

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Cleaning robots for household use – Dry-cleaning: Methods of measuring performance

Robots de nettoyage à usage domestique – Nettoyage à sec: Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Cleaning robots for household use – Dry-cleaning: Methods of measuring performance

Robots de nettoyage à usage domestique – Nettoyage à sec: Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 97.080

ISBN 978-2-8322-1685-9

**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
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 General conditions for testing	10
4.1 Atmospheric conditions	10
4.2 Lighting conditions	10
4.3 Test equipment and materials	10
4.4 Number of samples	10
4.5 Running-in of a new cleaning robot	10
4.6 Preparation of battery	11
4.7 Operation of the cleaning robot	11
4.8 Measurement of dust receptacle weight	11
4.9 Measurement resolution and accuracy	11
4.10 Tolerance of dimensions	12
5 Dust removal test – Box.....	12
5.1 General.....	12
5.2 Dust removal from hard flat floors	12
5.2.1 Test bed	12
5.2.2 Preparation of test	13
5.2.3 Test method	15
5.2.4 Determination of dust removal ability and operation time	16
5.3 Dust removal from carpets	17
5.3.1 Test bed	17
5.3.2 Preparation of test	18
5.3.3 Test method	19
5.3.4 Determination of dust removal ability and operation time	20
6 Dust removal – Straight line.....	20
6.1 General.....	20
6.2 Test Mode.....	20
6.2.1 General	20
6.2.2 Access to test mode	20
6.2.3 Test mode action	21
6.2.4 Test mode speed verification	21
6.3 Dust removal from hard floor.....	21
6.3.1 Test bed	21
6.3.2 Preparation of test	22
6.3.3 Test method	23
6.3.4 Determination of dust removal ability	24
6.4 Dust removal from carpet.....	26
6.4.1 Test bed	26
6.4.2 Preparation of test	26
6.4.3 Test method	27
6.4.4 Determination of dust removal ability	27
7 Autonomous navigation/coverage test	27

7.1	General.....	27
7.2	Test bed	27
7.2.1	Test conditions	27
7.2.2	Floor configuration.....	27
7.2.3	Wall and ceiling configuration	33
7.2.4	General conditions.....	38
7.3	Preparation of test	39
7.4	Test method.....	40
7.5	Performance measurement	41
8	Average robot speed	43
8.1	Test bed	43
8.2	Preparation	44
8.2.1	Preconditioning of test floor	44
8.2.2	Pre-treatment of cleaning robot	44
8.2.3	Visual tracking system (VTS).....	44
8.3	Test method.....	44
8.4	Determination of average speed	45
9	Instructions for use	46
Annex A (informative)	Calculation of coverage	47
A.1	Robot metrics	47
A.2	Calculating robot coverage	47
Annex B (informative)	Comprehensive cleaning performance metric	50
Bibliography.....		51
Figure 1 – Dust removal from hard flat floor test bed configuration.....		14
Figure 2 – Dust distribution devices		14
Figure 3 – Starting positions and orientations		15
Figure 4 – Dust removal (box test) from carpet floor test bed configuration		18
Figure 5 – Description of test mode action		22
Figure 6 – Straight line dust removal from hard floor test bed configuration		22
Figure 7 – Straight line dust removal from carpet floor test bed configuration.....		26
Figure 8 – Navigation/Coverage test bed configuration		28
Figure 9 – Details of obstacles around table		29
Figure 10 – Illustration of metal transition installation.....		31
Figure 11 – Illustration of wood transition Installation.....		31
Figure 12 – Detail view of checker board and transitions.....		32
Figure 13 – Configuration of four walls and ceiling		33
Figure 14 – Illustration of four-panel door		36
Figure 15 – Illustration of window.....		36
Figure 16 – Illustration of baseboard.....		37
Figure 17 – Illustration of pendant light		37
Figure 18 – Illustration of clock		38
Figure 19 – Illustration of mirror		39
Figure 20 – Illustration of picture.....		39
Figure 21 – Illustration of curtains		39

Figure 22 – Starting positions for navigation test.....	41
Figure 23 – Exemplary graph of coverage test result.....	43
Figure 24 – Location of average speed test area within coverage test environment.....	44
Figure A.1 – Robot coordinate frame	47
Figure A.2 – The first coverage step	48
Figure A.3 – Incremental coverage step	48
Table 1 – Tolerance of dimensions	12
Table 2 – Dimensions of furniture and obstacles	30
Table 3 – Wall and ceiling furniture	34

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CLEANING ROBOTS FOR HOUSEHOLD USE – DRY-CLEANING: METHODS OF MEASURING PERFORMANCE

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62929 has been prepared by subcommittee 59F: Surface cleaning appliances, of IEC technical committee 59: Performance of household and similar electrical appliances.

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

FDIS	Report on voting
59F/258/FDIS	59F/262/RVD

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

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

In this standard, the following print types are used:

- **bold** for terms defined in Clause 3.

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

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

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

INTRODUCTION

In addition to the performance measurement methods which are included in this International Standard, a few more performance items have been reviewed and considered. The list of the performance items which have been discussed over time but have not yet been included comprises corner/edge dust pick-up, noise, docking, fall-off prevention, fibre pick-up and emissions.

The performance items which have been left out in this edition will be continuously reviewed and will soon be included in future editions of this standard.

CLEANING ROBOTS FOR HOUSEHOLD USE – DRY-CLEANING: METHODS OF MEASURING PERFORMANCE

1 Scope

This International Standard is applicable to **dry cleaning robots** for household use in or under conditions similar to those in households.

The purpose of this standard is to specify the essential performance characteristics of **dry cleaning robots** and to describe methods for measuring these characteristics.

This standard is neither concerned with safety nor with performance requirements.

2 Normative references

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

IEC 60312-1:2010, *Vacuum cleaners for household use – Part 1: Dry vacuum cleaners – Methods for measuring the performance*¹

IEC 60312-1:2010/AMD1:2011

ISO 554, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing – Specifications*

ISO 679:2009, *Cement – Test methods – Determination of strength*

ISO 2768-1:1989, *General tolerances -- Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60312-1, as well as the following apply.

3.1

cleaning robot

automatic battery-powered cleaners

automatic floor cleaner that operates autonomously without human intervention within a defined perimeter

Note 1 to entry: The **cleaning robot** consists of a mobile part and may have a **docking station** and/or other accessories to assist its operation.

3.2

dry cleaning robot

cleaning robot that is intended to remove only non-liquid material from the floor using by means other than with the aid of solutions or liquids

¹ There is a consolidated edition 1.1 (2011), that includes IEC 60312-1:2010 and its amendment IEC 60312-1:2010/AMD1:2011.

Note 1 to entry: Typical means of cleaning include vacuum, brush(es), pad(s) and duster.

3.3

cleaning head

air intake nozzle at the bottom of the **cleaning robot**

Note 1 to entry: The width of the **cleaning head** is the width of the air intake nozzle in the direction of forward travel.

Note 2 to entry: It does not include any **agitation device**.

3.4

agitation device

motorized mechanical part or an air-blower attached to the **cleaning robot** used to assist dirt removal

3.5

docking station

base unit

unit that may provide manual or automatic battery charging facilities, dust removal from the robot, data processing facility or other robot support functions

3.6

passive cleaning head

cleaning head without agitation device

[SOURCE: IEC 60312-1:2010, 3.5, modified – "nozzle" has been replaced by "**cleaning head**".]

3.7

visual tracking system

VTS

measurement system which enables the tracking of robot position and orientation

3.8

secondary collection system

peripheral device outside of the robot that collects the dust from the **cleaning robot**

3.9

dust receptacle

container inside of the robot used to hold the collected dust

3.10

test

entirety / superset of all **(test) runs** and **(test) trials** of all samples to be measured for a single robot

3.11

trial

single instance of a performance measurement carried out under identical conditions that can be repeated multiple times

3.12

run

subset of a **trial** where one or more factors affecting the **test** results is (are) changed

3.13

pass

traverse of the **cleaning head** over the **test** area

Note 1 to entry: The number of passes refers to the number of times the same **test** area has been traversed by the **cleaning head**.

3.14

dust area

area where the **test** dust is distributed for the dust removal **test**

4 General conditions for testing

4.1 Atmospheric conditions

Unless otherwise specified, the **test** procedures and measurements shall be carried out under the following atmospheric conditions (in accordance with ISO 554):

Temperature: $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$

Relative humidity: $(50 \pm 5) \%$

Air pressure: 86 kPa to 106 kPa

Temperature and humidity conditions within the specified ranges are required for good repeatability and reproducibility. Care shall be taken to avoid changes during a **test**.

4.2 Lighting conditions

Unless otherwise specified, the **test** procedures and measurements shall be carried out under the following lighting conditions:

Intensity: $(200 \pm 50) \text{ lx}$

Colour temperature: 2 000 K to 6 000 K

Measurements shall be made on the floor level.

4.3 Test equipment and materials

To minimize the influence of electrostatic phenomena, measurements on carpets shall be carried out on a level floor consisting of a smooth untreated pine plywood or equivalent panel, at least 15 mm thick and of a size appropriate for the **test**.

Equipment and materials for measurements (devices, **test** carpets, **test** dust, etc.) to be used in a **test** shall, prior to the **test**, be kept for at least 16 h at standard atmospheric conditions according to 4.1.

Carpets that have already been used shall be stored unbeaten at standard atmospheric conditions according to 4.1.

When not in use, carpets shall be hanging free, or lying flat, pile upwards and uncovered. Carpets shall not be rolled when stored between testing. Carpets that have been rolled shall be laid flat for a minimum of 16 h before use.

4.4 Number of samples

All measurements of performance shall be carried out on the same sample(s) of the **cleaning robot** with its attachments, if any. During a set of tests the sample robot shall not be changed.

A minimum of three samples of the same model shall be tested.

4.5 Running-in of a new cleaning robot

Prior to the first **test** on a new **cleaning robot** it shall be kept running on a clean hard floor for at least 10 min to ensure adequate running-in.

Prior to conducting any series of tests, the age, condition, and history of the product shall be recorded.

4.6 Preparation of battery

Any unused battery shall need to go through at least one full charge and complete discharge cycle prior to conducting any series of **tests**.

Complete discharge shall be done by carrying out a normal cleaning operation following the manufacturer's instructions.

4.7 Operation of the cleaning robot

Unless otherwise specified,

- the **cleaning robot**, its attachments, the **docking station** and any accessories shall be used and adjusted in accordance with the manufacturer's instructions for normal operation before a **test** is carried out, and
- the operation mode of the robot can be selected and adjusted according to the manufacturer's published instructions only before the **test** to fit the environment to be cleaned.

Any safety-related device shall be able to operate.

4.8 Measurement of dust receptacle weight

For the dust removal **test**, it is required to weigh the **dust receptacle**. If the **dust receptacle** is removable the receptacle shall be carefully removed from the robot and the receptacle shall be weighed.

If the **dust receptacle** is not removable and a **secondary collection system** needs to be used to remove the dust collected in the receptacle the weight increase of the removable receptacle in the **secondary collection system** shall be weighed and recorded.

For the robot that does not have a **dust receptacle** and only uses wiping pad the weight of the pad shall be measured instead of the **dust receptacle**.

If the **dust receptacle** is not removable and a **secondary collection system** is not used to remove the dust collected in the receptacle the complete **cleaning robot** shall be reweighed.

4.9 Measurement resolution and accuracy

Unless specified in the **test** methods the resolution and the accuracy of the measurement device shall be as follows.

Weight measurement:

Resolution $\leq 0,01$ g

Accuracy $\leq 0,02$ g

Position measurement by vision:

Coverage **test**

Position resolution ≤ 3 cm

Position accuracy ≤ 5 cm

Sampling rate ≥ 30 Hz

Straight line **test**

Position resolution ≤ 1 cm

Position accuracy ≤ 1 cm

Sampling rate ≥ 30 Hz

Average speed **test**

Position resolution ≤ 1 cm

Position accuracy < 1 cm

Sampling rate ≥ 30 Hz

Time measurement:

Resolution $\leq 0,01$ s

Accuracy $\leq 0,02$ s

4.10 Tolerance of dimensions

For all dimensions which are not presented as a range and no tolerance is specified the tolerance shall be determined as Table 1.

Table 1 – Tolerance of dimensions

Nominal size range mm	Tolerance mm
$3 \leq 6$	$\pm 0,5$
$> 6 \leq 30$	$\pm 1,0$
$> 30 \leq 120$	$\pm 1,5$
$> 120 \leq 400$	$\pm 2,5$
$> 400 \leq 1\ 000$	$\pm 4,0$
$> 1\ 000 \leq 2\ 000$	$\pm 6,0$
$> 2\ 000 \leq 5\ 000$	$\pm 8,0$
NOTE Values are taken from Table 1 of ISO 2768-1:1989.	

5 Dust removal test – Box

5.1 General

This **test** is designed to give indicative data on the dust removal capability of a robotic cleaner, while allowing it to function and move in an autonomous way in an open area with no obstacles. Navigation strategies differ, so the dust removal result shall always be reported with time taken to deliver that score, to allow for relative comparison between different products.

NOTE 1 Dust removal scores are a factor of both the unit's dust removal system and navigation strategy so cannot be directly compared with dust removal results from manually operated vacuum cleaners as per IEC 60312-1.

NOTE 2 As robotic cleaners can and will make autonomous decisions about how best to navigate the box **test** area, it is unlikely that any two **runs** of a robot with same **test** conditions will ever follow exactly the same cleaning pattern. As such, it is understood that there will be a level of inherent variation in this **test** that cannot be designed out, which could be reflected in the dust pick up scores even over the same length of time from the same start position.

5.2 Dust removal from hard flat floors

5.2.1 Test bed

The length and the width of the **test** bed shall be 2 000 mm $\times$ 1 150 mm as specified in Figure 1. The height of the wall surrounding the **test** bed floor shall be 300 mm tall. The inner

side of the wall shall be untreated pine wood colour. The ceiling height of the room in which the **test** is executed shall not be higher than 3 500 mm. The **test** bed has one **dust area** of 1 300 mm × 500 mm centred in the **test** bed as shown in Figure 1. The **test** floor shall be untreated laminated pine tree plate or equivalent (more detail of the floor specification is under consideration) and its thickness shall be at least 15 mm.

To prevent the entrapment of the **test** dust beneath the wall during the **test** the gap between the wall and the floor shall be properly sealed.

5.2.2 Preparation of test

5.2.2.1 Preconditioning of test floor

The **test** floor shall be cleaned so that no dust remains prior to any subsequent **test**.

5.2.2.2 Pre-treatment of cleaning robot

If the **cleaning robot** is designed to be used with disposable **dust receptacles** it shall, prior to each **test**, be equipped with a new **dust receptacle** of the type recommended or supplied by the manufacturer of the **cleaning robot**.

If the **cleaning robot** is provided with a reusable **dust receptacle** (as the sole original **dust receptacle** or as an enclosure for disposable **dust receptacles**) the **dust receptacle** shall, prior to each measurement, be cleaned according to the manufacturer's instructions until its weight is within 1 % of its original weight.

A **dust receptacle** made of textile is not permitted to be cleaned by brush and water.

A plastic **dust receptacle** shall be cleaned following the instructions in the user manual. If the **dust receptacle** is cleaned with water it shall be dried well before any **test** and measurement.

Some reusable receptacles consist of a rigid container and an integral filter. In this case the container and the filter are considered to be the receptacle and shall be treated as if they were a single component.

Any replaceable filters and dust collection parts (e.g. dust pad) shall be preconditioned as instructed in each **test** procedure.

Dust collecting parts shall be pre-treated in order to minimize the influence of humidity.

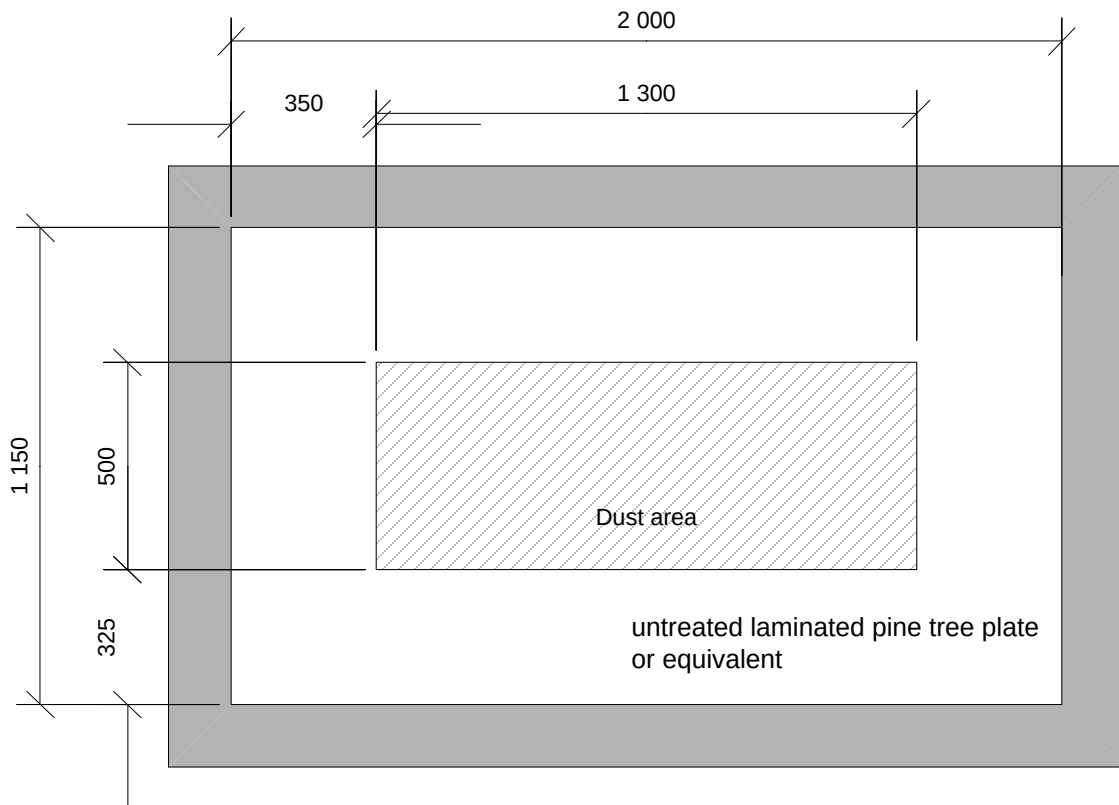
Prior to each **test run**, replaceable filter(s) and dust collection parts (e.g. wiping pad) in the robot (or in the **secondary collection system**) shall be replaced with new ones.

The battery shall be fully re-charged prior to each **run** following the manufacturer's instructions.

5.2.2.3 Distribution of test dust

The **test** dust shall consist of dolomite sand with the grain size distribution as defined in the Mineral dust – Type 1 table in 7.2.2.1 of IEC 60312-1:2010.

Dimensions in millimetres



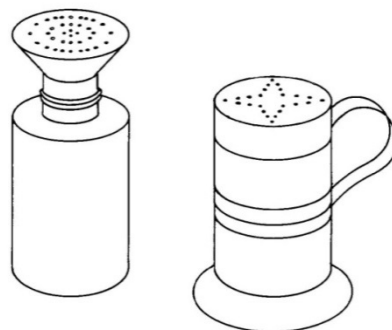
IEC

Figure 1 – Dust removal from hard flat floor test bed configuration

The **test** dust shall be distributed only within the **dust area** with a mean coverage of 50 g/m² as uniformly as possible.

NOTE 1 For uniform distribution of the **test** dust, a manual dust spreader as described in Figure 2 can be used.

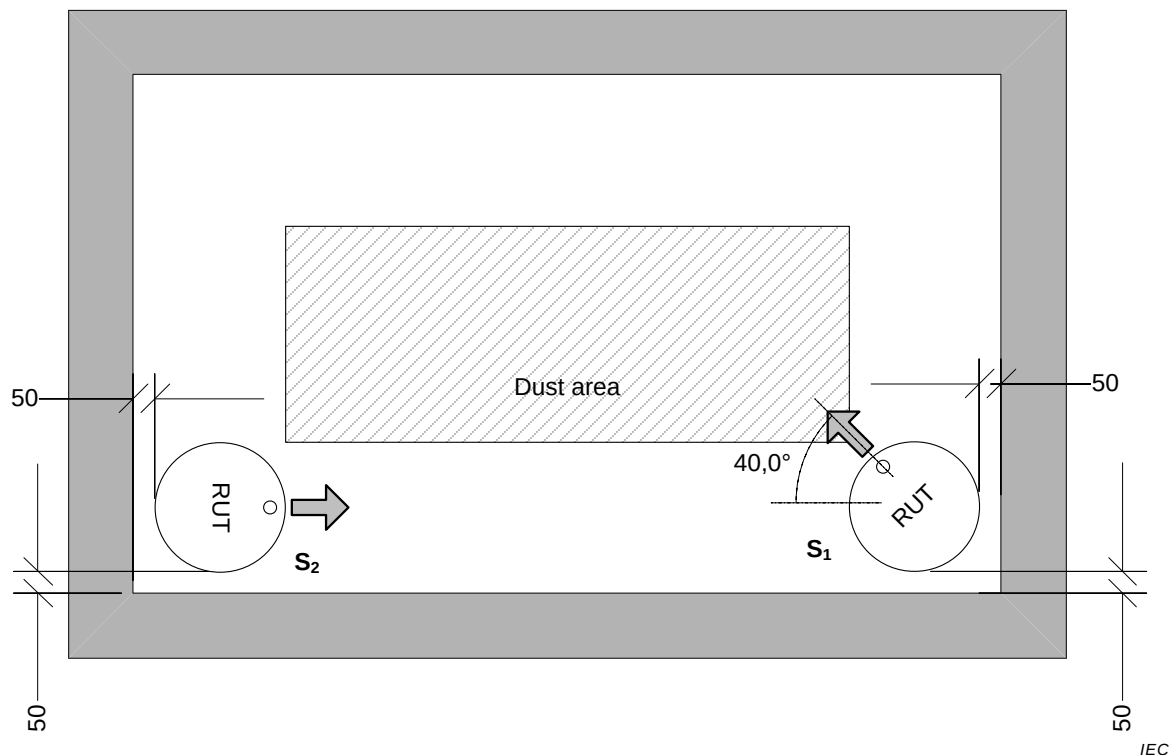
NOTE 2 To ensure the distribution of the **test** dust only within the **dust area**, a masking frame with size of the **dust area** or marker can be used.



IEC

Figure 2 – Dust distribution devices

Dimensions in millimetres



The arrow indicates the forward direction of the robot.

Key

RUT robot under test

Figure 3 – Starting positions and orientations

5.2.3 Test method

After the preparation process is completed according to 5.2.2 the **dust receptacle** shall be weighed ($m_{0,i,j}$) as specified in 4.8.

A single cleaning **trial** consists of a **run** from each of the two starting positions specified in Figure 3. The starting positions are defined as follows.

S₁: At 45° pointing into the **test** bed starting at the bottom right hand corner

S₂: Parallel to the long side of the **test** bed starting at the bottom left hand corner.

Each of the two **runs** for each **trial** shall be performed with a fully charged battery.

Additional equipment which is not attached as part of the **cleaning robot** shall not be placed inside the **test** bed during the **test**. If a **docking station** is required in order to start the cleaning operation it may be placed inside the **test** bed. After the start of the robot the **docking station** and other additional equipment shall be removed, if no longer required.

The operation mode of the **cleaning robot** shall be set according to the manufacturer's recommendations for the environment to be cleaned. Then the autonomous operation of the **cleaning robot** shall be started according to the instruction of manufacturer.

The operation mode used in the **test** shall be one of the modes normally available to the users and the mode used in the **test** shall be reported in the **test** result.

If the **cleaning robot** stops operating its active cleaning function within 15 min the measurement is finished and the operation time shall be recorded.

If the **cleaning robot** is still operating at 15 min the **cleaning robot** movement, including dust collecting function, shall be stopped using the method provided by the manufacturer. The operation time shall be recorded as 15 min.

After the **cleaning robot** movement has stopped the receptacle shall be carefully removed and reweighed as specified in 4.8.

During the **test** it shall be ensured that the robot is not affected by any electro-magnetic and physical interference. Dynamic changes within the **test** environment which may influence optical sensors or vision based navigation systems shall be minimized.

For each **run** the dust removal ability shall be determined according to 5.2.4.

Prior to subsequent **run**, the **test** bed and the robot shall be prepared for the next **run** according to 5.2.2.

The cleaning **trial** (with two **runs**) shall be repeated twice more. Before each **trial** the robot and the **test** bed shall be conditioned according to 5.2.2.

If the spread (maximum value minus the minimum value) of the three **runs** per position is greater than 10 % of the mean dust removal rate (K_i) defined in 5.2.4 two more **trials** for that position shall be added and all five **trial** data shall be used for the determination of dust removal ability specified in 5.2.4.

NOTE One **run** means one operation of the robot from one starting position. One **trial** consists of one **run** from each of the two starting positions. A single **test** consists of three **trials** per robot.

5.2.4 Determination of dust removal ability and operation time

The dust removal ability is calculated as the ratio of the weight increase of the **dust receptacle** (or the weight of other alternative parts of the robot as specified in 4.8) from its initial weight to the weight of the **test** dust distributed on the **dust area**.

The mean dust removal rate for the starting position S_i shall be calculated as follows using the three measurements obtained from the three **trials**

$$K_i = (K_{i1} + K_{i2} + K_{i3})/3$$

or if five **trials** were executed

$$K_i = (K_{i1} + K_{i2} + K_{i3} + K_{i4} + K_{i5})/5$$

where

K_i is the mean dust removal for starting condition S_i over three (or five) **trials** (%)

$K_{i,j}$ is the dust removal with starting condition S_i for the j th **trial** (%)

$$K_{i,j} = (m_{f,i,j} - m_{0,i,j}) \times 100 / m_D$$

m_D is the weight of the dust distributed on the **dust area** (g)

$m_{0,i,j}$ is the weight of the preconditioned dust receptacle before the run for the starting position S_i in the j th **trial** (alternative options for how to measure the **dust receptacle** are specified in 4.8) (g)

$m_{f,i,j}$ is the weight of the **dust receptacle** at the end of the run for the starting position S_i in the j th **trial** (alternative options for how to measure the **dust receptacle** are specified in 4.8) after cleaning (g).

The mean operation time of the robot for the starting position S_i shall be calculated as follows using the three measurements obtained from the three **trials**:

$$t_i = (t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3}) / 3$$

or if five **trials** were executed

$$t_i = (t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5}) / 5$$

where

$t_{i,j}$ is the operation time for starting condition S_i for the j th **trial** (minutes)

t_i is the mean operation time for starting condition S_i over three **trials** (minutes).

The overall mean dust pickup value K is then calculated as

$$K = \frac{(K_1 + K_2)}{2}$$

The overall mean operation time t is calculated as

$$t = \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

The dust pickup value K and the mean operation time t shall be recorded as the final result.

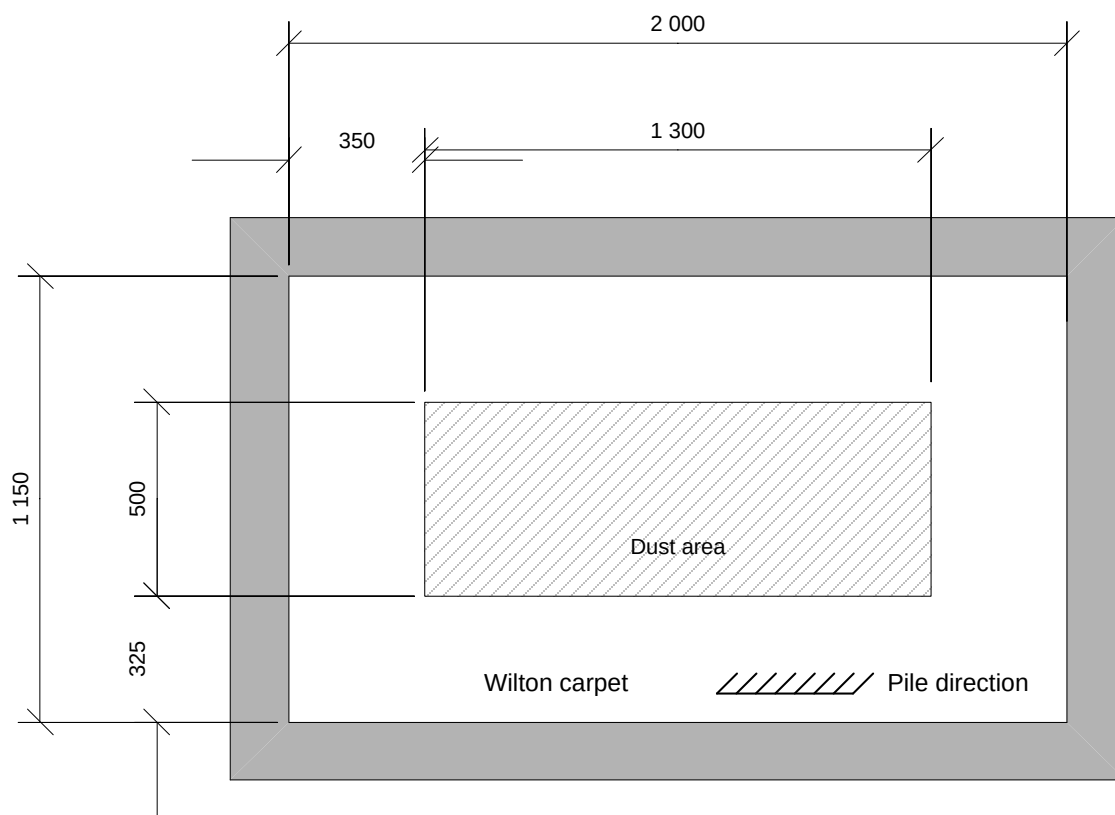
5.3 Dust removal from carpets

5.3.1 Test bed

The **test** bed is identical to that defined in 5.2.1 except the floor is covered with **test** carpet which is the Wilton type carpet in accordance with IEC 60312-1:2010, Clause C.1 – Wilton Carpet.

The pile direction of the carpet shall be installed as specified in Figure 4.

Dimensions in millimetres



IEC

Figure 4 – Dust removal (box test) from carpet floor test bed configuration

5.3.2 Preparation of test

5.3.2.1 Pre-treatment of test carpet

A new carpet shall be pre-conditioned in the following manner before recordable testing is carried out.

Using a suitable vacuum cleaner all loose pile and fibre is removed over the entire surface of the carpet until an amount no greater than 0,5 g/m² is removed during a 5 min cleaning process.

Using an in-house reference vacuum cleaner, a dust removal **test** according to 7.2.1.4 in IEC 60312-1:2010 is carried out and the result recorded and plotted on a graph.

This is repeated until the resulting curve is parallel with the horizontal axis and the difference between the average results of two consecutive tests is no greater than 1 percentage point.

Due to the significant influence of humidity on this **test** the carpet shall be left in the **test** environment at standard atmospheric conditions (refer to 4.1) for at least 16 h before the **test** is due to commence.

5.3.2.2 Conditioning of test carpet

Prior to each **run** the **test** carpet shall be cleaned to remove remaining dust and preconditioned as described below.

For cleaning of the **test** carpet it is recommended to use a suitable carpet-beating machine such as described in 5.3.3.2 in IEC 60312-1:2010.

If a carpet-beating machine is not used the carpet shall be placed upside down on a rigid mesh support and beaten by hand or with an active nozzle. After the beating, one cleaning cycle with a vacuum cleaner, which has good dust removal ability shall be carried out to remove remaining dust.

5.3.2.3 Verification and preconditioning of test carpet

After cleaning the **test** carpet an in-house reference vacuum cleaner with minimum dust removal ability on Wilton carpet of 65 % after 5 double strokes in parallel to the pile direction according to IEC 60312-1 shall be equipped with a clean **dust receptacle** and be used to verify that the carpet has been cleaned to the point where no dust pick-up is discernible. This point is considered to be reached if the amount of dust removed from the carpet during five cleaning cycles is less than 2,0 g (also refer to 5.3.3.3 in IEC 60312-1:2010). If the amount is greater than 2,0 g this step is repeated until the requirement is achieved.

To prevent a gradual filling of the carpet with dust the weight of the **test** carpet shall be maintained as close as possible to that of the initially clean carpet.

5.3.2.4 Pre-treatment of cleaning robot

Refer to 5.2.2.2.

5.3.2.5 Distribution of test dust

Prior to each **run** the floor of the **test** bed shall be cleaned carefully. After the placement of the conditioned **test** carpet on the floor of the testbed the **test** dust (see below) shall be distributed with a mean coverage of 125 g/m² as uniformly as possible across the **dust area**. The following **test** dust shall be used:

Sieved from CEM 1 according to ISO 679

Grain size: 0,09 mm to 0,20 mm

NOTE 1 For uniform distribution of the **test** dust, a manual dust spreader as described in IEC 60312-1 can be used.

