_v is the ventilation rate of the room, expressed in h^{-1} ;

C_{out} is the outside particle number concentration, expressed in cm^{-3} ;

k_{AC} is the removal rate due to air cleaning, expressed in h^{-1} ;

k_{dep} is the removal rate due to deposition, expressed in h^{-1} .

Solving the differential equation for the arbitrary initial particle number concentration $C(0) = C_0$ yields

$$C(t) = \frac{\dot{S} + V k_v C_{out}}{V \cdot (k_{AC} + k_{dep} + k_v)} \left(1 - e^{-(k_{AC} + k_{dep} + k_v)t} \right) + C_0 e^{-(k_{AC} + k_{dep} + k_v)t} \quad (D.2)$$

where

C_0 is the initial particle number concentration, expressed in cm^{-3} .

For $t \rightarrow \infty$, the exponential terms converge to zero and a steady-state particle number concentration is reached. The steady-state particle number concentration without operation of the **air cleaner** is

$$C_{\text{noAC}} = \frac{\dot{S} + V k_v C_{\text{out}}}{V \cdot (k_{\text{dep}} + k_v)} \quad (\text{D.3})$$

where

C_{noAC} is the steady-state particle number concentration without **air cleaner** expressed in cm^{-3} .

The steady-state particle number concentration with operation of the **air cleaner** is

$$C_{\text{AC}} = \frac{\dot{S} + V k_v C_{\text{out}}}{V \cdot (k_{\text{AC}} + k_{\text{dep}} + k_v)} \quad (\text{D.4})$$

where

C_{AC} is the steady-state particle number concentration with **air cleaner**, expressed in cm^{-3} .

The efficiency ε of the **air cleaner** is defined as the ratio of the particle number concentration reduction due to operation of the **air cleaner** and the particle number concentration without operation of the **air cleaner**:

$$\varepsilon = \frac{C_{\text{noAC}} - C_{\text{AC}}}{C_{\text{noAC}}} = 1 - \frac{k_{\text{dep}} + k_v}{k_{\text{AC}} + k_{\text{dep}} + k_v} \quad (\text{D.5})$$

where

ε is the efficiency of the **air cleaner**.

The efficiency does not depend on the particle generation rate $\dot{S}$, the outside particle number concentration C_{out} , nor the initial particle number concentration C_0 in the room. Using the relation

$$Q = k_{\text{AC}} \cdot V \quad (\text{D.6})$$

where

Q is the **CADR**, expressed in $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$,

Equation (D.5) can be solved for the room volume to

$$V = \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \frac{Q}{k_{\text{dep}} + k_v} \quad (\text{D.7})$$

Using the relationship between room volume, ceiling height and floor area

$$V = A \cdot h \quad (\text{D.8})$$

where

A is the floor area, expressed in m^2 ;

h is the ceiling height, expressed in m,

Equation (D.7) can be converted in terms of floor area, which is a more commonly known description of room size than the volume:

$$A = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \frac{Q}{h \cdot (k_{\text{dep}} + k_v)} \quad (\text{D.9})$$

For the assumption of $\varepsilon = 0,8$ set in D.1, the equation reduces to

$$A = \frac{1}{4h \cdot (k_{\text{dep}} + k_v)} Q^{\text{def}} = F_{\text{room}} \cdot Q \quad (\text{D.10})$$

where

F_{room} is the effective room size constant, expressed in h m^{-1} .

Using an average room ventilation rate of $1,0 \text{ h}^{-1}$, an average deposition rate of $0,2 \text{ h}^{-1}$ and an average ceiling height of 2,50 m, substituting these values in Equation (D.10) and rounding in accordance with IEC 63086-1:2020, Annex B yields an effective room size constant of

$$F_{\text{room}} = 0,083 \text{ h m}^{-1} \quad (\text{D.11})$$

Annex E (informative)

Schematic representation of a CADR measurement

Figure E.1 shows a graphical representation of a **CADR** measurement in accordance with Clause 6. The upper part schematically shows the typical evolution of the particle number concentration over time for the measurement of the **natural decay** curve described in 6.3 as well as for the measurement of the **total decay** curve described in 6.4. The lower part shows which parts of the measurement equipment are used in which part of the test.

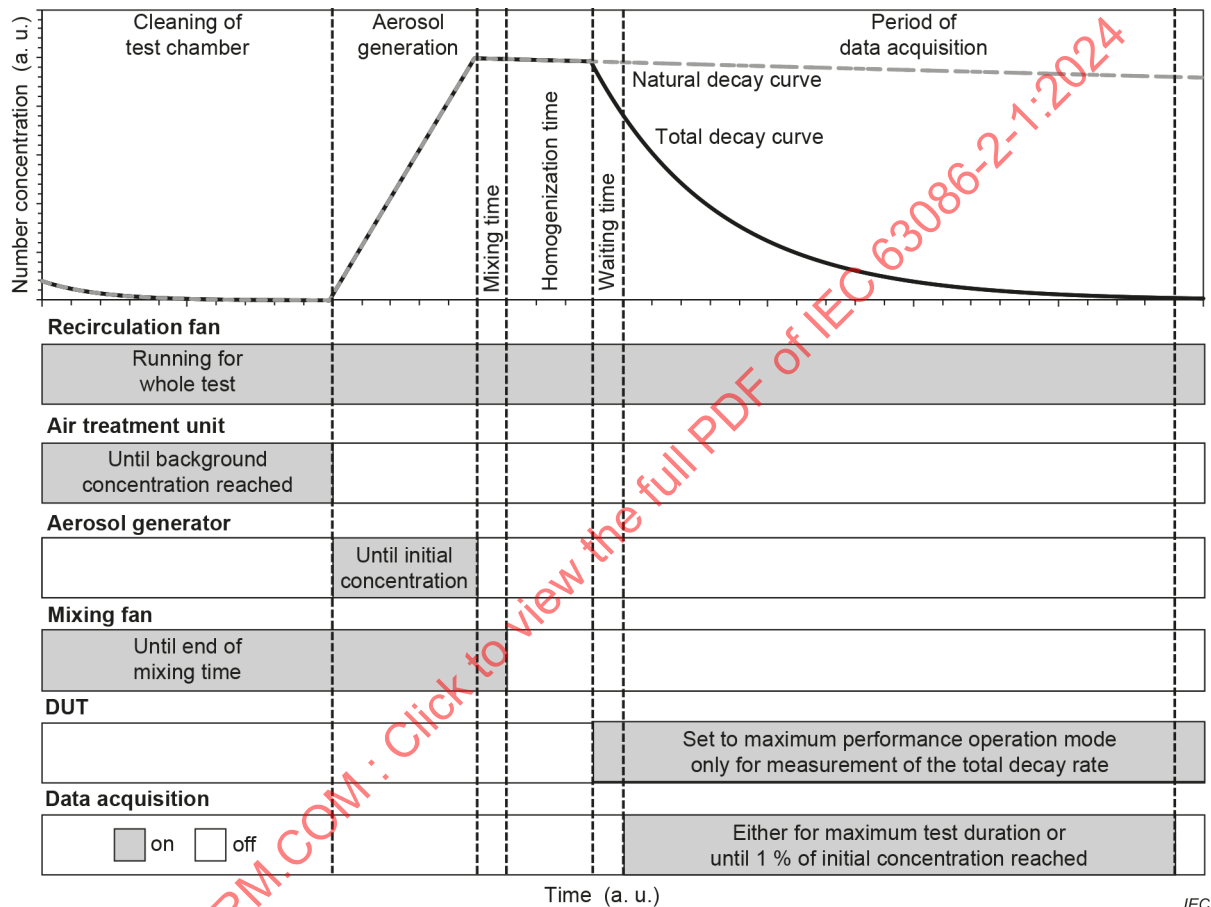


Figure E.1 – Schematic representation of the CADR measurement in accordance with Clause 6

Annex F (informative)

Cleaning procedures for the test chamber

F.1 Daily start-up cleaning procedure

Clean the **aerosol** generators from the outside and the inside of the jars using a damp lint-free wipe. Use a damp sponge to clean countertops and the external surfaces of the equipment. Use a damp mop for cleaning the floor of the **test chamber**. Lift the instruments and the **aerosol** generators carefully and wipe the bottom surfaces and tabletops.

F.2 Comprehensive test chamber cleaning procedure

F.2.1 General

Clean the **test chamber** after each shutdown and as required.

F.2.2 Equipment

Prepare an anti-static cleaning solution (commercially available formula are acceptable) in accordance with the manufacturer's instructions. Use a damp mop for ceiling and walls of the **test chamber**. Rinse and wring out the mop frequently and change the water if necessary. Use a damp sponge for cleaning small surfaces. Rinse and wring out the sponge frequently.