NOTE 2 To ensure the distribution of the **test** dust only within the **dust area**, a masking frame with interior dimensions equal to the specified **dust area** can be used.

5.3.2.6 Embedding test dust into the test carpet

The dust shall be embedded into the **test** carpet by carrying out ten double strokes over the carpet, parallel with the direction of the pile, using a roller in accordance with 5.3.5 in IEC 60312-1:2010.

The speed of the roller over the **dust area** shall be a uniform 0,5 m/s $\pm$ 0,02 m/s with the forward stroke being in the direction of the pile. It is important to ensure that the **dust area** is completely and evenly rolled. The carpet is then left for a period of 10 min to recover from rolling.

5.3.2.7 Removal of remaining dust

Before the initiation of the next **run** remaining dust shall be removed according to 5.3.2.2.

5.3.3 Test method

Test according to 5.2.3.

5.3.4 Determination of dust removal ability and operation time

Test according to 5.2.4.

6 Dust removal – Straight line

6.1 General

This **test** is designed to isolate the dust removal system of the robot from the autonomous movement, in order to assess only the ability to remove dust. This facilitates direct comparison between robotic cleaners.

6.2 Test Mode

6.2.1 General

The straight line cleaning **test** requires the robot to move straightforward at a nominal speed calculated from normal operation mode. There are some other functions required for the straight line cleaning **test**, which shall be provided within a **test** mode.

This mode shall enable the robot to perform a repeatable **test** mode action in which it shall be driven forward in a straight line, at a fixed speed for the defined minimum distance (refer to 6.2.3). The **test** mode shall satisfy the entire relevant safety requirement.

This **test** mode action can then be repeated multiple times depending on the nature of the **test** (e.g. for multiple-pass pick up testing).

In the absence of the **test** mode, the robot shall be tested with a mode (e.g. a remote-control mode) that generates a reasonably straight motion (**dust area** coverage more than 75 %). The fact that the straight motion was generated by the mode other than the **test** mode shall be reported.

NOTE If a reasonably straight motion cannot be generated, then the **test** cannot be properly executed and the **test** can be skipped.

6.2.2 Access to test mode

The precise nature of access to the **test** mode shall be clearly stated by the manufacturer and it shall be simple to execute. Once the access operation is complete it shall leave the machine in an idle state.

NOTE Examples of access methods to the **test** mode could be to require the user to have a combination of buttons on the machine pressed when the robot is switched on or for a combination of buttons to be held for a period of time which would not occur during normal robot operation. The only condition is that this access method is to be documented.

Once in the idle state the user shall be able to initiate the execution of a single **test** mode action (refer to 6.2.3) at one of two speeds, s_{avg_hard} and s_{avg_carpet} , either by a method available on the robot (such as a button press) or a remote method (such as pressing a button on a remote control). s_{avg_hard} and s_{avg_carpet} shall be calculated following the method described in Clause 8.

Once the **test** mode action has been completed then the machine shall return to its idle state, ready to execute another **test** mode action if required.

It shall be possible to pick the machine up and reposition it without the machine exiting the idle state.

It is expected that the user shall be able to exit this mode either via an instruction or via a power down/up cycle.

6.2.3 Test mode action

The **test** mode action involves the machine starting from a stationary pose and driving in a straight line before coming to a halt.

A part of the straight-line motion shall maintain the speed at the average speed of the robot, either s_{avg_hard} or s_{avg_carpet} as defined and measured in 8.3.

The straight-line motion consists of an acceleration period, a constant period, and a deceleration period as shown in Figure 5. The acceleration area of 200 mm is provided during which the machine shall accelerate up to the average speed, either s_{avg_hard} or s_{avg_carpet} . Once past this acceleration area the machine shall maintain the required average speed for at least 700 mm plus the longitudinal length of the robot as indicated in Figure 6 (which is explained in 6.3.1 in detail). The deceleration area of 200 mm corresponds to the surface during which the robot shall decelerate to a stationary pose.

NOTE The velocity and the distance mentioned above are the observed quantities not the commanded input.

During the execution of the **test** mode the robot's basic cleaning systems shall be active in their standard operating mode. All other "enhanced" cleaning systems that would prevent the straight motion of the robot (e.g. dust sensor) shall not be active.

6.2.4 Test mode speed verification

It is understood that the actual motion executed by the robot will not be precisely as described above due to various external influencing factors such as slip on the traction systems or resolution of the guidance system, etc. The actual observed speed at which the action is executed shall be (the required speed $\pm 10\%$).

If the speed does not comply to the conditions specified above the failure in compliance shall be reported and the **test** shall not be continued.

NOTE 1 For the same reasons as above, it is understood that the robot cannot execute a precise straight line path and a curved path could result.

NOTE 2 The inaccuracies of the path performed in **test** mode are accounted for by using a **VTS** which can report the actual path executed.

6.3 Dust removal from hard floor

6.3.1 Test bed

The length and the width of the **test** bed shall be 2 000 mm (minimum) $\times$ 600 mm as specified in Figure 6).

The **dust area** shall be 700 mm $\times$ ($W - 20$) mm, where W is the **cleaning head** width.

NOTE The 20 mm reduction in width of the **dust area** is to avoid spreading dust outside of reachable width by the robot. The additional 200 mm on each end of the **dust area** is designed to enable the robot to reach its specified speed before it enters the **dust area**.

The **test** floor shall be untreated laminated pine tree plate or equivalent and its thickness shall be at least 15 mm.

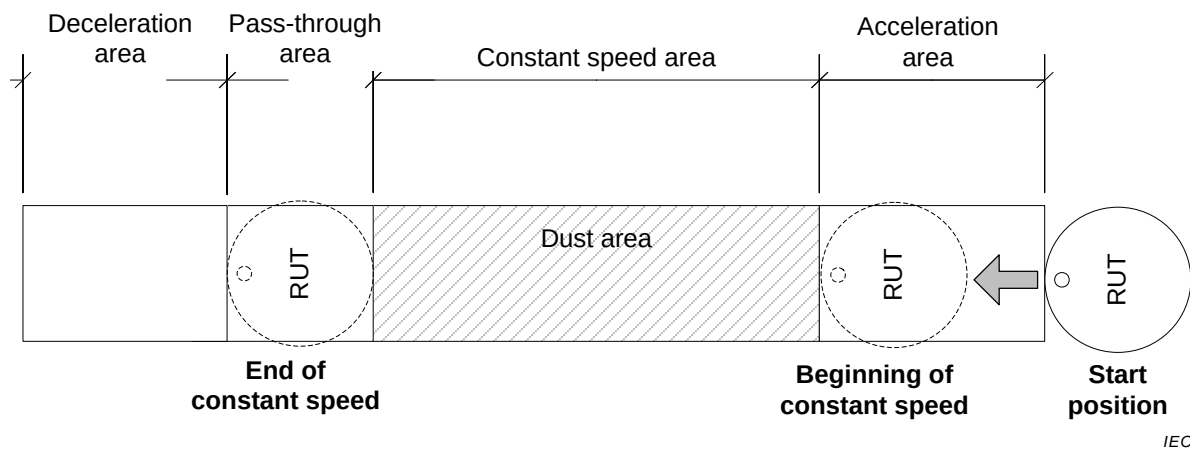
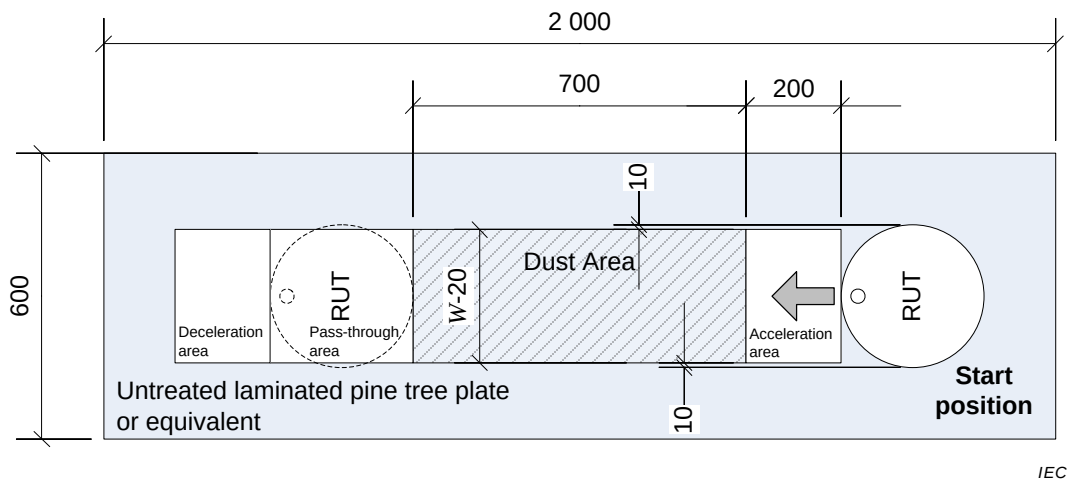


Figure 5 – Description of test mode action

Dimensions in millimetres



Key

W Width

Figure 6 – Straight line dust removal from hard floor test bed configuration

6.3.2 Preparation of test

6.3.2.1 Preconditioning of test floor

Refer to 5.2.2.1.

6.3.2.2 Pre-treatment of cleaning robot

Refer to 5.2.2.2.

Exception is that replaceable filters and dust collection parts (e.g. dust pad) shall not be replaced within the same cleaning **trial**.

6.3.2.3 Visual tracking system

During the **test** the testbed shall be monitored using a **visual tracking system (VTS)**. A proper **VTS** shall be installed and the functionality of **VTS** shall be verified to satisfy the specifications in 4.9.

6.3.2.4 Speed of test run on hard floor

The **test runs** shall be executed at the speed $s_{\text{avg_hard}}$.

Before running the **test**, the actual speed of the robot in **test** mode shall be verified to be within $\pm 10\%$ range of $s_{\text{avg_hard}}$ per Clause 8.

6.3.2.5 Distribution of test dust

Test dust Type 1 in accordance with 7.2.2.1 in IEC 60312-1:2010, shall be distributed with a mean coverage of 50 g per square metre as uniformly as possible over the **test** area.

NOTE 1 For uniform distribution of the **test** dust, a manual dust spreader as described in Figure 2 can be used.

NOTE 2 To ensure the distribution of the **test** dust only within the **dust area**, a masking frame with size of the **dust area** can be used.

6.3.3 Test method

After the preparation process is completed according to 6.3.2 the **dust receptacle** shall be weighed as specified in 4.8 (M_0).

If the robot is equipped with removable side brush it shall be removed from the robot before the placement of the **cleaning robot** on the **test** bed,

NOTE The straight line **test** is strictly for the **test** of dust removal from the floor.

The **cleaning robot** shall be switched on and placed into **test** mode using the method provided by the manufacturer (refer to 6.2.2).

The **cleaning robot** shall be placed at the start position specified in Figure 6 with the centre of the **cleaning head** aligned to the centreline of the **dust area**.

It is important to ensure the proper consistent alignment of the robot with the **dust area** on the testbed. During the setup process an alignment device such as a laser pointer can be used for the validation of a proper alignment.

The **cleaning robot** shall perform a single **run** using the method supplied by the manufacturer (refer to 6.2.2) at speed $s_{\text{avg_hard}}$. The **run** shall be monitored and recorded by the **VTS**.

The acceleration area shall be used for the robot to increase its speed to constant speed, $s_{\text{avg_hard}}$.

The robot shall maintain its constant speed $s_{\text{avg_hard}}$ from the time when the front-end of the robot enters the constant speed area until the rear-end exits the constant speed area (refer to Figure 5 and Figure 6). The deceleration area shall be used for the robot to reduce its speed to rest.

In order to satisfy the constant speed requirement the robot may move at its constant speed $s_{\text{avg_hard}}$ even after the whole body of the robot exits the constant area. Pass-through area is designed for this purpose.

After the movement of the **cleaning robot** has stopped the receptacle shall be carefully removed and reweighed as specified in 4.8.

Without cleaning the robot and the receptacle, the next **run** shall be repeated. After each **run** the receptacle shall be carefully removed and reweighed as specified in 4.8.

A single cleaning **trial** consists of N **runs** (straightforward motion), where the number N shall be chosen by the tester.

The dust on the testbed (even outside of the **dust area**) shall not be cleaned before the end of whole **trial**.

If the area coverage of any or the **runs** is smaller than 75 % the whole **trial** shall be discarded and the **trial** shall be repeated.

The cleaning **trial** (with N **runs**) shall be repeated twice more. Before each **trial** the robot and the receptacle shall be conditioned according to 5.2.2.2.

If the spread of any of accumulative dust pickup rates p_i (defined in 6.3.4) from three **trials** is larger than 10 %, two more **trials** shall be added.

6.3.4 Determination of dust removal ability

On each **run** the **VTS** shall record an accurate measurement of the path of the robot. Once the designated numbers of **test runs** (N) have been completed the **VTS** will combine the motion data and report the percentage of the **dust area** which has been passed by the machine j times, at the end of each **run**.

The number N is solely chosen by the need of the tester but minimum three are recommended for the **test**.

The dust pickup rate can be calculated with

$$p_i = \frac{\frac{M_i}{M} - \sum_{k=1}^{i-1} C_{ki} \times p_k}{C_{ii}}$$

where

M total weight of dirt initially distributed in the **dust area** (g)

M_i measured accumulative weight of dirt picked up after the i th **run** (g)

C_{ki} percentage of **dust area** passed by the robot **cleaning head** only k times after the i th **run** (percent)

p_i accumulated dust pick up rate from the i -pass **dust area** (%)

NOTE 1 The i -pass **dust area** means the area in the **dust area** where the **cleaning head** of the **cleaning robot** has traversed i times.

Upon completion of three **trials** the final pickup percentages for hard floor P_i is calculated as follows

$$P_i = \frac{(p_{i,1} + p_{i,2} + p_{i,3})}{3}$$

or if five **trials** were executed

$$P_i = \frac{(p_{i,1} + p_{i,2} + p_{i,3} + p_{i,4} + p_{i,5})}{5}$$

where

$p_{i,n}$ accumulated dust pick up rate from the i -**pass dust area** calculated from the n th **trial** (percent)

P_i final accumulated **i-pass** pickup rate (percent) where $i=1,2,3,\dots,N$

NOTE 2 Once the first **run** of the **test** mode action has completed the single-**pass** pickup percentage, p_1 , is calculated as follows. At this time C_{21} and C_{31} are both zero.

$$p_1 = \frac{M_1}{M \times C_{11}}$$

After the second **run** the two-**pass** pickup percentage, p_2 , is calculated as follows. Still C_{32} remains zero.

$$p_2 = \frac{\frac{M_2}{M} - C_{12} \times p_1}{C_{22}}$$

Finally after the third **run** the three-**pass** pickup percentage, p_3 , is calculated as follows.

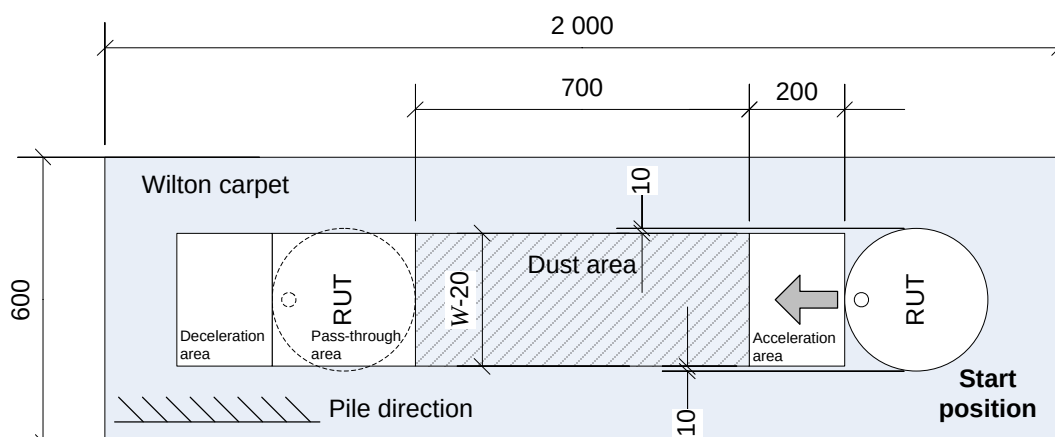
$$p_3 = \frac{\frac{M_3}{M} - C_{13} \times p_1 - C_{23} \times p_2}{C_{33}}$$

Therefore the accumulative weight of the dust measured after the i th **run** M_i shall satisfy the equation below.

$$M_i = M \times \sum_{k=1}^n (C_{ki} \times p_k)$$

NOTE 3 There are two methods for reporting pickup values from the straight line **test** method: absolute pickup and relative pickup. Absolute pickup is the dust picked up at the conclusion of a chosen number of **passes** made by the robot, reported irrespective of the number of **passes** that the robot's navigation system dictates during actual operation. For example, 1, 3, 5 or 10 **pass** cumulative pick-up measurements can be made, even if the robot's navigation system makes only two **passes** during actual operation. This allows comparison of the vacuum system performance in isolation from the navigation system, and facilitates comparison to manually operated vacuum cleaners if required. Relative pickup is the dust pick up recorded after each **pass**, up to the total number of **passes** reported for that product from the autonomous navigation/coverage **test** result (refer to Clause 7). This ensures that the pickup capability reported is relative to the robots navigation strategy and therefore representative of actual operation when comparing robotic products. The limit for number of additional cumulative **trials** to be measured is when less than or equal to 1 % pick up increase is measured between **trial** n and $n-1$.

Dimensions in millimetres



IECIECIECIEC

Key

W Width

Figure 7 – Straight line dust removal from carpet floor test bed configuration

6.4 Dust removal from carpet

6.4.1 Test bed

The **test** bed is identical to that defined in 6.3.1 except the floor is covered with **test** carpet which is the Wilton type carpet in accordance with IEC 60312-1:2010, Annex C.1 – Wilton Carpet. Figure 7 shows the configuration of the testbed.

6.4.2 Preparation of test

6.4.2.1 Pre-treatment of test carpet

Refer to 5.3.2.1.

6.4.2.2 Conditioning of test carpet

Refer to 5.3.2.2.

6.4.2.3 Verification and preconditioning of test carpet

Refer to 5.3.2.3.

6.4.2.4 Pre-treatment of cleaning robot

Refer to 5.2.2.2.

6.4.2.5 Visual tracking system

Refer to 6.3.2.3.

6.4.2.6 Speed of test run on carpet

The **test runs** shall be executed at speed $s_{\text{avg_carpet}}$.

Before running the **test**, the actual speed of the robot in **test** mode shall be verified to be within $\pm 10\%$ range of $s_{\text{avg_carpet}}$ according to Clause 8.

6.4.2.7 Distribution of test dust

Test dust Type 2, in accordance with 7.2.2.2 in IEC 60312-1:2010, shall be distributed with a mean coverage of $125 \pm 0,1\text{g}$ per square metre as uniformly as possible over the **test** area.

NOTE 1 For uniform distribution of the **test** dust, a manual dust spreader as described in IEC 60312-1 can be used.

NOTE 2 To ensure the distribution of the **test** dust only within the **dust area**, a masking frame with size of the **test** distribution can be used.

6.4.2.8 Embedding test dust into test carpet

Refer to 5.3.2.6.

6.4.2.9 Removal of remaining dust

The remaining dust shall be removed according to 5.3.2.2 only after each **trial** (not **run**). Verification and pre-conditioning shall be performed according to 5.3.2.3 before each **trial**.

6.4.3 Test method

Refer to 6.3.3.

6.4.4 Determination of dust removal ability

Refer to 6.3.4.

7 Autonomous navigation/coverage test

7.1 General

The purpose of the autonomous navigation/coverage **test** is to measure the ability of floor **cleaning robots**, as defined within this standard, to cover the available floor space against a standardized room configuration as defined in 7.2. The measure of performance for this **test** is the cumulative percent floor space traversed during a period of time. Multiple **passes** of the robot over the same floor space is also measured in this **test**.

7.2 Test bed

7.2.1 Test conditions

For this **test**, the ambient temperature and humidity shall be stated. It does not have to satisfy the conditions stated in 4.1.

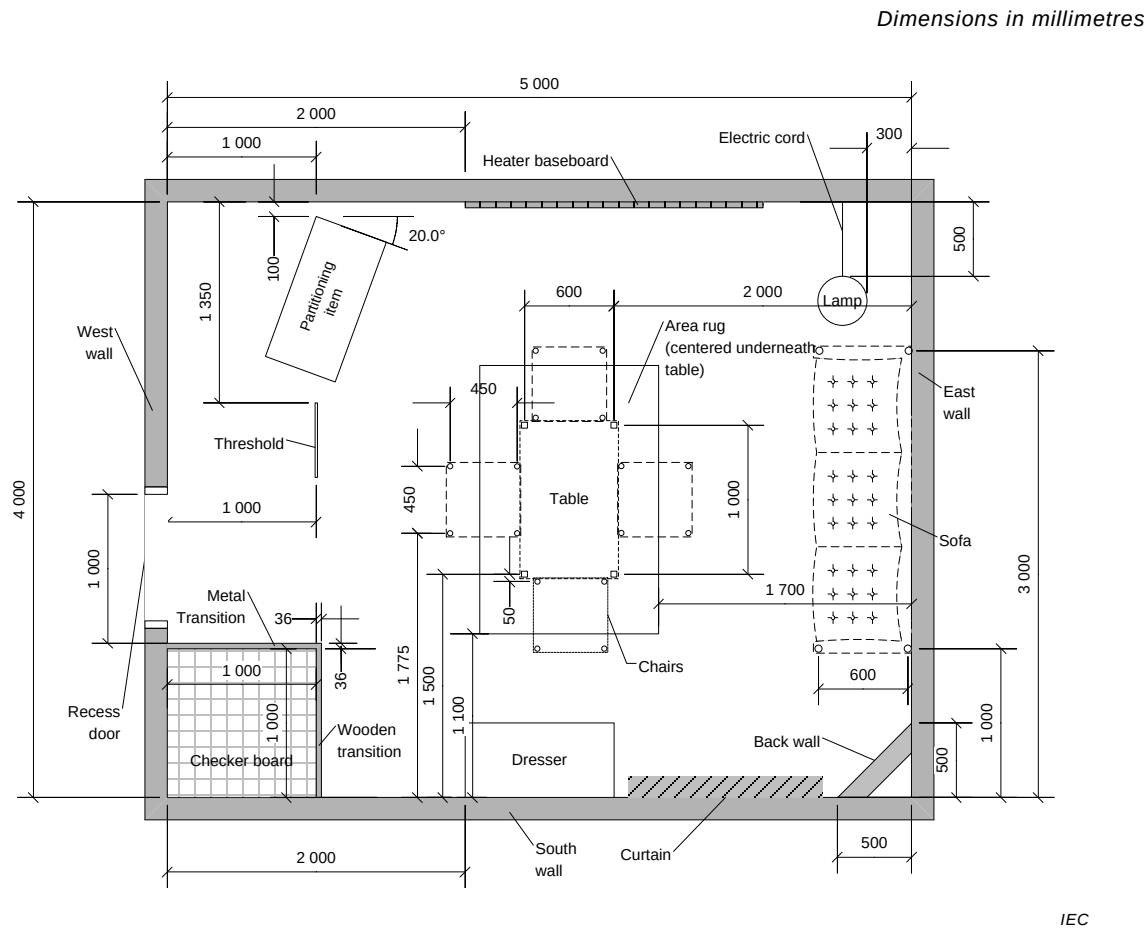
7.2.2 Floor configuration

The **test** area shall consist of a space measuring $4\,000\text{ mm} \times 5\,000\text{ mm}$ ($L \times W$) (tolerance $\pm 50\text{ mm}$) enclosed by four walls and a ceiling.

The **test** floor shall be untreated laminated pine tree plate or suitable alternative.

The floor of the **test** bed for the navigation/coverage performance **test** shall be as described in Figure 8 to Figure 12. The furniture and obstacles shall be placed as shown in Figure 8.

The dimensions and characteristics of the furniture and obstacles on the floor are specified in Table 2.



IEC

Figure 8 – Navigation/Coverage test bed configuration

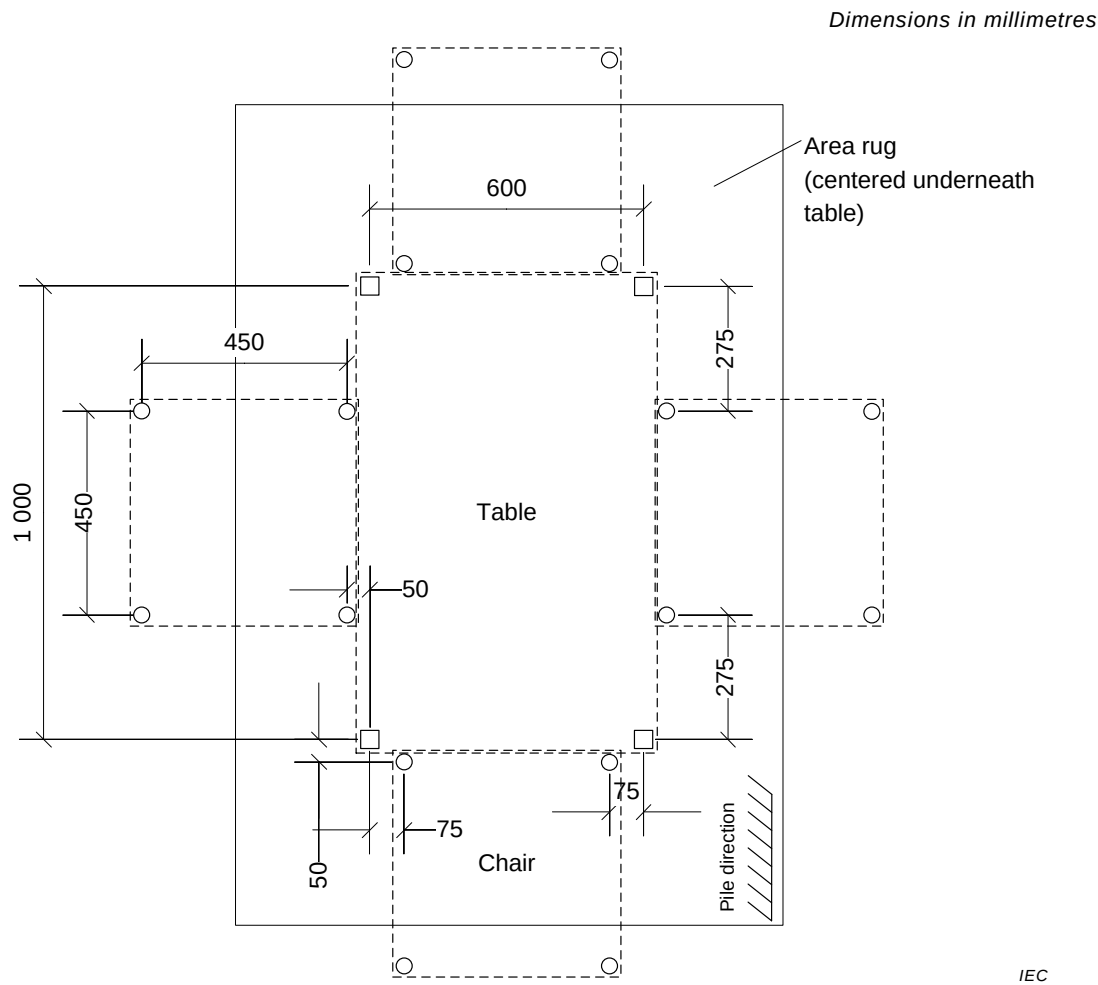


Figure 9 – Details of obstacles around table

Table 2 – Dimensions of furniture and obstacles

Item	Quantity	Dimensions (mm)	Surface/ Colour	Remarks
Dresser	1	1 000 (L) 500 (W) 300 (H)	White	It is fixed to the floor. Underneath of the dresser shall be blocked. No legs.
Table	1	1000 (L) 600 (W)	Natural Cherry	4 legs of 40 mm (L) × 40 mm (W) × 300 mm (H) Distance of 1 000 mm (L) and 600 mm (W) are between centrelines of legs. Legs are fixed to the floor.
Chairs	4	450 (L) 450 (W)	Natural Cherry	4 legs of 35 mm (D) × 300 mm (H). Distance between centrelines of legs is 450 mm. Legs are fixed to the floor.
Sofa	1	2 000 (L) 600 (W)	White	4 legs of 48 mm (D) × 300 mm (H). Distance of 2 000 mm (L) and 600 mm (W) are between centrelines of legs. Legs are fixed to the floor.
Partitioning Item	1	1 000 (L) 500 (W) 300 (H)	18 % grey	No legs. All sides are enclosed. It is fixed to the floor.
Floor lamp	1	330 (D) 300 (H)	White	Base is 5 mm (H) at the outer edge with 10° upward slope. Diameter of the pole at the centre is 30 mm. It is fixed to the floor.
Floor electrical wire	1	6 (D) 900 (L)	Black	One end is fixed at the plug on the north wall at height of 350 mm and the other end is fixed at the side of the lamp base of the lamp. It is not fixed on the floor.
Cylindrical bar	1	15 (D) 500 (L)	Untreated or unground surface	It is cylindrical shape and made of Aluminium. It is fixed to the floor. NOTE It represents a cylinder shape support of chairs.
Heater baseboard	1	2 000 (L) 40 (W) 300 (H)	Natural Cherry	It is secured on the wall and floor. It is fixed on the floor.
Area rug	1	1 680 (L) 1 200 (W) 10 (H)	Ivory	Wilton type area rug It is fixed to the floor.
Checker board	1	1 000 (L) 1 000 (W) 7 (H)	Black and White	Each tile shall be of the following dimensions: 100 mm (W) × 100 mm (D) × 7 mm (H). White tile surface shall be polished. Matt black is without polishing. Tiles shall be fixed on the floor with no gaps between tiles. The transitions shall be fixed on the floor.