F.2.3 Procedure

Starting at the wall next to the door, first clean the walls including the door with the damp mop, working around the **test chamber**. Wash the windows with anti-static solution and wipe them with lint-free wipes. Afterwards, clean the ceiling and recirculation fan with the damp sponge. Continue with the temperature and humidity sensor covers, the **aerosol** generators and measurement instrumentation. Finally, clean the floor of the **test chamber** with the damp mop, starting at corner farthest from the door and working in sections toward the door.

NOTE These procedures were written for a specific facility and are regarded as typical. They have been found to be sufficient to achieve the required **test chamber** background particle number concentrations.

Annex G (normative)

Measurement of the average power in maximum performance operation mode

G.1 General

The measurement of the average power in **maximum performance operation mode** shall be performed in parallel to the measurement of the **total decay rate** for any **target pollutant** described in 6.4.

NOTE 1 The **target pollutant** is not expected to influence the power consumption.

NOTE 2 The test procedure for the **maximum performance operation mode** can also be applied for other **manual operation modes** as defined in IEC 63086-1:2020, 3.11.

G.2 Setup of the DUT

Perform the steps of the **total decay rate** measurement as described in 6.4.1 to 6.4.8. In addition to 6.4.2, connect a power meter (for specifications see IEC 63086-1:2020, 5.6) between the power supply and the **DUT**.

G.3 Measurement procedure

After switching on the **DUT** and after the waiting time of 1 min as described in 6.4.7, begin to acquire power readings at the same frequency at which the particle number concentration data are taken. The test is finished by finishing the measurement of the **total decay rate**, as described in 6.4.8.

G.4 Calculation of the average operating power

To obtain the average power in **maximum performance operation mode**, average the data points over the whole time of measurement in accordance with

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P(t_i) \quad (\text{G.1})$$

where

$\bar{P}$ is the average power in **maximum performance operation mode**, expressed in W;

n is the number of data points;

$P(t_i)$ is the power measured at the i^{th} data point, expressed in W;

t_i is the time of the i^{th} data point, expressed in h.

The sample standard deviation of the average power in **maximum performance operation mode** is calculated in accordance with

$$S(\bar{P}) = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n \left(P(t_i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P(t_i) \right)^2} \quad (\text{G.2})$$

where

$S(\bar{P})$ is the sample standard deviation of the average power in **maximum performance operation mode**, expressed in W.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63086-2-1:2024

Annex H (informative)

Calculation of the 99 % prediction interval of the regression line

The 99 % prediction interval of the regression line estimates the range of $\ln C(t_i)$ values that can be expected with 99 % confidence for every value of t_i . The 99 % prediction interval is used as a criterion to assess whether test data are potential outliers. For every value of $\ln C(t_i)$, the expected value from the regression model is

$$\ln C(t_i) = b + m \cdot t_i \quad (\text{H.1})$$

where

$C(t_i)$ is the particle number concentration at time t_i , expressed in cm^{-3} ;

b is the intercept of the regression line;

m is the slope of the regression line, expressed in h^{-1} ;

t_i is the time of the i^{th} data point, expressed in h.

The sample standard deviation of the predicted value of $\ln C(t_i)$ at the specific timestamp t_i , is defined as

$$S(\ln C(t_i)) = S_{\text{reg}} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{\left(t_i - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n t_k\right)^2}{(n-1) \cdot \text{Var}_x}} \quad (\text{H.2})$$

where

$S(\ln C(t_i))$ is the sample standard deviation of the predicted value of $\ln C(t_i)$;

S_{reg} is the sample standard deviation of the residual values;

n is the number of data points;

Var_x is the sample variance of t_i expressed in h^2 .

The resulting upper and lower limits of the 99 % prediction interval for $\ln C(t_i)$ at a specific timestamp t_i are calculated by:

$$\text{lower prediction limit} = b + m \cdot t_i - t_{\text{distr}}(99\%, n-2) \cdot S(\ln C(t_i)) \quad (\text{H.3})$$

$$\text{upper prediction limit} = b + m \cdot t_i + t_{\text{distr}}(99\%, n-2) \cdot S(\ln C(t_i)) \quad (\text{H.4})$$

in which $t_{\text{distr}}(99\%, n-2)$ is derived from the Student t -distribution with $n-2$ degrees of freedom defining the theoretical two-sided 99 % probability area. Values for $t_{\text{distr}}(99\%, n-2)$ for a specific number of data points n are listed in Table H.1.

Table H.1 – Values of the Student t-distribution with $n - 2$ degrees of freedom for different numbers of data points n

Number of data points n	Degrees of freedom $n - 2$	$t_{\text{distr}}(99\%, n - 2)$
5	3	5,841
6	4	4,604
7	5	4,302
8	6	3,707
9	7	3,499
10	8	3,355
11	9	3,250
12	10	3,169
13	11	3,106
14	12	3,055
15	13	3,012
16	14	2,977
17	15	2,947
18	16	2,921
19	17	2,898
20	18	2,878
21	19	2,861
22	20	2,845
23	21	2,831
24	22	2,819
25	23	2,807
26	24	2,797
27	25	2,787
28	26	2,779
29	27	2,771
30	28	2,763

Annex I (normative)

Alternative fine particle size range

I.1 General

The measurement of **salt** or **smoke aerosol** particles with an OPC measuring down to 0,1 µm in accordance with Clause 6 requires a specific type of OPC, which is currently only provided by few manufacturers. In contrast, the majority of commercially available OPCs is able to measure particles down to 0,3 µm. Such instruments are currently used in many testing laboratories in accordance with national testing standards for **air cleaners**. To facilitate the transition to IEC 63086-2-1 for testing laboratories and to avoid problems with a potential temporary shortness of supply or import restrictions, Annex I provides an alternative test method for the fine particle size range starting at 0,3 µm instead of 0,1 µm. If the test method in accordance with Annex I is used instead of Clause 6, this shall be clearly stated in the test report.

NOTE It is planned to withdraw Annex I in the next revision of IEC 63086-2-1 if the test method in accordance with Clause 6 has become generally established by then.

I.2 Optical particle counter

The requirements on the optical particle counter described in 4.4 remain unaffected except for the following changes. The OPC shall count and size individual aerosol particles in the 0,3 µm to 10 µm range instead of the 0,1 µm to 10 µm range. The counting efficiency of the OPC shall be $\geq 50\%$ for 0,3 µm particles instead of for 0,1 µm particles.

I.3 Measurement of the CADR in maximum performance operation mode

The test methods described in Clause 6 remain unaffected except for the following changes. The third column of Table 1 shall be replaced by the second column of Table I.1.

Table I.1 – Measurement instrument, test aerosols and maximum background particle number concentration for the alternative fine particle size range

	Fine
Size range (µm)	0,3 to 1
Measurement instrument(s)	OPC
Test aerosol(s)	Smoke/Salt
Maximum background particle number concentration (cm ⁻³)	50

The third column of Table 2 shall be replaced by the second column of Table I.2.

**Table I.2 – Test aerosols and initial particle number concentrations
for the alternative fine particle size range**

	Fine
Test aerosol(s)	Smoke/Salt
Size range (μm)	0,3 to 1
Initial particle number concentration (cm^{-3})	5 000 to 10 000

I.4 Derivation of the effective room size

The calculation of the effective room size described in Clause D.1 remains unaffected except for the following change. Instead of the **CADR** of the **DUT** obtained for one of the **aerosols** with particles in the 0,1 μm to 1 μm size range as determined in Clause 6, the **CADR** of the **DUT** obtained for one of the **aerosols** with particles in the 0,3 μm to 1 μm size range as determined in Clause I.3 shall be used.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63086-2-1:2024

Bibliography

ISO 27891, *Aerosol particle number concentration – Calibration of condensation particle counters*