Item	Quan tity	Dimensions (mm)	Surface/ Colour	Remarks
Metal transition	1	36 (W) 2 (H)	Untreated or unground surface	Aluminium (refer to Figure 10 and Figure 12 for installation) It is M-D Building Products® ² (36 in L × 2 in W, Model #43858, polished) or similar. It is fixed to the floor. For the corner where the metal transition meets the wooden transition both transitions shall be cut with 45°.
Wooden transition	1	36,5 (W) 11 (H)	Finished wood	Wood (Refer to Figure 11 and Figure 12 for installation). It is a Bruce Natural Reducer® ³ (Model #11177810) or similar. It is fixed to the floor.
Key L Length W Width H Height D Diametre				

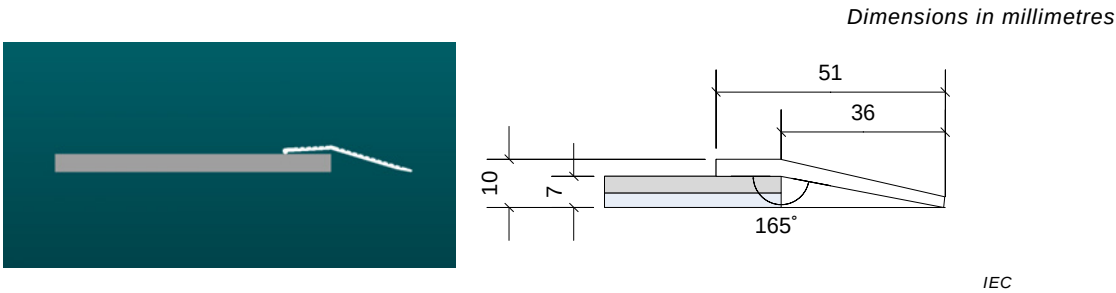


Figure 10 – Illustration of metal transition installation

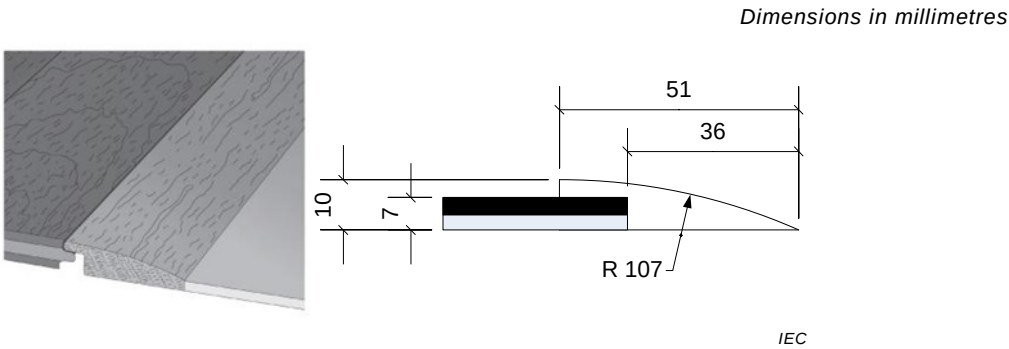
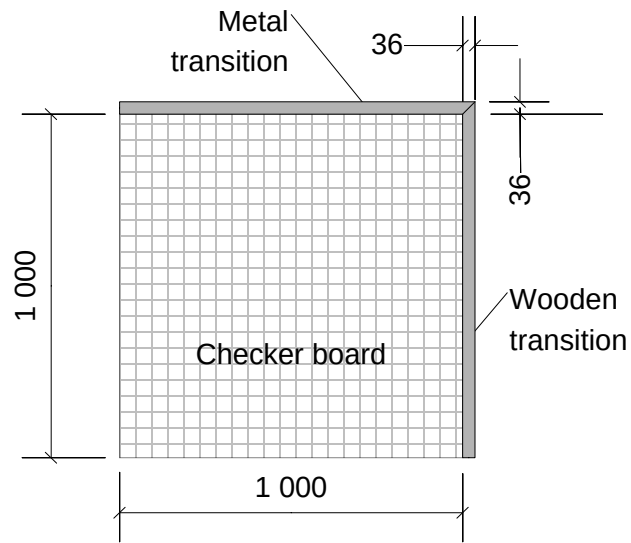


Figure 11 – Illustration of wood transition Installation

² Model #43858 is the trade name of a product supplied by M-D Building Products®. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

³ Model #11177810 is the trade name of a product supplied by Bruce and Armstrong®. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

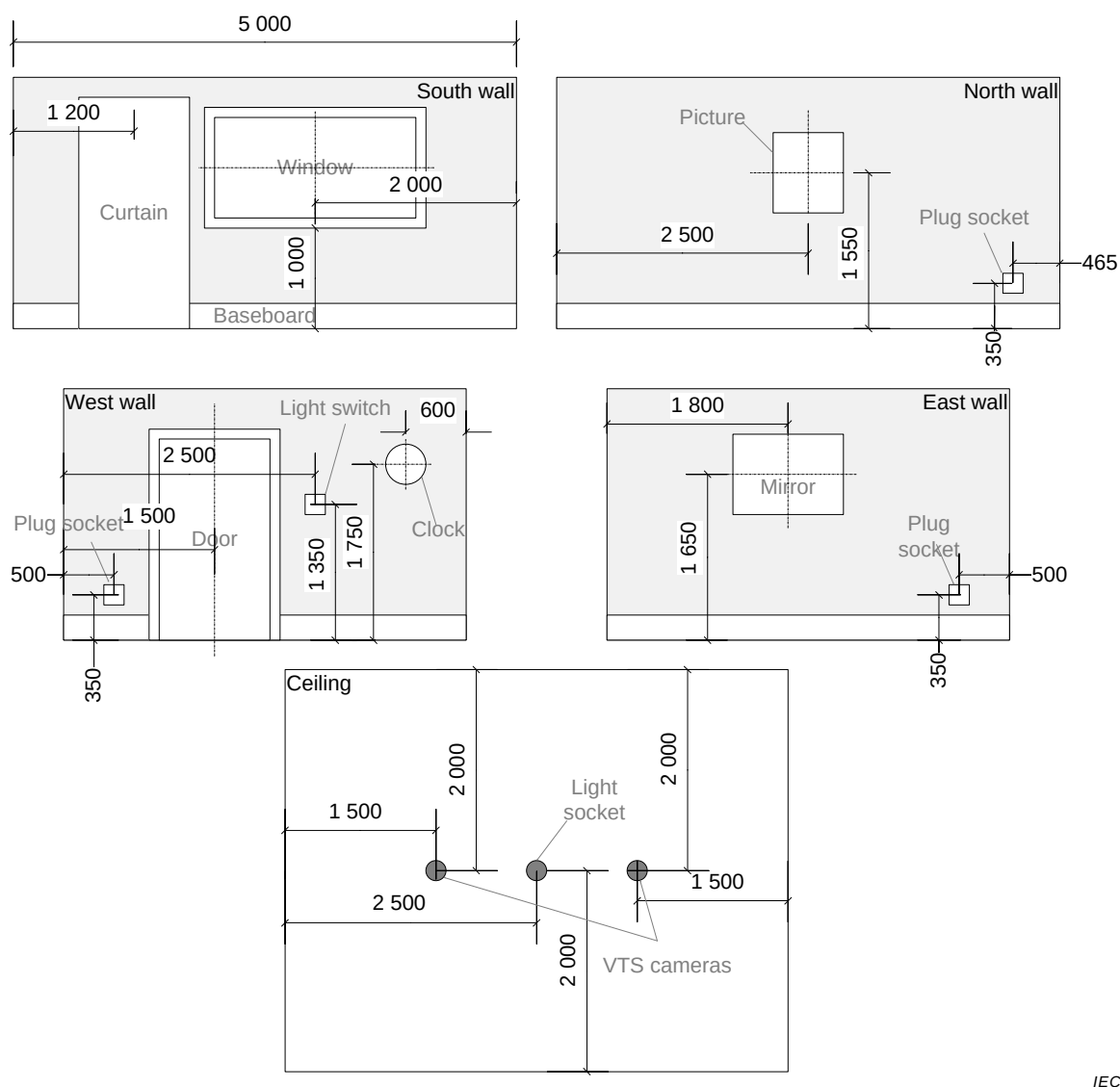
Dimensions in millimetres



IEC

Figure 12 – Detail view of checker board and transitions

Dimensions in millimetres



IEC

Figure 13 – Configuration of four walls and ceiling

7.2.3 Wall and ceiling configuration

7.2.3.1 General

The configuration of wall and ceiling of the **test** bed shall be Figure 13. The ceiling shall be at a height of 2 500 mm (± 50 mm) from the surface of the **test** bed floor. The ceiling shall be level and parallel to the floor.

Table 3 contains a list of the objects and features which shall be present on the walls, no other visible features are permissible. This table also provides the dimensions, characteristics and locations for each item.

The walls shall be full height from floor to ceiling with no gaps or discontinuities other than those described in Table 3. The walls shall be vertical and perpendicular to both the floor and ceiling.

The walls and ceilings shall be covered or painted as described in Table 3. The surfaces of the walls and ceilings shall be level and have no discernible texture (maximum local geometric variation ± 1 mm).

Table 3 – Wall and ceiling furniture

Item	Quantity	Dimensions (mm)	Surface details	Remarks
North wall	1	5 000 (L)	Matt: Magnolia RGB #EEE8EB 0 % to 10 % reflectance	All walls shall be constructed in such a manner that they do not move or deform in any way when the robot comes into contact with them
South wall	1	5 000 (L)	Matt: Magnolia RGB #EEE8EB 0 % to 10 % reflectance	See above
East wall	1	4 000 (L)	Matt: Magnolia RGB #EEE8EB 0 % to 10 % reflectance	See above
West wall	1	4 000 (L)	Matt: Magnolia RGB #EEE8EB 0 % to 10 % reflectance	See above
Ceiling	1	4 000 (W) 5 000 (L)	Matt: Magnolia RGB #EEE8EB 0 % to 10 % reflectance	See above
Door	1	750 to 850 (W) 1 950 to 2 050 (H)	Gloss: White 60 % to 80 % reflectance	Refer to Figure 14 and associated text With a silver door handle
Window	1	1 800 to 2 200 (W) 900 to 1 100 (H)	Gloss: White 60 % to 80 % reflectance A panel shall be mounted on the back of the window, behind the panes, which shall be painted matt blue (RGB #99CCFF, 0 % to 10 % reflectance).	Refer to Figure 15 and associated text
Baseboard	4	75 to 125 (H) 10 (D)	Two Sides (North and West): Gloss White 60 % to 80 % reflectance Two Sides (East and South): Untreated Natural wooden board	Refer to Figure 16 and associated text
Light switch	1	70 to 100 (W) 70 to 100 (H) 0 to 15 (D)	Plastic: White	Single switch. Does not have to be connected to the light in the test area
Plug socket	1	70 to 100 (W) 70 to 100 (H) 0 to 15 (D)	Plastic: White	Single socket. Does not need to be live
Pendant light socket	1	120 to 250 (L)	White	Length indicates drop height from ceiling to base of bulb. Refer to Figure 17.
VTS camera	2			Mounted flush to the ceiling

Item	Quantity	Dimensions (mm)	Surface details	Remarks
Clock	1	300 (<i>D</i>)	Frame: Gloss Grey RGB #808080 60 % to 80 % reflectance Face: Matt White RGB #FFFFFF 0 % to 10 % reflectance	The clock does not have to be a real clock. Refer to Figure 18.
Mirror	1	1 000 (<i>W</i>) 750 (<i>H</i>)	Frame: Gloss Grey RGB #808080 60 % to 80 % reflectance	Refer to Figure 19
Picture	1	600 (<i>W</i>) 750 (<i>H</i>)	Frame: Gloss Grey RGB #808080 60 % to 80 % reflectance Face: Matt Green RGB #99FF99 0 % to 10% reflectance	Refer to Figure 20.
Curtains	1	1 100 to 1 300 (<i>W</i>) 2 000 to 2 200 (<i>H</i>)	Brown RGB #333300	Material used shall be plain, opaque, and heavy enough to hang without creasing. Centreline of the curtain shall be 1 200 mm from the wall. Refer to Figure 21.
Key <i>L</i> Length <i>W</i> Width <i>H</i> Height <i>D</i> Diametre NOTE All colours are specified in web colour RGB format and intended to be an indicative guide of the proposed colour. Colour can vary by ± 5 % in each RGB value.				

7.2.3.2 Door specification

The configuration of the door shall be as in Figure 14. The door shall have four inset panels. The door shall be surrounded by a frame of 50 mm (*W*) that shall be mounted flush to the wall (resulting in the door being recessed from the wall by 50 mm). The frame may be shaped on its inner edge only, by a single curved feature with a maximum radius of 50 mm. The handle shall be mounted on the right hand side (when viewed from inside the **test** area). The door may be able to be opened. If so, the door shall open outwards from the **test** area.

7.2.3.3 Window specification

The configuration of the window shall be as Figure 15. The window shall consist of three equally sized window panes. A frame shall surround each pane. The frames shall be 50-100 mm (*W*) and shall protrude from the wall by 50 mm to 100 mm. The panes can be made from either glass or any clear acrylic material. The pane shall be recessed from the front face of the frame by 10 mm. A panel shall be mounted on the back of the window, behind the panes, which shall be painted matt blue (RGB #99CCFF, 0 % to 10 % reflectance).

7.2.3.4 Baseboard (skirting board) specification

The configuration of the baseboard shall be as Figure 16. The baseboard may be shaped on its top edge only, by a single curved feature with a maximum radius of 10 mm.

7.2.3.5 Pendant light specification

The configuration of the pendant light shall be as Figure 17. The height of the pendant light fitting measured from the ceiling to the base of the light bulb shall be in the range of 120 mm to 250 mm.

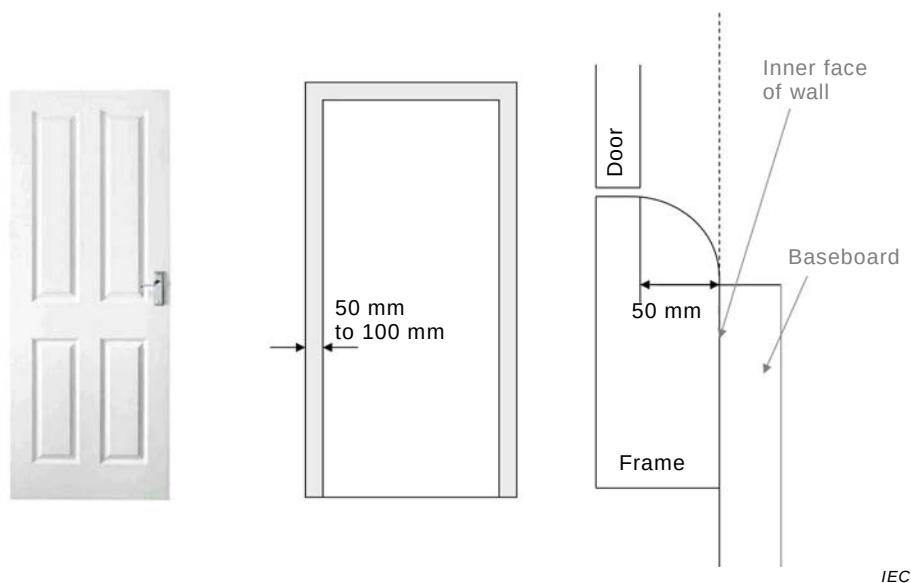


Figure 14 – Illustration of four-panel door

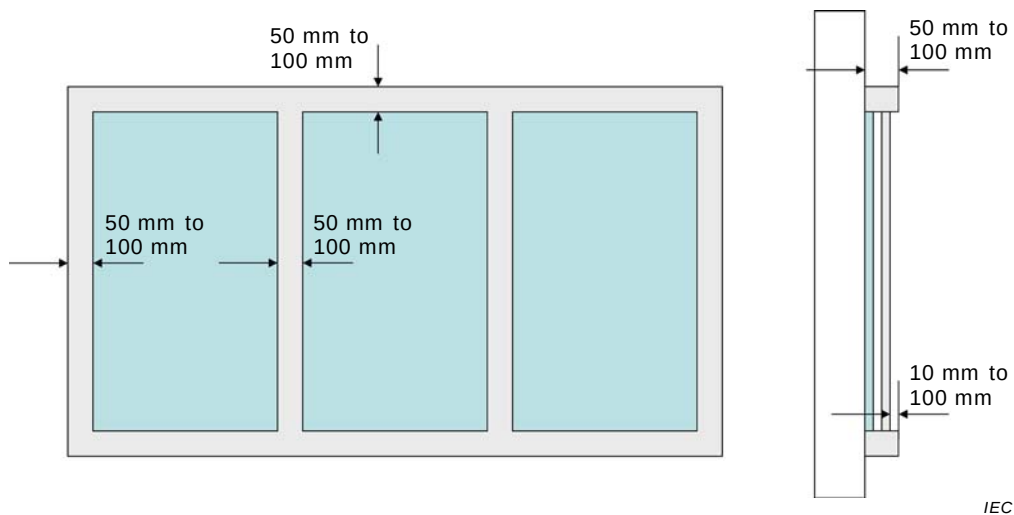


Figure 15 – Illustration of window

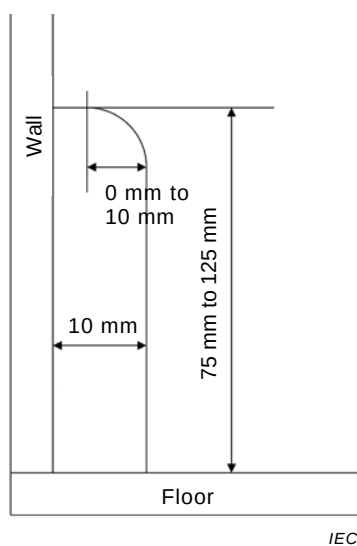


Figure 16 – Illustration of baseboard

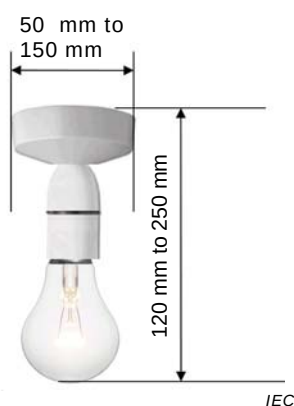


Figure 17 – Illustration of pendant light

7.2.3.6 Clock specification

The configuration of the clock shall be as Figure 18. The clock shall be represented by a gloss grey (RGB #808080, 60 % to 80% reflectance) circular frame enclosing a white matt face (RGB #FFFFFF, 0 % to 10% reflectance). No hands or other display shall be included. The frame shall be 75 mm (W) and shall protrude from the wall by 50 mm. The face shall be recessed from the front face of the frame by 25 mm.

7.2.3.7 Mirror specification

The configuration of the mirror shall be as Figure 19. The mirror shall be surrounded by a gloss grey (RGB #808080, 60 % to 80 % reflectance) frame. The frame shall be 100 mm (W) and shall protrude from the wall by 50 mm. The mirror shall be recessed from the front face of the frame by 25 mm. The mirror itself shall be a flat glass based mirror and have a reflectance of at least 85 %.

7.2.3.8 Picture specification

The configuration of the picture shall be as Figure 20. The picture shall consist of a green panel behind a clear panel, all surrounded by a frame. The gloss grey (RGB #808080, 60 % to 80 % reflectance) frame shall be 50 mm (W) and shall protrude from the wall by 50 mm. The clear panel can be made from either glass or any clear acrylic material. The clear panel shall

be recessed from the front face of the frame by 25 mm. A panel shall be mounted on the back of the picture frame, behind the clear panel, which shall be painted matt green (RGB #99FF99, 0 % to 10 % reflectance).

7.2.3.9 Curtains specification

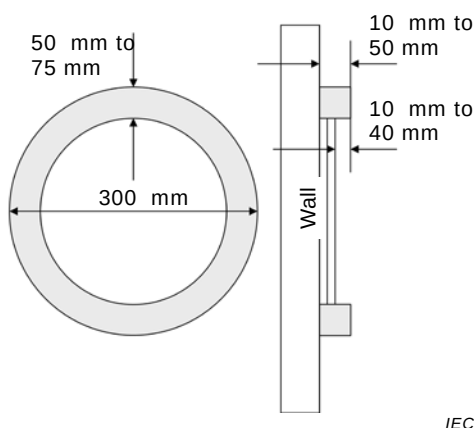
The configuration of the curtains shall be as Figure 21. The extent of the width of curtains shall be 1 100 mm to 1 300 mm and the width of the material used shall be 3 400 mm. It shall be hung in such a way that the amplitude of the undulation created by folding of the material is not larger than 100 mm. The average distance of the curtain from the wall shall be 100 mm. The method for hanging the material shall not be visible when stood in front of the curtain. There shall be a gap of no less than 5 mm and no more than 20 mm between the floor and the base of the curtain.

7.2.4 General conditions

The **test** area will be illuminated using a compact fluorescent or incandescent light bulb placed in a pendant light fitting as described in Table 3. The illumination conditions for the **test** shall be maintained at between 40 lux and 200 lux with colour temperature of 2 000 K to 6 000 K (measured at floor height at all locations).

The temperature and humidity conditions shall only need to satisfy the manufacturer's written requirement for normal use in the room. When the door to the **test** area is closed, all lighting within the **test** turned off, and all external lighting which surrounds the **test** area turned on, no location within the **test** area shall measure greater than 2 lux.

Any safety-related device required by the local regulation (for example, sprinkler and smoke detectors on the ceiling) shall be allowed to be installed.



IEC

Figure 18 – Illustration of clock

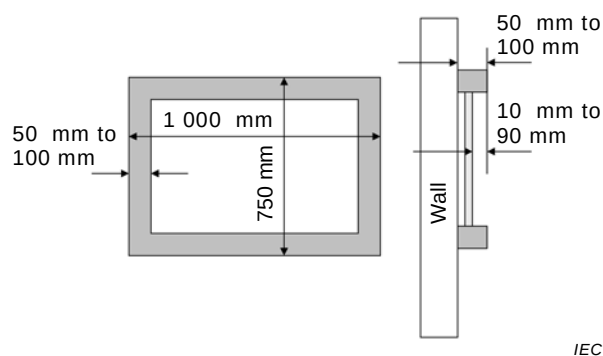


Figure 19 – Illustration of mirror

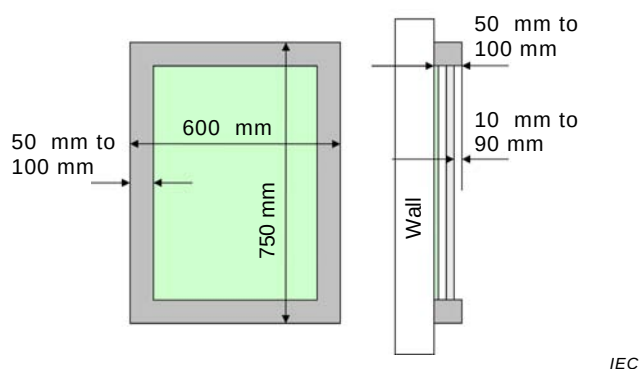


Figure 20 – Illustration of picture

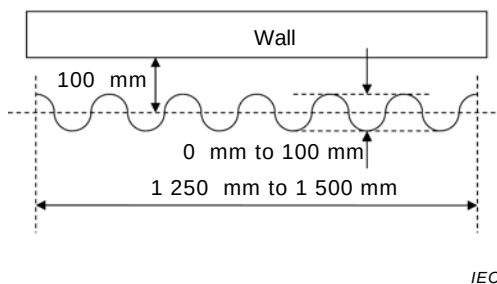


Figure 21 – Illustration of curtains

7.3 Preparation of test

7.3.1.1 Preconditioning of test floor

Refer to 5.2.2.1.

7.3.1.2 Pre-treatment of cleaning robot

Refer to 5.2.2.2.

7.3.1.3 Visual tracking system (VTS)

Refer to 6.3.2.3.

7.4 Test method

A single **test trial** consists of one **run** from each of the three starting locations. The starting locations and orientation specified in Figure 22 shall be followed.

Before each **trial** the robot and the testbed shall be conditioned according to 7.3.

Before each **run** the battery of the robot shall be fully charged.

For each **run** the robot shall be started based on the manufacturer's instructions.

The use of the **docking station** is allowed for the two starting locations 1 and 2 if it is required by the manufacturer. The fact that the robot requires the **docking station** to be able to perform has to be stated in the report. If the **docking station** was used for the start of the **test** it shall be kept at the same position throughout the **run**. Then the footprint of the station shall be subtracted from the total reachable area.

For the starting location 3 the **cleaning robot** shall start without a **docking station**. If the robot cannot be started without the **docking station** the **runs** from the location 3 shall be skipped and the fact shall be stated in the report.

It is important to ensure the proper consistent alignment of the robot with the wall on the testbed. During the setup process an alignment device such as a laser pointer can be used for the validation of a proper alignment.

For starting position 1, a backwall shall be installed as shown in Figure 22 behind position 1. The backwall is installed in the testbed only for the **runs** from position 1 only. When it is installed the space behind the wall including the footprint of the wall itself shall be defined as unreachable.

The backwall shall be removed for **runs** from other starting positions.

The power cable from the base station shall be fixed on the wall and to be painted with the same colour as the wall.

The **test** shall be continued until the cleaning operation is terminated. The termination of the cleaning process shall be determined by the user manual.

NOTE 1 The termination of the operation can be determined based one or more of the following events for examples.

- Reported termination message from the robot indicating the end of cleaning cycle (sound, light, text as described in the manual)
- Stopped motion on the floor for more than 3 min (not on the base station, because it might continue the operation after recharging).

If the robot is still in the middle of cleaning process at the end of the 2 h **run** it is recommended to stop the robot and the **test**.

If it is needed to continue the **run** after 2 h for any reason the tester's discretion shall be applied for the continuation of the **test**. The reason for the continuation of the **test** after 2 h shall be reported.

Visitation to the station for recharging during the **run** is allowed but the time used for recharging shall be included as **run** time.

During the **run** the area covered, in terms of percentage covered by the **cleaning head**, and number of **passes** will be tracked and recorded using a **VTS**.

NOTE 2 It is suggested that three batteries are prepared before testing to avoid interrupting the **test** due to recharging the battery.

Before conducting the **test** all robots under **test** should pass a functional **test**, for example a built-in-**test** (BIT) if applicable, based on the manufacturer's instruction to make sure they are in an acceptable condition.

The navigation **test trial** (with three **runs**) shall be repeated twice more. A complete set of **test** consists of three **trials**, which gives a total of nine **runs**.

If the robot fails for any reason other than the normal completion of **run** the robot shall be restarted from the starting location and the failed result shall be discarded. However, a maximum of one restart per starting position is allowed throughout the whole **test**. Further failed results shall be included in the **test** results without restarting. The number of failures shall be reported.

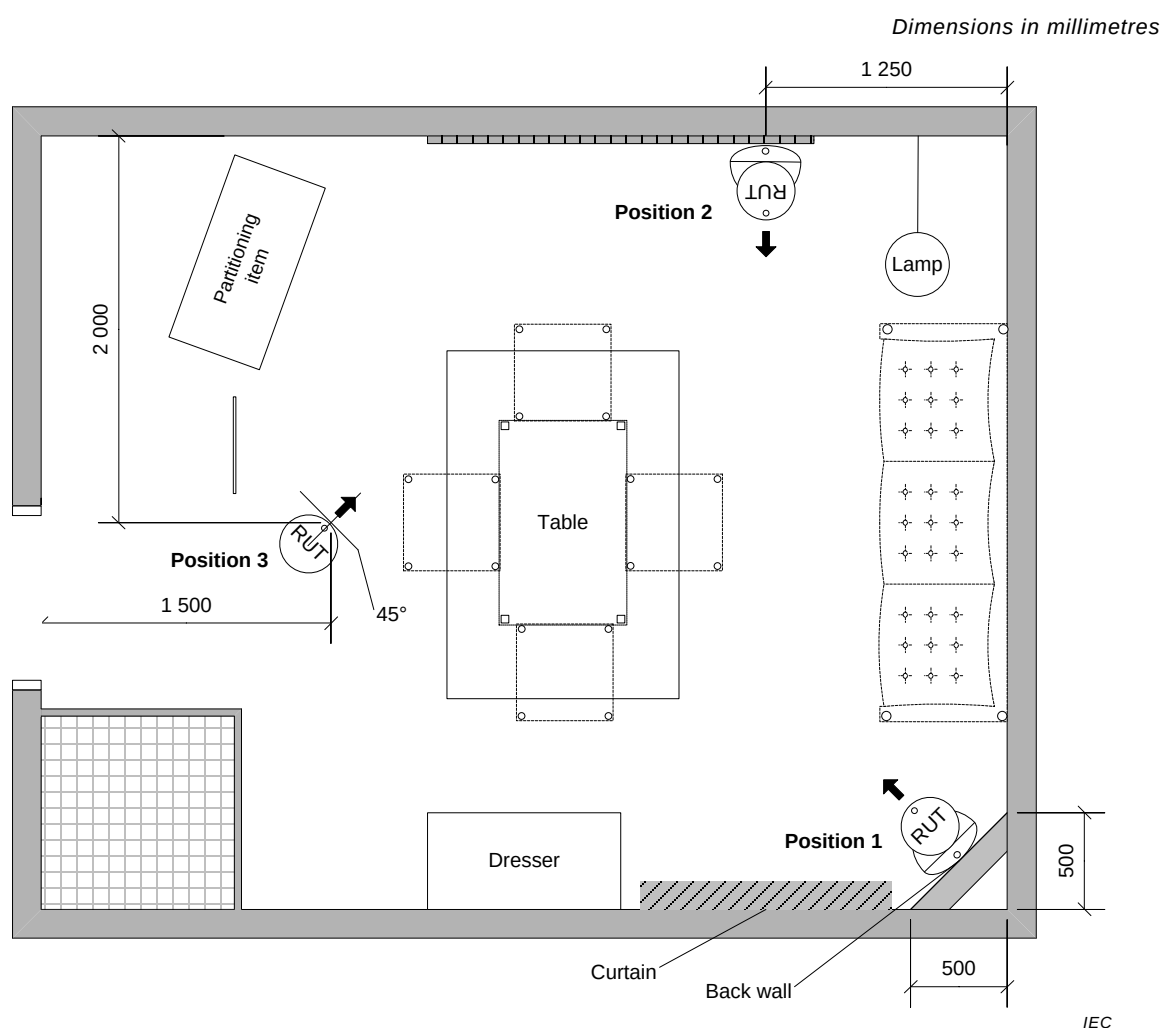


Figure 22 – Starting positions for navigation test

7.5 Performance measurement

The **cleaning head** coverage shall be obtained throughout the **test**. The **cleaning head** coverage is defined as the area covered by the **cleaning head** of the robot during a certain period of time.

The percentage of **cleaning head** coverage over time is calculated using the following equation:

$$C_{ij}(t) = \{A_{ij}(t)/A\} \times 100$$

where

i is 1, 2, and 3

j is 1, 2, and 3

$C_{ij}(t)$ is the percentage of **cleaning head** coverage at time t for the **run** started from the i th position in j th **trial** ($i = 1, 2$ and 3 , $j = 1, 2$, and 3) (%)

$A_{ij}(t)$ area over which the **cleaning head** has passed at least one times at time t for the **run** started from the i th position in j th **trial** (m²)

t **run** time (in minutes)

A total reachable area (m²) which is computed by total floor area minus the area occupied by the legs, heater baseboard, dresser, cylindrical bar, partitioning item, the base of the lamp, the backwall and the space behind the wall (only when the backwall was installed for the **runs** for starting position 1). The area under sofa is considered reachable area. If the **docking station** was left in the testbed the footprint of the station shall be subtracted from the total reachable area.

The number A shall be calculated based exactly on the actual setting of the testbed built in the **test** laboratory. If the setting changes (because of the tolerance for an example) the number shall be changed accordingly.

NOTE 1 By using a **VTS**, the percentage coverage for each **pass** at a certain time can be calculated with a simple image processing program automatically.

The percentage of multiple **pass** coverage over time is calculated using the following equation:

$$C_{ij_double}(t) = \{A_{ij_double}(t)/A\} \times 100$$

$$C_{ij_triple}(t) = \{A_{ij_triple}(t)/A\} \times 100$$

where

i is 1, 2, and 3

j is 1, 2, and 3

$C_{ij_double}(t)$ percentage of area passed by the **cleaning head** at least two times at time t for the **run** started from the i th position in j th **trial** (percent)

$C_{ij_triple}(t)$ percentage of area passed by the **cleaning head** at least three times at time t for the **run** started from the i th position in j th **trial** (percent)

$A_{ij_double}(t)$ area over which the **cleaning head** has passed at least two times at time t for the **run** started from the i th position in j th **trial** (m²)

$A_{ij_triple}(t)$ area over which the **cleaning head** has passed at least three times at time t for the **run** started from the i th position in j th **trial** (m²)

NOTE 2 Percentage of multiple **pass** coverage for more than three times can be obtained in a similar way.

It is recommended that the percentage coverage over time $C_i(t)$ are reported in a graph with a 25th percentile and 75th percentile envelope. The percentage coverage for single **pass**, double **pass** and triple **pass** shall be presented in the same graph with a 25th percentile and 75th percentile envelope. The time resolution for the graph shall not be greater than 2 min intervals and the percentage resolution shall not be greater than 1 %.

For example, the 75th percentile point of $C_{ij}(t)$ for a given time t would be the 7th largest value among nine $C_{ij}(t)$. The 75th percentile envelop is the group of 75th percentile points connected by a line. The 25th percentile point of $C_{ij}(t)$ for a given time t is the second largest value among nine $C_{ij}(t)$. The 25th percentile envelop is the group of 25th percentile points connected by a

line. The median point of $C_{ij}(t)$ for a given time t is the average of the 5th largest value among nine $C_{ij}(t)$. The median envelop is the group of median points connected by a line.

For the **run** completed earlier than the longest **run** the last coverage percentage value should be maintained for the calculation of percentile envelop for the period beyond.

NOTE 3 All the curves can be placed in one graph or in separate graphs as the exemplary graph shown in Figure 23.