ISO 21501-1, *Determination of particle size distribution – Single particle light interaction methods – Part 1: Light scattering aerosol spectrometer*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63086-2-1:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives	41
3 Termes, définitions et abréviations	41
3.1 Termes et définitions	41
3.2 Abréviations	42
4 Instruments de mesure d'aérosols	43
4.1 Généralités	43
4.2 Transport d'aérosols	43
4.3 Compteur de particules de condensation	43
4.4 Compteur optique de particules	43
4.5 Calibreur aérodynamique de particules	43
5 Génération d'aérosol	44
5.1 Aérosol salin	44
5.2 Aérosol de fumée	44
5.2.1 Type de cigarettes	44
5.2.2 Génération d'aérosol de fumée	45
5.3 Aérosol de poussière	45
5.3.1 Type de poussière	45
5.3.2 Génération d'aérosol de poussière	46
5.4 Aérosol de pollen	46
5.4.1 Type de pollen	46
5.4.2 Génération d'aérosol de pollen	47
6 Mesurage du CADR en mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction	47
6.1 Méthodes d'essai	47
6.2 Généralités	48
6.3 Décroissance naturelle	48
6.3.1 Préparation de l'essai	48
6.3.2 Densité de particules de fond	48
6.3.3 Conditions de la chambre d'essai	49
6.3.4 Génération d'aérosol	49
6.3.5 Mélange et homogénéisation de l'aérosol d'essai	49
6.3.6 Mesurage de la décroissance naturelle	50
6.3.7 Calcul du taux de décroissance naturelle	50
6.3.8 Acceptabilité de la série	50
6.4 Décroissance totale	50
6.4.1 Préparation de l'essai	50
6.4.2 Placement du DUT	51
6.4.3 Densité de particules de fond	51
6.4.4 Conditions de la chambre d'essai	51
6.4.5 Génération d'aérosol	51
6.4.6 Mélange et homogénéisation de l'aérosol d'essai	51
6.4.7 Fonctionnement du DUT	51
6.4.8 Mesurage de la décroissance totale	51
6.4.9 Calcul du taux de décroissance totale	51
6.4.10 Acceptabilité de la série	51

6.5	Calcul du taux de distribution d'air propre	52
7	Procédures de calcul	52
7.1	Critères d'acceptation des points de données	52
7.1.1	Valeurs aberrantes par rapport à la droite de régression	52
7.1.2	Densité de particules inférieure à 1 % de la valeur à $t = 0$	52
7.2	Calcul des constantes de décroissance.....	52
7.3	Écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression	53
7.4	Calcul du taux de distribution d'air propre	54
7.5	Écart-type des échantillons du taux de distribution d'air propre	54
Annexe A	(normative) Limites de mesurabilité	55
A.1	Généralités	55
A.2	Taux de distribution d'air propre maximal	55
A.3	Taux de distribution d'air propre minimal	55
Annexe B	(informative) Stockage à long terme des polluants cibles	56
B.1	Sel	56
B.2	Cigarettes	56
B.3	Poussière	56
B.4	Pollen	56
Annexe C	(informative) Informations du rapport d'essai	57
C.1	Généralités	57
C.2	Données générales	57
C.3	Description du DUT	57
C.4	Chambre d'essai	57
C.5	Génération d'aérosol	57
C.6	Instruments de mesure de particules	57
C.7	Conditions d'essai	58
C.8	Exécution de l'essai	58
C.9	Résultats	58
Annexe D	(normative) Calcul de la taille effective du local	59
D.1	Taille effective du local	59
D.2	Modèle d'air intérieur de base pour les densités de particules	59
Annexe E	(informative) Représentation schématique d'un mesurage du CADR	62
Annexe F	(informative) Procédures de nettoyage de la chambre d'essai	63
F.1	Procédure de nettoyage quotidien au démarrage	63
F.2	Procédure de nettoyage complet de la chambre d'essai	63
F.2.1	Généralités	63
F.2.2	Matériel	63
F.2.3	Procédure	63
Annexe G	(normative) Mesurage de la puissance moyenne en mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction	64
G.1	Généralités	64
G.2	Configuration du DUT	64
G.3	Procédure de mesurage	64
G.4	Calcul de la puissance moyenne de fonctionnement	64
Annexe H	(informative) Calcul de l'intervalle de prédiction de 99 % de la droite de régression	66
Annexe I	(normative) Plage granulométrique fine alternative	68
I.1	Généralités	68

I.2	Compteur optique de particules	68
I.3	Mesurage du CADR en mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction.....	68
I.4	Calcul de la taille effective du local	69
	Bibliographie.....	70
	Figure 1 – Représentation schématique d'un atomiseur Laskin (a) et d'un atomiseur Collison (b)	44
	Figure 2 – Représentation schématique de deux méthodes possibles pour générer l'aérosol de fumée	45
	Figure 3 – Représentation schématique de deux méthodes possibles pour générer l'aérosol de poussière	46
	Figure 4 – Représentation schématique de deux méthodes possibles pour générer l'aérosol de pollen.....	47
	Figure E.1 – Représentation schématique du mesurage du CADR selon l'Article 6	62
	Tableau 1 – Instruments de mesure, aérosols d'essai et densités de particules de fond maximales pour les différentes plages granulométriques	48
	Tableau 2 – Aérosols d'essai et densités de particules initiales pour différentes plages granulométriques	49
	Tableau 3 – Aérosols d'essai, temps de mélange et d'homogénéisation pour différentes plages granulométriques.....	50
	Tableau 4 – Aérosols d'essai, durée d'essai et nombre minimal de points de données pour différentes plages granulométriques	50
	Tableau 5 – Limites de l'écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression pour la décroissance naturelle.....	50
	Tableau 6 – Limites de l'écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression pour la décroissance totale.....	52
	Tableau H.1 – Valeurs de la distribution t de Student avec $n - 2$ degrés de liberté pour différents nombres de points de données n	67
	Tableau I.1 – Instrument de mesure, aérosols d'essai et densité de particules de fond maximale pour la plage granulométrique fine alternative	68
	Tableau I.2 – Aérosols d'essai et densités de particules initiales pour la plage granulométrique fine alternative.....	69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILS D'ÉPURATION D'AIR ÉLECTRIQUES
DOMESTIQUES ET APPAREILS SIMILAIRES –
MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION –****Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination
de la réduction des particules**

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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 63086-2-1 a été établie par le sous-comité 59N: Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires, du comité d'études 59 de l'IEC: Aptitude à la fonction des appareils électrodomestiques et analogues, en coopération avec le technique 142 de l'ISO: Séparateurs aérauliques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Elle est publiée en tant que Norme internationale double logo.

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

Projet	Rapport de vote
59N/44/FDIS	59N/46/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- **termes définis à l'Article 3 de l'IEC 63086-1: caractères gras;**
- **termes définis à l'Article 3 de l'IEC 63086-2-1: caractères gras.**

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63086, publiées sous le titre général *Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires – Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction*, se trouve 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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

APPAREILS D'ÉPURATION D'AIR ÉLECTRIQUES DOMESTIQUES ET APPAREILS SIMILAIRES – MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION –

Partie 2-1: Exigences particulières pour la détermination de la réduction des particules

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63086 spécifie des méthodes d'essai pour mesurer l'aptitude à la fonction des **épurateurs d'air** électrodomestiques et analogues destinés à la réduction des polluants particuliers.

NOTE Les limites de mesurabilité du **CADR** sont décrites à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 63086-1:2020, *Appareils d'épuration d'air électriques domestiques et appareils similaires – Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction – Partie 1: Exigences générales*
IEC 63086-1:2020/AMD1:2023

ISO 12103-1, *Véhicules routiers – Poussière pour l'essai des filtres – Partie 1: Poussière d'essai d'Arizona*

ISO 29463-1, *Filtres et média à très haute efficacité pour la rétention particulaire – Partie 1: Classification, essais de performance et marquage*

ISO 5011:2020, *Séparateurs aérauliques placés à l'entrée des moteurs à combustion interne et des compresseurs – Détermination des performances*

EN 1822-1, *Filtres à air à haute efficacité (EPA, HEPA et ULPA) – Partie 1: Classification, essais de performance et marquage*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 63086-1:2020 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1.1

aérosol

suspension de particules solides fines ou de gouttelettes liquides dans l'air ou dans un autre gaz

3.1.2

aérosol de fumée

aérosol produit par combustion du tabac avec de l'air forcé à travers le filtre d'une cigarette

3.1.3

aérosol salin

aérosol produit par atomisation d'une solution aqueuse de chlorure de potassium (KCl) avec séchage ultérieur

3.1.4

aérosol de poussière

aérosol produit par dispersion d'une poudre d'essai disponible dans le commerce

3.1.5

aérosol de pollen

aérosol produit par dispersion de particules en suspension d'origine naturelle issues de plantes

Note 1 à l'article: Dans le présent document, du pollen de mûre sur papier non dégraissé, y compris des fragments, est utilisé.

3.1.6

taux de décroissance naturelle

taux de réduction du **polluant cible** dans la **chambre d'essai** due à des facteurs naturels, principalement à la sédimentation, à l'agglomération, au dépôt en surface, à la réaction chimique, et au renouvellement d'air

Note 1 à l'article: L'unité est exprimée par heure (h^{-1}).

3.1.7

taux de décroissance totale

taux de réduction du **polluant cible** dans la **chambre d'essai** due à l'effet combiné du **taux de décroissance naturelle** et du **taux de décroissance en fonctionnement**

Note 1 à l'article: L'unité est exprimée par heure (h^{-1}).

3.2 Abréviations

APS (Aerodynamic Particle Sizer)

calibreur aérodynamique de particules

CADR (Clean Air Delivery Rate)

taux de distribution d'air propre

CPC

compteur de particules de condensation

DUT (Device Under Test)

appareil en essai

filtre HEPA (High-Efficiency Particulate Air)

filtre à air à très haute efficacité

KCl

chlorure de potassium

COP

compteur optique de particules

HR

humidité relative

4 Instruments de mesure d'aérosols

4.1 Généralités

L'étalonnage de tous les instruments de mesure d'**aérosols** doit être réalisé au moins une fois par an selon les instructions du fabricant. Un contrôle des taux de comptage nuls doit être réalisé régulièrement par échantillonnage à l'aide d'un filtre à air à très haute efficacité (HEPA) au niveau de l'amenée d'échantillon. Le filtre HEPA doit être au moins de classe H13 selon l'EN 1822-1 ou de classe ISO 35H selon l'ISO 29463-1.

Il convient que la densité de particules maximale mesurable des instruments de mesure d'**aérosols** soit supérieure à la densité de particules initiale exigée par les méthodes d'essai respectives. Sinon, un système de dilution doit être utilisé pour faire fonctionner les instruments de mesure d'**aérosols** dans la plage admissible de densités de particules. Si possible, il convient d'éviter la dilution afin d'exclure une source potentielle d'erreur. Si cela n'est pas évitable, le rapport de dilution doit être contrôlé régulièrement.

NOTE Le présent document se réfère toujours à la densité de particules, qui est exprimée en cm^{-3} .

4.2 Transport d'aérosols

Les tuyaux de transport d'**aérosols** doivent être composés de matériaux conducteurs, tels que du silicium enrobé de métal ou de carbone, afin d'éviter des effets électrostatiques et des pertes excessives. De manière similaire, l'ensemble des vannes et des connecteurs présents sur la trajectoire de transport d'**aérosols** doivent également être composés de matériaux conducteurs. La longueur des tuyaux doit être aussi courte que possible, afin d'éviter des pertes excessives dues à la diffusion.

4.3 Compteur de particules de condensation

Un compteur de particules de condensation (CPC) repose sur le comptage des particules d'**aérosol**, qui consiste d'abord à les agrandir en utilisant les particules comme centres de nucléation pour créer des gouttelettes dans un gaz sursaturé, puis à les compter par un moyen optique. Le n-butanol et l'eau peuvent tous deux être utilisés comme fluides de travail. Un CPC peut avoir différentes limites de détection inférieure (D_{50}), qui sont habituellement comprises dans la plage de $0,002\text{ }\mu\text{m}$ à $0,015\text{ }\mu\text{m}$. Comme la densité de particules de l'**aérosol salin** utilisé est négligeable dans cette plage granulométrique, la valeur exacte de D_{50} n'a pas d'influence significative sur les résultats. Il est recommandé d'utiliser un CPC avec un débit analysé élevé dans la mesure où les taux de comptage supérieurs augmentent l'exactitude statistique.

4.4 Compteur optique de particules

Un compteur optique de particules (COP), également appelé spectromètre optique d'**aérosols**, repose sur la détection de la lumière diffusée par les particules d'**aérosol** individuelles. Le COP doit compter et calibrer les particules d'**aérosol** individuelles dans la plage comprise entre $0,1\text{ }\mu\text{m}$ et $10\text{ }\mu\text{m}$. L'efficacité de comptage du COP doit être $\geq 50\%$ pour des particules de $0,1\text{ }\mu\text{m}$. Le COP doit avoir au minimum six canaux de tailles de particules espacés de manière régulière et logarithmique par décade.

4.5 Calibreur aérodynamique de particules

Un calibreur aérodynamique de particules (APS, *Aerodynamic Particle Sizer*) repose sur l'accélération des particules d'**aérosol** dans une tuyère. Du fait de leur temps de relaxation plus long, le temps de vol des particules de plus grandes dimensions entre deux faisceaux laser est plus long que pour les particules de plus petites dimensions. L'APS doit compter et calibrer les particules d'**aérosol** individuelles au moins dans la plage granulométrique de $5\text{ }\mu\text{m}$ à $10\text{ }\mu\text{m}$. L'efficacité de comptage de l'APS doit être de 100% dans cette plage granulométrique. L'APS doit avoir au minimum six canaux de tailles de particules espacés de manière régulière et logarithmique par décade.

5 Génération d'aérosol

5.1 Aérosol salin

L'**aérosol salin** doit être composé de particules polydispersées de KCl en phase solide (sèches) générées à partir d'une solution aqueuse de KCl en utilisant une concentration massique de 50 g KCl pour 1 l d'eau désionisée. Le stockage à long terme du sel doit être conforme à l'Annexe B. La Figure 1 donne deux exemples de systèmes courants pour générer l'**aérosol**. L'**aérosol salin** est généré en introduisant de l'air comprimé exempt de particules dans l'atomiseur. Faire varier la pression d'air de fonctionnement du générateur permet de réguler le temps nécessaire pour atteindre la densité de particules initiale. Les buses de pulvérisation qui produisent des distributions granulométriques avec des valeurs de mode supérieures à 0,1 µm ne doivent pas être utilisées. L'**aérosol** qui quitte l'atomiseur doit être séché à l'aide d'un sécheur à diffusion de gel de silice ou d'un mélange avec un flux suffisant d'air sec au-dessous de l'humidité d'efflorescence du KCl pour assurer un **aérosol** en phase solide. Il doit être contrôlé périodiquement que l'humidité relative de l'air qui quitte le sécheur à diffusion est inférieure à 55 % HR. L'**aérosol salin** séché est introduit dans la **chambre d'essai** par des tubes ou des tuyaux.

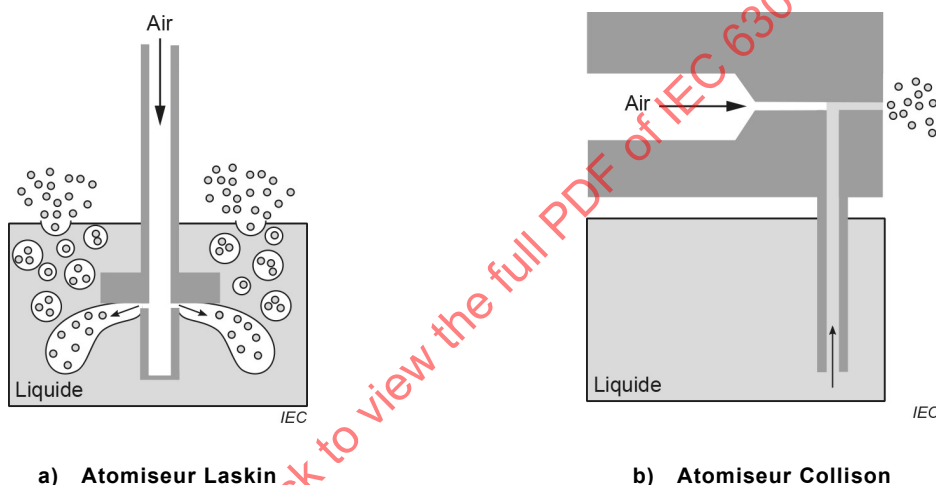


Figure 1 – Représentation schématique d'un atomiseur Laskin (a) et d'un atomiseur Collision (b)

NOTE Les données expérimentales de plusieurs **épurateurs d'air** ont montré que le **CADR** mesuré avec des particules d'**aérosol salin** non neutralisé et neutralisé ne diffère pas de manière significative. La neutralisation de l'**aérosol salin** généré avant d'entrer dans la **chambre d'essai** est donc facultative.

5.2 Aérosol de fumée

5.2.1 Type de cigarettes

Des cigarettes avec des filtres et une teneur maximale en goudron de 8 mg par cigarette doivent être utilisées. Il est recommandé d'utiliser des cigarettes de référence, telles que les cigarettes de référence 1R6F fournies par l'Université du Kentucky¹. Afin d'augmenter la reproductibilité des résultats d'essai, chaque laboratoire doit toujours utiliser les mêmes cigarettes. Avant de changer pour un nouveau type de cigarette, des essais de **CADR** pour le même **DUT** avec les anciennes et les nouvelles cigarettes doivent être réalisés et comparés. Le stockage à long terme des cigarettes doit être conforme à l'Annexe B.

¹ La cigarette de référence 1R6F fournie par l'Université du Kentucky est un exemple de produit approprié disponible dans le commerce. La nomenclature exacte du lot de cigarettes actuel peut varier au fil du temps. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve l'emploi du ou des produits ainsi désignés.