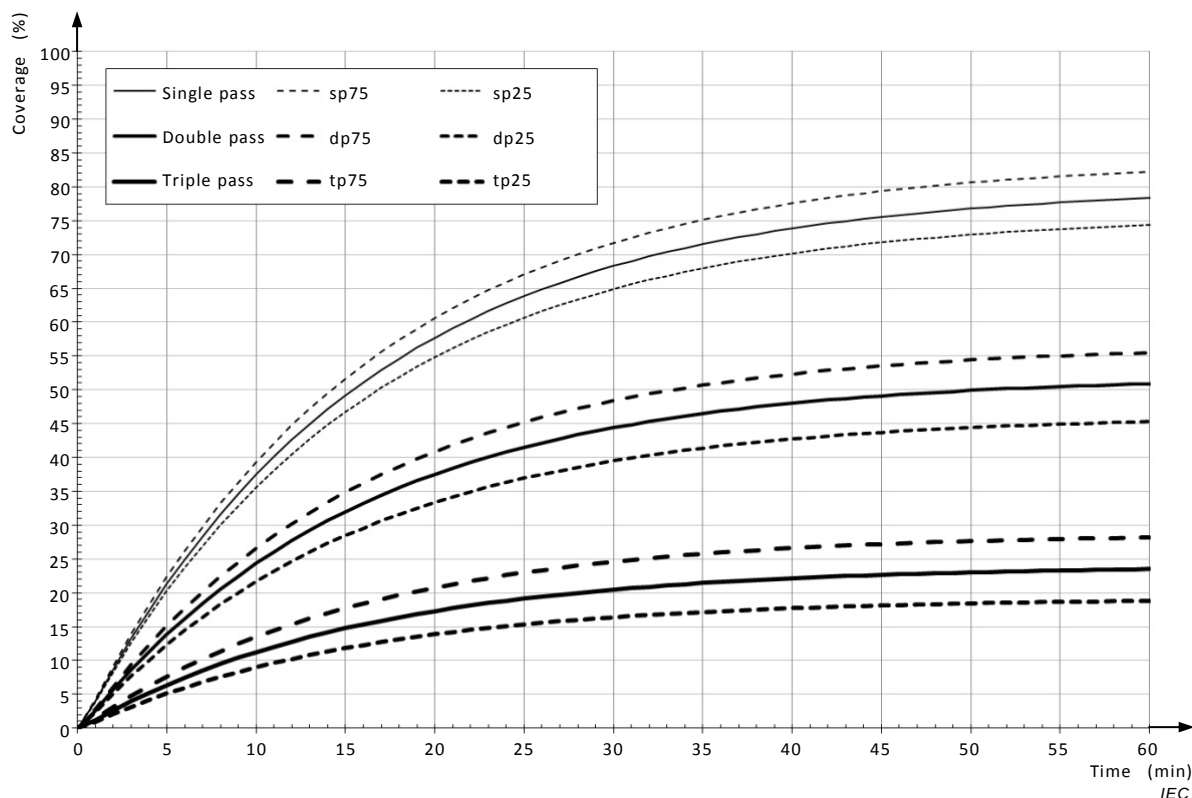


Figure 23 – Exemplary graph of coverage test result

8 Average robot speed

8.1 Test bed

For the robot's average speed **test** the box-shaped wall sections as described in 5.2.1 are set up within the autonomous navigation/coverage testbed which is shown in Figure 8. The **test** box shall be set up at the location in the coverage **test** area as described in Figure 24.

When establishing the hard floor average speed, s_{avg_hard} , the box is laid directly on the hard floor of the autonomous navigation/coverage testbed.

When establishing the carpet average speed, s_{avg_carpet} , a piece of Wilton carpet (IEC 60312-1:2010, Clause C.1 – Wilton Carpet) shall be placed such that it fills the area enclosed by the boundary walls.

NOTE The reason to perform this **test** within the Autonomous Navigation/Coverage testbed is to easily allow the motion of the machine to be tracked during the **test** using the **VTS** which has been set up for the Autonomous Navigation/Coverage **test** already. The Autonomous Navigation/Coverage testbed is enclosed, so this would reduce the amount of variability in the **test** from visible regions outside of the **test** bed, making a repeatable assessment of the average speed of the machine more likely.

Dimensions in millimetres

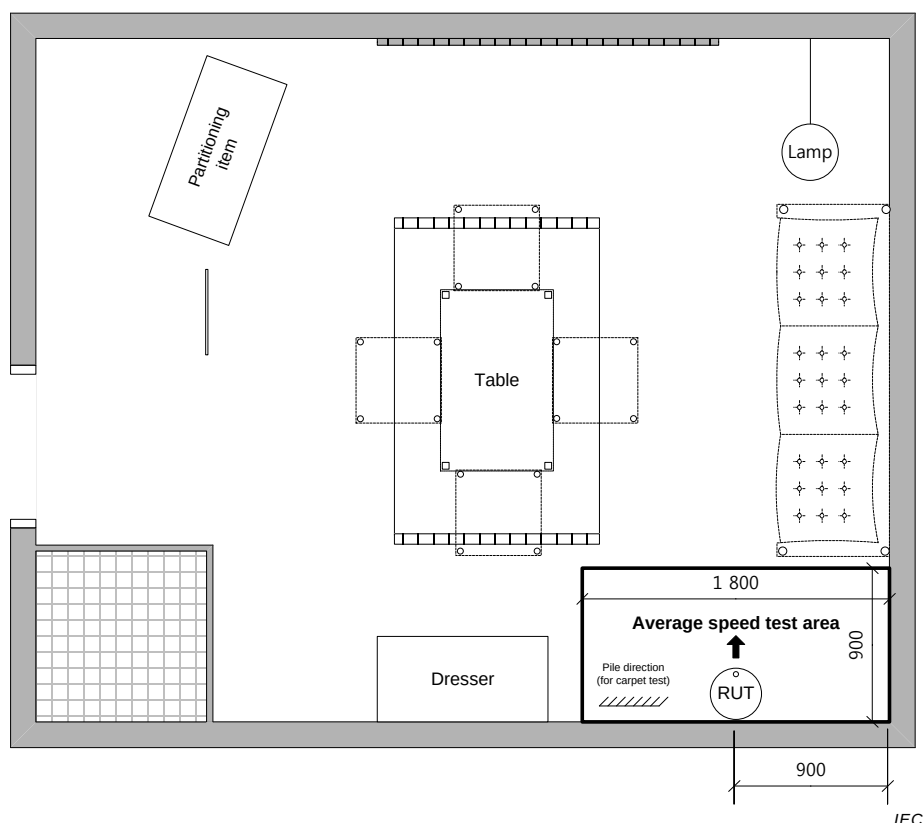


Figure 24 – Location of average speed test area within coverage test environment

8.2 Preparation

8.2.1 Preconditioning of test floor

Refer to 5.2.2.1.

8.2.2 Pre-treatment of cleaning robot

Refer to 5.2.2.2

8.2.3 Visual tracking system (VTS)

Refer to 6.3.2.3.

8.3 Test method

The robot shall be placed and started in the start position defined in Figure 24.

The operation mode used in the **test** shall be the same mode used for the Dust Removal **Test** – Box in Clause 5.

If the **cleaning robot** stops operating its active cleaning function within 15 min the measurement is finished and the operation time shall be recorded.

If the **cleaning robot** is still operating at 15 min the **cleaning robot** movement, including dust collecting function, shall be stopped using the method provided by the manufacturer.

The entire duration of the **test** shall be monitored using the **VTS**. Upon completion of the **run** the **VTS** shall provide the machine poses for the duration of the **run** at 500 ms intervals. From this data the average robot speed shall be calculated according to 8.4.

Total three **runs** shall be performed following the preparation as specified in 8.2 for each **run**.

8.4 Determination of average speed

For two consecutive poses (x, y, θ) and (x', y', θ') the translational velocity, $\hat{v}$, between the two points can be estimated by the following equations if the assumption is made that both the rotational and translational velocities are constant between them.

NOTE The velocity motion model is based on chapter 5 of THRUN, S., BURGARD, W., and FOX, D. *Probabilistic Robotics*. MIT Press, Cambridge, MA, 2005.

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{1}{2} \frac{(x - x') \cos \theta + (y - y') \sin \theta}{(y - y') \cos \theta - (x - x') \sin \theta} \\ x^* &= \frac{x + x'}{2} + \mu(y - y') \\ y^* &= \frac{y + y'}{2} + \mu(x' - x) \\ r^* &= \sqrt{(x - x^*)^2 + (y - y^*)^2} \\ \Delta\theta &= a \tan 2(y' - y^*, x' - x^*) - a \tan 2(y - y^*, x - x^*) \\ \hat{v} &= \frac{\Delta\theta}{\Delta t} r^* \\ \hat{\omega} &= \frac{\Delta\theta}{\Delta t}\end{aligned}$$

where

x^*, y^* centre of the arc describing the curve between the poses (mm)

r^* radius of the arc (mm)

Δt time difference between poses (s).

Only the average straight line speed of the robot on hard floor and carpet is of interest. For this reason it is necessary to extract only the sequential pairs of poses from the **VTS** track result which represent the machine when travelling in a straight line. This can be achieved by removing pairs which represent when the machine is stationary and when it is rotating.

The machine can be considered stationary (or rotating on the spot) when the distance travelled between poses, d , is small.

$$d = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2}$$

So pairs of poses shall be rejected when either,

$$\begin{aligned}d &\leq 1\text{cm} \\ \hat{\omega} &\geq 10^\circ \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

From the remaining pose pairs, which now represent the times when the robot is performing straight line motion, the average straight line speed can be calculated.

$$s_{avg,i} = \frac{\sum_{k=1}^n \hat{v}_k}{n}$$

where

n number of pose pairs remaining after rejections

$s_{avg,i}$ average robot speed for the i th **run**.

Then the average robot speed, s_{avg} , shall be calculated as follows.

$$s_{avg} = \frac{(s_{avg,1} + s_{avg,2} + s_{avg,3})}{3}$$

The average speed, s_{avg} , measured on the hardwood floor is called s_{avg_hard} and the average speed, s_{avg} , measured on the carpet floor is called s_{avg_carpet} .

9 Instructions for use

The manufacturer's instructions for use shall contain information about the use of the appliance and its accessories, if any, and about the cleaning necessary to ensure the proper performance of the appliance.

Annex A (informative)

Calculation of coverage

A.1 Robot metrics

When using the **visual tracking system (VTS)** the robot coordinates system should be centred at the mid-point of the wheel base (the point around which the robot turns when turning on the spot) on ground level. The x axis should point forward in the direction in which the machine moves. The y axis should point towards the left wheel (positive rotation is anti-clockwise). The z axis should point upwards from the floor through the machine. See Figure A.1. All tracking data should report the current real world location of this point.

The cleaning orifice should be described by a single straight line which is the width of the cleaning orifice and aligned with its centre. It is assumed to be located at floor level. The offset to the orifice from the robot origin should be provided by the vector, d_{orifice} .

The key parameter for the **VTS** is the position of the centre of the target which is placed on top of the robot. The offset to the centre of the target from the robot origin should be provided by the vector, d_{target} .

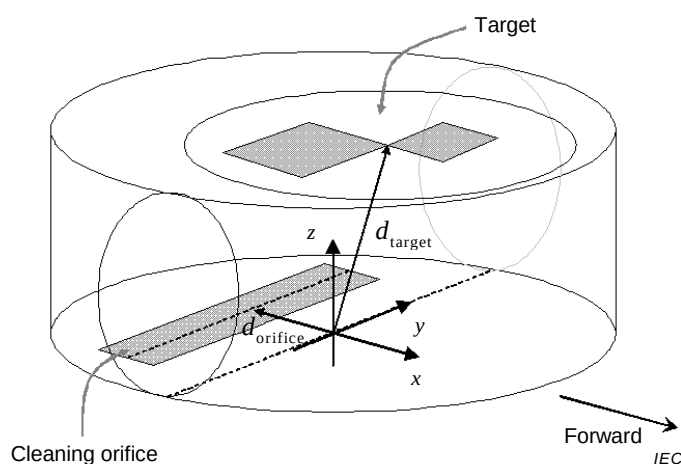


Figure A.1 – Robot coordinate frame

A.2 Calculating robot coverage

A coverage “image” is created which has the same pixel dimensions as the unwarped image of the area in which the robot is being tracked. If this is made from multiple camera images the coverage image will have dimensions which are sufficient to cover all images once they have been repositioned to be aligned correctly with each other.

Initially all pixel values in the coverage image are set to zero. As the robot moves around the area the pixel values at the locations where the cleaning orifice passes over are incremented for every pass of the machine. This means that the coverage image can record a maximum of 255 passes for any one pixel location, assuming an 8bit pixel depth.

The two ends of the cleaning orifice at time t can be represented by two points b_{lt} and b_{rt} .

At some point in time, $t=0$, the cleaning orifice is positioned as shown in Figure A.2, with end points positioned at b_{l0} and b_{r0} .

The robot then moves and is captured in the next image frame, $t = 1$, such that the new orifice position is defined by b_{l1} and b_{r1} .

To calculate the coverage achieved between the two frames a quadrilateral is created connecting the two orifice locations as shown in Figure A.2. All pixels in the coverage image which lie within this quadrilateral are incremented to indicate the occurrence of a new pass of the cleaning orifice across them.

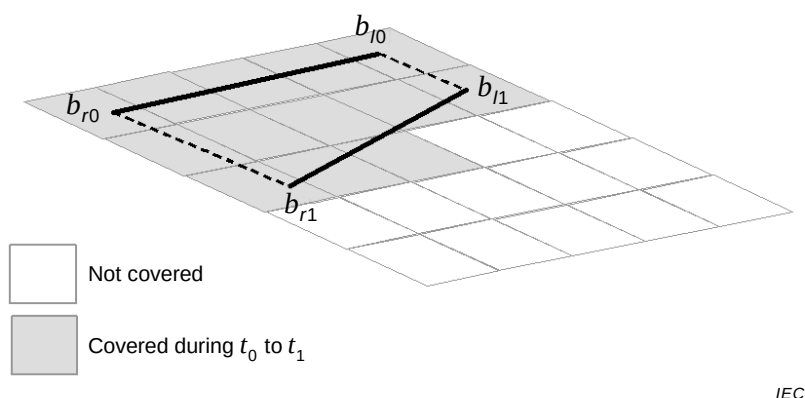


Figure A.2 – The first coverage step

In the next iteration the orifice moves to a location defined by b_{l2} and b_{r2} , see Figure A.3. A new quadrilateral is established which connects this location to that defined in the previous frame, b_{l1} and b_{r1} .

Firstly this quadrilateral is compared with that created at the previous iteration. Any overlapping pixels are removed from the new quadrilateral. Then, as before, all pixels in the newly clipped quadrilateral are incremented in the coverage image. This ensures that only newly encountered pixel locations are incremented in the coverage image and avoids the continual incrementing of a stationary element of the cleaning orifice.

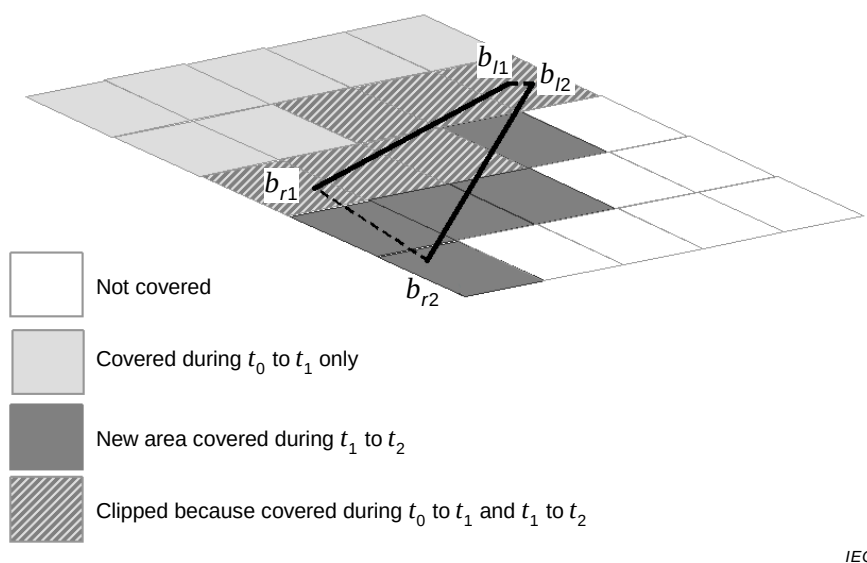


Figure A.3 – Incremental coverage step

This process continues such that each new quadrilateral is clipped to remove any elements which are common with the previous frame and then the remaining pixels are incremented.

In the situation where the machine is stationary, after the first frame all newly created quadrilaterals will be placed at exactly the same location as those from the previous frame. Thus the whole quadrilateral will be clipped and no new path will have been prescribed, hence no pixels will be incremented.

Annex B (informative)

Comprehensive cleaning performance metric

When a single performance metric combining the coverage performance and the dust pickup performance is required there are various ways of combining the performance measurements illustrated in this document. For an example of such attempts a performance metric, named the comprehensive cleaning performance (P_{cc}), is presented as a guide. The comprehensive cleaning performance is calculated using the straight-line dust removal performance measurement results and the autonomous navigation/coverage performance measurement results as follows

$$P_{cc}(t) = \sum_{k=1}^N \{C_k(t) \times P_k\}$$

where

$P_{cc}(t)$ is the comprehensive cleaning performance at time t

$C_k(t)$ is the average coverage rate of the area traversed just k -times by the **cleaning head** area at time t ($k = 1, 2, \dots, N$) from the Autonomous Navigation/Coverage **test** (percent). This value can be obtained as follows (refer to 7.5 for detail definitions)

$$C_1 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij}(t), \quad C_2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij_double}(t), \quad C_3 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij_triple}(t), \quad \dots$$

P_k is the final accumulated k -**pass** pickup rate (percent). This value comes from the Dust Removal – Straight line **test** in Clause 6.

N is the maximum number of **passes** of **cleaning head** considered in the P_{cc} calculation

NOTE Different comprehensive cleaning performance values can be obtained by using different pick up performance measures established using different pick-up **test** approaches.

The comprehensive cleaning performance over time, $P_{cc}(t)$, may be presented in a graph with a 25th percentile and 75th percentile envelope. The resolution in time and the resolution in the percentage for the graph could be regulated by the conditions listed in 4.9 or something similar.

Bibliography

IEC 60335-1:2006, *Safety of household and similar electrical appliances – Part 1: General requirements*

IEC 60335-2-2:2009, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-2: Particular requirements for vacuum cleaners and water-suction cleaning appliances*

ASTM F2607–08, *Standard test method for measuring the hard surface floor-cleaning ability of household/commercial vacuum cleaners*

THRUN, S., BURGARD, W., and FOX, D. *Probabilistic Robotics*. MIT Press, Cambridge, MA, 2005

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	55
INTRODUCTION	57
1 Domaine d'application	58
2 Références normatives	58
3 Termes et définitions	58
4 Conditions générales d'essai	60
4.1 Conditions atmosphériques	60
4.2 Conditions d'éclairage	60
4.3 Équipement et matériel d'essai	60
4.4 Nombre d'échantillons	61
4.5 Rodage du nouveau robot de nettoyage	61
4.6 Préparation de la batterie	61
4.7 Fonctionnement du robot de nettoyage	61
4.8 Mesure du poids du réservoir à poussière	61
4.9 Résolution et précision des mesures	61
4.10 Tolérances pour dimensions	62
5 Essai de dépoussiérage – Caisson	62
5.1 Généralités	62
5.2 Dépoussiérage sur sols plans durs	63
5.2.1 Banc d'essai	63
5.2.2 Préparation de l'essai	63
5.2.3 Méthode d'essai	65
5.2.4 Détermination de la capacité de dépoussiérage et durée de fonctionnement	67
5.3 Dépoussiérage des tapis	68
5.3.1 Banc d'essai	68
5.3.2 Préparation de l'essai	69
5.3.3 Méthode d'essai	70
5.3.4 Détermination de la capacité de dépoussiérage et durée de fonctionnement	70
6 Dépoussiérage – Trajectoire rectiligne	70
6.1 Généralités	70
6.2 Mode d'essai	70
6.2.1 Généralités	70
6.2.2 Accès au mode d'essai	71
6.2.3 Action en mode d'essai	71
6.2.4 Vérification de la vitesse du mode d'essai	72
6.3 Dépoussiérage sur sol dur	72
6.3.1 Banc d'essai	72
6.3.2 Préparation de l'essai	73
6.3.3 Méthode d'essai	74
6.3.4 Détermination de la capacité de dépoussiérage	75
6.4 Dépoussiérage des tapis	77
6.4.1 Banc d'essai	77
6.4.2 Préparation de l'essai	77
6.4.3 Méthode d'essai	78

6.4.4	Détermination de la capacité de dépoussiérage	78
7	Essai de navigation autonome/couverture.....	78
7.1	Généralités	78
7.2	Banc d'essai	79
7.2.1	Condition d'essai	79
7.2.2	Configuration du sol.....	79
7.2.3	Configuration des murs et du plafond	85
7.2.4	Condition générale	89
7.3	Préparation de l'essai	91
7.4	Méthode d'essai.....	91
7.5	Mesure de l'aptitude à la fonction.....	94
8	Vitesse moyenne du robot	96
8.1	Banc d'essai	96
8.2	Préparation	97
8.2.1	Préconditionnement du sol d'essai.....	97
8.2.2	Prétraitement du robot de nettoyage	97
8.2.3	Système de suivi visuel (VTS)	97
8.3	Méthode d'essai.....	97
8.4	Détermination de la vitesse moyenne.....	97
9	Instructions d'utilisation	99
Annexe A (informative)	Calcul de la couverture.....	100
A.1	Mesures sur le robot	100
A.2	Calcul de la couverture du robot	100
Annexe B (informative)	Mesure de l'aptitude globale à la fonction de nettoyage.....	103
Bibliographie.....		104
Figure 1	– Dépoussiérage dans une configuration de banc d'essai sur sol plan dur	64
Figure 2	– Distributeurs de poussière.....	65
Figure 3	– Emplacements de démarrage et orientations.....	65
Figure 4	– Dépoussiérage (essai du caisson) dans une configuration de banc d'essai en tapis.....	68
Figure 5	– Description de l'action en mode d'essai.....	73
Figure 6	– Dépoussiérage en trajectoire rectiligne dans une configuration de banc d'essai sur sol dur.....	73
Figure 7	– Dépoussiérage en trajectoire rectiligne dans une configuration de banc d'essai en tapis.....	77
Figure 8	– Configuration du banc d'essai de navigation/couverture	80
Figure 9	– Détails des obstacles autour de la table	80
Figure 10	– Illustration de l'installation du profilé de transition en métal	82
Figure 11	– Illustration de l'installation du profilé de transition en bois	82
Figure 12	– Vue détaillée du damier et des profilés de transition.....	83
Figure 13	– Configuration des quatre murs et du plafond	84
Figure 14	– Illustration d'une porte à quatre panneaux.....	87
Figure 15	– Illustration d'une fenêtre	88
Figure 16	– Illustration de la plinthe	88
Figure 17	– Illustration du système d'éclairage suspendu.....	89

Figure 18 – Illustration de l'horloge	90
Figure 19 – Illustration du miroir	90
Figure 20 – Illustration du tableau	91
Figure 21 – Illustration des rideaux	91
Figure 22 – Emplacements de démarrage pour essai de navigation	93
Figure 23 – Exemple de graphique de résultat de l'essai de couverture	96
Figure 24 – Emplacement de la surface d'essai à vitesse moyenne dans l'environnement d'essai de couverture	97
Figure A.1 – Cadre de coordonnées du robot.....	100
Figure A.2 – Première étape de couverture	101
Figure A.3 – Étape de couverture incrémentale.....	102
Tableau 1 – Tolérances pour dimensions	62
Tableau 2 – Dimensions des meubles et obstacles	81
Tableau 3 – Mobilier des murs et plafonds	85

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ROBOTS DE NETTOYAGE À USAGE DOMESTIQUE – NETTOYAGE À SEC: MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62929 a été établie par le sous-comité 59F: Appareils de nettoyage des sols, du comité d'études 59 de l'IEC: Aptitude à la fonction des appareils électrodomestiques et analogues.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
59F/258/FDIS	59F/262/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Dans la présente norme, les caractères suivants sont employés:

- gras pour les termes définis dans l'Article 3.

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

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

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

INTRODUCTION

Outre les méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction figurant dans la présente norme internationale, quelques éléments supplémentaires relatifs à l'aptitude à la fonction ont été examinés et pris en considération. Parmi la liste des éléments relatifs à l'aptitude à la fonction ayant fait l'objet de discussions, mais qui ne sont pas intégrés figurent le ramassage de poussière dans les coins/bords, le bruit, l'amarrage, la prévention contre les chutes, le ramassage des fibres et les émissions.

Les éléments relatifs à l'aptitude à la fonction qui ont été omis dans la présente édition seront examinés en continu et certains d'entre eux seront intégrés dans les éditions futures de la présente norme.

ROBOTS DE NETTOYAGE À USAGE DOMESTIQUE – NETTOYAGE À SEC: MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION

1 Domaine d'application

La présente norme internationale s'applique aux **robots de nettoyage à sec** pour usage domestique ou utilisation dans des conditions similaires à celles rencontrées dans des conditions domestiques.

La présente norme internationale a pour but de spécifier les principales caractéristiques d'aptitude à la fonction des **robots de nettoyage** à sec et de décrire les méthodes de mesure de ces caractéristiques.

La présente norme internationale ne couvre ni les exigences de sécurité, ni les exigences d'aptitude à la fonction.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60312-1:2010, *Vacuum cleaners for household use – Part 1: Dry vacuum cleaners – Methods for measuring the performance*¹ (disponible en anglais seulement)
IEC 60312-1:2010/AMD1:2011

ISO 554, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai – Spécifications*

ISO 679:2009, *Ciments – Méthodes d'essai – Détermination de la résistance mécanique*

ISO 2768-1:1989, *Tolérances générales -- Partie 1: Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60312-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

robot de nettoyage

nettoyeurs automatiques fonctionnant sur batterie

appareil de nettoyage automatique des sols fonctionnant de manière autonome sans intervention humaine dans un périmètre défini

Note 1 à l'article: Le **robot de nettoyage** comprend une partie mobile et peut être doté d'une **station d'accueil** et/ou d'autres accessoires facilitant son fonctionnement.

¹ Une édition consolidée 1.1 existe, qui comprend l'IEC 60312-1:2010 et son amendement IEC 60312-1:2010/AMD1:2011.

3.2

robot de nettoyage à sec

robot de nettoyage destiné à éliminer uniquement les matières non liquides du sol à l'aide de moyens autres que des solutions ou des liquides

Note 1 à l'article: Les moyens classiques de nettoyage comprennent l'aspiration, une ou plusieurs brosses, un ou plusieurs tampons nettoyants et les plumeaux.

3.3

tête de nettoyage

suceur à prise d'air situé dans la partie basse du **robot de nettoyage**

Note 1 à l'article: La largeur de la **tête de nettoyage** est égale à la largeur du suceur à prise d'air dans le sens du déplacement vers l'avant

Note 2 à l'article: La tête de nettoyage ne comprend pas de **dispositif d'agitation**.

3.4

dispositif d'agitation

partie mécanique motorisée ou souffleur d'air fixé au **robot de nettoyage**, utilisé pour faciliter le dépoussiérage

3.5

station d'accueil

unité de base

unité susceptible d'assurer des fonctions de chargement manuel ou automatique de la batterie, des fonctions de dépoussiérage, de traitement des données ou d'autres fonctions de soutien du robot

3.6

tête de nettoyage passive

tête de nettoyage dépourvue de dispositif d'agitation

[SOURCE: IEC 60312-1:2010, 3.5, modifiée – Traduit en français.]

3.7

système de suivi visuel

VTS

système de mesure permettant le suivi de la position et de l'orientation du robot

Note 1 à l'article: L'abréviation "VTS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "visual tracking system".

3.8

système secondaire de ramassage

dispositif périphérique à l'extérieur du robot qui ramasse la poussière du **robot de nettoyage**

3.9

réservoir à poussière

réceptacle à l'intérieur du robot utilisé pour contenir la poussière ramassée

3.10

essai

intégralité / ensemble des **sessions** (d'essai) et des **séquences** (d'essai) de tous les échantillons à mesurer pour un seul robot

3.11

séquence

séquence d'essai

instance unique d'une mesure d'aptitude à la fonction effectuée dans des conditions identiques et pouvant être répétée plusieurs fois

3.12

session

sous-ensemble d'une **séquence** dans laquelle un ou plusieurs facteurs affectant les résultats des **essais** sont modifiés

3.13

passage

traversée de la **tête de nettoyage** sur la surface d'**essai**

Note 1 à l'article: Le nombre de passages fait référence au nombre de fois où la même surface d'**essai** est traversée par la **tête de nettoyage**.

3.14

surface poussiéreuse

surface sur laquelle la poussière d'**essai** est répartie pour l'**essai** de dépoussiérage

4 Conditions générales d'essai

4.1 Conditions atmosphériques

Sauf spécification contraire, les procédures et les mesures d'**essai** doivent être exécutées dans les conditions atmosphériques suivantes (conformément à l'ISO 554):

Température:	$(23 \pm 2)^\circ\text{C}$
Humidité relative:	$(50 \pm 5) \%$
Pression atmosphérique:	86 kPa à 106 kPa

Le maintien de la température et de l'humidité à l'intérieur des plages spécifiées est exigé afin de permettre une bonne répétabilité et une bonne reproductibilité. Il convient d'éviter des modifications en cours d'**essai**.

4.2 Conditions d'éclairage

Sauf spécification contraire, les procédures et les mesures d'**essai** doivent être exécutées dans les conditions d'éclairage suivantes:

Intensité:	$(200 \pm 50) \text{ lx}$
Température de couleur:	2 000 K à 6000 K

Les mesures doivent être effectuées au niveau du sol.

4.3 Équipement et matériel d'essai

Afin de réduire au minimum l'influence des phénomènes électrostatiques, les mesures sur tapis doivent être effectuées sur un sol de niveau en contreplaqué de pin non traité ou en matériau équivalent, ayant une épaisseur d'au moins 15 mm et une taille appropriée pour l'**essai**.

L'équipement et le matériel pour les mesures (dispositifs, tapis d'**essai**, poussière d'**essai**, etc.) à utiliser pendant un **essai** doivent être maintenus dans des conditions atmosphériques normalisées spécifiées en 4.1 pendant au moins 16 h avant l'exécution de l'**essai**.

Les tapis déjà été utilisés doivent être stockés sans être battus dans des conditions atmosphériques normalisées conformément au 4.1.

Lorsqu'ils ne sont pas utilisés, il convient de laisser les tapis suspendus librement, ou étendus à plat sur le sol, avec les poils vers le haut et non couverts. Les tapis roulés doivent être mis à plat pour un minimum de 16 h avant utilisation

4.4 Nombre d'échantillons

Toutes les mesures des caractéristiques d'aptitude à la fonction doivent être réalisées sur le(s) même(s) échantillon(s) de **robot de nettoyage** avec ses accessoires éventuels. Au cours d'un ensemble d'**essais**, le robot ne doit pas être changé.

Au moins trois échantillons du même modèle doivent être soumis à l'**essai**.

4.5 Rodage du nouveau robot de nettoyage

Avant l'**essai** initial sur un nouveau **robot de nettoyage**, celui-ci doit être mis en fonctionnement sur un sol dur et propre pendant au moins 10 min afin d'assurer un rodage suffisant.

Avant la réalisation de toute série d'**essais**, l'âge, l'état et l'historique du produit doivent être enregistrés.

4.6 Préparation de la batterie

Une batterie non utilisée doit nécessiter au moins un cycle complet de charge et un cycle complet de décharge avant d'effectuer une série d'**essais**.

Une décharge complète doit être effectuée en procédant à une opération de nettoyage normal selon les instructions du constructeur.

4.7 Fonctionnement du robot de nettoyage

Sauf spécification contraire,

- le **robot de nettoyage**, ses accessoires, la **station d'accueil** et tout dispositif auxiliaire doivent être utilisés et réglés conformément aux instructions du constructeur pour un fonctionnement normal avant de pratiquer un **essai**, et
- le mode de fonctionnement du robot peut être sélectionné et réglé uniquement selon les instructions publiées du constructeur avant l'**essai** afin de s'adapter à l'environnement à nettoyer.

Tout dispositif lié à la sécurité doit pouvoir fonctionner.

4.8 Mesure du poids du réservoir à poussière

Pour l'**essai** de dépoussiérage, il est exigé de peser le **réservoir à poussière**. Si le réservoir à poussière est amovible, il doit être retiré du robot avec soin et il doit être pesé.

Si le **réservoir à poussière** n'est pas amovible et qu'il est nécessaire d'utiliser un **système secondaire de ramassage** pour retirer la poussière ramassée dans le réservoir, le poids supplémentaire du réservoir amovible dans le **système secondaire de ramassage** doit être mesuré et enregistré.

Dans le cas d'un robot sans **réservoir à poussière** et utilisant uniquement le tampon pour essuyer, le poids du tampon doit être mesuré, au lieu du poids du **réservoir à poussière**.

Si le **réservoir à poussière** n'est pas amovible et qu'un **système secondaire de ramassage** n'est pas utilisé pour enlever la poussière ramassée dans le réservoir, tout le **robot de nettoyage** doit être pesé à nouveau.

4.9 Résolution et précision des mesures

Sauf spécification contraire dans les méthodes d'**essai**, la résolution et la précision du dispositif de mesure doivent être les suivantes.

Mesure du poids:

Résolution $\leq 0,01$ g

Précision $\leq 0,02$ g

Mesure de la position à vue:

Essai de couverture

Résolution de la position ≤ 3 cm

Précision de la position ≤ 5 cm

Fréquence d'échantillonnage ≥ 30 Hz

Essai en trajectoire rectiligne

Résolution de la position ≤ 1 cm

Précision de la position ≤ 1 cm

Fréquence d'échantillonnage ≥ 30 Hz

Essai à vitesse moyenne

Résolution de la position ≤ 1 cm

Précision de la position < 1 cm

Fréquence d'échantillonnage ≥ 30 Hz

Mesure de la durée:

Résolution $\leq 0,01$ s

Précision $\leq 0,02$ s

4.10 Tolérances pour dimensions

Pour toutes les dimensions qui ne sont pas présentées sous forme de plage et si aucune tolérance n'est spécifiée, la tolérance doit être déterminée selon le Tableau 1.

Tableau 1 – Tolérances pour dimensions

Plage de dimensions nominales mm	Tolérance en mm
$3 \leq 6$	$\pm 0,5$
$> 6 \leq 30$	$\pm 1,0$
$> 30 \leq 120$	$\pm 1,5$
$> 120 \leq 400$	$\pm 2,5$
$> 400 \leq 1\,000$	$\pm 4,0$
$> 1\,000 \leq 2\,000$	$\pm 6,0$
$> 2\,000 \leq 5\,000$	$\pm 8,0$
NOTE Ces valeurs proviennent du Tableau 1 de l'ISO 2768-1:1989.	

5 Essai de dépoussiérage – Caisson

5.1 Généralités

Cet **essai** est destiné à fournir des données indicatives sur la capacité de dépoussiérage d'un nettoyeur robotique, lorsqu'il fonctionne et se déplace de façon autonome sur une surface dégagée dépourvue d'obstacles. Les stratégies de navigation étant différentes, le résultat de dépoussiérage doit toujours être indiqué avec le temps nécessaire pour obtenir ce résultat, afin de permettre la comparaison des différents produits.

NOTE 1 Les résultats de dépoussiérage dépendent à la fois du système de dépoussiérage de l'unité et de la stratégie de navigation, ils ne peuvent donc pas être directement comparés aux résultats de dépoussiérage des aspirateurs manœuvrés manuellement, conformément à l'IEC 60312-1.

NOTE 2 Dans la mesure où les nettoyeurs robotiques peuvent prendre et prennent des décisions autonomes sur la meilleure façon de naviguer sur la surface d'**essai** du caisson, il est peu probable que deux **sessions** d'un robot dans les mêmes conditions d'**essai** suivent exactement le même schéma de nettoyage. Ainsi, il est admis que cet **essai** comporte une part de variation inhérente impossible à supprimer, ce qui peut s'observer dans les résultats de ramassage de poussière, même avec la même durée d'**essai** et le même emplacement de démarrage.

5.2 Dépoussiérage sur sols plans durs

5.2.1 Banc d'essai

La longueur et la largeur du banc d'**essai** doivent être de 2 000 mm × 1 150 mm comme spécifié à la Figure 1. La hauteur de la cloison entourant le sol du banc d'**essai** doit être égale à 300 mm. Le côté intérieur de la cloison doit être de la couleur du pin non traité. La hauteur sous plafond de la pièce dans laquelle l'**essai** est réalisé ne doit pas dépasser 3 500 mm. Le banc d'**essai** présente une **surface poussiéreuse** de 1 300 mm × 500 mm centrée dans le banc d'**essai** comme indiqué à la Figure 1. Le sol d'**essai** doit être constitué de bois de pin stratifié non traité ou équivalent (des informations supplémentaires relatives à la spécification du sol sont à l'étude) et son épaisseur doit être au moins égale à 15 mm.

Pour empêcher que la poussière d'**essai** ne soit bloquée sous la cloison au cours de l'**essai**, l'espace entre la cloison et le sol doit être correctement scellé.

5.2.2 Préparation de l'essai

5.2.2.1 Préconditionnement du sol d'essai

Le sol d'**essai** doit être nettoyé de façon à ce qu'il ne reste aucune poussière avant les **essais**.

5.2.2.2 Prétraitement du robot de nettoyage

Si le **robot de nettoyage** est conçu pour être employé avec des **réservoirs à poussière** jetables (sacs), il doit, avant chaque **essai**, être équipé d'un **réservoir à poussière** (sac) neuf du type recommandé ou fourni par le constructeur du **robot de nettoyage**.

Si le **robot de nettoyage** comporte un **réservoir à poussière** réutilisable (comme seul **réservoir à poussière** ou comme emplacement pour les **réservoirs à poussière** jetables (sacs)), le **réservoir à poussière** doit, avant chaque mesure, être nettoyé conformément aux instructions du constructeur jusqu'à ce que son poids soit égal à son poids initial, à 1 % près.

Le brossage et le lavage à l'eau d'un **réservoir à poussière** fabriqué en textile ne sont pas autorisés.

Un **réservoir à poussière** en plastique doit être lavé selon les instructions du manuel d'utilisation. Si le **réservoir à poussière** est lavé à l'eau, il doit être séché avec soin avant d'effectuer tout **essai** ou mesure.

Certains réservoirs réutilisables comportent un récipient rigide et un filtre intégral. Dans ce cas, le récipient et le filtre sont considérés comme le réservoir et doivent être traités comme s'ils constituaient un seul composant.

Les filtres remplaçables et les collecteurs de poussière (par exemple, tampon à poussière) doivent être preconditionnés comme indiqué dans chaque procédure d'**essai**.

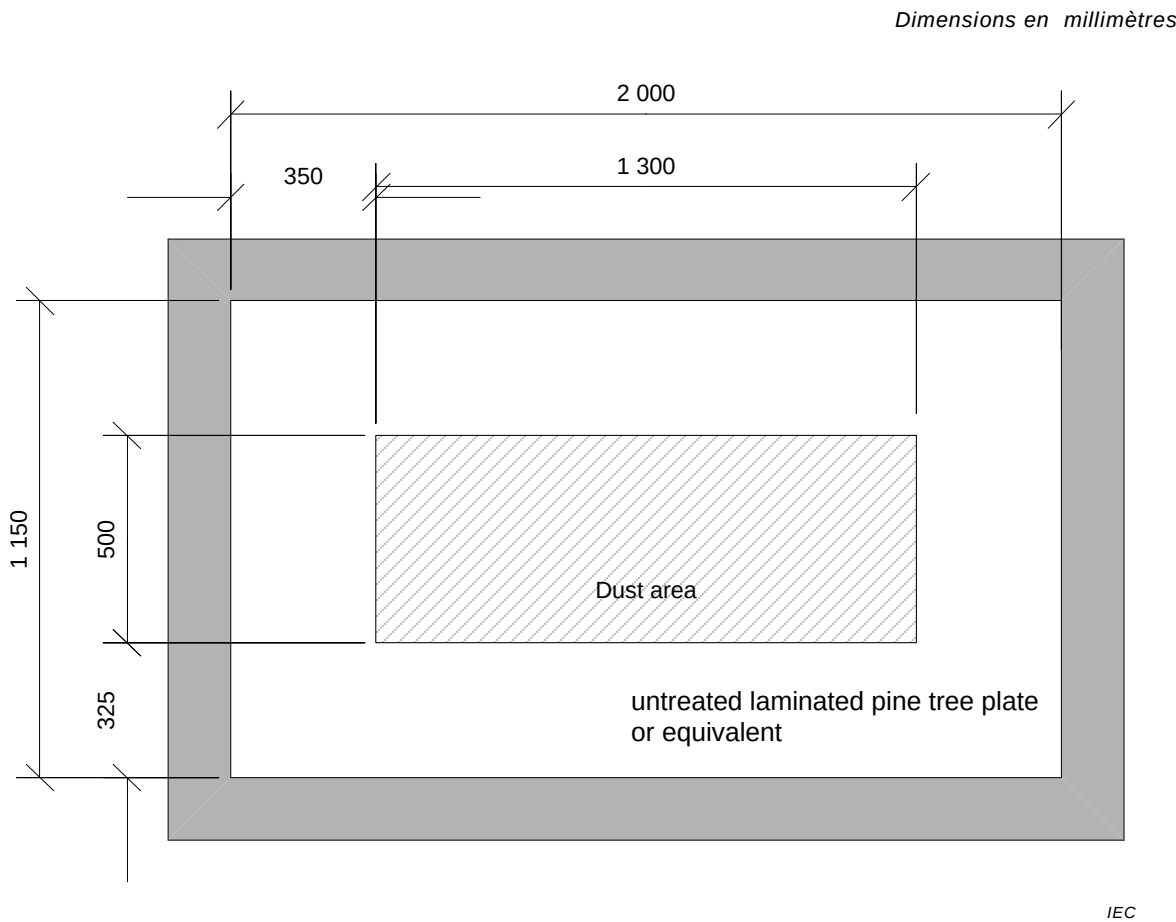
Les collecteurs de poussière doivent subir un prétraitement afin de réduire l'influence de l'humidité.

Avant chaque **session d'essai**, le(s) filtre(s) remplaçable(s) et les collecteurs de poussière (par exemple, tampon pour essuyer) du robot (ou du **système secondaire de ramassage**) doivent être remplacés par des filtres et des collecteurs neufs.

La batterie doit être complètement rechargée avant chaque **session** suivant les instructions du constructeur.

5.2.2.3 Répartition de la poussière d'essai

La poussière d'**essai** doit être composée de sable dolomitique ayant la granulométrie définie dans le tableau en 7.2.2.1 de l'IEC 60312-1:2010, Poussière minérale – Type 1.



Légende

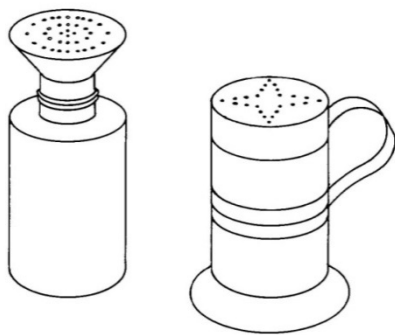
Anglais	Français
Dust area	Surface poussiéreuse
Untreated laminated pine tree plate or equivalent	Bois de pin stratifié non traité ou équivalent

Figure 1 – Dépoussiérage dans une configuration de banc d'essai sur sol plan dur

La poussière d'**essai** doit être répartie uniquement dans les limites de la **surface poussiéreuse** avec une couverture moyenne de 50 g/m² aussi uniforme que possible.

NOTE 1 Pour une répartition uniforme de la poussière d'**essai**, un distributeur de poussière manuel tel que décrit dans la Figure 2 peut être utilisé.

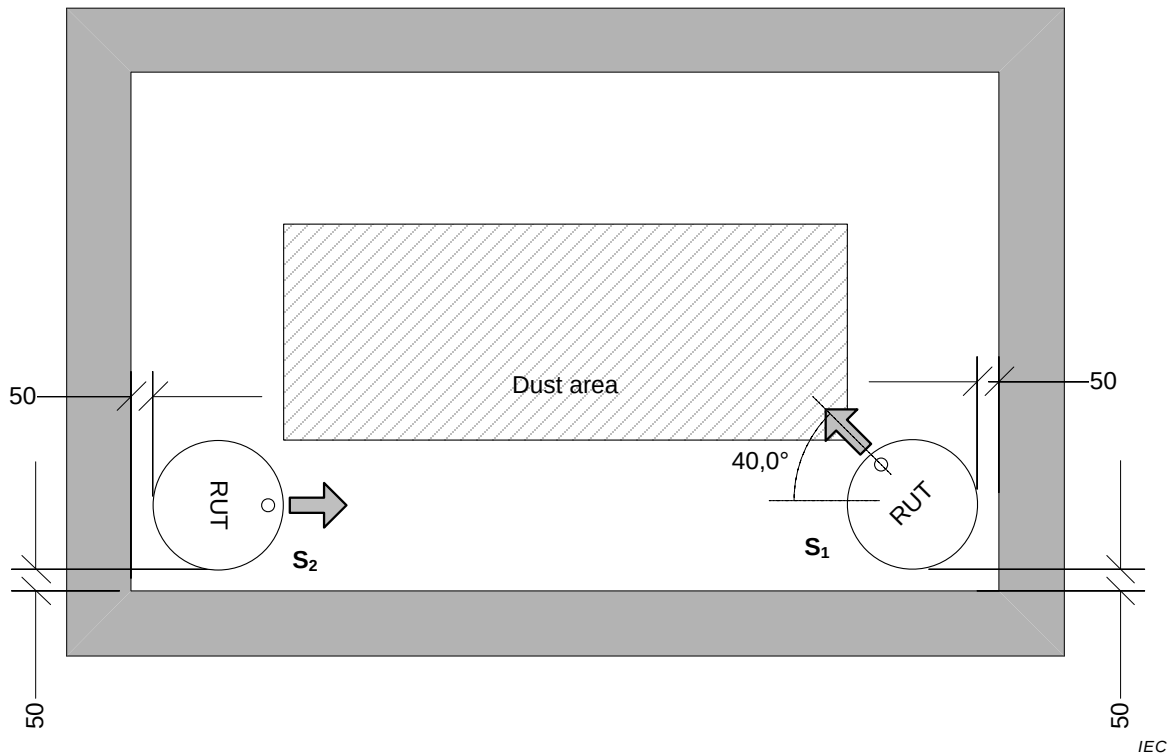
NOTE 2 Pour garantir la répartition de la poussière d'**essai** uniquement sur la **surface poussiéreuse**, on peut utiliser un cadre de la taille de la **surface poussiéreuse** ou un marqueur.



IEC

Figure 2 – Distributeurs de poussière

Dimensions en millimètres



IEC

La flèche indique le sens de déplacement vers l'avant du robot.

Légende

Anglais	Français
Dust area	Surface poussiéreuse
RUT	Robot en essai

Figure 3 – Emplacements de démarrage et orientations

5.2.3 Méthode d'essai

Une fois le processus de préparation terminé selon 5.2.2, le **réservoir à poussière** doit être pesé ($m_{0,i,j}$) selon 4.8.

Une seule **séquence** de nettoyage est constituée d'une **session** à partir des deux emplacements de démarrage spécifiés à la Figure 3. Les emplacements de démarrage sont définis comme suit:

S_1 : Suivant un angle de 45° en direction du banc d'**essai**, en commençant au coin inférieur droit

S_2 : Parallèlement au côté long du banc d'**essai** en commençant au coin inférieur gauche.

Les deux **sessions** de chaque **séquence** doivent être effectuées avec une batterie complètement chargée.

Les équipements supplémentaires qui ne sont pas fixés en tant que partie intégrante du **robot de nettoyage** ne doivent pas être placés à l'intérieur du banc d'**essai** durant l'**essai**. Si une **station d'accueil** est nécessaire pour débiter l'opération de nettoyage, elle peut être placée à l'intérieur du banc d'**essai**. Après le démarrage du robot, la **station d'accueil** et les autres équipements supplémentaires doivent être retirés s'ils ne sont plus nécessaires.

Le mode de fonctionnement du **robot de nettoyage** doit être défini suivant les recommandations du constructeur en fonction de l'environnement à nettoyer. Puis le fonctionnement autonome du **robot de nettoyage** doit être enclenché suivant les instructions du constructeur.

Le mode de fonctionnement utilisé dans l'**essai** doit être un des modes accessibles à l'utilisateur en temps normal et le mode utilisé dans l'**essai** doit être indiqué dans les résultats d'**essai**.

Si le **robot de nettoyage** arrête sa fonction de nettoyage active dans un intervalle de 15 min, la mesure est terminée et la durée de fonctionnement doit être enregistrée.

Si le **robot de nettoyage** fonctionne encore après 15 min, le mouvement du **robot de nettoyage**, incluant la fonction de ramassage de la poussière, doit être arrêté suivant la méthode indiquée par le constructeur. La durée de fonctionnement doit être enregistrée pour une valeur de 15 min.

Après l'arrêt du mouvement du **robot de nettoyage**, le réservoir doit être retiré avec soin et pesé à nouveau comme spécifié en 4.8.

Au cours de l'**essai**, on doit s'assurer que le robot n'est affecté par aucune interférence électromagnétique et physique. Les changements dynamiques dans l'environnement d'**essai**, qui sont susceptibles d'influencer les capteurs optiques ou les systèmes de navigation basés sur la vision, doivent être réduits au minimum.

Pour chaque **session**, la capacité de dépoussiérage doit être déterminée selon 5.2.4.

Avant la **session** suivante, le banc d'**essai** et le robot doivent être préparés pour la **session** suivante selon 5.2.2.

La **séquence** de nettoyage (avec deux **sessions**) doit être répétée deux fois de plus. Avant chaque **séquence**, le robot et le banc d'**essai** doivent être conditionnés selon 5.2.2.

Si l'étendue (valeur maximale moins la valeur minimale) des trois **sessions** par emplacement est supérieure à 10 % du taux moyen de dépoussiérage (K_i) défini en 5.2.4, deux **séquences** supplémentaires pour cet emplacement doivent être ajoutées et les données des cinq **séquences** doivent être utilisées pour déterminer la capacité de dépoussiérage spécifiée en 5.2.4.

NOTE Une **session** correspond à une opération du robot à partir d'un emplacement de démarrage. Une **séquence** est constituée de deux **sessions**, chacune au départ d'un des deux emplacements de démarrage. Un **essai** est constitué de trois **séquences** par robot.

5.2.4 Détermination de la capacité de dépoussiérage et durée de fonctionnement

La capacité de dépoussiérage est calculée comme étant égale au rapport entre l'augmentation du poids du **réservoir à poussière** (ou le poids d'autres parties du robot comme spécifié en 4.8) à partir de son poids initial et le poids de la poussière d'**essai** répartie sur la **surface poussiéreuse**.

Le taux moyen de dépoussiérage pour l'emplacement de démarrage S_i doit être calculé comme suit, en utilisant les résultats des trois mesures obtenus lors des trois **séquences**.

$$K_i = (K_{i1} + K_{i2} + K_{i3})/3$$

ou bien, si cinq **séquences** ont été effectuées

$$K_i = (K_{i1} + K_{i2} + K_{i3} + K_{i4} + K_{i5})/5$$

où

K_i est le dépoussiérage moyen dans la condition de démarrage S_i pour trois (ou cinq) **séquences** (%)

K_{ij} est le dépoussiérage dans la condition de démarrage S_i pour la j ème **séquence** (%)

$$K_{ij} = (m_{f,ij} - m_{0,i,j}) \times 100/m_D$$

m_D est le poids de la poussière répartie sur la **surface poussiéreuse** (g)

$m_{0,i,j}$ est le poids du réservoir à poussière préconditionné avant la session pour l'emplacement de démarrage S_i dans la j ème **séquence** (d'autres options pour la mesure du réservoir à poussière sont indiquées en 4.8) (g)

$m_{f,i,j}$ est le poids du réservoir à poussière à la fin de la session pour l'emplacement de démarrage S_i dans la j ème **séquence** (d'autres options pour la mesure du réservoir à poussière sont indiquées en 4.8) après nettoyage (g).

La durée moyenne de fonctionnement du robot pour l'emplacement de démarrage S_i doit être calculée comme suit, en utilisant les résultats des trois mesures obtenus lors des trois **séquences**:

$$t_i = (t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3})/3$$

ou bien, si cinq **séquences** ont été effectuées

$$t_i = (t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5})/5$$

où

$t_{i,j}$ est la durée de fonctionnement pour l'emplacement de démarrage S_i pour la j ème **séquence** (en minutes)

t_i est la durée moyenne de fonctionnement pour l'emplacement de démarrage S_i sur trois **séquences** (en minutes).

La valeur globale moyenne de ramassage de la poussière K est alors calculée comme suit

$$K = \frac{(K_1 + K_2)}{2}$$

La durée moyenne globale de fonctionnement t est calculée comme suit

$$t = \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

La valeur de ramassage de la poussière K et la durée moyenne de fonctionnement t doivent être enregistrées en tant que résultat final.

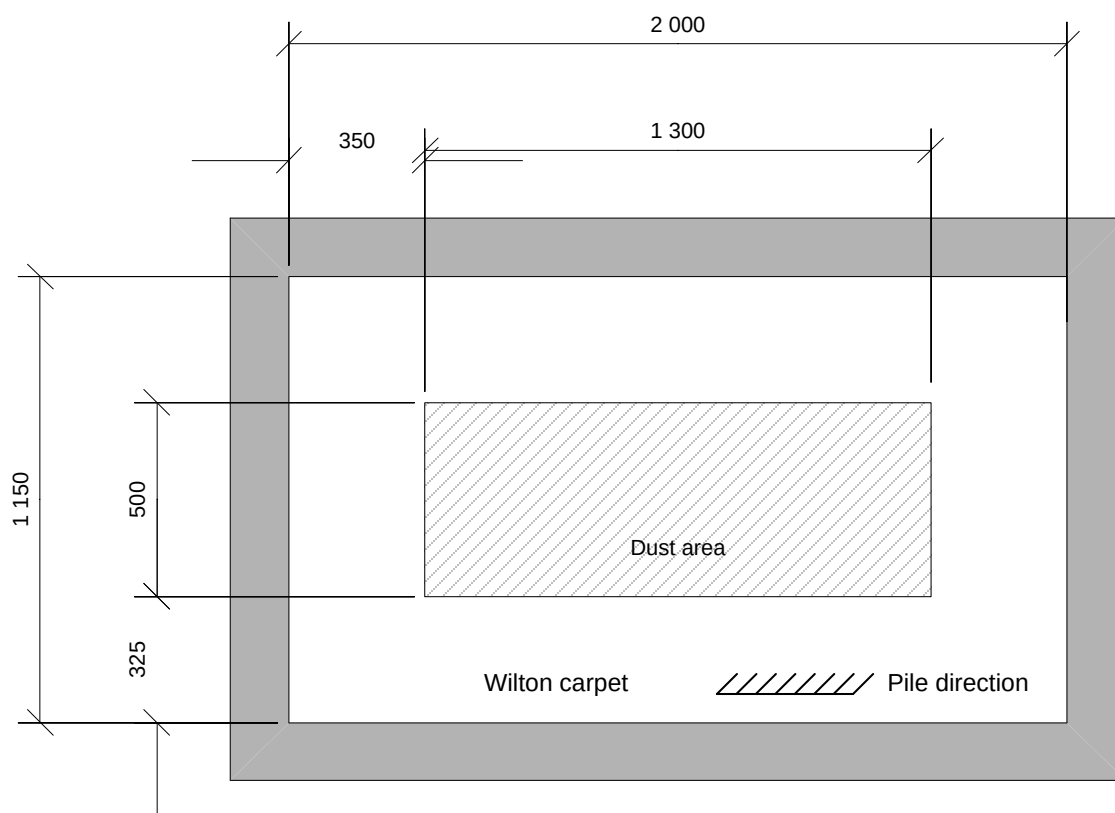
5.3 Dépoussiérage des tapis

5.3.1 Banc d'essai

Le banc d'essai est identique à celui défini en 5.2.1, mais le sol est recouvert d'un tapis d'essai du type Wilton, conformément à l'IEC 60312-1:2010, Article C.1 – Tapis Wilton.

Le sens du poil du tapis doit être tel que spécifié à la Figure 4.

Dimensions en millimètres



IEC

Légende

Anglais	Français
Dust area	Surface poussiéreuse
Wilton carpet	Tapis Wilton
Pile direction	Sens du poil

Figure 4 – Dépoussiérage (essai du caisson) dans une configuration de banc d'essai en tapis

5.3.2 Préparation de l'essai

5.3.2.1 Prétraitement du tapis d'essai

Un nouveau tapis doit être préconditionné de la manière suivante avant d'effectuer des **essais** enregistrables.

À l'aide d'un aspirateur adapté, on enlève tous les poils et fibres volatiles sur l'ensemble de la surface du tapis jusqu'à enlever une quantité maximale de 0,5 g/m² pendant une durée du processus de nettoyage égale à 5 minutes.

À l'aide d'un aspirateur de référence interne, un **essai** de dépoussiérage conforme au 7.2.1.4 de l'IEC 60312-1:2010 est réalisé et le résultat enregistré et reporté sur un graphique.

On répète cette opération jusqu'à obtenir une courbe parallèle à l'axe horizontal et une différence entre les résultats moyens de deux **essais** consécutifs inférieure ou égale à 1 point de pourcentage.

Compte tenu de l'influence significative de l'humidité sur cet **essai**, le tapis doit être laissé dans l'environnement d'**essai** dans des conditions atmosphériques normalisées (voir 4.1) pendant au moins 16 h avant le début de l'**essai**.

5.3.2.2 Conditionnement du tapis d'essai

Avant chaque **session**, le tapis d'**essai** doit être débarrassé de la poussière restante et préconditionné comme cela est décrit ci-dessous.

Pour le nettoyage du tapis d'**essai**, il est recommandé d'utiliser une machine à battre les tapis adaptée, telle que celle décrite en 5.3.3.2 de l'IEC 60312-1:2010.

Si une machine à battre les tapis n'est pas utilisée, le tapis retourné doit être placé sur un support en treillis métallique et battu à la main ou avec un suceur actif. Après battage, un cycle de nettoyage doit être effectué à l'aide d'un aspirateur ayant une bonne capacité de dépoussiérage pour enlever la poussière restante.

5.3.2.3 Vérification et préconditionnement du tapis d'essai

Après nettoyage du tapis d'**essai**, un aspirateur de référence interne d'une capacité minimale de dépoussiérage de 65 % sur tapis Wilton après 5 doubles passages dans le sens du poil conformément à l'IEC 60312-1 doit être équipé d'un **réservoir à poussière** propre et utilisé afin de vérifier que le tapis a été nettoyé à un point tel qu'aucun ramassage de poussière ne soit décelable. Ce point est considéré comme atteint si la quantité de poussière enlevée du tapis au cours de cinq cycles de nettoyage est inférieure à 2,0 g (voir également 5.3.3.3 de l'IEC 60312-1:2010). Si cette quantité dépasse 2,0 g, l'opération est répétée jusqu'à ce que l'exigence soit satisfaite.

Pour éviter que le tapis ne soit rempli progressivement de poussière d'**essai**, le poids du tapis d'**essai** doit être maintenu aussi près que possible du poids d'origine du tapis propre.

5.3.2.4 Prétraitement du robot de nettoyage

Voir 5.2.2.2.

5.3.2.5 Répartition de la poussière d'essai

Avant chaque **session**, le sol du banc d'**essai** doit être nettoyé soigneusement. Après positionnement du tapis d'**essai** conditionné sur le sol du banc d'**essai**, la poussière d'**essai** (voir ci-dessous) doit être répartie avec une couverture moyenne de 125 g/m² aussi

uniformément que possible sur toute la **surface poussiéreuse**. La poussière d'**essai** suivante doit être utilisée:

Tamis CEM 1 conformément à l'ISO 679

Granulométrie: 0,09 mm à 0,20 mm

NOTE 1 Pour une répartition uniforme de la poussière d'**essai**, un distributeur de poussière manuel tel que décrit dans l'IEC 60312-1 peut être utilisé.

NOTE 2 Pour garantir la répartition de la poussière d'**essai** uniquement sur la **surface poussiéreuse**, on peut utiliser un cadre aux dimensions intérieures égales à celles de la **surface poussiéreuse** spécifiée.

5.3.2.6 Incrustation de la poussière d'essai dans le tapis d'essai

La poussière doit être incrustée dans le tapis d'essai en effectuant sur le tapis dix doubles passages dans le sens du poil, avec un rouleau conforme au 5.3.5 de l'IEC 60312-1:2010.

La vitesse du rouleau sur la **surface poussiéreuse** doit être uniformément égale à $0,5 \text{ m/s} \pm 0,02 \text{ m/s}$ en effectuant un passage avant dans le sens du poil. Il est important de s'assurer que la **surface poussiéreuse** est complètement et uniformément roulée. Puis, le tapis est laissé au repos pendant 10 min.

5.3.2.7 Enlèvement de la poussière restante

Avant le lancement de la **session** suivante, la poussière restante doit être enlevée selon 5.3.2.2.

5.3.3 Méthode d'essai

Essai selon 5.2.3.

5.3.4 Détermination de la capacité de dépoussiérage et durée de fonctionnement

Essai selon 5.2.4.

6 Dépoussiérage – Trajectoire rectiligne

6.1 Généralités

Cet **essai** est conçu pour dissocier le système de dépoussiérage du robot de la fonction de mouvement autonome, afin d'évaluer uniquement la capacité de dépoussiérage. Cela facilite la comparaison directe avec les nettoyeurs robotiques.

6.2 Mode d'essai

6.2.1 Généralités

L'**essai** de nettoyage en trajectoire rectiligne requiert que le robot se déplace de façon rectiligne à une vitesse nominale calculée en mode de fonctionnement normal. D'autres fonctions sont exigées pour l'**essai** de nettoyage en trajectoire rectiligne; elles doivent être assurées en mode d'**essai**.

Ce mode doit permettre au robot de réaliser une action en mode d'**essai** répétable au cours de laquelle il doit être actionné vers l'avant en trajectoire rectiligne, à une vitesse fixe sur une distance minimale définie (voir 6.2.3). Le mode d'**essai** doit satisfaire entièrement à l'exigence de sécurité applicable.

Cette action en mode d'**essai** peut ensuite être répétée plusieurs fois en fonction de la nature de l'**essai** (par exemple, pour les **essais** de ramassage à **passages** multiples).

En l'absence de mode d'**essai**, le robot doit être soumis à l'**essai** dans un mode (par exemple, un mode avec commande à distance) qui génère un déplacement raisonnablement rectiligne (couverture de la **surface poussièreuse**: plus de 75 %). On doit indiquer le fait que le déplacement rectiligne est généré par un mode qui n'est pas le mode d'**essai**.

NOTE Si un déplacement raisonnablement rectiligne ne peut être généré, alors l'**essai** ne peut être effectué correctement et l'**essai** peut être abandonné.

6.2.2 Accès au mode d'essai

La nature précise de l'accès au mode d'**essai** doit être clairement indiquée par le constructeur et l'opération doit être simple à exécuter. Une fois l'opération d'accès achevée, la machine doit se placer à l'état de repos.

NOTE On peut citer, à titre d'exemple de méthodes d'accès au mode d'**essai**: l'obligation pour l'utilisateur d'appuyer sur une combinaison de boutons sur la machine lorsque le robot est mis sous tension ou de maintenir enfoncée une combinaison de boutons pendant une période de temps qui n'est pas susceptible de se produire lors d'une utilisation normale du robot. La seule condition est que cette méthode d'accès est à documenter.

Une fois à l'état de repos, l'utilisateur doit pouvoir lancer l'exécution d'une seule action en mode d'**essai** (voir 6.2.3) à l'une des deux vitesses, s_{avg_hard} et s_{avg_carpet} , soit par une méthode disponible sur le robot (telle qu'appuyer sur un bouton) ou par une méthode à distance (telle qu'appuyer sur le bouton d'une commande à distance). Les vitesses s_{avg_hard} et s_{avg_carpet} doivent être calculées selon la méthode décrite à l'Article 8.

Une fois l'action en mode d'**essai** réalisée, la machine doit revenir en mode repos, prête à exécuter une autre action en mode d'**essai**, si nécessaire.

Il doit être possible de soulever la machine et de la repositionner sans qu'elle se place à l'état de repos.

On prévoit que l'utilisateur doit être capable de quitter ce mode soit via des instructions, soit via un cycle de mise hors tension/sous tension.

6.2.3 Action en mode d'essai

L'action en mode d'**essai** implique que la machine démarre en position stationnaire et se déplace en ligne droite avant de s'arrêter.

Une partie du déplacement rectiligne doit maintenir la vitesse à la vitesse moyenne du robot, soit s_{avg_hard} soit s_{avg_carpet} comme définie et mesurée en 8.3.

Le déplacement rectiligne est composé d'une période d'accélération, d'une période de vitesse constante et d'une période de décélération, comme indiqué à la Figure 5. La zone d'accélération de 200 mm correspond à la période pendant laquelle la machine doit accélérer jusqu'à atteindre la vitesse moyenne, soit s_{avg_hard} soit s_{avg_carpet} . Une fois cette zone d'accélération parcourue, la machine doit maintenir la vitesse moyenne exigée sur au moins 700 mm plus la longueur longitudinale du robot comme indiqué à la Figure 6 (à expliquer en 6.3.1 en détail). La zone de décélération de 200 mm correspond à la période pendant laquelle le robot doit ralentir pour se placer en position stationnaire.

NOTE La vitesse et la distance mentionnées ci-dessus sont les grandeurs observées, et non les données d'entrée imposées.