5.2.2 Génération d'aérosol de fumée

La ou les cigarettes utilisées pour l'essai doivent s'équilibrer pendant au moins 24 h à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et $(50 \pm 5) \% \text{ HR}$ avant utilisation. Deux exemples de générateurs d'aérosol de fumée sont donnés à la Figure 2.

- La cigarette est placée dans une hotte en verre. L'air est extrait de la **chambre d'essai** ou de l'environnement après filtration par une pompe, filtré puis introduit dans la hotte en verre. Du fait de la surpression qui se produit, la fumée de la cigarette allumée passe à travers le filtre de la cigarette et est introduite dans la **chambre d'essai** par des tubes ou des tuyaux.
- La cigarette est placée dans une pompe à éjecteur qui repose sur l'effet Venturi. Une source d'air comprimé suivie par une unité de maintenance (qui comprend un séparateur d'eau, un filtre à particules et à huile et une soupape régulatrice de pression) fournit un flux constant à travers la pompe à éjecteur. La fumée de la cigarette allumée est aspirée à travers le filtre de la cigarette du fait de la sous-pression qui se produit et est transportée avec le flux principal à l'intérieur de la **chambre d'essai** par des tubes ou des tuyaux. Le système de génération de la fumée de cigarette se trouve à l'intérieur d'une enceinte ventilée vers l'extérieur.

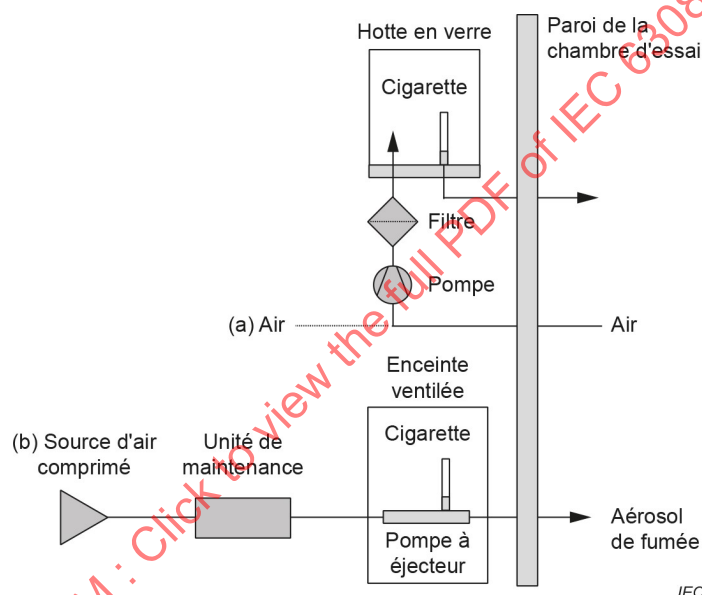


Figure 2 – Représentation schématique de deux méthodes possibles pour générer l'aérosol de fumée

NOTE 1 L'équilibrage des cigarettes peut avoir lieu soit dans une armoire à climat régulé soit dans un dessiccateur qui contient une solution saline saturée spécifique. Pour préparer la solution saline, ajouter en premier lieu du NH_4Cl (pureté d'au moins 99,5 %), puis du KNO_3 (pureté d'au moins 99 %) à de l'eau désionisée jusqu'à ce que la solution soit complètement saturée. Les cigarettes sont placées sur une plateforme au-dessus de la solution saline saturée dans le dessiccateur. Si l'humidité dans le dessiccateur chute avec le temps, la solution épuisée est remplacée par une solution fraîche.

NOTE 2 Il existe des générateurs d'aérosol de fumée disponibles dans le commerce qui peuvent être utilisés pour la génération de fumée. Ils sont habituellement fondés sur le principe a).

NOTE 3 Les cigarettes peuvent être allumées en utilisant un briquet manuel ou une solution automatisée.

5.3 Aérosol de poussière

5.3.1 Type de poussière

La poussière d'essai fine A2 de l'ISO 12103-1, disponible dans le commerce, doit être utilisée. Le stockage à long terme de la poussière doit être conforme à l'Annexe B.

5.3.2 Génération d'aérosol de poussière

La poussière d'essai doit être placée pendant 24 h dans un dessiccateur (récipient avec un agent de séchage) avec une humidité relative inférieure à 20 % HR avant utilisation. Deux exemples de méthodes de génération d'**aérosol de poussière** sont donnés à la Figure 3.

- L'**aérosol de poussière** peut être dispersé en continu à l'aide d'un disperseur de poudre fondé sur le principe indiqué à la Figure 3a. La poussière est introduite progressivement dans le réservoir cylindrique en matériau solide et uniformément comprimée à l'aide d'un tasseur. La poussière est acheminée vers une brosse rotative à une vitesse de remplissage régulée. Un flux réglable d'air comprimé est projeté sur la brosse et sépare les particules de la brosse.
- En variante, un injecteur de poussière léger (voir l'ISO 5011:2020, Figure B.2) peut être utilisé comme cela est représenté à la Figure 3b. L'injecteur doit être utilisé de manière à obtenir les densités de particules exigées indiquées dans le Tableau 2. Ces densités de particules sont considérablement inférieures à celles exigées par l'ISO 5011:2020. La poussière d'essai est introduite dans un petit entonnoir relié à l'orifice d'aspiration de l'injecteur de poussière de l'ISO 5011:2020. L'air comprimé filtré est introduit dans l'injecteur de poussière pendant une courte durée en ouvrant une vanne à tournant sphérique.

Comme les deux principes de génération peuvent produire des particules hautement chargées, l'**aérosol de poussière** doit être neutralisé avant d'entrer dans la **chambre d'essai** à l'aide d'un neutraliseur ^{85}Kr ou d'une méthode équivalente telle que des rayons X mous ou une décharge corona bipolaire.

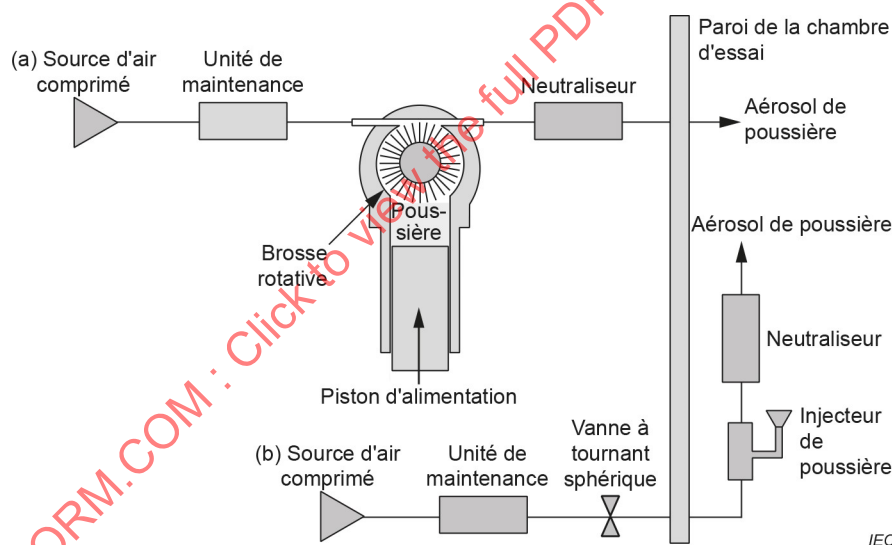


Figure 3 – Représentation schématique de deux méthodes possibles pour générer l'aérosol de poussière

5.4 Aérosol de pollen

5.4.1 Type de pollen

Du pollen de mûre sur papier non dégraissé y compris des fragments doit être utilisé. Le stockage à long terme du pollen doit être conforme à l'Annexe B.

5.4.2 Génération d'aérosol de pollen

Deux exemples de méthodes de génération d'**aérosol de pollen** sont donnés à la Figure 4.

- a) Pour la génération de l'**aérosol de pollen**, 0,3 g à 1,0 g de pollen est pesé dans un bocal à échantillons de laboratoire en verre à bouchon vissé de 60 ml puis stocké dans un dessiccateur avec agent de séchage pendant au moins 24 h avant l'essai. Avant l'essai, le bocal à échantillons est fermé hermétiquement avec un bouchon vissé équipé de deux accessoires pour l'entrée de l'air et la sortie du pollen. Pour disperser le pollen, l'air comprimé filtré est introduit dans l'injecteur de poussière pendant une courte durée en ouvrant une vanne à tournant sphérique.
- b) Si la densité de particules initiale exigée de pollen ne peut pas être atteinte dans cette configuration en raison des pertes par dépôt dans les tubes de transport, le bocal de pollen peut, en variante, être monté à l'intérieur de la **chambre d'essai**, comme cela est représenté à la Figure 4b.