Au cours de l'exécution du mode d'**essai**, les systèmes de nettoyage de base du robot doivent être actifs dans leur mode de fonctionnement normalisé. Tous les autres systèmes de nettoyage "renforcé" susceptibles d'empêcher le déplacement rectiligne du robot (par exemple, capteur de poussière) ne doivent pas être actifs.

6.2.4 Vérification de la vitesse du mode d'essai

Il est admis que le déplacement réel effectué par le robot ne sera pas précisément celui décrit ci-dessus en raison de divers facteurs d'influence extérieurs tels qu'un glissement sur les systèmes de traction ou la résolution du système de guidage, etc. La vitesse réelle observée à laquelle l'action est exécutée doit être égale à (la vitesse exigée $\pm 10\%$).

Si la vitesse ne satisfait pas à la condition spécifiée ci-dessus, la non-conformité doit être indiquée et l'**essai** ne doit pas être poursuivi.

NOTE 1 Pour des raisons identiques à celles décrites ci-dessus, il est admis que le robot peut ne pas exécuter une trajectoire précise rectiligne et qu'une trajectoire courbe peut en résulter.

NOTE 2 Les imprécisions de la trajectoire effectuée dans le mode d'**essai** sont prises en compte par l'utilisation d'un **système de suivi visuel** (VTS) capable d'enregistrer la trajectoire réelle exécutée.

6.3 Dépoussiérage sur sol dur

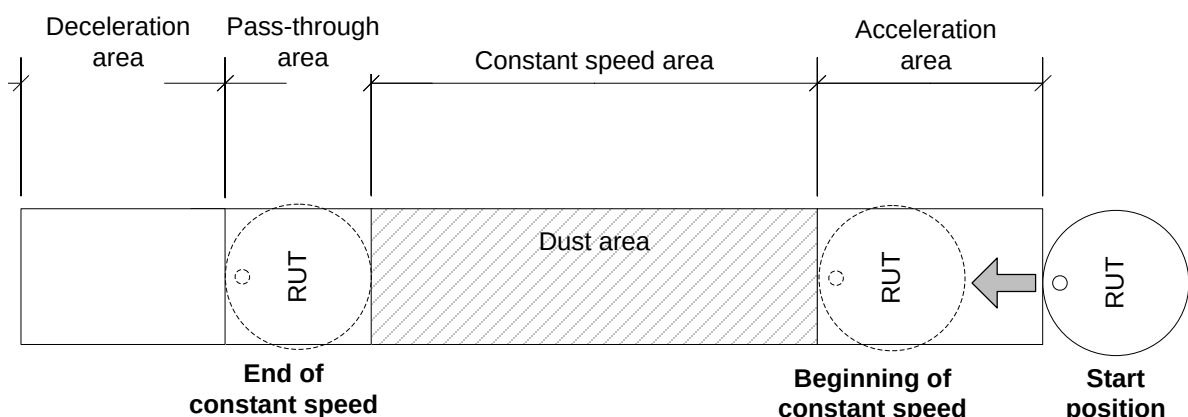
6.3.1 Banc d'essai

La longueur et la largeur du banc d'**essai** doivent être de 2 000 mm (minimum) $\times$ 600 mm comme spécifié à la Figure 6.

La **surface poussiéreuse** doit être de 700 mm $\times$ (W – 20) mm, où W est la largeur de la **tête de nettoyage**.

NOTE La réduction de 20 mm au niveau de la largeur de la **surface poussiéreuse** permet d'éviter que la poussière ne se disperse au-delà de la largeur accessible par le robot. L'ajout de 200 mm à chaque extrémité de la **surface poussiéreuse** est destiné à permettre au robot d'atteindre sa vitesse spécifiée avant de pénétrer dans la **surface poussiéreuse**.

Le sol d'**essai** doit être constitué de pin stratifié non traité ou équivalent et son épaisseur doit être au moins égale à 15 mm.



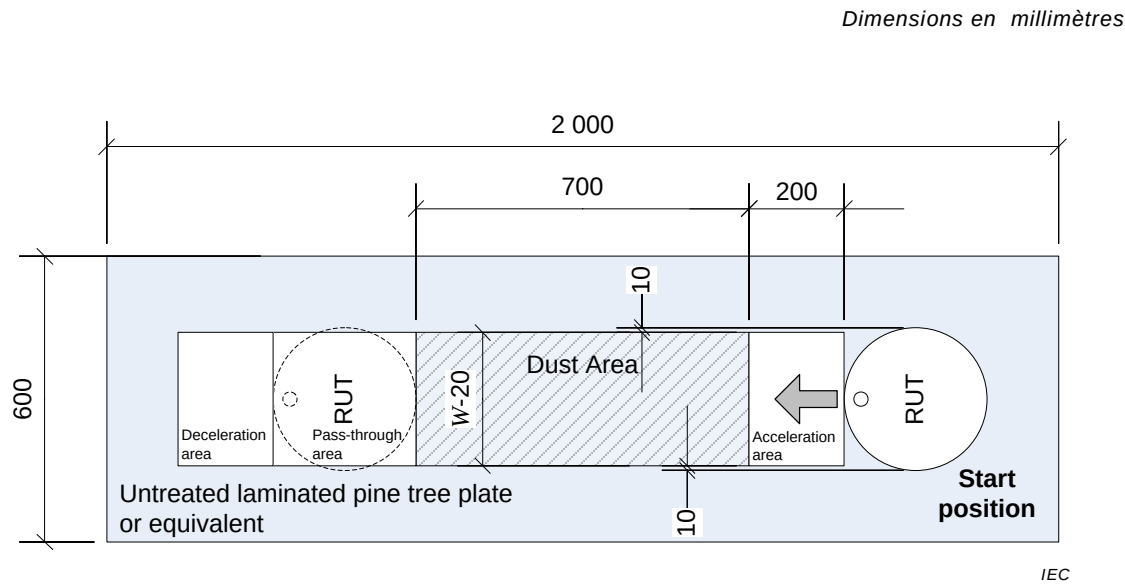
IEC

Légende

Anglais	Français
Deceleration area	Zone de décélération
Pass-through area	Zone de sas
Constant speed area	Zone de vitesse constante
Acceleration area	Zone d'accélération
Dust area	Surface poussiéreuse
End of constant speed	Fin de la zone de vitesse constante
Beginning of constant speed	Début de la zone de vitesse constante

Anglais	Français
Start position	Emplacement de démarrage
RUT	Robot en essai

Figure 5 – Description de l'action en mode d'essai



Légende

Anglais	Français
Deceleration area	Zone de décélération
Pass-through area	Zone de sas
Dust area	Surface poussiéreuse
Acceleration area	Zone d'accélération
Start position	Emplacement de démarrage
Untreated laminated pine tree plate or equivalent	Bois de pin stratifié non traité ou équivalent
RUT	Robot en essai
W Width	P Profondeur

Figure 6 – Dépoussiérage en trajectoire rectiligne dans une configuration de banc d'essai sur sol dur

6.3.2 Préparation de l'essai

6.3.2.1 Préconditionnement du sol d'essai

Voir 5.2.2.1.

6.3.2.2 Prétraitement du robot de nettoyage

Voir 5.2.2.2.

La différence est que les filtres remplaçables et les collecteurs de poussière (par exemple tampon à poussière) ne doivent pas être remplacés au cours d'une même **séquence** de nettoyage.

6.3.2.3 Système de suivi visuel

Au cours de l'**essai**, le banc d'**essai** doit être surveillé à l'aide d'un **système de suivi visuel (VTS)**. Un **VTS** adapté doit être installé et la fonctionnalité du **VTS** doit être vérifiée pour satisfaire aux spécifications de 4.9.

6.3.2.4 Vitesse pour la session d'essai sur sol dur

Les **sessions** d'**essai** doivent être effectuées à la vitesse s_{avg_hard} .

Avant d'effectuer l'**essai**, on doit vérifier que la vitesse réelle du robot dans le mode d'**essai** est égale à $\pm 10\%$ de s_{avg_hard} selon l'Article 8.

6.3.2.5 Répartition de la poussière d'essai

La poussière d'**essai** de Type 1 selon 7.2.2.1 de l'IEC 60312-1:2010 doit être répartie avec une couverture moyenne de 50 g par mètre carré aussi uniformément que possible sur la surface d'**essai**.

NOTE 1 Pour une répartition uniforme de la poussière d'**essai**, un distributeur de poussière manuel tel que décrit dans la Figure 2 peut être utilisé.

NOTE 2 Pour garantir la répartition de la poussière d'**essai** uniquement sur la **surface poussiéreuse**, on peut utiliser un cadre de la taille de la **surface poussiéreuse**.

6.3.3 Méthode d'essai

Une fois le processus de préparation terminé selon 6.3.2 le **réservoir à poussière** doit être pesé comme spécifié en 4.8 (M_0).

Si le robot est équipé d'une brosse latérale amovible, celle-ci doit être retirée du robot avant le positionnement du **robot de nettoyage** sur le banc d'**essai**.

NOTE L'**essai** en trajectoire rectiligne est strictement réservé à l'**essai** de dépoussiérage du sol.

Le **robot de nettoyage** doit être mis sous tension et placé en mode d'**essai** suivant la méthode décrite par le constructeur (voir 6.2.2).

Le **robot de nettoyage** doit être placé sur l'emplacement de démarrage spécifié à la Figure 6, le centre de la **tête de nettoyage** étant aligné sur la ligne centrale de la **surface poussiéreuse**.

Il est important de garantir l'alignement cohérent et correct du robot avec la **surface poussiéreuse** sur le banc d'**essai**. Pendant le processus d'installation un dispositif d'alignement comme un pointeur laser peut être utilisé pour valider l'exactitude de l'alignement.

Le **robot de nettoyage** doit effectuer une seule **session** en suivant la méthode indiquée par le constructeur (voir 6.2.2) à la vitesse s_{avg_hard} . La **session** doit être surveillée et enregistrée par le **système de suivi visuel VTS**.

La zone d'accélération doit être utilisée pour que le robot augmente sa vitesse jusqu'à la vitesse constante, s_{avg_hard} .

Le robot doit maintenir sa vitesse constante s_{avg_hard} entre le moment où l'avant du robot pénètre dans la zone de vitesse constante, jusqu'à ce que l'arrière du robot quitte la zone de vitesse constante (voir la Figure 5 et la Figure 6). La zone de décélération doit être utilisée pour que le robot réduise sa vitesse jusqu'à l'arrêt.

Afin de satisfaire à l'exigence de vitesse constante, le robot peut se déplacer à sa vitesse constante s_{avg_hard} même une fois que le robot est entièrement sorti de la zone à vitesse constante. La zone de sas est conçue à cet effet.

Après l'arrêt du mouvement du **robot de nettoyage**, le réservoir doit être retiré avec soin et pesé à nouveau comme spécifié en 4.8.

Sans nettoyer le robot et le réservoir, la **session** suivante doit être répétée. Après chaque **session**, le réservoir doit être retiré avec soin et pesé à nouveau comme spécifié en 4.8.

Une seule **séquence** de nettoyage est constituée de N **sessions** (déplacement rectiligne), où le nombre N doit être choisi par le responsable de la réalisation de l'**essai**.

La poussière sur le banc d'**essai** (même hors de la **surface poussiéreuse**) ne doit pas être nettoyée avant la fin de la totalité de la **séquence**.

Si la couverture de la surface d'une des **sessions** est inférieure à 75 %, la **séquence** dans son ensemble ne doit pas être prise en compte et la **séquence** doit être recommencée.

La **séquence** de nettoyage (avec N **sessions**) doit être répétée deux fois de plus. Avant chaque **séquence**, le robot et le réservoir doivent être conditionnés selon 5.2.2.2.

Si l'étendue d'un des taux de ramassage cumulé de la poussière p_i (définis en 6.3.4) des trois **séquences** est supérieure à 10 %, deux **séquences** supplémentaires doivent être ajoutées.

6.3.4 Détermination de la capacité de dépoussiérage

Sur chaque **session**, le **système de suivi visuel VTS** doit enregistrer une mesure précise de la trajectoire du robot. Une fois que le nombre indiqué (N) de **sessions** d'**essai** est terminé, le **système de suivi visuel VTS** combine les données du déplacement et indique le pourcentage de la **surface poussiéreuse** traversé par la machine j fois, à la fin de chaque **session**.

Le nombre N est déterminé uniquement selon les besoins de la personne effectuant les **essais** mais au moins trois sessions sont recommandées pour cet **essai**.

Le taux de ramassage de la poussière peut être calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$p_i = \frac{\frac{M_i}{M} - \sum_{k=1}^{i-1} C_{ki} \times p_k}{C_{ii}}$$

où

M est le poids total de salissures initialement réparties sur la **surface poussiéreuse** (g)

M_i est le poids mesuré cumulé de salissures ramassées après la i ème **session** (g)

C_{ki} est le pourcentage de la **surface poussiéreuse** traversé par la **tête de nettoyage** du robot uniquement k fois après la i ème **session** (%)

p_i est le taux de ramassage cumulé de la poussière de la **surface poussiéreuse** traversée i fois (%)

NOTE 1 La **surface poussiéreuse** traversée i fois fait référence à la surface sur la **surface poussiéreuse** que la **tête de nettoyage** du **robot de nettoyage** a traversée i fois.

À l'issue de trois **séquences**, les pourcentages de ramassage final pour le sol dur P_i sont calculés comme suit,

$$P_i = \frac{(p_{i,1} + p_{i,2} + p_{i,3})}{3}$$

ou bien, si cinq **séquences** ont été effectuées

$$P_i = \frac{(p_{i,1} + p_{i,2} + p_{i,3} + p_{i,4} + p_{i,5})}{5}$$

où

$p_{i,n}$ est le taux de ramassage cumulé de la poussière de la **surface poussiéreuse** traversée i fois calculé à partir des données de la $n^{\text{ème}}$ **séquence** (%)

P_i est le taux de ramassage cumulé final de la **surface poussiéreuse** traversée i fois (%) où $i=1,2,3,\dots,N$

NOTE 2 À l'issue de la première **session** de l'action en mode d'**essai**, le pourcentage de ramassage au premier **passage**, p_1 , est calculé comme suit. C_{21} et C_{31} sont alors tous les deux nuls.

$$p_1 = \frac{M_1}{M \times C_{11}}$$

À l'issue de la deuxième **session**, le pourcentage de ramassage pour deux **passages**, p_2 , est calculé comme suit. C_{32} reste nul.

$$p_2 = \frac{\frac{M_2}{M} - C_{12} \times p_1}{C_{22}}$$

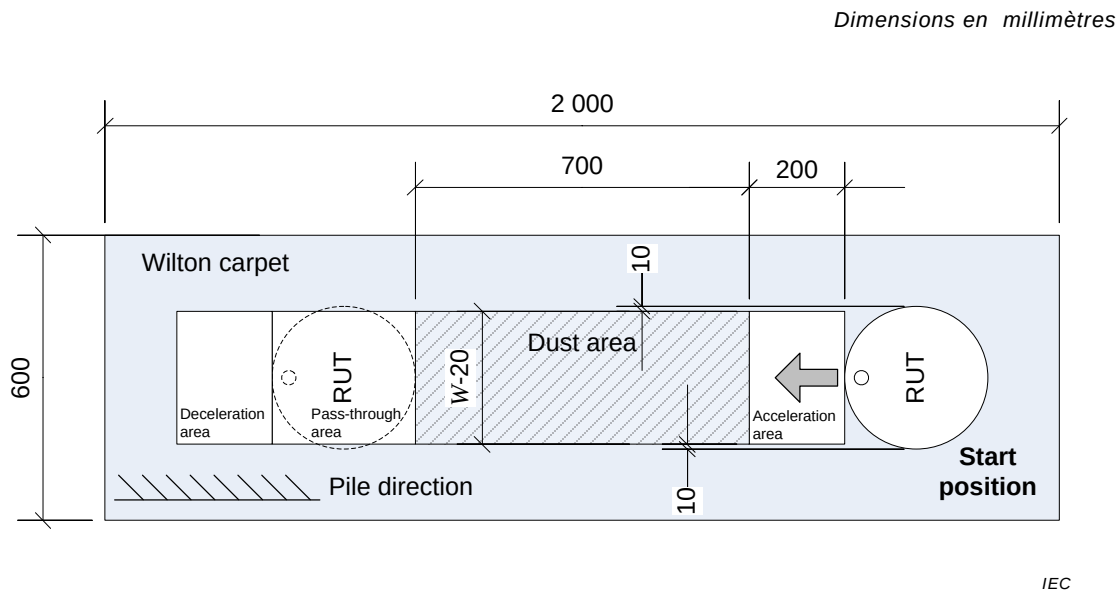
Finalement, après la troisième **session**, le pourcentage de ramassage pour trois **passages**, p_3 , est calculé comme suit.

$$p_3 = \frac{\frac{M_3}{M} - C_{13} \times p_1 - C_{23} \times p_2}{C_{33}}$$

Le poids cumulé de la poussière mesuré après la $i^{\text{ème}}$ **session** M_i doit donc satisfaire à l'équation ci-dessous.

$$M_i = M \times \sum_{k=1}^n (C_{ki} \times p_k)$$

NOTE 3 Il existe deux méthodes d'enregistrement des valeurs de ramassage à partir de la méthode d'**essai** en trajectoire rectiligne: le ramassage absolu et le ramassage relatif. Le ramassage absolu représente la poussière ramassée à l'issue d'un nombre défini de **passages** exécutés par le robot, indiqué sans tenir compte du nombre de **passages** imposé par le système de navigation du robot en fonctionnement réel. Par exemple, des mesures de ramassage cumulé pour 1, 3, 5 ou 10 **passages** peuvent être réalisées, même si le système de navigation du robot effectue seulement deux **passages** en fonctionnement réel. On peut ainsi comparer les caractéristiques d'aptitude à la fonction du système d'aspiration indépendamment du système de navigation, et établir plus facilement, si nécessaire, une comparaison avec les aspirateurs manœuvrés manuellement. Le ramassage relatif est le ramassage de poussière enregistré après chaque **passage**, jusqu'au nombre total de **passages** indiqué pour ce produit d'après le résultat de l'**essai** de navigation autonome/couverture (voir l'Article 7). On s'assure ainsi que la capacité de ramassage indiquée est liée à la stratégie de navigation du robot et est, par conséquent, représentative du fonctionnement réel lorsque des comparatifs sont réalisés avec des produits robotiques. La limite relative au nombre de **séquences** cumulées supplémentaires à mesurer est définie lorsqu'une augmentation du ramassage inférieure ou égale à 1 % est mesurée entre la **séquence** n et la **séquence** $n-1$.



Légende

Anglais	Français
Wilton carpet	Tapis Wilton
Deceleration area	Zone de décélération
Pass-through area	Zone de sas
Dust area	Surface poussiéreuse
Acceleration area	Zone d'accélération
Pile direction	Sens du poil
Start position	Emplacement de démarrage
RUT	Robot en essai
W Width	P Profondeur

Figure 7 – Dépoussiérage en trajectoire rectiligne dans une configuration de banc d'essai en tapis

6.4 Dépoussiérage des tapis

6.4.1 Banc d'essai

Le banc d'essai est identique à celui défini en 6.3.1, mais le sol est recouvert d'un tapis d'essai du type Wilton, conformément à l'IEC 60312-1:2010, Annexe C.1 – Tapis Wilton. La Figure 7 présente la configuration du banc d'essai.

6.4.2 Préparation de l'essai

6.4.2.1 Prétraitement du tapis d'essai

Voir 5.3.2.1.

6.4.2.2 Conditionnement du tapis d'essai

Voir 5.3.2.2.

6.4.2.3 Vérification et préconditionnement du tapis d'essai

Voir 5.3.2.3.

6.4.2.4 Prétraitement du robot de nettoyage

Voir 5.2.2.2.

6.4.2.5 Système de suivi visuel

Voir 6.3.2.3.

6.4.2.6 Vitesse pour la session d'essai sur tapis

Les **sessions** d'**essai** doivent être effectuées à la vitesse s_{avg_carpet} .

Avant d'effectuer l'**essai**, on doit vérifier que la vitesse réelle du robot dans le mode d'**essai** est égale à $\pm 10\%$ de s_{avg_carpet} selon l'Article 8.

6.4.2.7 Répartition de la poussière d'essai

La poussière d'**essai** de Type 2 selon 7.2.2.2 de l'**IEC 60312-1** doit être répartie avec une couverture moyenne de $125\text{ g} \pm 0,1\text{ g}$ par mètre carré aussi uniformément que possible sur la surface d'**essai**.

NOTE 1 Pour une répartition uniforme de la poussière d'**essai**, un distributeur de poussière manuel tel que décrit dans l'IEC 60312-1 peut être utilisé.

NOTE 2 Pour garantir la répartition de la poussière d'**essai** uniquement sur la **surface poussiéreuse**, on peut utiliser un cadre de la taille de la surface d'**essai**.

6.4.2.8 Essai d'incrustation de la poussière dans le tapis d'essai

Voir 5.3.2.6.

6.4.2.9 Enlèvement de la poussière restante

La poussière restante doit être enlevée selon 5.3.2.2 seulement après chaque **séquence** (et non après chaque **session**). La vérification et le préconditionnement doivent être effectués selon 5.3.2.3 avant chaque **séquence**.

6.4.3 Méthode d'essai

Voir 6.3.3.

6.4.4 Détermination de la capacité de dépoussiérage

Voir 6.3.4.

7 Essai de navigation autonome/couverture

7.1 Généralités

L'**essai** de navigation autonome/couverture a pour objet de mesurer la capacité des **robots de nettoyage** des sols, comme défini dans la présente norme, à couvrir l'espace accessible au sol en fonction d'une configuration de pièce normalisée comme défini en 7.2. La mesure de l'aptitude à la fonction pour cet **essai** correspond au pourcentage cumulé de l'espace au sol traversé par rapport au temps. Cet **essai** mesure également les **passages** multiples du robot sur le même espace au sol.

7.2 Banc d'essai

7.2.1 Condition d'essai

Pour cet **essai**, la température ambiante et l'humidité doivent être indiquées. Il n'est pas nécessaire de satisfaire à la condition indiquée en 4.1.

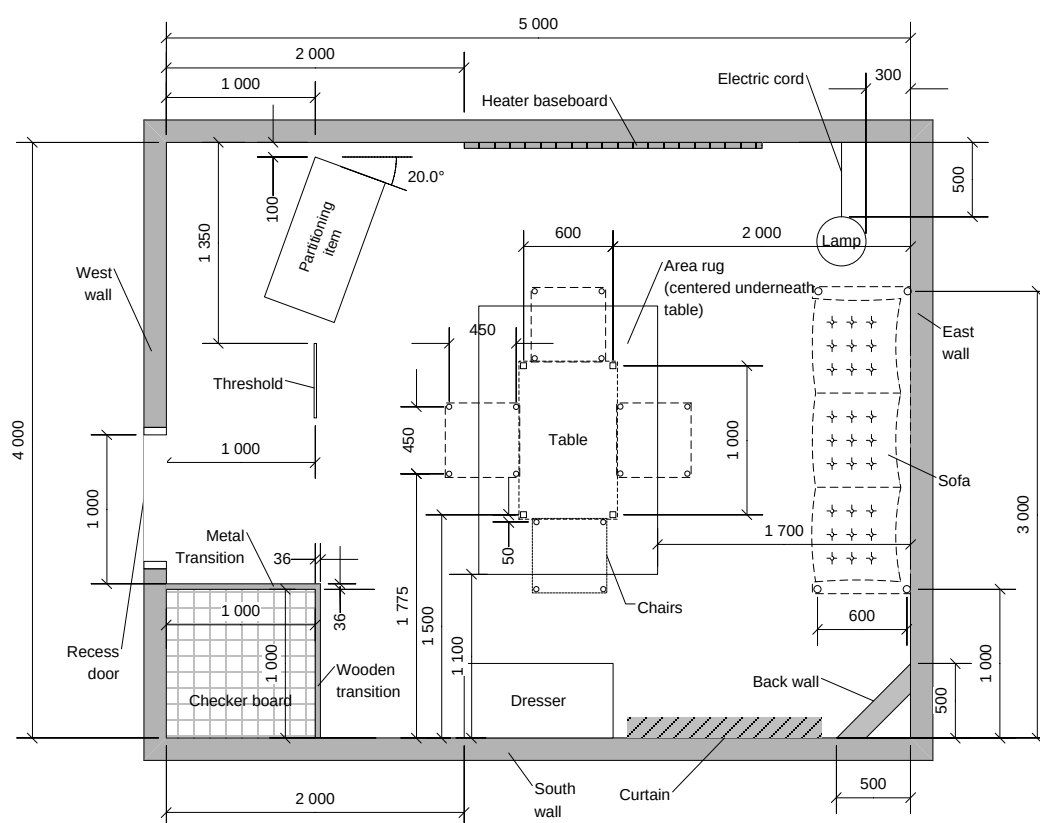
7.2.2 Configuration du sol

La surface d'**essai** doit être constituée d'un espace mesurant 4 000 mm × 5 000 mm ($P \times L$) (tolérance ± 50 mm) clos par quatre murs et un plafond.

Le sol d'**essai** doit être constitué d'un panneau de bois de pin stratifié non traité ou d'un panneau équivalent adapté.

Le sol du banc d'**essai** pour l'**essai** d'aptitude à la fonction de navigation/couverture doit être tel que décrit dans la Figure 8 à la Figure 12. Les meubles et obstacles doivent être placés comme indiqué à la Figure 8. Les dimensions et les caractéristiques des meubles et obstacles sur le sol sont spécifiées dans le Tableau 2.

Dimensions en millimètres



IEC

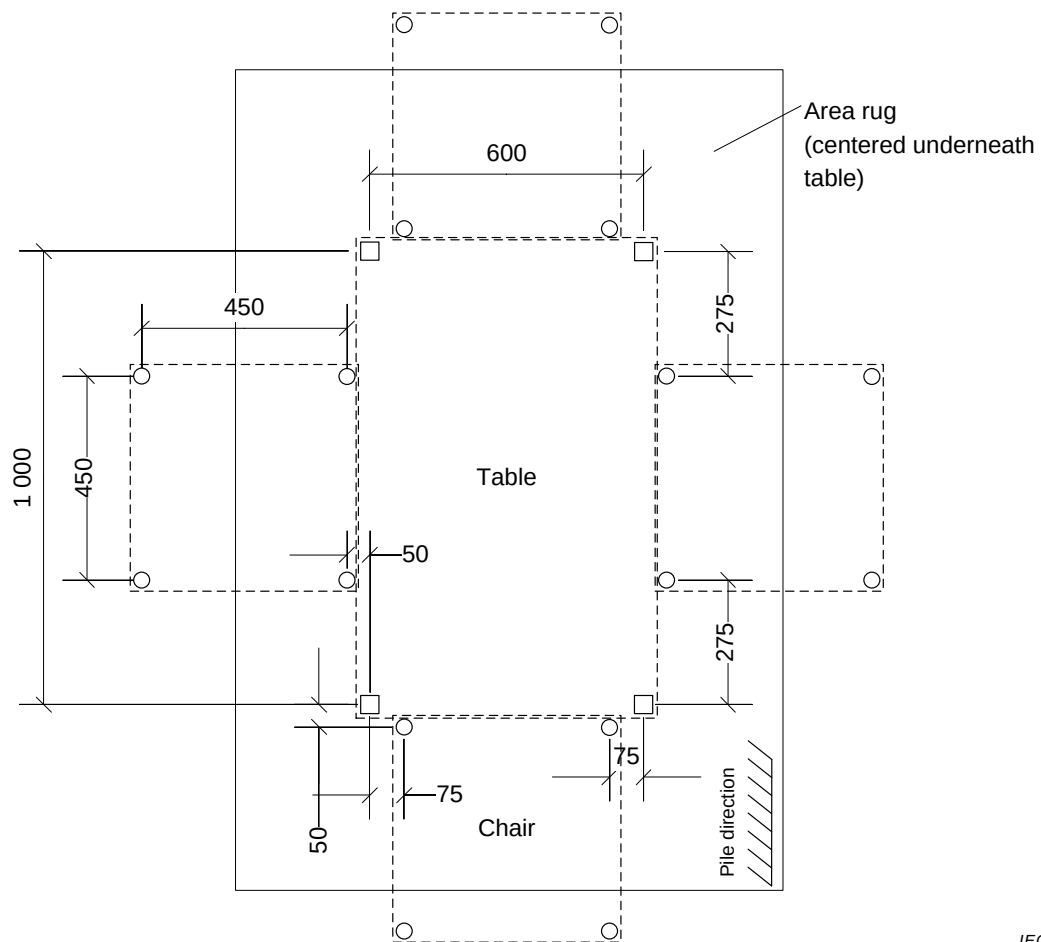
Légende

Anglais	Français
Heater baseboard	Plinthe du radiateur
Electric cord	Fil électrique
West wall	Mur ouest
Partitioning item	Élément de cloison
Lamp	Lampe
Threshold	Seuil

Anglais	Français
Area rug (centered underneath table)	Tapis décoratif (centré sous la table)
East wall	Mur est
Sofa	Canapé
Metal transition	Profilé de transition en métal
Chairs	Chaises
Recess door	Embrasure de porte
Checker board	Damier
Wooden transition	Profilé de transition en bois
Dresser	Commode
South wall	Mur sud
Curtain	Rideaux
Back wall	Mur de soutien

Figure 8 – Configuration du banc d'essai de navigation/couverture

Dimensions en millimètres



IEC

Légende

Anglais	Français
Area rug (centered underneath table)	Tapis décoratif (centré sous la table)
Chair	Chaise
Pile direction	Sens du poil

Figure 9 – Détails des obstacles autour de la table

Tableau 2 – Dimensions des meubles et obstacles

Élément	Qté	Dimensions (mm)	Surface/ Couleur	Remarques
Commode	1	1 000 (L) 500 (P) 300 (H)	Blanc	Fixée au sol Le dessous de la commode doit être bloqué. Pas de pieds.
Table	1	1 000 (L) 600 (P)	Cerisier naturel	4 pieds de 40 mm (L) × 40 mm (P) × 300 mm (H) La distance entre les axes des pieds est de 1 000 mm (L) et de 600 mm (P). Les pieds sont fixés au sol.
Chaises	4	450 (L) 450 (P)	Cerisier naturel	4 pieds de 35 mm (D) × 300 mm (H). La distance entre les axes des pieds est de 450 mm. Les pieds sont fixés au sol.
Canapé	1	2 000 (L) 600 (P)	Blanc	4 pieds de 48 mm (D) × 300 mm (H). La distance entre les axes des pieds est de 2 000 mm (L) et de 600 mm (P). Les pieds sont fixés au sol.
Élément de cloison	1	1 000 (L) 500 (P) 300 (H)	18 % gris	Pas de pied. Tous les côtés sont intégrés. Fixé au sol.
Lampadaire	1	330 (D) 300 (H)	Blanc	La base mesure 5 mm (H) sur le bord extérieur avec une pente ascendante de 10°. Le diamètre du pied de la lampe au centre est de 30 mm. Fixé au sol.
Fil électrique au sol	1	6 (D) 900 (L)	Noir	Une extrémité est fixée à la prise sur le mur nord à une hauteur de 350 mm, l'autre extrémité est fixée du côté de la base de la lampe. Non fixé au sol.
Barre cylindrique	1	15 (D) 500 (L)	Surface ni traitée ni polie	Elle est de forme cylindrique et en aluminium. Fixée au sol. NOTE Elle représente un appui de forme cylindrique des chaises.
Plinthe de radiateur	1	2 000 (L) 40 (P) 300 (H)	Cerisier naturel	Fixée au mur et au sol. Fixée au sol.
Tapis décoratif	1	1 680 (L) 1 200 (P) 10 (H)	Ivoire	Tapis décoratif de type Wilton Fixé au sol.
Damier	1	1 000 (L) 1 000 (P) 7 (H)	Noir et Blanc	Chaque dalle doit mesurer 100 mm (L) × 100 mm (P) × 7 mm (H). La surface des dalles blanches doit être polie. La surface noire mate n'est pas polie. Les dalles doivent être fixées au sol, sans espace entre elles. Les transitions doivent être fixées au sol.

Élément	Qté	Dimensions (mm)	Surface/ Couleur	Remarques
Profilé de transition en métal	1	36 (P) 2 (H)	Surface ni traitée ni polie	Aluminium (voir la Figure 10 et la Figure 12 pour l'installation) Il s'agit de M-D Building Products® ² (36 in L × 2 in P, Modèle # 43858, poli) ou similaires. Fixé au sol. Pour le coin où le profilé de transition en métal rencontre le profilé de transition en bois, les deux profilés de transition doivent être coupés à 45°.
Profilé de transition en bois	1	36,5 (P) 11 (H)	Finition bois	Bois (voir la Figure 11 et la Figure 12 pour l'installation). Il s'agit d'un réducteur naturel Bruce® ³ (Modèle # 11177810) ou similaire. Fixé au sol.
Légende L Largeur P Profondeur H Hauteur D Diamètre				

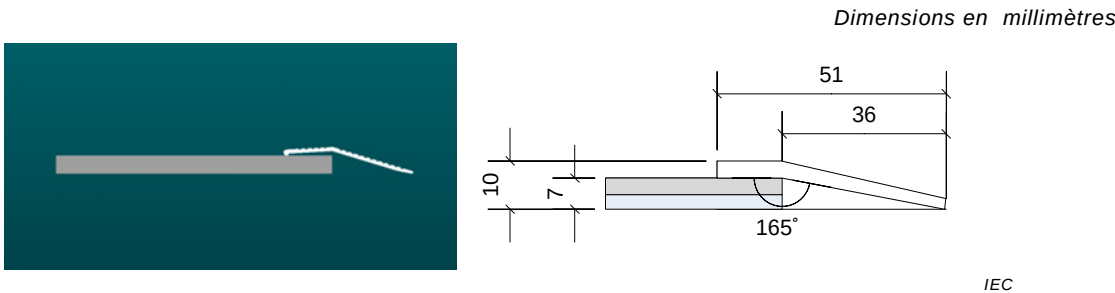


Figure 10 – Illustration de l'installation du profilé de transition en métal

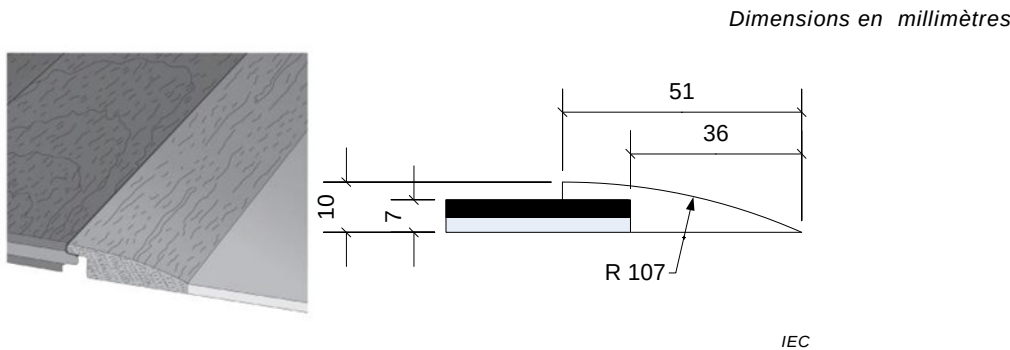
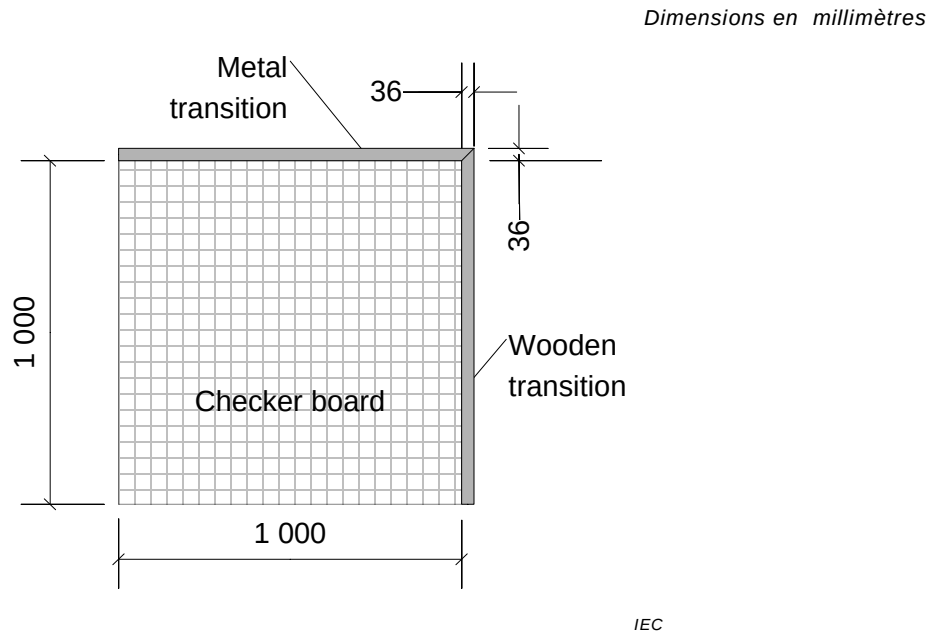


Figure 11 – Illustration de l'installation du profilé de transition en bois

² Model #43858 is the trade name of a product supplied by M-D Building Products®. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results. Bruce and Armstrong®

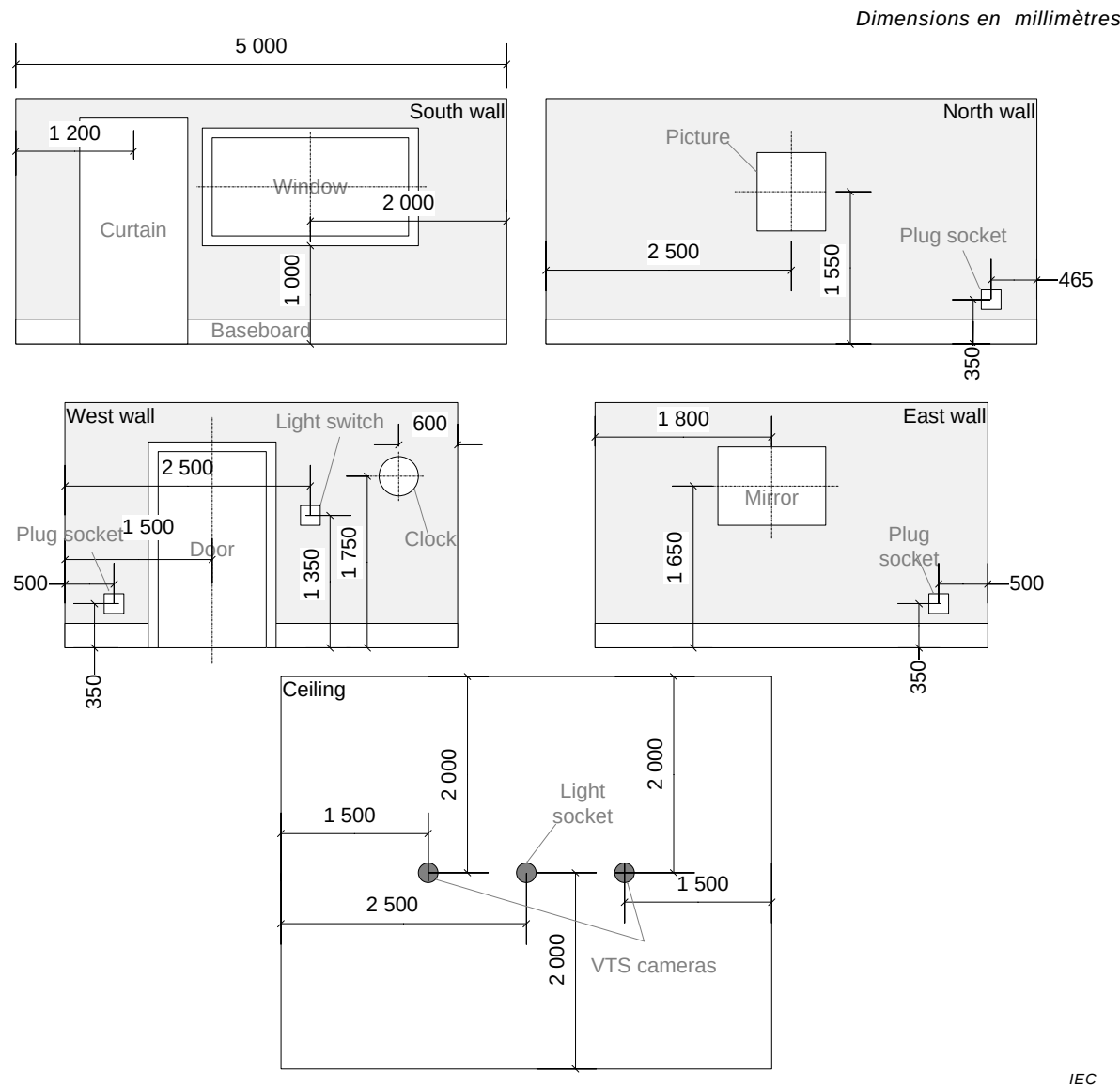
³ Model #11177810 is the trade name of a product supplied by Bruce and Armstrong®. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.



Légende

Anglais	Français
Metal transition	Profilé de transition en métal
Wooden transition	Profilé de transition en bois
Checker board	Damier

Figure 12 – Vue détaillée du damier et des profilés de transition



IEC

Légende

Anglais	Français
South wall	Mur sud
Curtain	Rideaux
Window	Fenêtre
Baseboard	Plinthe
Picture	Tableau
North wall	Mur nord
Plug socket	Prise de courant
West wall	Mur ouest
Light switch	Commutateur d'éclairage
Door	Porte
Clock	Horloge
Mirror	Miroir
East wall	Mur est
Ceiling	Plafond
Light socket	Prise de courant d'éclairage
VTS cameras	Caméras VTS

Figure 13 – Configuration des quatre murs et du plafond

7.2.3 Configuration des murs et du plafond

7.2.3.1 Généralités

La configuration des murs et du plafond du banc d'essai doit être celle de la Figure 13. Le plafond doit être à une hauteur de 2500 mm (± 50 mm) de la surface du sol du banc d'essai. Le plafond doit être horizontal et parallèle au sol.

Le Tableau 3 comprend une liste d'objets et de caractéristiques qui doivent apparaître sur les murs; aucune autre caractéristique visible n'est autorisée. Ce tableau spécifie également les dimensions, les caractéristiques et l'emplacement de chaque élément.

Les murs doivent couvrir toute la hauteur du sol au plafond sans aucune faille ni discontinuité autre que celles décrites dans le Tableau 3. Les murs doivent être verticaux et perpendiculaires à la fois au sol et au plafond.

Les murs et les plafonds doivent être recouverts ou peints tels que décrits au Tableau 3. Les surfaces des murs et des plafonds doivent être horizontales et ne présenter aucune texture apparente (variation géométrique locale maximale ± 1 mm).

Tableau 3 – Mobilier des murs et plafonds

Élément	Qté	Dimensions (mm)	Informations relatives à la surface	Remarques
Mur nord	1	5 000 (L)	Mat: Magnolia RVB (Rouge Vert Bleu) #EEE8EB Facteur de réflexion 0 % à 10 %	Tous les murs doivent être construits de manière qu'ils ne subissent aucun déplacement ni aucune déformation lorsque le robot entre en contact avec eux
Mur sud	1	5 000 (L)	Mat: Magnolia RVB #EEE8EB Facteur de réflexion 0 % à 10 %	Voir ci-dessus
Mur est	1	4 000 (L)	Mat: Magnolia RVB #EEE8EB Facteur de réflexion 0 % à 10 %	Voir ci-dessus
Mur ouest	1	4 000 (L)	Mat: Magnolia RVB #EEE8EB Facteur de réflexion 0 % à 10 %	Voir ci-dessus
Plafond	1	4 000 (P) 5 000 (L)	Mat: Magnolia RVB #EEE8EB Facteur de réflexion 0 % à 10 %	Voir ci-dessus
Porte	1	750 to 850 (P) 1 950 to 2 050 (H)	Brillant: Blanc Facteur de réflexion 60 % à 80 %	Voir Figure 14 et texte associé Avec poignée argentée
Fenêtre	1	1 800 to 2 200 (P) 900 to 1 100 (H)	Brillant: Blanc Facteur de réflexion 60 % à 80 % Un panneau doit être monté à l'arrière de la fenêtre, derrière les vitres, et doit être peint en bleu mat (RVB #99CCFF, facteur de réflexion 0 % à 10 %).	Voir Figure 15 et texte associé

Élément	Qté	Dimensions (mm)	Informations relatives à la surface	Remarques
Plinthe	4	75 to 125 (<i>H</i>) 10 (<i>D</i>)	Deux côtés (Nord et Ouest): Blanc brillant facteur de réflexion 60 % à 80 % Deux côtés (Est et Sud): Planche en bois naturel non traité	Voir Figure 16 et texte associé
Commutateur d'éclairage	1	70 to 100 (<i>P</i>) 70 to 100 (<i>H</i>) 0 to 15 (<i>D</i>)	Plastique: Blanc	Commutateur simple. N'est pas obligatoirement connecté à la lampe dans la surface d' essai
Prise de courant	1	70 to 100 (<i>P</i>) 70 to 100 (<i>H</i>) 0 to 15 (<i>D</i>)	Plastique: Blanc	Prise simple. N'est pas nécessairement alimentée par le courant
Prise de courant d'éclairage suspendue	1	120 to 250 (<i>L</i>)	Blanc	La longueur indique la hauteur de suspension entre le plafond et la base de l'ampoule. Voir la Figure 17.
Caméra VTS	2			Encastrée dans le plafond
Horloge	1	300 (<i>D</i>)	Cadre: Gris brillant RVB #808080 Facteur de réflexion 60 % à 80 % Face apparente: Blanc mat RVB #FFFFFF Facteur de réflexion 0 % à 10 %	L'horloge n'est pas obligatoirement une véritable horloge. Voir la Figure 18.
Miroir	1	1 000 (<i>P</i>) 750 (<i>H</i>)	Cadre: Gris brillant RVB #808080 Facteur de réflexion 60 % à 80 %	Voir la Figure 19.
Tableau	1	600 (<i>P</i>) 750 (<i>H</i>)	Cadre: Gris brillant RVB #808080 Facteur de réflexion 60 % à 80 % Face apparente: Vert mat RVB #99FF99 Facteur de réflexion 0 % à 10 %	Voir la Figure 20.
Rideaux	1	1 100 to 1 300 (<i>P</i>) 2 000 to 2 200 (<i>H</i>)	Marron RVB #333300	Le tissu utilisé doit être uni, opaque et suffisamment lourd pour tomber sans plisser. L'axe du rideau doit être à 1 200 mm du mur. Voir la Figure 21.
Légende <i>L</i> Largeur <i>P</i> Profondeur <i>H</i> Hauteur <i>D</i> Diamètre NOTE Toutes les couleurs sont spécifiées au format RVB de codage numérique des couleurs et sont destinées à fournir un guide indicatif pour la couleur proposée. La couleur peut varier de ± 5 % pour chaque valeur RVB.				

7.2.3.2 Spécification de la porte

La configuration de la porte doit être celle de la Figure 14. La porte doit avoir quatre panneaux posés en applique. La porte doit être entourée par un cadre de 50 mm (de largeur), qui doit être encastré dans le mur (la porte se trouve donc en retrait du mur de 50 mm). Le cadre peut être façonné sur son bord intérieur seulement, par une seule moulure en courbe de rayon maximal égal à 50 mm. La poignée doit être montée du côté droit (vue depuis l'intérieur de la surface d'essai). La porte peut être ouverte. Dans ce cas, la porte doit s'ouvrir vers l'extérieur de la surface d'essai.

7.2.3.3 Spécification de la fenêtre

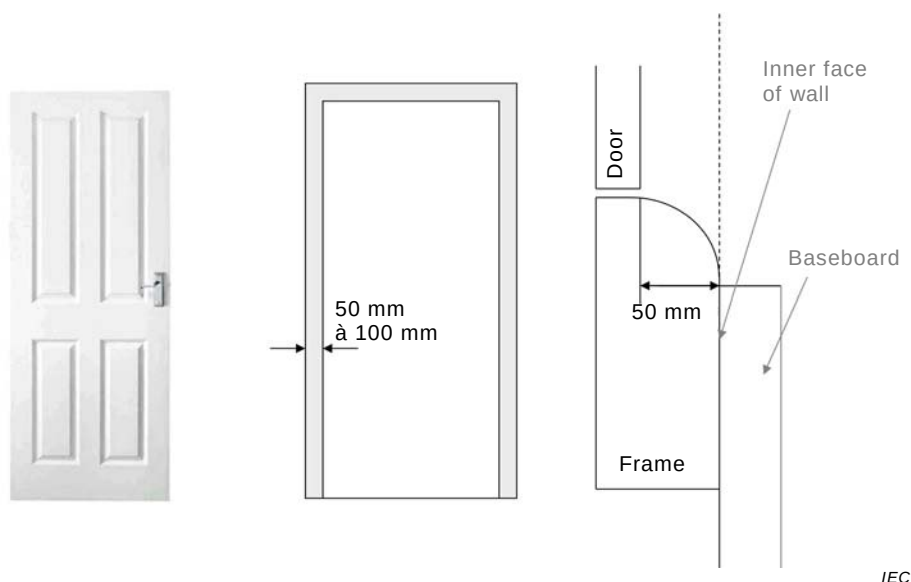
La configuration de la fenêtre doit être celle de la Figure 15. La fenêtre doit être constituée de trois vitres de taille identique. Un cadre doit entourer chaque vitre. Les cadres doivent avoir une largeur de 50 mm à 100 mm et doivent dépasser du mur de 50 mm à 100 mm. Les vitres peuvent être fabriquées soit en verre soit en matériau acrylique transparent. La vitre doit être placée en retrait de 10 mm de la face avant du cadre. Un panneau doit être monté à l'arrière de la fenêtre, derrière les vitres, et doit être peint en bleu mat (RVB #99CCFF, facteur de réflexion 0 % à 10 %).

7.2.3.4 Spécification de la plinthe

La configuration de la plinthe doit être celle de la Figure 16. La plinthe peut être façonnée sur son bord supérieur seulement, par une seule moulure en courbe de rayon maximal égal à 10 mm.

7.2.3.5 Spécification du système d'éclairage suspendu

La configuration du système d'éclairage suspendu doit être celle de la Figure 17. La hauteur du système d'éclairage suspendu mesurée du plafond à la base de l'ampoule doit être comprise entre 120 mm et 250 mm.



IEC

Légende

Anglais	Français
Door	Porte
Inner face of wall	Face intérieure du mur
Baseboard	Plinthe
Frame	Cadre

Figure 14 – Illustration d'une porte à quatre panneaux

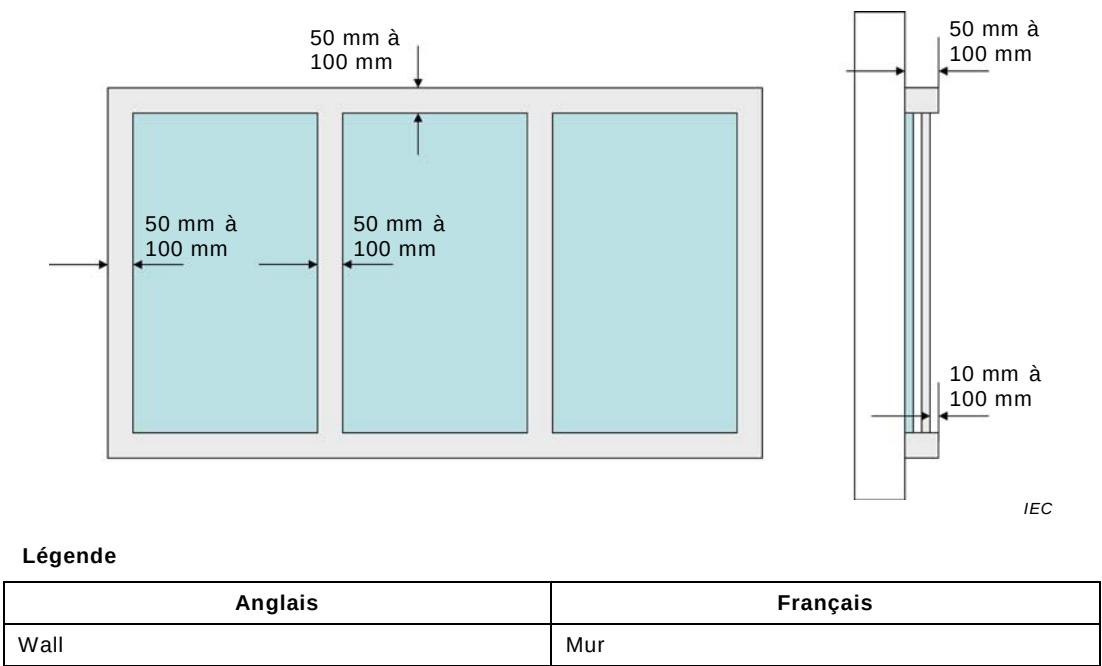


Figure 15 – Illustration d'une fenêtre

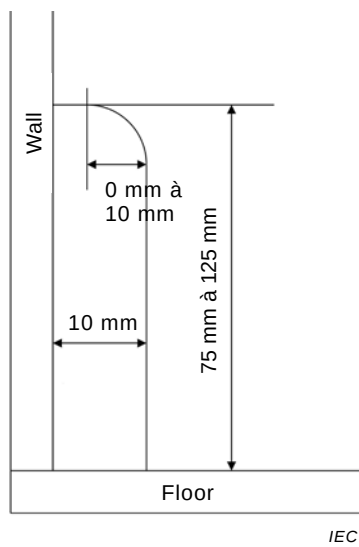


Figure 16 – Illustration de la plinthe

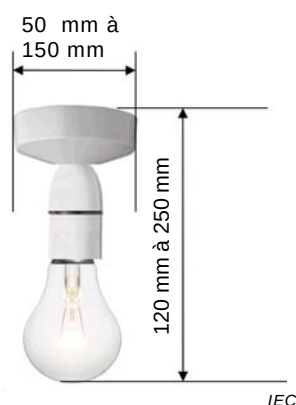


Figure 17 – Illustration du système d'éclairage suspendu

7.2.3.6 Spécification de l'horloge

La configuration de l'horloge doit être celle de la Figure 18. L'horloge doit être représentée par un cadre circulaire gris brillant (RVB #808080, facteur de réflexion 60 % à 80 %) doté d'une face avant de couleur blanc mat (RVB #FFFFFF, facteur de réflexion 0 % à 10 %). Aucune aiguille ou autre affichage ne doit être inclus. Le cadre doit avoir une largeur de 75 mm et doit dépasser du mur de 50 mm. La partie frontale doit être placée en retrait de 25 mm de la face avant du cadre.

7.2.3.7 Spécification du miroir

La configuration du miroir doit être celle de la Figure 19. Le miroir doit être entouré d'un cadre gris brillant (RVB #808080, facteur de réflexion 60 % à 80 %). Le cadre doit avoir une largeur de 100 mm et doit dépasser du mur de 50 mm. Le miroir doit être placé en retrait de 25 mm de la face avant du cadre. Le miroir lui-même doit être un miroir plat à base de verre et doit posséder un facteur de réflexion de 85 % minimum.

7.2.3.8 Spécification du tableau

La configuration du tableau doit être celle de la Figure 20. Le tableau doit être constitué d'un panneau vert placé derrière un panneau transparent, le tout entouré d'un cadre. Le cadre gris brillant (RVB #808080, facteur de réflexion 60 % à 80 %) doit avoir une largeur de 50 mm et doit dépasser du mur de 50 mm. Le panneau transparent peut être fabriqué soit en verre soit dans un matériau acrylique transparent. Le panneau transparent doit être placé en retrait de 25 mm de la face avant du cadre. Un panneau doit être monté à l'arrière du cadre du tableau, derrière le panneau transparent, et doit être peint en vert mat (RVB #99FF99, facteur de réflexion 0 % à 10 %).

7.2.3.9 Spécification des rideaux

La configuration des rideaux doit être celle de la Figure 21. L'étendue de la largeur des rideaux doit être égale à 1 100 mm à 1 300 mm et le tissu utilisé doit avoir une largeur de 3 400 mm. Il doit être suspendu de telle manière que l'amplitude de l'ondulation créée par le plissé du tissu est inférieure à 100 mm. La distance moyenne entre le rideau et le mur doit être égale à 100 mm. Le système d'accrochage du tissu ne doit pas être visible vu de face. Un espace minimal de 5 mm et maximal de 20 mm doit être exister entre le sol et la base du rideau.

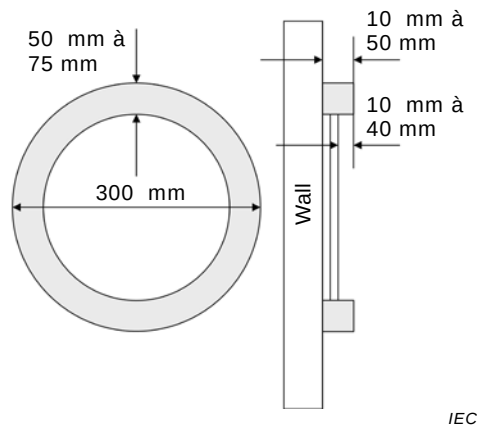
7.2.4 Condition générale

La surface d'**essai** est éclairée à l'aide d'une ampoule électrique compacte fluorescente ou à incandescence placée sur un système d'éclairage suspendu selon la description donnée dans le Tableau 3. La condition d'éclairage pour l'**essai** doit être maintenue entre 40 lux et 200 lux

avec une température de couleur comprise entre 2 000 degrés Kelvin et 6 000 degrés Kelvin (mesurée à la hauteur du sol dans tous les emplacements).

Les conditions de température et d'humidité ne doivent satisfaire qu'à l'exigence écrite du constructeur relative à l'utilisation normale dans la pièce. Lorsque la porte d'accès à la surface d'**essai** est fermée, que tous les luminaires dans la surface d'**essai** sont éteints et que tous les éclairages extérieurs entourant la surface d'**essai** sont allumés, aucun emplacement à l'intérieur de la surface d'**essai** ne doit mesurer plus de 2 lux.

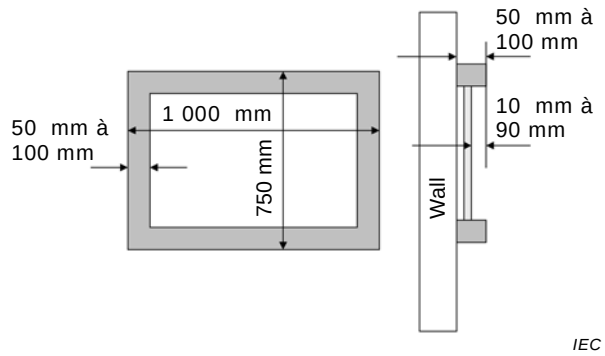
Tout dispositif lié à la sécurité exigé par la réglementation locale (par exemple, extincteur et détecteurs de fumée au plafond) doit pouvoir être installé.



Légende

Anglais	Français
Wall	Mur

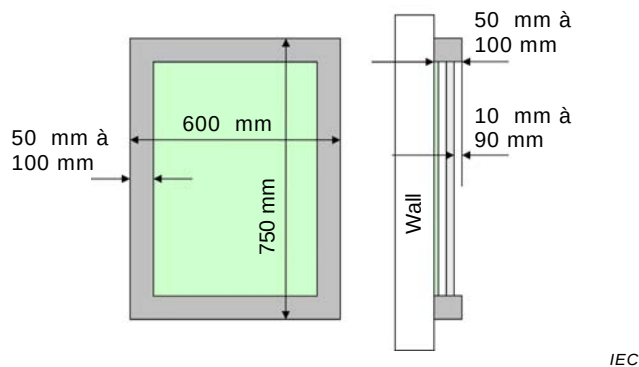
Figure 18 – Illustration de l'horloge



Légende

Anglais	Français
Wall	Mur

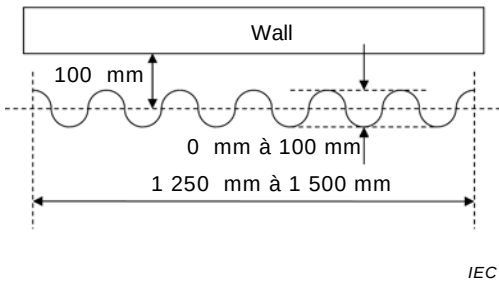
Figure 19 – Illustration du miroir



Légende

Anglais	Français
Wall	Mur

Figure 20 – Illustration du tableau



Légende

Anglais	Français
Wall	Mur

Figure 21 – Illustration des rideaux

7.3 Préparation de l'essai

7.3.1.1 Préconditionnement du sol d'essai

Voir 5.2.2.1.

7.3.1.2 Prétraitement du robot de nettoyage

Voir 5.2.2.2.

7.3.1.3 Système de suivi visuel (VTS)

Voir 6.3.2.3.

7.4 Méthode d'essai

Une seule **séquence** d'essai est constituée d'une **session** à partir de chacun des trois emplacements de démarrage. Les emplacements de démarrage et l'orientation spécifiés à la Figure 22 doivent être respectés.

Avant chaque **séquence**, le robot et le banc d'essai doivent être conditionnés suivant 7.3.

Avant chaque **session**, la batterie du robot doit être entièrement chargée.

Pour chaque **session**, le robot doit être démarré selon les instructions du constructeur.

La **station d'accueil** peut être utilisée pour les deux emplacements de démarrage 1 et 2 si le constructeur l'exige. Le fait que le robot nécessite la **station d'accueil** pour fonctionner est à signaler dans le rapport. Si la **station d'accueil** a été utilisée pour le démarrage de l'**essai**, elle doit être maintenue dans la même position tout au long de la **session**. Ensuite l'empreinte de la station doit être soustraite de la surface accessible totale.

Pour l'emplacement de démarrage 3, le **robot de nettoyage** doit démarrer sans station d'accueil. Si le robot ne peut démarrer sans la **station d'accueil**, les **sessions** à partir de l'emplacement #3 doivent être abandonnées et cela doit être indiqué dans le rapport.

Il est important de garantir l'alignement cohérent et exact du robot avec le mur sur le banc d'**essai**. Pendant le processus d'installation un dispositif d'alignement comme un pointeur laser peut être utilisé pour valider l'exactitude de l'alignement..

Pour l'emplacement de démarrage 1, un mur de soutien doit être installé comme indiqué à la Figure 22 derrière l'emplacement 1. Le mur de soutien est installé dans le banc d'**essai** seulement pour les **sessions** à partir de l'emplacement #1. Une fois qu'il est installé, l'espace derrière le mur, y compris l'empreinte du mur lui-même, doit être indiqué comme inaccessible.

Le mur de soutien doit être retiré pour les **sessions** à partir des autres emplacements de démarrage.

Le câble d'alimentation de la station d'accueil doit être fixé sur le mur et être peint de la même couleur que le mur.

L'**essai** doit être poursuivi jusqu'à la fin de l'opération de nettoyage. La fin du processus de nettoyage doit être déterminée par le manuel d'utilisation.

NOTE 1 La fin de l'opération peut être déterminée sur la base d'un ou de plusieurs des événements suivants, par exemple:

- un message de fin émis par le robot indiquant la fin du cycle de nettoyage (son, lumière, texte, comme décrit dans le manuel)
- l'absence de déplacement au sol (pas sur la station d'accueil, car l'opération peut se poursuivre une fois le rechargement terminé) pendant plus de 3 min

Si le processus de nettoyage du robot est toujours en cours après une **session** de 2 h, il est recommandé d'arrêter le robot et l'**essai**.

S'il est nécessaire pour une raison quelconque de poursuivre la **session** après 2 h, la décision de poursuivre l'**essai** doit être laissée à l'appréciation de la personne effectuant l'**essai**. Si l'**essai** est poursuivi après 2 h, la raison doit en être indiquée dans le rapport.

Le robot peut être rechargé à la station au cours de la **session** mais la durée du rechargement doit être incluse dans la durée de la **session**.