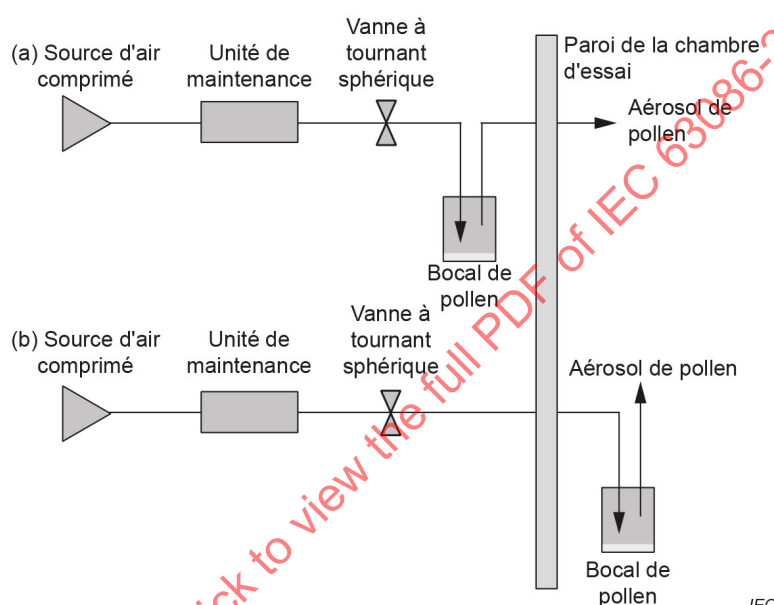


Figure 4 – Représentation schématique de deux méthodes possibles pour générer l'aérosol de pollen

6 Mesurage du CADR en mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction

6.1 Méthodes d'essai

Le **CADR** d'un **épurateur d'air** dépend généralement de la taille du **polluant cible**. L'objectif du présent document est de déterminer les valeurs du **CADR** pour une plage de tailles de particules rencontrée dans les environnements intérieurs. Cependant, il n'est pas possible de couvrir toute la plage granulométrique pertinente en utilisant un seul **aérosol** d'essai et une seule technique de mesure. Ainsi, le présent document prévoit des méthodes d'essai pour quatre plages granulométriques différentes (ultrafine, fine, moyenne, et grossière). Pour chaque plage granulométrique, un **aérosol** d'essai qui donne une densité de particules suffisamment élevée pour des statistiques exactes et une technique de mesure sensible aux particules dans la plage granulométrique sont choisis. Pour la plage granulométrique fine, il existe deux **aérosols** d'essai alternatifs, qui sont présumés donner des résultats d'essai équivalents en raison de leur similitude en ce qui concerne la distribution granulométrique.

Il n'est pas obligatoire de réaliser les essais pour toutes les plages granulométriques. Cependant, pour consigner les résultats (voir Annexe C), la valeur du **CADR** doit toujours être déclarée en combinaison avec la plage granulométrique étudiée (ultrafine, fine, moyenne ou grossière). Ceci assure une corrélation sans ambiguïté entre la valeur du **CADR** et la méthode d'essai choisie.

NOTE L'Annexe D décrit un modèle pour calculer la taille effective d'un local à partir de la valeur mesurée du **CADR**.

6.2 Généralités

Les procédures d'essai décrites en 6.3 (**taux de décroissance naturelle**) et en 6.4 (**taux de décroissance totale**) sont utilisées pour déterminer le **CADR** du **DUT**. Pour la fumée, le sel et la poussière, un mesurage du **taux de décroissance naturelle** réalisé le même jour que le mesurage du **taux de décroissance totale** est suffisant. Pour le pollen, un mesurage du **taux de décroissance naturelle** doit être effectué avant chaque mesurage du **taux de décroissance totale**. Tous les essais doivent être réalisés dans une **chambre d'essai** bien mélangée conforme aux exigences de l'IEC 63086-1:2020, 5.6, afin d'obtenir des résultats d'essais répétables et reproductibles.

NOTE 1 Les méthodes d'essai du 6.3 et du 6.4 sont essentiellement les mêmes. La seule différence est que le **DUT** est mis sous tension avant de mesurer le **taux de décroissance totale** en 6.4.

NOTE 2 Des procédures d'essai du **DUT** en **mode de fonctionnement automatique** sont à l'étude pour une future révision.

NOTE 3 Les procédures d'essai pour le **mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction** peuvent également s'appliquer à d'autres **modes de fonctionnement manuel**, comme cela est défini dans l'IEC 63086-1:2020, 3.11.

NOTE 4 Une représentation graphique de la procédure d'essai est donnée à l'Annexe E.

6.3 Décroissance naturelle

6.3.1 Préparation de l'essai

Vérifier l'état de préparation des instruments de génération et de mesure d'**aérosols** ainsi que celui du matériel d'enregistrement et de traitement des données conformément aux instructions du fabricant.

NOTE Des procédures générales de nettoyage de la **chambre d'essai** sont décrites à l'Annexe F.

6.3.2 Densité de particules de fond

Commencer à faire fonctionner le ventilateur de mélange et de recirculation. Épurer l'air de la **chambre d'essai** en utilisant la partie filtration de l'unité de traitement de l'air de la **chambre d'essai** jusqu'à ce que la densité de particules de fond atteigne un niveau inférieur aux valeurs indiquées dans le Tableau 1 pour la plage granulométrique correspondante. Ensuite, mettre la partie filtration de l'unité de traitement de l'air de la **chambre d'essai** hors tension et enregistrer la densité de particules de fond.

Tableau 1 – Instruments de mesure, aérosols d'essai et densités de particules de fond maximales pour les différentes plages granulométriques

	Ultrafine	Fine	Moyenne	Grossière
Plage granulométriques (µm)	voir NOTE 4	0,1 à 1	0,5 à 3	5 à 10
Instrument(s) de mesure	CPC	COP	APS/COP	APS/COP
Aérosol(s) d'essai	Sel	Fumée/Sel	Poussière	Pollen
Densité de particules de fond maximale (cm ⁻³)	800	240	2	0,04

NOTE 1 Les **aérosols** d'essai peuvent également contenir des particules plus petites et plus grandes que celles répertoriées dans le Tableau 1, mais celles-ci ne sont pas prises en compte dans le calcul du **CADR**.

NOTE 2 Tandis que le COP détermine le diamètre optique équivalent, l'APS classe en fonction du diamètre aérodynamique. Par conséquent, les deux instruments prennent potentiellement en compte des fractions de taille différentes.

NOTE 3 Les densités de particules de fond maximales sont fixées à 1 % des densités de particules initiales minimales répertoriées dans le Tableau 2.

NOTE 4 Le CPC mesure uniquement la densité de particules totale et ne peut pas effectuer de fractionnement en fonction de la taille des particules. Aucune plage granulométrique spécifique ne peut donc être indiquée ici. Cependant, la majorité des particules d'**aérosol salin** produites selon les méthodes de génération décrites en 5.1 est inférieure à 0,1 µm. Par conséquent, le taux de décroissance de la densité de particules totale est considéré comme représentatif de la plage granulométrique ultrafine. La limite de détection inférieure du CPC n'a pas d'influence considérable, car seule une fraction négligeable des particules est présente dans cette plage granulométrique.

NOTE 5 Une alternative pour la plage granulométrique fine qui commence à 0,3 µm au lieu de 0,1 µm est décrite à l'Annexe I.

6.3.3 Conditions de la chambre d'essai

Lors du nettoyage de la **chambre d'essai**, faire fonctionner la partie conditionnement de l'unité de traitement de l'air de la **chambre d'essai** jusqu'à atteindre les plages de températures et d'humidités relatives spécifiées dans l'IEC 63086-1:2020, 5.2.1. Ensuite, mettre la partie conditionnement de l'unité de traitement de l'air de la **chambre d'essai** hors tension. Enregistrer l'humidité relative et la température de la **chambre d'essai** pendant toute la période d'essai. Des valeurs hors des limites invalident la série.

6.3.4 Génération d'aérosol

Commencer à introduire l'**aérosol** d'essai dans la **chambre d'essai** comme cela est décrit à l'Article 5 jusqu'à atteindre la densité de particules initiale dans la plage granulométrique correspondante indiquée dans le Tableau 2. Ensuite, mettre le générateur d'**aérosol** hors tension et fermer la vanne de la **chambre d'essai**.

Tableau 2 – Aérosols d'essai et densités de particules initiales pour différentes plages granulométriques

	Ultrafine	Fine	Moyenne	Grossière
Plage granulométrique (µm)	voir 6.3.2.	0,1 à 1	0,5 à 3	5 à 10
Aérosol(s) d'essai	Sel	Fumée/Sel	Poussière	Pollen
Densité de particules initiale (cm ⁻³)	80 000 à 120 000	24 000 à 35 000	200 à 400	4 à 9

6.3.5 Mélange et homogénéisation de l'aérosol d'essai

Mélanger l'**aérosol** d'essai dans la **chambre d'essai** pendant le temps de mélange indiqué dans le Tableau 3. Ensuite, mettre le ventilateur de mélange hors tension. Le ventilateur de recirculation continue à fonctionner pendant la durée de l'essai. Attendre le temps d'homogénéisation indiqué dans le Tableau 3 pour assurer une homogénéisation suffisante de l'**aérosol**. Vérifier que la densité de particules se situe toujours dans les limites indiquées dans le Tableau 2. Si ce n'est pas le cas, interrompre la série.

NOTE Le ventilateur de recirculation est mis en fonctionnement pendant toute la durée de l'essai afin d'assurer un mélange suffisant dans la **chambre d'essai**, ce qui est essentiel pour obtenir des résultats reproductibles. Cette situation peut différer d'un scénario sans recirculation forcée.

Tableau 3 – Aérosols d'essai, temps de mélange et d'homogénéisation pour différentes plages granulométriques

	Ultrafine	Fine	Moyenne	Grossière
Aérosol(s) d'essai	Sel	Fumée/Sel	Poussière	Pollen
Temps de mélange (min)	1	1	1	1
Temps d'homogénéisation (min)	3	3	3	1

NOTE 1 Le temps d'homogénéisation exigé pour le pollen est inférieur à celui pour le sel, la fumée et la poussière en raison du **taux de décroissance naturelle** plus élevé du pollen.

6.3.6 Mesurage de la décroissance naturelle

Attendre 1 min avant de commencer à collecter les données de densité de particules à intervalles de temps également répartis sur la durée d'essai indiquée dans le Tableau 4. L'horodatage attribué au premier point de donnée définit $t = 0$ dans le calcul du **taux de décroissance naturelle**. Le nombre minimal de points de données doit être conforme au Tableau 4.

Tableau 4 – Aérosols d'essai, durée d'essai et nombre minimal de points de données pour différentes plages granulométriques

	Ultrafine	Fine	Moyenne	Grossière
Aérosol(s) d'essai	Sel	Fumée/Sel	Poussière	Pollen
Durée d'essai (min)	5 à 20	5 à 20	5 à 20	3 à 10
Nombre minimal de points de données	18	18	18	9

NOTE 1 Le nombre minimal de points de données exigé pour le pollen est inférieur à celui pour le sel, la fumée et la poussière en raison du **taux de décroissance naturelle** plus élevé du pollen.

NOTE 2 Le temps d'attente avant la collecte du premier point de données est introduit pour suivre le même schéma temporel que pour le mesurage du **taux de décroissance totale**.

6.3.7 Calcul du taux de décroissance naturelle

Calculer le **taux de décroissance naturelle** comme cela est décrit en 7.2.

6.3.8 Acceptabilité de la série

Calculer l'écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression pour la **décroissance naturelle** conformément au 7.3. Un écart-type des échantillons inférieur aux valeurs indiquées dans le Tableau 5 détermine l'acceptabilité de la série.

Tableau 5 – Limites de l'écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression pour la décroissance naturelle

	Ultrafine	Fine	Moyenne	Grossière
Aérosol(s) d'essai	Sel	Fumée/Sel	Poussière	Pollen
Limite de l'écart-type des échantillons (h^{-1})	0,12	0,12	0,06	0,36

6.4 Décroissance totale

6.4.1 Préparation de l'essai

Procéder comme cela est décrit en 6.3.1.

6.4.2 Placement du DUT

Inspecter le **DUT** pour des dommages dus au transport ou d'autres défauts visuellement apparents et vérifier qu'il fonctionne correctement dans le **mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction**. Placer le **DUT** conformément à l'IEC 63086-1:2020, 5.7 dans la **chambre d'essai** et le raccorder à une alimentation électrique qui fournit la tension et la fréquence exigées selon l'IEC 63086-1:2020, 5.2. Si le DUT est alimenté par batterie, la batterie doit être complètement chargée au début de l'essai.

NOTE L'état complètement chargé définit le moment au cours du processus de charge où, selon les instructions du fabricant, par le biais d'un indicateur ou après une durée spécifique, le produit n'a plus besoin d'être chargé.

6.4.3 Densité de particules de fond

Procéder comme cela est décrit en 6.3.2.

6.4.4 Conditions de la chambre d'essai

Procéder comme cela est décrit en 6.3.3.

6.4.5 Génération d'aérosol

Procéder comme cela est décrit en 6.3.4.

6.4.6 Mélange et homogénéisation de l'aérosol d'essai

Procéder comme cela est décrit en 6.3.5.

6.4.7 Fonctionnement du DUT

Régler le **DUT** sur le **mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction** comme cela est défini dans l'IEC 63086-1:2020, 3.14 à la fin du mesurage de la densité de particules initiale. La mise sous tension du **DUT** doit s'effectuer sans entrer dans la **chambre d'essai**. Après avoir mis le **DUT** sous tension, attendre 1 min avant de démarrer le premier intervalle d'échantillonnage. L'horodatage attribué à la première mesure après la mise sous tension du **DUT** définit $t = 0$ dans les calculs du **taux de décroissance totale**.

NOTE 1 Le **DUT** peut être mis sous tension de l'extérieur de la **chambre d'essai** par une manœuvre à distance, par une alimentation électrique commandée à distance ou par une configuration robotique qui permet de toucher les boutons ou surfaces nécessaires.

NOTE 2 Le temps d'attente de 1 min entre la mise sous tension sur le **DUT** et la collecte du premier point de donnée permet d'éviter l'influence des phénomènes de démarrage du **DUT**. En outre, il sert à éviter les distorsions de la courbe de décroissance qui peuvent être provoquées par l'attribution des horodatages à la fin ou au début de l'intervalle d'échantillonnage ou par le temps fini nécessaire pour mettre l'**épurateur d'air** sous tension.

6.4.8 Mesurage de la décroissance totale

Procéder comme cela est décrit en 6.3.6. Le mesurage de la puissance moyenne en **mode de fonctionnement en aptitude maximale à la fonction** décrit à l'Annexe G doit être effectué pendant cette phase d'acquisition de données.

6.4.9 Calcul du taux de décroissance totale

Calculer le **taux de décroissance totale** comme cela est décrit en 7.2.

6.4.10 Acceptabilité de la série

Calculer l'écart type des échantillons de la pente de la droite de régression pour la **décroissance totale** conformément au 7.3. Un écart-type des échantillons inférieur aux valeurs indiquées dans le Tableau 6 détermine l'acceptabilité de la série.

Tableau 6 – Limites de l'écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression pour la décroissance totale

	Ultrafine	Fine	Moyenne	Grossière
Aérosol(s) d'essai	Sel	Fumée/Sel	Poussière	Pollen
Limite de l'écart-type des échantillons (h ⁻¹)	0,48	0,48	0,18	1,32

6.5 Calcul du taux de distribution d'air propre

Déterminer le **CADR** du **DUT** conformément au 7.4.

7 Procédures de calcul

7.1 Critères d'acceptation des points de données

7.1.1 Valeurs aberrantes par rapport à la droite de régression

Tout point de donnée qui se trouve à l'extérieur de l'intervalle de prédiction de 99 % de la droite de régression doit être éliminé. Le nouvel ensemble de données sans le ou les points de données éliminés doit être utilisé pour calculer le **taux de décroissance naturelle** et le **taux de décroissance totale**.

NOTE 1 Le calcul de l'intervalle de prédiction de 99 % de la droite de régression est décrit à l'Annexe H.

NOTE 2 La cause des données aberrantes peut être due à l'opérateur, aux instruments de la **chambre d'essai**, à une incohérence de l'**épuration d'air**, ou à d'autres effets de la **chambre d'essai**.

7.1.2 Densité de particules inférieure à 1 % de la valeur à $t = 0$

Tout point de donnée qui rapporte une densité de particules inférieure à 1 % de la valeur à $t = 0$ doit être éliminé ainsi que tous les points de données ultérieurs de la série.

NOTE Les points de données ultérieurs sont éliminés en s'appuyant sur la réduction exponentielle anticipée de la densité de particules dans le temps.

7.2 Calcul des constantes de décroissance

La décroissance de la densité de particules repose sur la formule suivante:

$$C(t_i) = C_0 \cdot e^{-kt_i} \quad (1)$$

où

$C(t_i)$ est la densité de particules au temps t_i , exprimée en cm⁻³;

C_0 est la densité de particules au temps $t_i = 0$, exprimée en cm⁻³;

k est la constante de décroissance, exprimée en h⁻¹;

t_i est le temps du i^{e} point de données, exprimé en h.

Étant donné que la constante de décroissance k est définie comme un nombre positif, elle a le signe opposé de celui de la pente m obtenue par régression linéaire de $\ln C(t_i)$ sur t_i :

$$k = -m \quad (2)$$

où

m est la pente obtenue par régression linéaire de $\ln C(t_i)$ sur t_i , exprimée en h^{-1} .

La pente m est calculée selon la formule suivante:

$$m = \frac{\text{Cov}_{xy}}{\text{Var}_x} \quad (3)$$

où

Cov_{xy} est la covariance des échantillons de t_i et $\ln C(t_i)$, exprimée en h ;

Var_x est la variance des échantillons de t_i , exprimée en h^2 .

Celles-ci sont calculées comme suit:

$$\text{Cov}_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(t_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \right) \left(\ln C(t_i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln C(t_i) \right) \quad (4)$$

$$\text{Var}_x = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(t_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \right)^2 \quad (5)$$

où

n est le nombre de points de données.

Si les calculs ci-dessus sont utilisés pour les mesures du **taux de décroissance naturelle** décrites en 6.3, les résultats représentent le **taux de décroissance naturelle**. Si les calculs ci-dessus sont utilisés pour les mesures du **taux de décroissance totale** décrites en 6.4, les résultats représentent le **taux de décroissance totale**.

NOTE La méthodologie appliquée pour le calcul de la pente m est disponible dans le logiciel statistique. La terminologie utilisée est "analyse de régression linéaire" ou "analyse de régression".

7.3 Écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression

L'écart-type des échantillons des valeurs résiduelles est calculé comme suit:

$$S_{\text{reg}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\ln C(t_i) - b - mt_i)^2} \quad (6)$$

où

S_{reg} est l'écart-type des échantillons des valeurs résiduelles;

b est l'intersection de la droite de régression;

m est la pente de la droite de régression, exprimée en h^{-1} .

L'écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression est calculé comme suit:

$$S_{\text{slope}} = \sqrt{\frac{S_{\text{reg}}^2}{(n-1)\text{Var}_x}} \quad (7)$$

où

S_{slope} est l'écart-type des échantillons de la pente de la droite de régression, exprimé en h^{-1} .

7.4 Calcul du taux de distribution d'air propre

Le **CADR**, Q , est calculé comme suit:

$$Q = V \cdot (k_{\text{tot}} - k_{\text{nat}}) \quad (8)$$

où

Q est le **CADR**, exprimé en $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$;

V est le volume de la **chambre d'essai**, exprimé en m^3 ;

k_{tot} est le **taux de décroissance totale**, exprimé en h^{-1} ;

k_{nat} est le **taux de décroissance naturelle**, exprimé en h^{-1} .

7.5 Écart-type des échantillons du taux de distribution d'air propre

Les écarts-types des échantillons pour le **taux de décroissance naturelle** et le **taux de décroissance totale** décrits en 7.3 peuvent être combinés en utilisant une analyse de propagation des erreurs pour calculer l'écart-type des échantillons du **CADR** selon

$$S_{\text{CADR}} = V \cdot \sqrt{S_{\text{slope,tot}}^2 + S_{\text{slope,nat}}^2} \quad (9)$$

où

S_{CADR} est l'écart-type des échantillons du **CADR**, exprimé en $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$;

$S_{\text{slope,tot}}$ est l'écart-type des échantillons du **taux de décroissance totale**, exprimé en h^{-1} ;

$S_{\text{slope,nat}}$ est l'écart-type des échantillons du **taux de décroissance naturelle**, exprimé en h^{-1} .

Annexe A (normative)

Limites de mesurabilité

A.1 Généralités

Cette méthode normalisée présente des limites de mesurabilité pour le **CADR** fondées sur l'exactitude statistique des méthodes.

A.2 Taux de distribution d'air propre maximal

Le **CADR** maximal accessible en respectant le présent document est défini par le matériel de mesure utilisé par le laboratoire. Il est limité pour chacun des **polluants cibles** par les aspects suivants:

- la durée d'essai doit se trouver dans la plage définie par le Tableau 4;
- après élimination éventuelle de points de données selon le 7.1, le nombre minimal exigé de points de données indiqué dans le Tableau 4 doit être atteint;
- les limites sur les écarts-types des échantillons répertoriées dans le Tableau 5 et le Tableau 6 doivent être respectées.

A.3 Taux de distribution d'air propre minimal

Le **CADR** minimal accessible en respectant le présent document est déterminé par le fait que le **taux de décroissance totale** du **DUT** ne se distingue pas avec une signification statistique du **taux de décroissance naturelle** pour le même **polluant cible**. Pour assurer cela, le **CADR** minimal doit être égal à quatre fois l'écart-type maximal des échantillons du **taux de décroissance naturelle** du **polluant cible** correspondant indiqué dans le Tableau 5 multiplié par le volume moyen de la **chambre d'essai** de 30 m³. Les valeurs minimales correspondantes du **CADR** sont répertoriées dans le Tableau A.1. Si le **CADR** calculé est inférieur à la valeur minimale indiquée dans le Tableau A.1, il doit être consigné comme étant "trop faible pour être mesuré".

Tableau A.1 – CADR minimal mesurable pour différents polluants cibles

	Ultrafine	Fine	Moyenne	Grossière
Aérosol(s) d'essai	Sel	Fumée/Sel	Poussière	Pollen
CADR minimal (m ³ /h)	14	14	7	65

Annexe B (informative)

Stockage à long terme des polluants cibles

B.1 Sel

Le sel utilisé pour produire l'**aérosol salin** doit être stocké à long terme selon les instructions du fabricant. Si aucune instruction spécifique n'est donnée, le sel doit être stocké à long terme à une humidité relative inférieure à 65 % HR.

B.2 Cigarettes

Les cigarettes utilisées pour produire l'**aérosol de fumée** doivent être stockées à long terme selon les instructions du fabricant. Si aucune instruction spécifique n'est donnée, elles doivent être stockées dans l'emballage d'origine dans un réfrigérateur de laboratoire normalisé à $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et $(50 \pm 5) \%$ HR avant de les conditionner pendant 24 h conformément au 5.2.2.

B.3 Poussière

La poussière d'essai utilisée pour produire l'**aérosol de poussière** doit être stockée à long terme selon les instructions du fabricant. Si aucune instruction spécifique n'est donnée, la poussière d'essai doit être stockée à long terme à une humidité relative inférieure à 65 % HR.

B.4 Pollen

Le pollen utilisé pour produire l'**aérosol de pollen** doit être stocké à long terme selon les instructions du fabricant. Si aucune instruction spécifique n'est donnée, il doit être stocké à long terme dans un dessiccateur (récipient avec un agent de séchage) avec une humidité relative inférieure à 20 % HR.

Annexe C (informative)

Informations du rapport d'essai

C.1 Généralités

Il convient d'inclure les informations suivantes dans un rapport d'essai. Seules les informations qui sont importantes dans le cadre des mesures doivent être consignées.

C.2 Données générales

- Nom et adresse du laboratoire où les mesurages ont été réalisés
- Date(s) de mesurage
- Nom et adresse de la société, de l'organisation ou de la personne qui ordonne les mesurages
- Objet des mesurages
- Déclaration de conformité à la norme

C.3 Description du DUT

- Fabricant ou marque déposée
- Désignation du modèle ou du type
- Numéro de série ou date de production, le cas échéant
- Mode de fonctionnement soumis à l'essai (niveau de vitesse, fonctions supplémentaires, etc.)
- Emplacement pendant l'essai (sol, table, paroi, etc.)

C.4 Chambre d'essai

- Dimensions de la **chambre d'essai** (longueur, largeur et hauteur intérieures et volume effectif)
- Matériau du sol, du plafond, et des parois

C.5 Génération d'aérosol

- Type de **polluant cible** utilisé (y compris le numéro de lot, le cas échéant)
- Générateur d'**aérosol** utilisé (fabricant, type, numéro de série)
- Conditions de fonctionnement du générateur d'**aérosol** (pression de fonctionnement, temps de dispersion, etc.)

C.6 Instruments de mesure de particules

- Instruments utilisés (fabricant, type, numéro de série, exactitude)
- Diluteur utilisé, le cas échéant (fabricant, type, numéro de série, rapport de dilution)
- Dernières données d'étalonnage du matériel utilisé