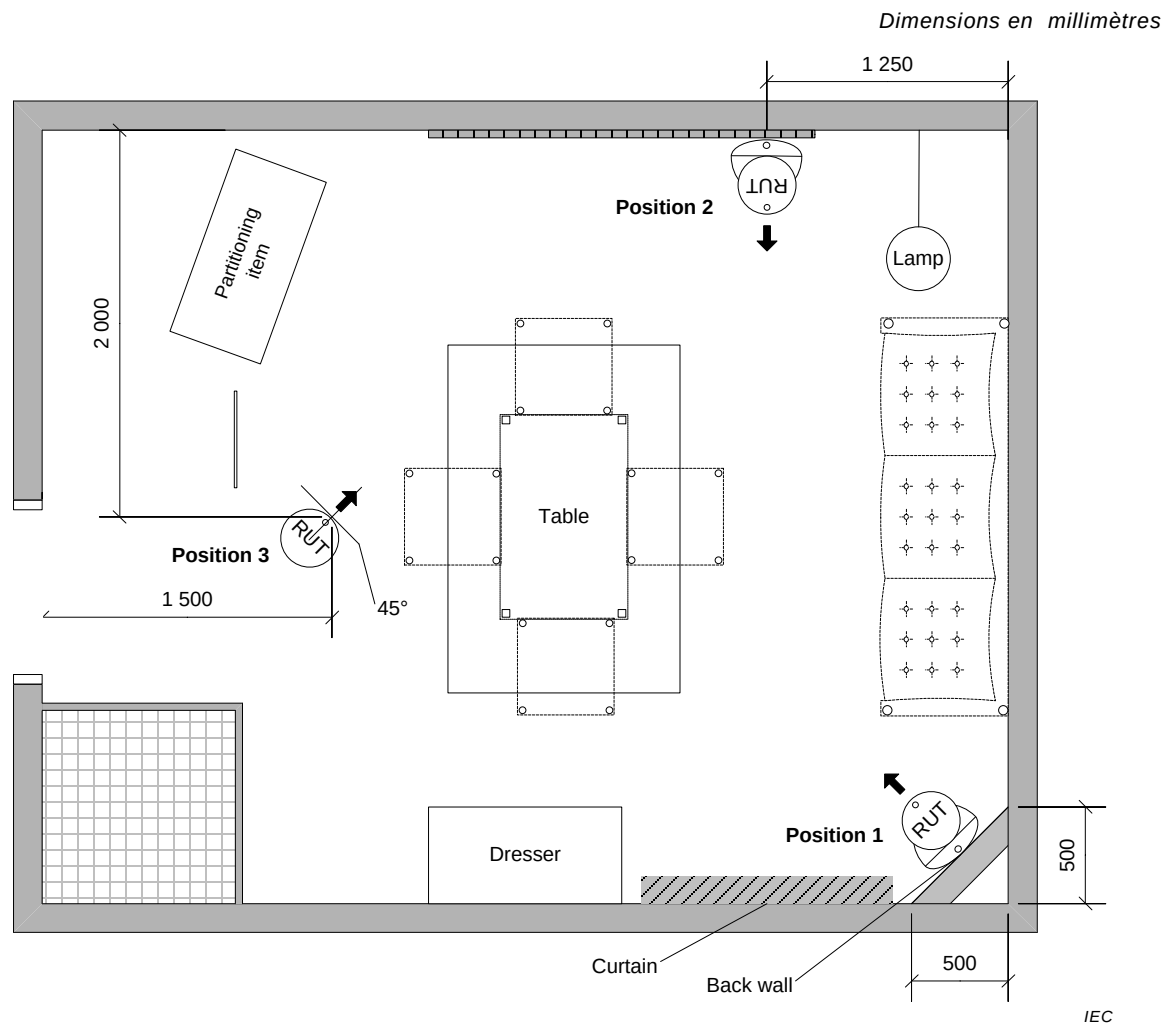
Au cours de la **session**, la surface couverte, en termes de pourcentage couvert par la **tête de nettoyage**, ainsi que le nombre de **passages**, sont suivis et enregistrés à l'aide d'un **système de suivi visuel VTS**.

NOTE 2 On suggère de préparer trois batteries avant les **essais** afin d'éviter d'interrompre l'**essai** pour recharger la batterie.

Avant la réalisation de l'**essai**, il convient de faire subir un **essai** fonctionnel à tous les robots en **essai**, par exemple, un test intégré (TI) le cas échéant, sur la base des instructions du constructeur afin de s'assurer qu'ils présentent un état acceptable.

La **séquence** d'essai de navigation (avec trois **sessions**) doit être répétée deux fois de plus. Un ensemble complet d'essais est constitué de trois **séquences** ce qui donne un total de neuf **sessions**.

Si le robot s'arrête pour toute autre raison que l'achèvement normal de la **session**, il doit être remis en marche à partir de l'emplacement de démarrage et le résultat défaillant ne doit pas être pris en compte. Cependant, un redémarrage maximum par emplacement de démarrage est autorisé au cours de l'ensemble de l'essai. Les autres résultats défaillants doivent figurer dans les résultats d'essai sans redémarrage. Le nombre de défaillances doit être indiqué dans le rapport.



IEC

Légende

Anglais	Français
Partitioning item	Élément de cloison
Position	Emplacement
Lamp	Lampe
Dresser	Commode
Curtain	Rideaux
Back wall	Mur de soutien
RUT	Robot en essai

Figure 22 – Emplacements de démarrage pour essai de navigation

7.5 Mesure de l'aptitude à la fonction

La couverture de la **tête de nettoyage** doit être obtenue tout au long de l'**essai**. La couverture de la **tête de nettoyage** est définie comme étant la surface couverte par la **tête de nettoyage** du robot au cours d'une certaine période de temps.

La couverture de la **tête de nettoyage** en pourcentage sur le temps est calculée à l'aide de l'équation suivante.

$$C_{ij}(t) = \{A_{ij}(t)/A\} \times 100$$

où

i is 1, 2, and 3

j is 1, 2, and 3

$C_{ij}(t)$ est le pourcentage de couverture de la **tête de nettoyage** pour la durée t de la **session** démarrée au i ème emplacement de la j ème **séquence** ($i = 1, 2$, et 3 , $j = 1, 2$, et 3) (%)

$A_{ij}(t)$ est la surface que la **tête de nettoyage** a traversée au moins une fois pour la durée t de la **session** démarrée au i ème emplacement de la j ème **séquence** (en m^2)

t est la durée de la **session** (en minutes)

A est la surface accessible totale (m^2) calculée en soustrayant de la surface totale du sol la surface occupée par les pieds des meubles, la plinthe du radiateur, la commode, la barre cylindrique, l'élément de cloison, la base de la lampe, le mur de soutien et l'espace derrière le mur (seulement si le mur de soutien a été installé pour les **sessions** pour l'emplacement de démarrage 1). La surface située sous le canapé est considérée comme une surface accessible. Si la **station d'accueil** a été laissée à l'intérieur du banc d'**essai**, l'empreinte de la station doit être soustraite de la surface accessible totale.

La valeur de A doit être calculée sur la base exacte du réglage réel du banc d'**essai** construit dans le laboratoire d'**essai**. Si le réglage change (à cause de la tolérance par exemple), il convient de modifier la valeur en conséquence.

NOTE 1 À l'aide d'un **système de suivi visuel VTS**, on peut calculer automatiquement la couverture en pourcentage pour chaque **passage** et pour un temps donné grâce à un programme de traitement simple de l'image.

La couverture de **passage** multiple en pourcentage sur le temps est calculée à l'aide de l'équation suivante.

$$C_{ij_double}(t) = \{A_{ij_double}(t)/A\} \times 100$$

$$C_{ij_triple}(t) = \{A_{ij_triple}(t)/A\} \times 100$$

où

i is 1, 2, and 3

j is 1, 2, and 3

$C_{ij_double}(t)$ est le pourcentage de la surface traversée par la **tête de nettoyage** au moins deux fois pour la durée t pour la **session** démarrée au i ème emplacement dans la j ème **séquence** (%)

$C_{ij_triple}(t)$ est le pourcentage de la surface traversée par la **tête de nettoyage** au moins trois fois pour la durée t pour la **session** démarrée au i ème emplacement dans la j ème **séquence** (%)

$A_{ij_double}(t)$ est la surface que la **tête de nettoyage** a traversée au moins deux fois pour la durée t de la **session** démarrée au i ème emplacement de la j ème **séquence** (m^2)

$A_{ij_triple}(t)$ est la surface que la **tête de nettoyage** a traversée au moins trois fois pour la durée t de la **session** démarrée au i ème emplacement de la j ème **séquence** (m^2)

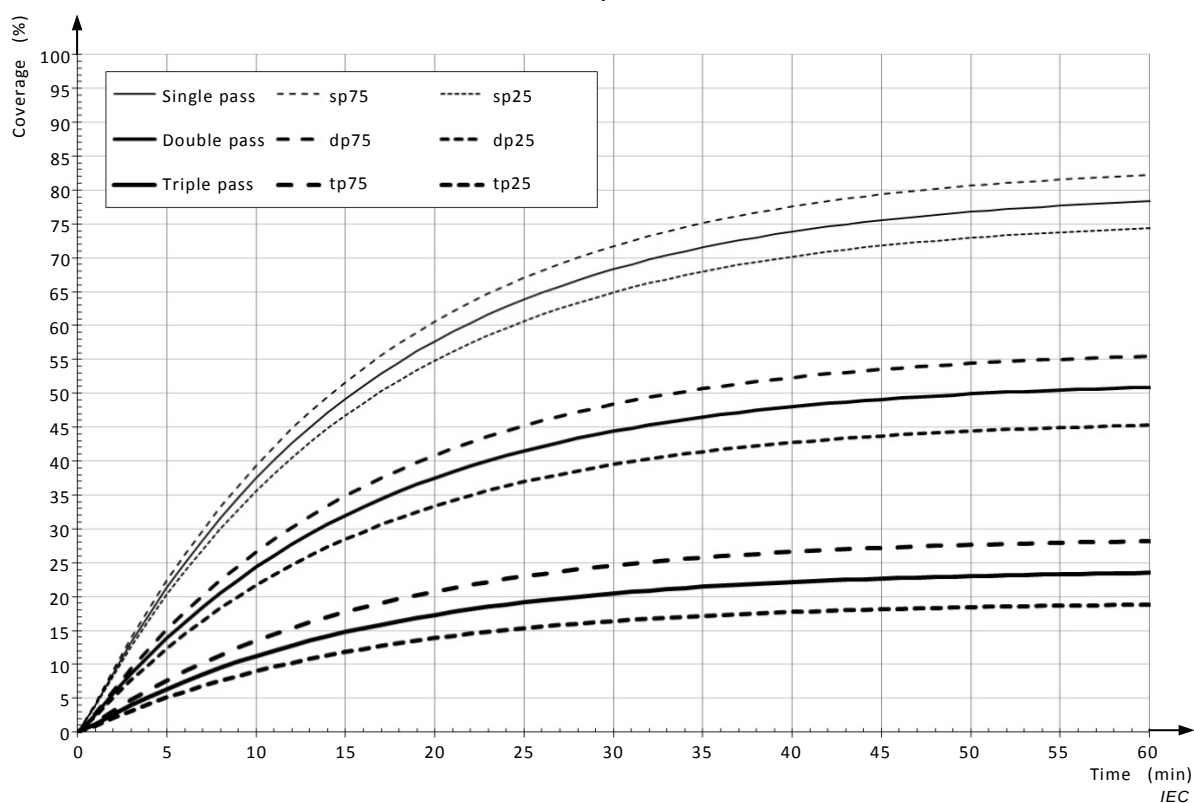
NOTE 2 On peut calculer de manière similaire la couverture de **passage** multiple en pourcentage pour plus de trois fois.

Il est recommandé que la couverture en pourcentage sur le temps $C_{ij}(t)$ soit reportée sur un graphique avec une enveloppe du 25^{ème} percentile et du 75^{ème} percentile. La couverture en pourcentage pour un **passage** simple, un **passage** double et un **passage** triple doit être présentée sur le même graphique avec une enveloppe du 25^{ème} percentile et du 75^{ème} percentile. Le temps de résolution pour le graphique ne doit pas être supérieur à des intervalles de 2 min et la résolution en pourcentage ne doit pas dépasser 1 %.

Par exemple, le point du 75^{ème} percentile de $C_{ij}(t)$ pour une durée donnée t est la 7^{ème} valeur la plus importante entre neuf $C_{ij}(t)$. L'enveloppe du 75^{ème} percentile est le groupe de points du 75^{ème} percentile reliés par un trait. Le point du 25^{ème} percentile de $C_{ij}(t)$ pour une durée donnée t est la 2^{ème} valeur la plus importante entre neuf $C_{ij}(t)$. L'enveloppe du 25^{ème} percentile est le groupe de points du 25^{ème} percentile reliés par un trait. Le point médian de $C_{ij}(t)$ pour une durée donnée t est la moyenne de la 5^{ème} valeur la plus importante entre neuf $C_{ij}(t)$. L'enveloppe médiane correspond au groupe de points médians reliés par un trait.

Pour la **session** terminée plus tôt que la **session** la plus longue, il convient de maintenir la dernière valeur de pourcentage de couverture pour le calcul de l'enveloppe du percentile pour la période suivante.

NOTE 3 Toutes les courbes peuvent être tracées sur un graphique ou sur plusieurs graphiques séparés, comme indiqué par l'exemple de graphique de la Figure 23.



Légende

Anglais	Français
Coverage	Couverture
Single pass	Passage simple
Double pass	Passage double
Triple pass	Passage triple

Anglais	Français
Time	Durée

Figure 23 – Exemple de graphique de résultat de l'essai de couverture

8 Vitesse moyenne du robot

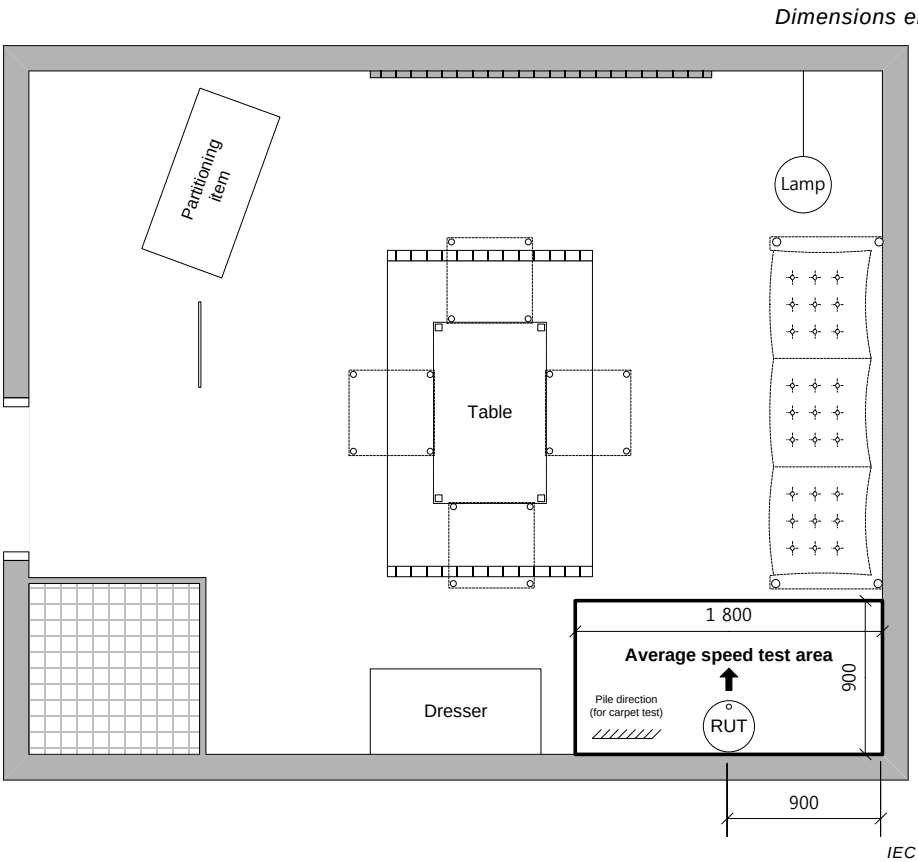
8.1 Banc d'essai

Pour l'essai de vitesse moyenne du robot, les cloisons formant un caisson décrites en 5.2.1 sont montées dans le banc d'essai de navigation autonome/couverture, illustré à la Figure 8. Le caisson d'essai doit être installé à l'emplacement sur la surface d'essai de couverture décrit dans la Figure 24.

Pour établir la vitesse moyenne sur sols durs, s_{avg_hard} , le caisson est placé directement sur le sol dur du banc d'essai de navigation autonome/couverture.

Pour établir la vitesse moyenne sur tapis, s_{avg_carpet} , un morceau de tapis Wilton (IEC 60312-1:2010 Article C.1 – Tapis Wilton) doit être placé de manière à occuper toute la surface comprise entre les murs de délimitation.

NOTE Cet essai est réalisé à l'intérieur du banc d'essai de navigation autonome/couverture afin de permettre de suivre facilement le déplacement de la machine durant l'essai à l'aide du système de suivi visuel VTS déjà installé pour l'essai de navigation autonome/couverture. Le banc d'essai de navigation autonome/couverture étant fermé réduirait le niveau de variabilité au cours de l'essai à partir des régions visibles situées à l'extérieur du banc d'essai, et à rendre ainsi plus probable la répétabilité d'une évaluation de la vitesse moyenne de la machine.



Légende

Anglais	Français
Partitioning item	Élément de cloison
Lamp	Lampe

Anglais	Français
Dresser	Commode
Average speed test area	Surface d'essai à vitesse moyenne
Pile direction (for carpet test)	Sens du poil (pour l'essai sur tapis)
RUT	Robot en essai

Figure 24 – Emplacement de la surface d'essai à vitesse moyenne dans l'environnement d'essai de couverture

8.2 Préparation

8.2.1 Préconditionnement du sol d'essai

Voir 5.2.2.1.

8.2.2 Prétraitement du robot de nettoyage

Voir 5.2.2.2.

8.2.3 Système de suivi visuel (VTS)

Voir 6.3.2.3.

8.3 Méthode d'essai

Le robot doit être placé et démarré dans l'emplacement de démarrage défini à la Figure 24.

Le mode de fonctionnement utilisé dans l'**essai** doit être le même que pour l'**essai** de dépoussiérage – caisson à l'Article 5.

Si le **robot de nettoyage** arrête sa fonction de nettoyage active dans un intervalle de 15 min, la mesure est terminée et la durée de fonctionnement doit être enregistrée.

Si le **robot de nettoyage** fonctionne encore après 15 min, le mouvement du **robot de nettoyage**, incluant la fonction de ramassage de la poussière, doit être arrêté suivant la méthode indiquée par le constructeur.

La durée totale de l'**essai** doit être contrôlée à l'aide du **système de suivi visuel VTS**. A la fin de la **session**, le **système de suivi visuel VTS** doit fournir les positions de la machine pendant la durée de la **session** à des intervalles de 500 ms. À partir de ces données, la vitesse moyenne du robot doit être calculée selon 8.4.

Trois **sessions** au total doivent être réalisées suivant la préparation comme indiqué en 8.2 pour chaque **session**.

8.4 Détermination de la vitesse moyenne

Pour deux positions consécutives (x, y, θ) et (x', y', θ') , la vitesse de translation, $\hat{v}$, entre les deux points peut être estimée avec les équations suivantes si l'on prend l'hypothèse que les vitesses de rotation et de translation sont constantes entre elles.

NOTE Le modèle de vitesse de déplacement est tiré du chapitre 5 de THRUN, S., BURGARD, W., and FOX, D. *Probabilistic Robotics*. MIT Press, Cambridge, MA, 2005.

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{1}{2} \frac{(x - x') \cos \theta + (y - y') \sin \theta}{(y - y') \cos \theta - (x - x') \sin \theta} \\ x^* &= \frac{x + x'}{2} + \mu(y - y') \\ y^* &= \frac{y + y'}{2} + \mu(x' - x) \\ r^* &= \sqrt{(x - x^*)^2 + (y - y^*)^2} \\ \Delta \theta &= a \tan 2(y' - y^*, x' - x^*) - a \tan 2(y - y^*, x - x^*) \\ \hat{v} &= \frac{\Delta \theta}{\Delta t} r^* \\ \hat{\omega} &= \frac{\Delta \theta}{\Delta t}\end{aligned}$$

où

x^*, y^* est le centre de l'arc décrivant la courbe entre les positions (mm)

r^* est le rayon de l'arc (mm)

Δt est la différence de temps entre les positions (s).

Seule la vitesse moyenne du robot en trajectoire rectiligne sur sols durs et tapis présente un intérêt. Pour cette raison, il est nécessaire d'extraire uniquement les paires séquentielles de positions à partir du résultat du **suivi visuel du système VTS** qui représente la machine parcourant une trajectoire rectiligne. Pour ce faire, on peut supprimer les paires qui représentent la machine à l'état stationnaire et en rotation.

La machine peut être considérée comme stationnaire (ou en rotation sur le point) lorsque la distance parcourue entre les positions, d , est réduite.

$$d = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2}$$

Les paires de positions doivent donc être rejetées si elles correspondent à l'une des deux conditions suivantes,

$$\begin{aligned}d &\leq 1 \text{ cm} \\ \hat{\omega} &\geq 10^\circ \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

À partir des paires de positions restantes, qui représentent à présent les durées pendant lesquelles le robot se déplace en trajectoire rectiligne, on peut calculer la vitesse moyenne en trajectoire rectiligne.

$$s_{avg,i} = \frac{\sum_{k=1}^n \hat{v}_k}{n}$$

où

n est le nombre de paires de positions restantes après les rejets

$s_{avg,i}$ est la vitesse moyenne du robot pour la i ème **session**.

La vitesse moyenne du robot, s_{avg} , doit donc être calculée de la façon suivante.

$$s_{avg} = \frac{(s_{avg,1} + s_{avg,2} + s_{avg,3})}{3}$$

La vitesse moyenne, s_{avg} , mesurée sur le sol en bois dur est appelée s_{avg_hard} et la vitesse moyenne, s_{avg} , mesurée sur le tapis est appelée s_{avg_carpet} .

9 Instructions d'utilisation

Les instructions d'utilisation du constructeur doivent inclure des informations relatives à l'utilisation de l'appareil et de ses accessoires, le cas échéant, et au nettoyage nécessaire pour garantir une aptitude à la fonction satisfaisante de l'appareil.

Annexe A (informative)

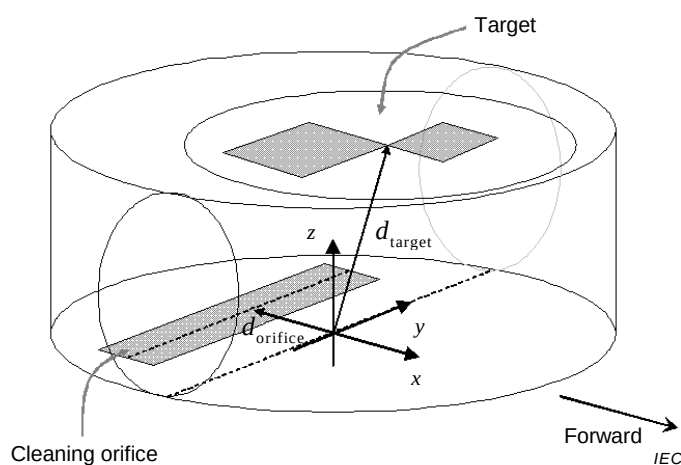
Calcul de la couverture

A.1 Mesures sur le robot

Lorsqu'on utilise le **système de suivi visuel (VTS)**, il convient de centrer le système de coordonnées du robot au milieu de la base de la roue (le point autour duquel le robot tourne lorsqu'il est en rotation sur place) au niveau du sol. Il convient de pointer l'axe x dans la direction du déplacement de la machine. Il convient de pointer l'axe y en direction de la roue gauche (une rotation positive s'effectue dans le sens inverse des aiguilles d'une montre). Il convient de pointer l'axe z au-dessus du sol au travers de la machine. Voir la Figure A.1. Toutes les données de suivi devraient indiquer l'emplacement actuel de ce point en situation réelle.

Il convient de décrire l'orifice de nettoyage par une ligne droite simple qui représente la largeur de l'orifice de nettoyage et qui est alignée sur son centre. On suppose qu'il est situé au niveau du sol. Il convient de donner le décalage entre l'orifice et la position d'origine du robot par le vecteur, d_{orifice} .

Le paramètre-clé pour le **système de suivi visuel VTS** est la position du centre de la cible placé au-dessus du robot. Le décalage entre le centre de la cible et la position d'origine du robot doit être donné par le vecteur, d_{target} .



Légende

Anglais	Français
Target	Cible
Cleaning orifice	Orifice de nettoyage
Forward	Vers l'avant

Figure A.1 – Cadre de coordonnées du robot

A.2 Calcul de la couverture du robot

Une "image" de couverture est créée, avec les mêmes dimensions en pixel que l'image non déformée de la surface dans laquelle le robot est suivi. Si cette opération est effectuée à partir d'images de caméra multiples, l'image de couverture aura des dimensions suffisantes pour couvrir toutes les images une fois qu'elles auront été repositionnées pour s'aligner correctement les unes avec les autres.

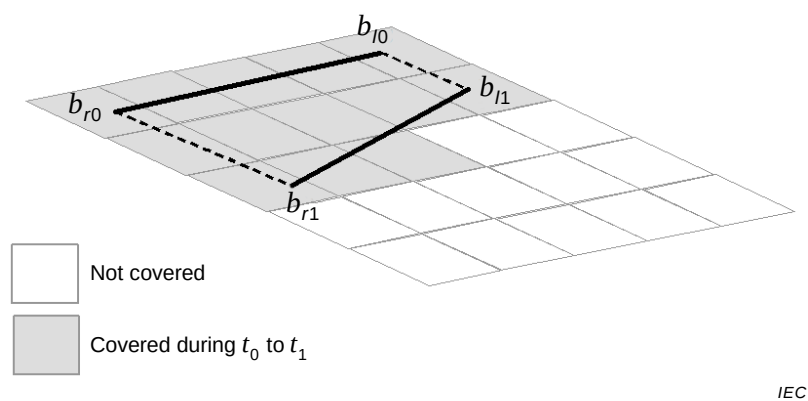
Initialement, toutes les valeurs de pixels dans l'image de couverture sont réglées sur zéro. Tandis que le robot se déplace sur la surface, les valeurs de pixels aux emplacements sur lesquels passe l'orifice de nettoyage sont incrémentées pour chaque passage de la machine. Cela signifie que l'image de couverture peut enregistrer un maximum de 255 passages pour tout emplacement de pixel, en supposant que la profondeur de pixels est de 8 bits.

Les deux extrémités de l'orifice de nettoyage au temps t peuvent être représentées par deux points b_{lt} et b_{rt} .

À un certain point dans le temps, $t = 0$, l'orifice de nettoyage est positionné comme indiqué à la Figure A.2, avec ses extrémités positionnées en b_{l0} et b_{r0} .

Puis le robot se déplace et est capturé dans le cadre d'image suivant, $t = 1$, de manière que la nouvelle position de l'orifice soit définie par b_{l1} et b_{r1} .

Pour calculer la couverture obtenue entre les deux cadres, un quadrilatère est créé pour relier les deux emplacements de l'orifice, comme indiqué à la Figure A.2. Tous les pixels de l'image de couverture s'inscrivant dans ce quadrilatère sont incrémentés pour indiquer un nouveau passage de l'orifice de nettoyage sur eux.

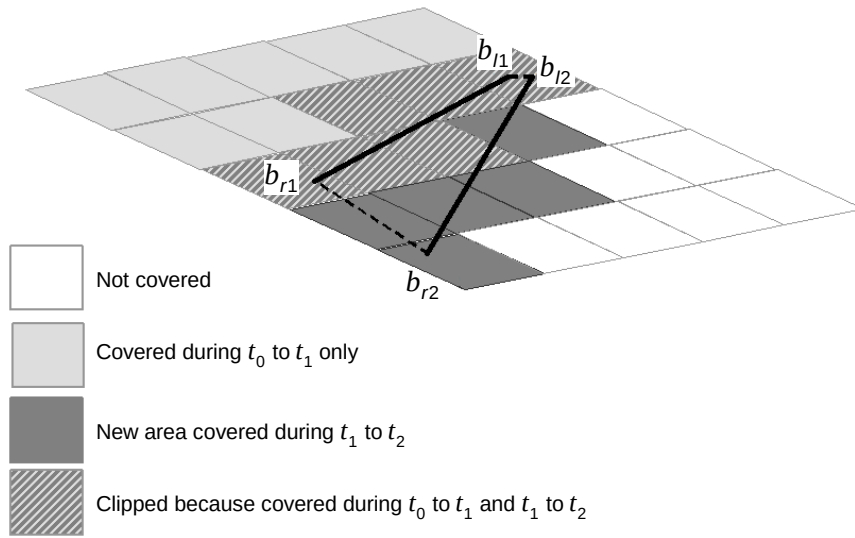


Légende	
Anglais	Français
Not covered	Non couvert
Covered during t_0 to t_1	Couvert de t_0 à t_1

Figure A.2 – Première étape de couverture

Dans l'itération suivante, l'orifice se déplace vers un emplacement défini par b_{l2} et b_{r2} , voir Figure A.3. Un nouveau quadrilatère est créé pour relier cet emplacement à celui défini dans le cadre précédent, b_{l1} et b_{r1} .

Tout d'abord, on compare ce quadrilatère avec celui créé lors de la précédente itération. Tous les pixels superposés sont retirés de ce nouveau quadrilatère. Puis, comme précédemment, tous les pixels dans le quadrilatère nouvellement découpé sont incrémentés dans l'image de couverture. De cette manière, on s'assure que seuls les nouveaux emplacements de pixels sont incrémentés dans l'image de couverture et on évite l'incrémentation continue d'un élément stationnaire de l'orifice de nettoyage.



Légende

Anglais	Français
Not covered	Non couvert
Covered during t_0 to t_1 only	Couvert uniquement de t_0 à t_1
New area covered during t_1 to t_2	Nouvelle surface couverte de t_1 à t_2
Clipped because covered during t_0 to t_1 and t_1 to t_2	Découpé car couvert de t_0 à t_1 et de t_1 à t_2

Figure A.3 – Étape de couverture incrémentale

Ce processus continue de manière à découper chaque nouveau quadrilatère pour supprimer tous les éléments communs avec le cadre précédent, puis les pixels restants sont incrémentés.

Dans le cas où la machine est stationnaire, après le premier cadre, tous les quadrilatères nouvellement créés sont placés exactement au même emplacement que ceux du cadre précédent. Ainsi, l'ensemble du quadrilatère est découpé, aucune nouvelle trajectoire n'est spécifiée et aucun pixel n'est donc incrémenté.

Annexe B (informative)

Mesure de l'aptitude globale à la fonction de nettoyage

Lorsqu'une mesure simple de l'aptitude à la fonction combinant l'aptitude à la fonction de couverture et l'aptitude à la fonction de ramassage de la poussière est exigée, il existe diverses manières de combiner les mesures d'aptitude à la fonction; celles-ci sont illustrées dans ce document. À titre d'exemple, une mesure de l'aptitude à la fonction, appelée mesure de l'aptitude globale à la fonction de nettoyage (P_{cc}), est présentée en tant que guide. L'aptitude globale à la fonction de nettoyage est calculée en utilisant les résultats de mesure de l'aptitude à la fonction de dépoussiérage en trajectoire rectiligne ainsi que les résultats de mesure de l'aptitude à la fonction de navigation autonome/couverture de la façon suivante

$$P_{cc}(t) = \sum_{k=1}^N \{C_k(t) \times P_k\}$$

où

$CCP(t)$ est l'aptitude globale à la fonction de nettoyage au temps t

$C_k(t)$ est le taux moyen de couverture de la surface traversée seulement k fois par la **tête de nettoyage** au temps t ($k = 1, 2, \dots, N$) de l'**essai** de navigation autonome/couverture (en pourcentage). Cette valeur peut être obtenue de la façon suivante (voir 7.5 pour les définitions détaillées)

$$C_1 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij}(t), \quad C_2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij_double}(t), \quad C_3 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij_triple}(t), \quad \dots$$

P_k est le taux de **ramassage** final cumulé pour k **passages** (en pourcentage). Cette valeur provient de l'**essai** de dépoussiérage – trajectoire rectiligne à l'Article 6.

N est le nombre maximal de **passages** de la **tête de nettoyage** pris en compte dans le calcul de l'aptitude globale à la fonction de nettoyage (P_{cc})

NOTE Des valeurs différentes d'aptitude globale à la fonction de nettoyage peuvent être obtenues par des mesures différentes de l'aptitude à la fonction de ramassage, établies grâce à des approches différentes de l'**essai** de ramassage.

L'aptitude globale à la fonction de nettoyage dans le temps, $P_{cc}(t)$, peut être représentée sur un graphique avec une enveloppe du 25^{ème} percentile et du 75^{ème} percentile. La résolution dans le temps et la résolution en pourcentage pour le graphique peuvent être régulées par les conditions répertoriées au 4.9 ou par des conditions similaires.

Bibliographie

IEC 60335-1:2006, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Prescriptions générales*

IEC 60335-2-2:2009, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-2: Exigences particulières pour les aspirateurs et les appareils de nettoyage à aspiration d'eau*

ASTM F2607–08, *Standard test method for measuring the hard surface floor-cleaning ability of household/commercial vacuum cleaners*

THRUN, S., BURGARD, W., and FOX, D. *Probabilistic Robotics*. MIT Press, Cambridge, MA, 2005

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch