

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



E-Transporters –

Part 3-2: Performance test methods for mobility of cargo e-Transporters

e-Transporteurs –

Partie 3-2: Méthodes d'essai de performances pour la mobilité des e-Transporteurs de marchandises



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



E-Transporters –

Part 3-2: Performance test methods for mobility of cargo e-Transporters

e-Transporteurs –

Partie 3-2: Méthodes d'essai de performances pour la mobilité des e-Transporteurs de marchandises

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 43.120

ISBN 978-2-8322-8832-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Test conditions	8
4.1 Overview.....	8
4.2 Environmental conditions	8
4.3 Testing surface condition	8
4.4 Test equipment	9
5 Preparation of CeT for testing.....	9
6 Maximum speed	9
6.1 Test purposes	9
6.2 Test facility	9
6.3 Test procedure.....	10
6.4 Result record	11
7 Maximum climbing angle	11
7.1 Test purposes	11
7.2 Test facility	11
7.3 Test procedure.....	12
7.4 Result record	13
8 Maximum climbing speed.....	14
8.1 Test purposes	14
8.2 Test facility	14
8.3 Test procedure.....	14
8.4 Result record	14
9 Turning characteristics	15
9.1 Test purposes.....	15
9.2 Test facility	15
9.3 Test procedure.....	16
9.4 Result record	17
10 Gap detection	17
10.1 Test purposes	17
10.2 Test facility	18
10.3 Test procedure.....	19
10.4 Result record	19
11 Narrowest passing width.....	20
11.1 Test purposes	20
11.2 Test facility	20
11.3 Test procedure.....	20
11.4 Result record	21
12 Specific object detection.....	22
12.1 Test purposes	22
12.2 Test facility	22
12.3 Test procedure.....	23

12.4	Result record	25
13	Typical object-detection distance	25
13.1	Test purposes	25
13.2	Test facility	25
13.3	Test procedure.....	26
13.4	Result record	26
	Bibliography	28
	Figure 1 – Maximum speed test	10
	Figure 2 – Maximum climbing angle test	12
	Figure 3 –U-turn test.....	15
	Figure 4 – Three-point navigation test.....	16
	Figure 5 – L-turn test	16
	Figure 6 – Gap detection test.....	18
	Figure 7 –The narrowest passing width test	20
	Figure 8 –Specific object detection test.....	23
	Figure 9 – Typical object detecting distance test.....	26
	Table 1 – Maximum speed test record table	11
	Table 2 – Maximum climbing angle test configuration	13
	Table 3 – Maximum climbing angle test record table	13
	Table 4 – Maximum climbing speed test record table	14
	Table 5 – Turning characteristics test record table	17
	Table 6 – Gap detection test record table	19
	Table 7 – Narrowest passing width test record table	21
	Table 8 – Specific objects	22
	Table 9 – Object detection test configuration	24
	Table 10 – Specific object detection test record table	25
	Table 11 – Typical object detecting distance test record table.....	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

E-TRANSPORTERS –

Part 3-2: Performance test methods for mobility of cargo e-Transporters

FOREWORD

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

IEC 63281-3-2 has been prepared by IEC technical committee 125: e-Transporters. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
125/95/FDIS	125/100/RVD

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

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

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

A list of all parts in the IEC 63281 series, published under the general title *e-Transporters*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63281-3-2:2024

INTRODUCTION

At the time of writing of this document, the global market scale of cargo e-Transporters is about US \$ 30 billion, with a wide range of application scenarios, which can meet the needs for short-distance distribution, low-carbon and environmental protection.

However, there is currently no international standard for this kind of product. The mobility of cargo e-Transporters is the key index of their performance, including their maximum speed, maximum climbing angle, maximum climbing speed, turning characteristics, gap detection, narrowest passing width, specific object detection, and typical object detecting distance.

This document specifies the performance criteria and related test methods for cargo e-Transporters.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63281-3-2:2024

E-TRANSPORTERS –

Part 3-2: Performance test methods for mobility of cargo e-Transporters

1 Scope

This document is applicable to electrically powered transport devices for use on public roads or in public spaces and which are primarily designed for transporting cargo ("cargo e-Transporters"). The typical application environment of cargo e-Transporters includes the following: for the purposes of hotels, restaurants, office buildings, hospitals, industrial/recreational parks, public roads, etc.

This document specifies performance criteria and evaluation methods for the mobility of cargo e-Transporters.

This document does not include safety and performance requirements.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 63281-1:2023, *E-Transporters – Part 1: Terminology and classification*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 63281-1 and the following apply.

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

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

3.1

cargo e-Transporter

CeT

e-Transporter that is primarily designed for transporting cargo or goods, or both

[SOURCE: IEC 63281-1:2023, 3.4]

3.2

rated speed

speed that the CeT can achieve in normal operating conditions with rated load without any degradation of performance according to the specification

3.3

rated load

maximum allowed weight of cargo(s) transported by the CeT, as defined by the manufacturer

[SOURCE: IEC 63281-1:2023, 3.14, modified – Replaced the term "e-Transporter" with "CeT" and deleted the content about the person.]

3.4

localization

process of identifying or distinguishing the position of the CeT on the environment map

[SOURCE: IEC 63281-1:2023, 3.21, modified – Replaced the term "e-Transporter" with "CeT".]

3.5

trial

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

4 Test conditions

4.1 Overview

Before testing, the CeT shall be set up and properly warmed up.

The CeT shall be in normal working condition to ensure intended operation during the whole test process.

Unless otherwise specified, the CeT shall be tested at rated speed under rated load.

NOTE "Normal working condition" means the operating condition intended by the manufacturer.

4.2 Environmental conditions

Unless otherwise specified by the manufacturer, all tests shall be performed under the following environmental conditions:

- Relative humidity: (20 to 60) %;
- Temperature: (10 to 30) °C;
- Atmospheric pressure: (86 to 106) kPa;
- Illumination: > 200 lx;
- Wind speed: The average wind speed measured 0,7 m above the ground shall be less than 3 m/s, and the maximum speed of gusts shall be less than 5 m/s.

For the repeatability and reproducibility of tests, avoid changing the environmental conditions during the test and record them in the test results.

4.3 Testing surface condition

In principle, select the severest test ground or slope surface according to the expected use scenario so that it can reflect the most unfavourable condition (such as wooden, ceramic tile floor, concrete or asphalt surface, etc.), and usually the kinetic friction coefficient should be 0,75 to 1,0, unless specified otherwise by the manufacturer.

NOTE The kinetic friction coefficient is in accordance with ISO 7176-13.

4.4 Test equipment

Relative to the specified value or actual value, the accuracy of all control values or measured values should be within the following tolerance range:

- a) Voltage: $\pm 0,2 \%$;
- b) Current: $\pm 1 \%$;
- c) Temperature: $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) Position resolution $\leq 1 \text{ cm}$;
- e) Position accuracy $\leq 1 \text{ cm}$;
- f) Angle resolution $\leq 3^{\circ}$;
- g) Angle accuracy $\leq 5^{\circ}$;
- h) Data sampling frequency $\geq 30 \text{ Hz}$;
- i) Time resolution $\leq 0,01 \text{ s}$;
- j) Time accuracy $\leq 0,02 \text{ s}$.

5 Preparation of CeT for testing

The testing of the CeT shall be as follows:

- a) Adjust CeT to the typical configuration specified by the manufacturer;
- b) Function inspection of the CeT shall be carried out before testing to ensure normal operation;
- c) Before testing the CeT, the battery shall complete at least one charge-discharge cycle. The operation of discharge limit defined by the manufacturer shall be carried out under normal operation according to the manufacturer's instructions;
- d) Before the test of the CeT, the battery shall be fully charged as specified by the manufacturer;
- e) The rated load shall be reasonably and evenly distributed when tested under rated load conditions.

6 Maximum speed

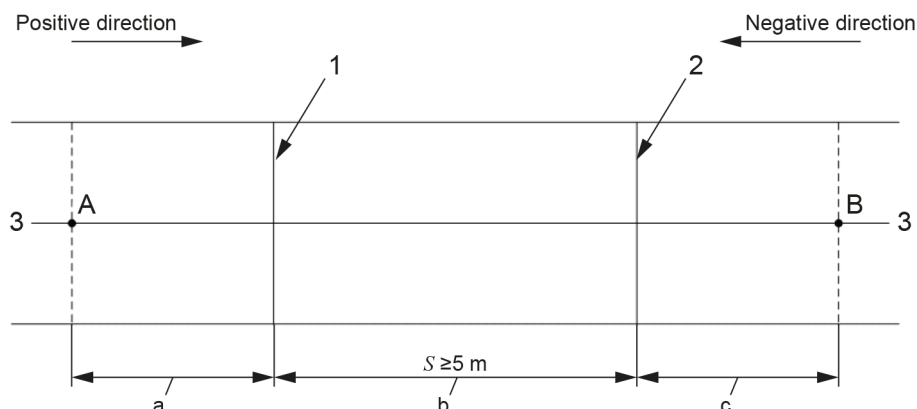
6.1 Test purposes

This test evaluates the maximum allowable driving speed of the CeT under the rated load.

6.2 Test facility

The test shall be conducted on a long straight flat concrete or asphalt surface.

The demonstration of maximum speed test is shown in Figure 1. The length of the measurement section is not less than 5 m, and the width of the measurement section should ensure that the CeT can pass normally. Sufficient space should be reserved at each end of the measurement section for acceleration and deceleration of the CeT.



Key:

A: initial start point (+)

B: initial start point (-)

1: measurement start line (+)/measurement stop line (-)

2: measurement stop line (-)/measurement start line (+)

3: central line

a: acceleration section (+)/deceleration section (-)

b: measurement section

c: deceleration section (+)/acceleration section (-)

Figure 1 – Maximum speed test

6.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) select an initial point in the positive direction and record the length of the measurement section;
- 2) place the CeT with rated load at the initial point;
- 3) the CeT moves from the initial point and shall accelerate to stable speed before reaching the start line;
- 4) the CeT moves along the central line from the start line to the stop line. Record the time of the CeT passing through the measurement section;
- 5) after passing through the stop line, the CeT decelerates to stop. The average speed is calculated according to Formula (1) and is then recorded:

$$V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

where

V is the average speed for each trial, in metres per second (m/s);

S is the length of the measurement section, in metres (m);

t is the passing time for each trial, in seconds (s).

- 6) repeat steps 2) to 5) for three trials. A trial is regarded as a failure and is terminated in advance if the CeT does not reach the stop line or if it deviates from the central line by more than 10 % of the length of the measurement section;

- 7) after three successful trials, select an initial point in the negative direction and repeat the test procedure in steps 2) to 6).
- 8) after three successful trials, the test is terminated. Take the minimum value of average speed in both positive and negative directions as the maximum speed.

6.4 Result record

After the test, fill in the test result in Table 1. The test results shall include information such as the conditions of the concrete or asphalt surface (surface material, kinetic friction coefficient, etc.), and the loading weight of the CeT.

Table 1 – Maximum speed test record table

Length of the measurement section (m)	Loading weight (kg)					
Operating condition	☐ Operated by the human pilot ☐ Autonomous driving without human intervention					
Conditions of the concrete or surface						
Passing time (s)	T_{1+}	t_{2+}	t_{3+}	t_{1-}	t_{2-}	t_{3-}
Average speed (m/s)	V_{1+}	V_{2+}	V_{3+}	V_{1-}	V_{2-}	V_{3-}
Maximum speed (m/s)						

7 Maximum climbing angle

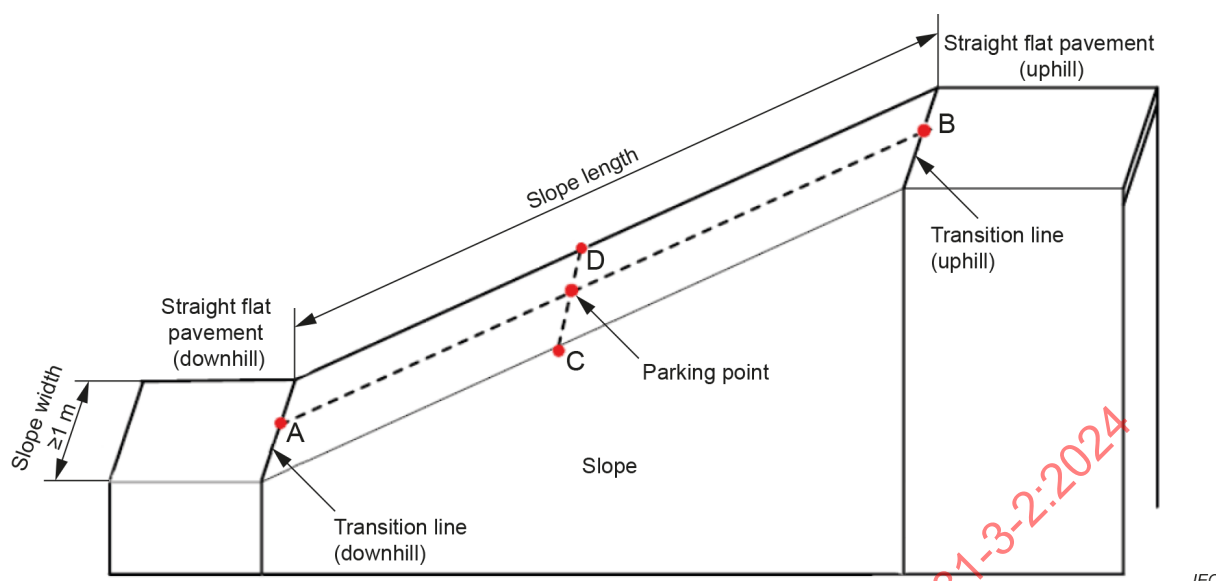
7.1 Test purposes

This test evaluates the maximum climbing angle of a CeT in a specific direction of movement under no load and at rated load.

7.2 Test facility

The test shall be conducted on a slope with adjustable slope angles.

The demonstration of maximum climbing angle test is shown in Figure 2. A straight flat concrete or asphalt surface shall be set before and after the slope. The accuracy of angle adjustment shall be within $\pm 0,5^\circ$. The length of the slope is usually not less than 5 times the length of the CeT to ensure its normal travelling. The width of the slope shall be wide enough such that the CeT can travel laterally on the slope for more than 1 m. Safety guardrails or barriers shall be added on both sides of the slope to prevent the CeT from falling down the slope.



Key:

A to B: a linear path along the length of the slope, connecting the midpoints of the slope on the width of the slope.

C to D: a lateral path along the width of the slope, connecting the midpoints of the slope on the length of the slope.

Parking point: a location on the slope at which the CeT is to be parked during each trial. In principle, it is located at the centre of the slope. If a parking point other than the centre location is selected, its location relative to the slope shall be recorded in the test report.

Figure 2 – Maximum climbing angle test

7.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) select one of the test configurations as specified in Table 2. The initial angle of the test is usually the allowable climbing angle declared by the manufacturer. For test configuration 1, 2, 3 and 4, the initial point is selected on the straight flat concrete or asphalt surface (uphill or downhill, depending on the travelling path), and shall be close to the transition line such that the CeT will not rush uphill or downhill due to inertia. For test configurations 5 and 6, the initial point is selected on the lateral path;
- 2) place the CeT with evenly distributed rated load at the initial point;
- 3) according to the selected test configuration, the CeT moves from the initial point to the parking point following the travelling path and moving direction as in Figure 2;
- 4) after reaching the parking point, the CeT shall be able to park on the slope for at least 30 s;
- 5) the CeT moves along the same travelling path, moving from the parking point to the target point;
- 6) repeat steps 2) to 5) for three trials. In each trial, the CeT shall be able to stop stably after reaching the target point. A trial is regarded as a failure and terminated in advance if the CeT becomes physically unstable (e.g. toppling, tipping over, sliding) or deviates from the travelling path by more than 20 % of the length of the travelling path;
- 7) place the CeT with no load at the initial point and repeat test procedure in steps 3) to 5);
- 8) if the first three trials for the selected slope angle under no load and rated load are all successful, record the selected slope angle. Then increase the slope angle by 1° and repeat the test procedure in steps 2) to 7). Otherwise, decrease the slope angle by 1° and repeat test procedure in steps 2) to 7).
- 9) if the slope angle after adjustment is covered by previous trials, the test under the selected test configuration is terminated. Record the maximum angle under the selected test configuration. Select another test configuration in Table 2 and repeat the test procedure in steps 2) to 8).

- 10) if all the test configurations in Table 2 have been conducted, the test is terminated. Take the minimum value of maximum angles under all test configurations as the maximum climbing angle.

Table 2 – Maximum climbing angle test configuration

Test configuration	Travelling path of the CeT relative to the slope	Moving direction of the CeT
1	Uphill (A to B)	Forward
2	Uphill (A to B)	Backward
3	Downhill (B to A)	Forward
4	Downhill (B to A)	Backward
5	Lateral (C to D)	Forward
6	Lateral (C to D)	Backward
If backward travelling is not applicable due to the motion strategy of the CeT as declared by the manufacturer, then it is not necessary for the CeT to be tested under the associated test configurations (i.e., test configurations 2, 4, 6).		

7.4 Result record

After the test of 7.3, fill in the test result in Table 3. The test results shall include the information which determines climbing ability, such as the conditions of the concrete or asphalt surface and of the slope (surface material, kinetic friction coefficient, etc.), and the loading weight of the CeT.

Table 3 – Maximum climbing angle test record table

Trial No.	Slope angle for each test configuration (°)					
	A to B forward	A to B backward	B to A forward	B to A backward	C to D forward	C to D backward
1						
2						
3						
...						
Maximum slope angle						
Conditions of the concrete or asphalt surface				Loading weight (kg)		
Operating condition	☐ Operated by the human pilot ☐ Autonomous driving without human intervention					
Maximum climbing angle (°)						

8 Maximum climbing speed

8.1 Test purposes

This test is to verify the maximum climbing speed of the CeT under the expected use scenario or the maximum climbing angle declared by the manufacturer. The test in this Clause 8 shall be carried out after the test of Clause 7.

8.2 Test facility

The test shall be conducted on a slope.

The demonstration of maximum climbing speed test is shown in Figure 2. A straight flat concrete or asphalt surface with enough length shall be set before and after the slope to ensure that the CeT can accelerate from static to rated speed and decelerate from rated speed to static. The length of the slope shall not be less than 5 m. Safety guardrails or barriers should be added on both sides of the slope to prevent the CeT from falling down the slope.

8.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) select an initial point on the straight flat concrete or asphalt surface at the downhill position;
- 2) place the CeT with evenly distributed rated load at the initial point;
- 3) the CeT moves from the initial point to the slope and shall accelerate to its rated speed before reaching the transition line of downhill;
- 4) the CeT moves from downhill to uphill. Record the maximum speed during the climbing process;
- 5) after passing the transition line of uphill, the CeT decelerates to stop;
- 6) repeat steps 2) to 5) for three trials. Take the minimum value of the three trials as the maximum climbing speed.

8.4 Result record

After the test of 8.3, fill in the test result in Table 4. The test results shall include information such as the conditions of the concrete or asphalt surface and of the slope (surface material, kinetic friction coefficient, etc.), the angle of the slope, the approach speed and the loading weight of the CeT, the behaviour on the slope (passing the slope smoothly or not), and the climbing speed.

Table 4 – Maximum climbing speed test record table

Trial No.	Approach speed (m/s)	Maximum speed during climbing (m/s)	Angle of the slope (°)	Description of test conditions
1				
2				
3				
Conditions of the concrete or asphalt surface			Loading weight (kg)	
Operating condition		☐ Operated by the human pilot ☐ Autonomous driving without human intervention		
Maximum climbing speed (m/s)				

9 Turning characteristics

9.1 Test purposes

This test is to verify the turning width of the CeT declared by the manufacturer at the specified turning type.

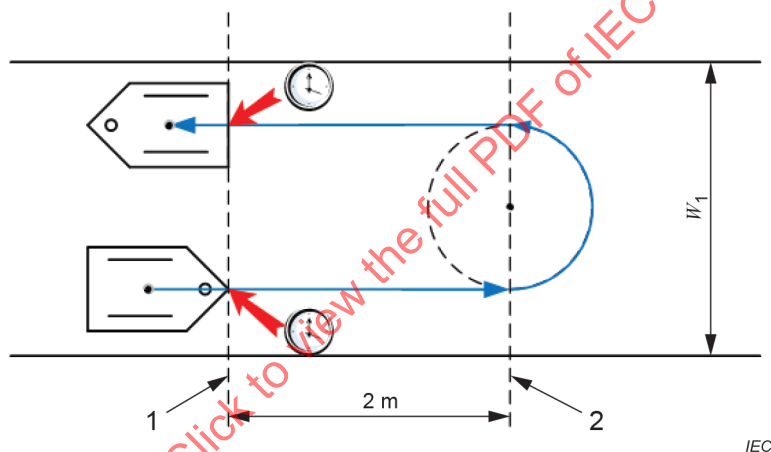
9.2 Test facility

The test shall be conducted on a flat concrete or asphalt surface.

There are three types of turn specified in this test, as follows:

- U-turn, as shown in Figure 3.
- Three-point navigation, as shown in Figure 4.
- L-turn, as shown in Figure 5.

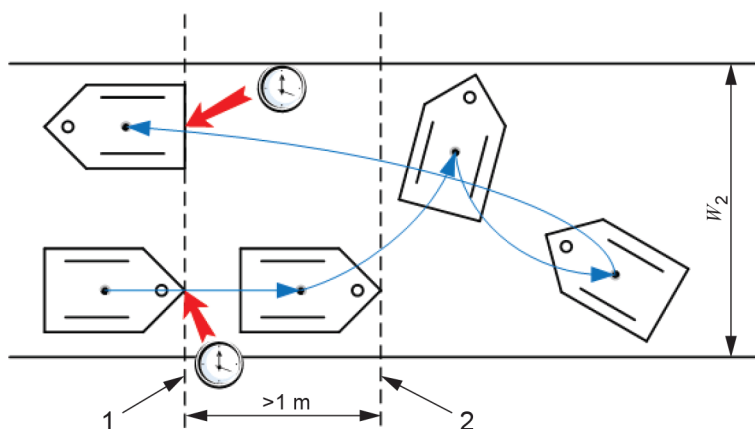
The boundary should be higher than the CeT. If the CeT has an obstacle avoidance system, it should be turned on.



Key:

- 1: start line/stop line which is 2 m away from the line at the centre of the CeT's turning radius
 2: the line at the centre of the CeT's turning radius

Figure 3 –U-turn test

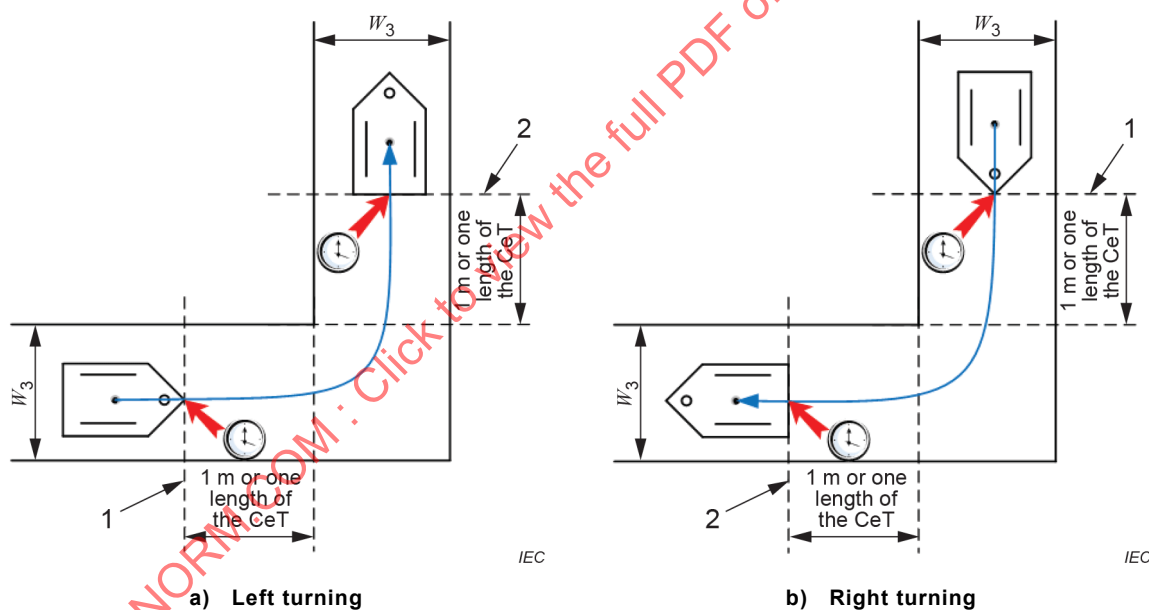


Key:

1: start line/stop line which is more than 1 m from the line where CeT starts to turn

2: the line where CeT starts to turn

Figure 4 – Three-point navigation test



Key:

1: start line which is 1 m or one length of the CeT before arriving the turning point

2: stop line which is 1 m or one length of the CeT after passing the turning point

Figure 5 – L-turn test

9.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) select a turning type and the corresponding parameter W (width of the road) according to the manufacturer's declaration;
- 2) set the start line and stop line for recording the turning time, as shown in Figure 3 to Figure 5;

- 3) select an initial point far enough from the turning point to ensure that the CeT has accelerated to its rated speed before reaching the start line;
- 4) place the CeT with rated load at the initial point;
- 5) the CeT moves from the initial point to the turning point and accelerates to its rated speed. Record the time when the CeT reaches the start line;
- 6) the CeT starts to turn;
- 7) after passing the turn, record the time when the CeT reaches the stop line. During the turning process, the CeT shall not hit the boundary and the turning time shall not be too long, such as over 10 min;
- 8) place the CeT with no load in the initial point and repeat the test procedure 5) to 7);
- 9) select another turning type and repeat test procedure in steps 1) to 8) until all the turning types have been conducted, the test is then terminated.

For CeTs that rotate in situ, it is not necessary to do a U-turn test. The turning width is twice the maximum distance from the centre of motion to the product enclosure.

9.4 Result record

After the test of 9.3, fill in the test result in Table 5. The test results shall include information such as the conditions of the concrete or asphalt surface (surface material, kinetic friction coefficient, etc.), the type of the turn, the turning speed and time, the loading weight and approach speed of the CeT, the behaviour when turning (turning smoothly or not).

Table 5 – Turning characteristics test record table

Turning type	Approach speed (m/s)	Turning width (m)	Turning speed (m/s)	Ground friction	Turning time (s)	Turning smoothly (Yes or no)
U-turn						
Three-point navigation						
L-turn						
Conditions of the concrete or asphalt surface				Loading weight (kg)		
Operating condition		☐ Operated by the human pilot ☐ Autonomous driving without human intervention				

10 Gap detection

10.1 Test purposes

This test evaluates the capability of the CeT to detect an open edge on its travelling surface and to create a new by-pass route by moving itself through the open edge autonomously.

If the CeT is not fitted with such a function, then this test is not required. Record this observation in the test report.

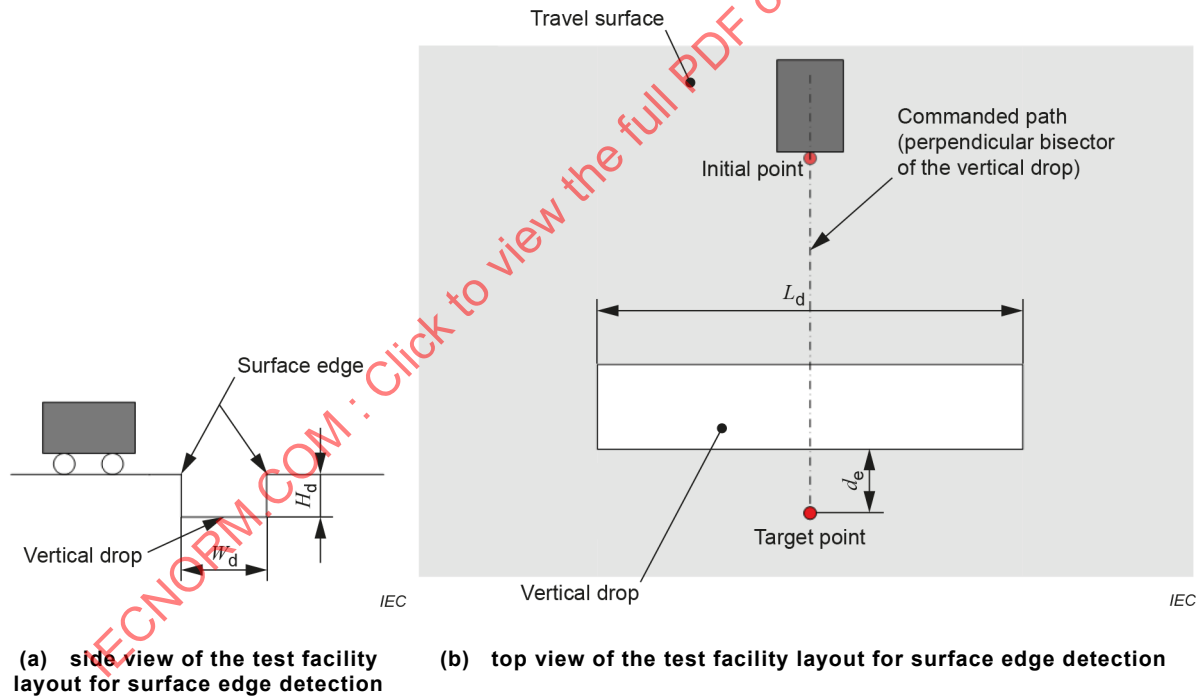
10.2 Test facility

The test shall be conducted on a flat concrete or asphalt surface with a vertical drop.

The demonstration of gap detection test is shown in Figure 6. The height of the vertical drop H_d shall be sufficiently high so that the difference in height can be detected by the surface edge detection function and it should be higher than $1/2$ of the diameter of the largest wheel of the CeT, $D_{\max}$. The width of the vertical drop W_d shall be sufficiently wide so that the CeT will not simply travel over the vertical drop and it should be greater than $D_{\max}$. The length of the vertical drop L_d shall be at least three times the length of the CeT. The distance between the surface edge and the target point d_e shall be at least the length of the CeT.

The travel surface should be a flat surface, and there shall be no guardrails, objects or the like added within or around it to ensure that the obstacle avoidance function is not triggered. However, assistive test equipment may be added for normal activation of the CeT's surface edge-detection function.

It is understood that some edge-detection technologies require additional accommodations of facility in the operating environment, e.g., landmarks. Therefore, if those types of technology are clearly indicated in the CeT's technical document, then additional accommodations of the test facility are permitted.



Key:

H_d height of vertical drop

W_d width of vertical drop

L_d length of vertical drop

d_e distance between the target point and the surface edge

Figure 6 – Gap detection test

10.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) select an initial point on the travel surface along the commanded path which is the perpendicular bisector of the vertical drop and a target point on the opposite of the vertical drop as indicated in Figure 6 b));
- 2) place the CeT with rated load at the initial point;
- 3) the CeT moves along the commanded path from the initial point to the target point and shall accelerate to the speed defined by the manufacturer before detecting the surface edge. Record the time when the CeT starts moving;

NOTE Permitted speeds can vary due to different safety policies (e.g., speed limits) of the operating environment.

- 4) the CeT shall detect the surface edge and then reach the target point within 5 min by adjusting the path autonomously or calling the manual control.
- 5) Repeat steps 2) to 4) for three trials. For each trial, the CeT shall retreat and/or change its travelling direction when approaching the surface edge. A trial is regarded as a failure and terminated in advance if the CeT becomes physically unstable (e.g. dropping from the edge, floating of wheels from the edge, hanging over the gap);
- 6) if the first three trials are all successful, the test is considered to pass; otherwise, the test is considered failed. If the CeT is also fitted with a backward driving mode, then repeat test procedure steps 2) to 5) under the backward driving mode.

10.4 Result record

After the test of 10.3, fill in the test result in Table 6. The test results shall include information such as the conditions of the concrete or asphalt surface (surface material, kinetic friction coefficient, ambient lightening, etc.), the parameter of the vertical drop, the loading weight and approach speed of the CeT, the time to reach the target point and the behaviour when approaching the surface edges (stop, retreating or changing travel direction).

Any failure trial shall be stated in the test report. Failure cases include:

- The CeT fails to detect the gap and falls into the gap.
- The CeT fails to arrive at the target point in 5 min.

Table 6 – Gap detection test record table

Trial No.	Approach speed (m/s)	Behaviour of CeT	Time to reach the target point
1		☐ Fall in the gap ☐ Stop before the gap ☐ Retreating or changing travel direction	
2		☐ Fall in the gap ☐ Stop before the gap ☐ Retreating or changing travel direction	
3		☐ Fall in the gap ☐ Stop before the gap ☐ Retreating or changing travel direction	
Conditions of the concrete or asphalt surface		Loading weight (kg)	
Operating condition	☐ Operated by the human pilot ☐ Autonomous driving without human intervention		

11 Narrowest passing width

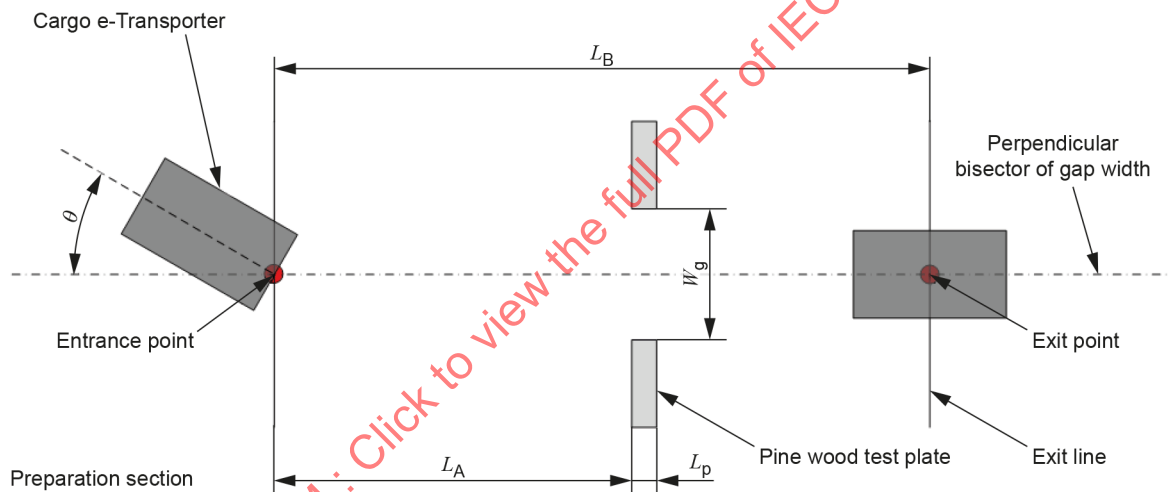
11.1 Test purposes

This test evaluates the narrowest width of a gap that the CeT is required to pass through smoothly when operating in autonomous mode.

11.2 Test facility

The test shall be conducted on a flat concrete or asphalt surface with a gap and the width of the gap shall be adjustable.

The demonstration of the narrowest passing width test is shown in Figure 7. The length of the test section L_B shall be set as 5 m. Two identical pine wood test plates resembling walls shall be arranged as shown in Figure 7. The distance between two plates can be adjusted so that the width of the gap W_g is the value specified by the manufacturer. The thickness of the plates L_p shall be $110 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ with a height greater than that of the CeT. The length of the entrance section L_A shall be set as 3 m.



IEC

Key:

L_B length of test section

L_A length of entrance section

W_g width of the gap formed by two test plates

L_p thickness of the test plate

θ entrance angle relative to the perpendicular bisector of gap width

Figure 7 –The narrowest passing width test

11.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) Select the width of the gap W_g according to the manufacturer's declaration and fix or support two test plates after adjustment to prevent falling;

- 2) Place the CeT with rated load at the entrance point as indicated in Figure 7. The facing of the CeT shall be adjusted according to the entrance angle θ as specified in Table 7 with a tolerance of $\pm 1^\circ$;

NOTE 1 Angles measured in counter-clockwise direction relative to the perpendicular bisector are positive.

- 3) The CeT moves from the entrance point in autonomous mode and accelerates to the speed defined by manufacturer before passing through the gap. The object detection function shall remain activated during the test. Record the time when the CeT starts moving;

NOTE 2 Depending on its driving function, it is possible that the CeT will not reach its rated speed.

- 4) The CeT shall pass through the gap and reach the exit point as indicated in Figure 7. Stop recording the time when any part of the CeT passes the exit line which crosses the exit point and is vertical to the perpendicular bisector of gap width. The total time used shall be recorded;

NOTE 3 The CeT can approach the exit point from different angles after passing the gap.

- 5) Repeat steps 2) to 4) for three trials. For each trial, the CeT shall not collide with the test plates when passing through the gap. A trial is regarded as a failure and terminated in advance if the CeT comes to an unexpected stop, or collides with the test plates, or cannot reach the exit point within 3 min;
- 6) If the first three trials for the selected entrance angle are all successful, the test under the selected entrance angle is considered to have been passed; otherwise, the test is considered to have been failed;
- 7) Select another entrance angle and repeat test procedure in steps 2) to 6) until all the entrance angles in Table 7 have been conducted; the test is then terminated.

11.4 Result record

After the test of 11.3, fill in the test result in Table 7. The test results shall include information such as the conditions of the concrete or asphalt surface (surface material, kinetic friction coefficient, ambient lightening, etc.), the gap width W_g , the loading weight of the CeT, the time to reach the exit point and the behaviour starting from different entrance angles.

Table 7 – Narrowest passing width test record table

Behaviours of the CeT starting from different entrance angles					
Trial No.	-30°	-15°	0°	15°	30°
1					
2					
3					
Result	☐ pass ☐ fail	☐ pass ☐ fail	☐ pass ☐ fail	☐ pass ☐ fail	☐ pass ☐ fail
Conditions of the concrete or asphalt surface				Loading weight (kg)	
Operating condition	☐ Operated by the human pilot ☐ Autonomous driving without human intervention				
The following are typical possible behaviours of the CeT during the trial: Behaviour 1: The CeT passes the gap smoothly without colliding with the plates and reaches the exit point within 3 min. In this case, the total time used shall be reported; Behaviour 2: The CeT comes to an unexpected stop; Behaviour 3: The CeT collides with the plates; Behaviour 4: The CeT cannot reach the exit point within 3 min. In this case, detailed descriptions about this behaviour shall be reported, e.g., CeT becomes stuck in the gap. Behaviours other than those listed above shall be reported in detail.					

12 Specific object detection

12.1 Test purposes

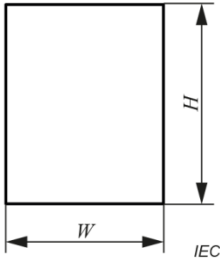
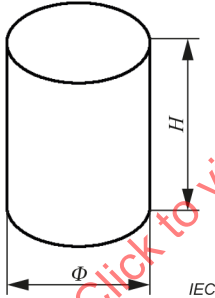
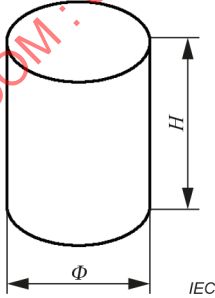
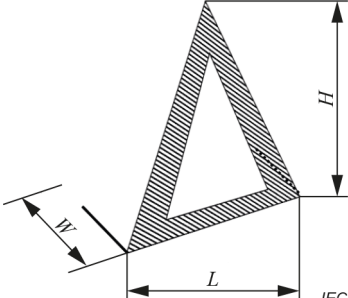
This test evaluates the ability of the CeT to function for specific object detection with static or dynamic objects by stopping or avoiding such objects.

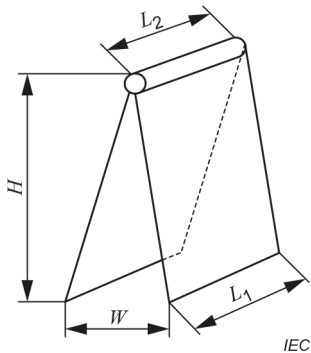
12.2 Test facility

The test shall be conducted on a flat concrete or asphalt surface with objects.

The specific objects specification used in the test are shown in Table 8.

Table 8 – Specific objects

Objects	Geometric shape	Description
Wall		Flat panel, simulated wall (including pine boards and colourless glass with a transparency of more than 80 %) Height H : 1 500 mm Width W : 1 000 mm
Large cylinder		Large cylinder, simulating human torso (grey surface, diffuse reflectance value 27 % to 33 %) Height H : 600 mm Diameter Φ : 200 mm If the CeT is equipped with ultrasonic sensors, the cylinder should be wrapped in a cloth material with reflectance between 5 % to 10 % using black felt or coarse fabric
Small cylinder		Small cylinder, simulating human arms or legs (grey surface, diffuse reflectance value is 27 % to 33 %) Height H : 400 mm Diameter Φ : 70 mm If the CeT is equipped with ultrasonic sensors, the cylinder should be wrapped in a cloth material with reflectance between 5 % to 10 % using black felt or coarse fabric
Tripod		Tripod, the brightness coefficient shall not be less than 30 % Length L : 420 mm Width W : 420 mm Height H : 420 mm

Objects	Geometric shape	Description
Warning sign		Length L_1: 300 mm Length L_2: 200 mm Width W: 380 mm Height H: 610 mm
For indoor CeTs, it is not necessary to assess the tripod. For CeTs used in the park, it is not necessary to assess the tripod. For CeTs for use on the road, it is not necessary to assess warning signs. Tripod warning signs should be in accordance with Annex 3 of UN R27 Warning triangles. In some countries cylinder objects may give different sizes, such as in Japan, the cylinder size will be H:0,8 m and D:30 cm, H:1 m and D:30 cm, H:1,2 m and D:30 cm,		

The demonstration of specific object detection test is shown in Figure 8. The test area shall be large enough and the distance between the initial point P_1 and the target point P_2 is not less than 9 times length of the CeT (the length along the direction of movement). There shall be no obstructions between the CeT and objects, and no marks on the walls of the test area.

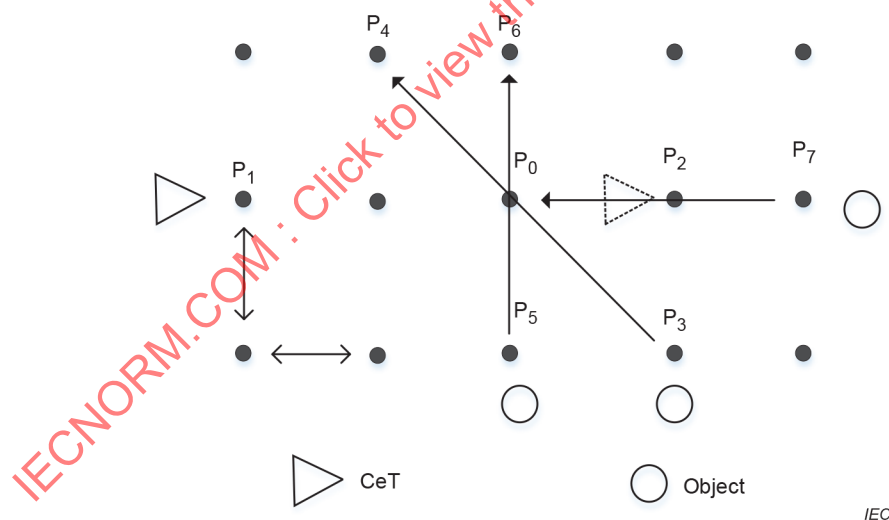


Figure 8 –Specific object detection test

12.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) Select one of the test configurations as specified in Table 9. Select an initial point P_1 and a target point P_2 on the concrete or asphalt surface as indicated in Figure 8;
- 2) Place the CeT with rated load in the initial point after preparing for navigation (map building, etc.) according to the manual;
- 3) According to the selected test configuration, the CeT moves from the initial point P_1 to the target point P_2 in the automatic mode;

- 4) Repeat test steps 2) to 3) with three trials. For each trial, the CeT shall move from P_1 to P_2 without colliding with the object. A trial is regarded as a failure, and terminated in advance if the CeT does not reach the target point P_2 or hits the object during the movement;
- 5) If the first three trials for the test configuration are all successful, the test under the selected test configuration is considered to have been passed; otherwise, the test is considered to have been failed;
- 6) Select another test configuration and repeat test procedure in steps 2) to 5) until all the test configurations in Table 9 have been conducted; the test is then terminated.

During the test configurations 1 to 4, if the CeT does not have the function of circumventing objects when it encounters an object and stops running, remove the object.

During the test configurations 5 to 10, the initial point of the object can be adjusted along the straight path to ensure that the object and the CeT reach the point P_0 at the same time.

When the CeT reaches the target point P_2 , it shall stop.

Table 9 – Object detection test configuration

Test configuration	Using objects	Object location or movement route	Moving speed of objects m/s	Mobile route of CeT
1	Wall	P_0	0	P_1 to P_2
2	☐ Tripod ☐ Warning sign	P_0	0	P_1 to P_2
3	Big cylinder	P_0	0	P_1 to P_2
4	Small cylinder	P_0	0	P_1 to P_2
5	Big cylinder	P_3 to P_4	1,6	P_1 to P_2
6	Small cylinder	P_3 to P_4	1,6	P_1 to P_2
7	Big cylinder	P_5 to P_6	1,6	P_1 to P_2
8	Small cylinder	P_5 to P_6	1,6	P_1 to P_2
9	Big cylinder	P_7 to P_0	1,6	P_1 to P_2
10	Small cylinder	P_7 to P_0	1,6	P_1 to P_2
In test configuration 1, the wall is placed vertically, and the long side is facing the CeT. In test configuration 2, the CeT shall be tested separately in each of the arrangements of the tripod and warning sign objects specified below: – with the front of the tripod or warning sign object facing the CeT; and – with the side of the tripod or warning sign object facing the CeT. In test configuration 3, the large cylinder is lying on its side, and the long side is facing the CeT. In test configuration 4, the small cylinder is placed vertically. In test configuration 5 to test configuration 10, the large cylinders move vertically at the height of 0,5 m from the ground, while small cylinders move vertically from the ground.				

12.4 Result record

After the test of 12.3, fill in the test result in Table 10. The test results shall include information such as the detailed description of the object (material, size, colour, etc.), the loading weight and operating time of the CeT, the behaviour when facing objects.

Table 10 – Specific object detection test record table

Test configuration	Using objects	Size, material and colour of the object	Hits an object? (yes or no)			Reached P2? (yes or no)			Operating time (s)			Is the test successfully passed? (yes or no)
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Wall											
2	☐ Tripod ☐ Warning sign											
3	Big cylinder											
4	Small cylinder											
5	Big cylinder											
6	Small cylinder											
7	Big cylinder											
8	Small cylinder											
9	Big cylinder											
10	Small cylinder											

In test configuration 2, the tripod is rotated 90° facing or horizontal to the CeT. It is not necessary for indoor CeTs to be assessed with the tripod and it is not necessary for CeTs for use in the parks and on the road to be assessed with warning signs.

13 Typical object-detection distance

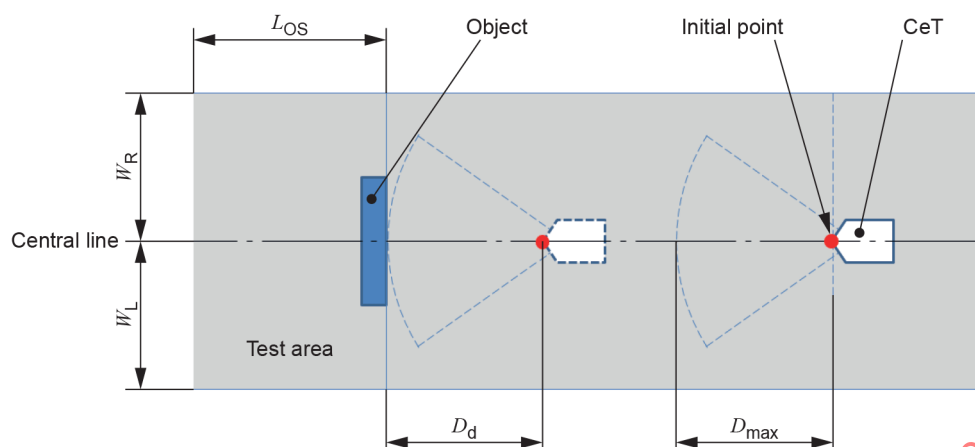
13.1 Test purposes

This test evaluates the distance at which a CeT can detect a typical object using an object-detection function. Object-detection distance refers to the distance between the position at which the CeT can detect an object and the object itself when the CeT encounters an intended object by the manufacturer.

13.2 Test facility

The test shall be conducted on a flat concrete or asphalt surface with objects.

The demonstration of typical object detecting distance test is shown in Figure 9. The test area shall be sufficiently wide and flat with no other objects (e.g. walls or fixtures of the test facility) within 120 % of the specified maximum object detection distance of the CeT's object detection sensor. Therefore, the minimum width of test area from the central line W_L and W_R , and the minimum length of test area from the object surface L_{OS} shall be greater than 1,2 times the maximum object detection distance of the CeT D_{max} . The object shall be arranged as shown in Figure 9 such that it can be bisected vertically by the centre line.



Key:

W_L minimum width of test area from central line to the left side.

W_R minimum width of test area from central line to the right side.

L_{os} minimum length of test area from object surface to the left side.

D_{max} maximum object-detection distance of the CeT.

D_d object-detecting distance of the CeT.

Figure 9 – Typical object detecting distance test

13.3 Test procedure

The test steps are as follows:

- 1) Select an object from Table 8 or according to the manufacturer's declaration;
- 2) Select an initial point on the central line away from the object;
- 3) Place the CeT with rated load at the initial point;
- 4) The CeT moves from the initial point to the object in the automatic mode and shall accelerate to its rated speed before detecting the object;
- 5) The CeT detects the object and responds. Measure the point at which the CeT emits a signal that it has detected the object. If the signal from the CeT cannot be received at the point where the object was detected, it can be evaluated at the point where the CeT automatically stopped. Alternatively, the diversion motion of the CeT (e.g. change in steering angle of the steering wheel or turning motion of the CeT body) may be evaluated by the change in motion of the non-contact device;
- 6) Repeat steps 3) to 5) for three trials. For each trial, the CeT shall not exceed the specified safe stop distance or make contact with the object. Take the average distance measured in the three trials as the object-detecting distance.

13.4 Result record

After the test of 13.3, fill in the test result in Table 11. The test results shall include information such as the detailed description of the object (material, size, colour, etc.), the conditions of the concrete or asphalt surface (surface material, kinetic friction coefficient, etc.), the loading weight and approach speed of the CeT, the behaviour of the CeT when detecting an object (stops in front of the object or avoids the object).

Table 11 – Typical object detecting distance test record table

Trial No.	Approach speed (m/s)	Distance (mm)	Object detection verification methods	Description of test conditions
1			☐ Reception of signal ☐ Measurement by stop point ☐ Detection of object avoidance motion	
2				
3				
Conditions of the concrete or asphalt surface			Loading weight (kg)	
Object detecting distance (mm)				

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63281-3-2:2024

Bibliography

ISO 7176-13:1989, *Wheelchairs – Part 13: Determination of coefficient of friction of test surfaces*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63281-3-2:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63281-3-2:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	32
INTRODUCTION.....	34
1 Domaine d'application	35
2 Références normatives	35
3 Termes et définitions	35
4 Conditions d'essai	36
4.1 Vue d'ensemble	36
4.2 Conditions d'environnement	36
4.3 Condition de surface d'essai	36
4.4 Équipement d'essai.....	37
5 Préparation du CeT pour les essais	37
6 Vitesse maximale	37
6.1 Objectifs de l'essai.....	37
6.2 Installation d'essai	37
6.3 Procédure d'essai	38
6.4 Enregistrement du résultat	39
7 Angle de montée maximal.....	39
7.1 Objectifs de l'essai.....	39
7.2 Installation d'essai	39
7.3 Procédure d'essai	40
7.4 Enregistrement du résultat	41
8 Vitesse de montée maximale	42
8.1 Objectifs de l'essai.....	42
8.2 Installation d'essai	42
8.3 Procédure d'essai	42
8.4 Enregistrement du résultat	42
9 Caractéristiques de giration	43
9.1 Objectifs de l'essai.....	43
9.2 Installation d'essai	43
9.3 Procédure d'essai	45
9.4 Enregistrement du résultat	46
10 Détection d'espace	46
10.1 Objectifs de l'essai.....	46
10.2 Installation d'essai	46
10.3 Procédure d'essai	47
10.4 Enregistrement du résultat	48
11 Largeur de passage la plus étroite	48
11.1 Objectifs de l'essai.....	48
11.2 Installation d'essai	49
11.3 Procédure d'essai	49
11.4 Enregistrement du résultat	50
12 Détection d'objets spécifiques	51
12.1 Objectifs de l'essai.....	51
12.2 Installation d'essai	51
12.3 Procédure d'essai	52

12.4	Enregistrement du résultat	54
13	Distance de détection d'objets types	54
13.1	Objectifs de l'essai	54
13.2	Installation d'essai	54
13.3	Procédure d'essai	55
13.4	Enregistrement du résultat	55
	Bibliographie	57
	Figure 1 – Essai de vitesse maximale	38
	Figure 2 – Essai d'angle de montée maximal	40
	Figure 3 – Essai de giration en U	44
	Figure 4 – Essai de navigation en trois points	44
	Figure 5 – Essai de giration en U	45
	Figure 6 – Essai de détection d'espace	47
	Figure 7 – Démonstration de l'essai de largeur de passage la plus étroite	49
	Figure 8 – Essai de détection d'objets spécifiques	52
	Figure 9 – Essai de distance de détection d'objets types	55
	Tableau 1 – Tableau d'enregistrement de l'essai de vitesse maximale	39
	Tableau 2 – Configuration de l'essai d'angle de montée maximal	41
	Tableau 3 – Tableau d'enregistrement de l'essai d'angle de montée maximal	41
	Tableau 4 – Tableau d'enregistrement de l'essai de la vitesse de montée maximale	43
	Tableau 5 – Tableau d'enregistrement de l'essai des caractéristiques de giration	46
	Tableau 6 – Tableau d'enregistrement de l'essai de détection d'espace	48
	Tableau 7 – Tableau d'enregistrement de l'essai de largeur de passage la plus étroite	50
	Tableau 8 – Objets spécifiques	51
	Tableau 9 – Configuration de l'essai de détection d'objets	53
	Tableau 10 – Tableau d'enregistrement de l'essai de détection d'objets spécifiques	54
	Tableau 11 – Tableau d'enregistrement de l'essai de distance de détection d'objets types	56

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

E-TRANSPORTEURS –

**Partie 3-2: Méthodes d'essai de performances pour
la mobilité des e-Transporteurs de marchandises**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 63281-3-2 a été établie par le comité d'études 125 de l'IEC: e-Transporteurs. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
125/95/FDIS	125/100/RVD

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

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63281, publiées sous le titre général *e-Transporteurs*, peut être consultée sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site Web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera:

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document 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

Au moment de la rédaction du présent document, le marché mondial des e-Transporteurs de marchandises s'élève à environ 30 milliards de dollars US, avec des scénarios d'application étendus, qui peuvent répondre aux besoins de la distribution à courte distance, d'une faible empreinte carbone et de la protection de l'environnement.

Cependant, il n'existe actuellement aucune Norme internationale pour ce type de produits. La mobilité des e-Transporteurs de marchandises est l'indice clé de leurs performances, ce qui comprend leur vitesse maximale, leur angle de montée maximal, leur vitesse de montée maximale, leurs caractéristiques de giration, la détection d'espace, la largeur de passage la plus étroite, la détection d'objets spécifiques et la distance de détection d'objets types.

Le présent document spécifie les critères de performances et les méthodes d'essai connexes pour les e-Transporteurs de marchandises.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63281-3-2:2024

E-TRANSPORTEURS –

Partie 3-2: Méthodes d'essai de performances pour la mobilité des e-Transporteurs de marchandises

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux dispositifs de transport alimentés électriquement destinés à être utilisés sur la voie publique ou dans les espaces publics et qui sont principalement conçus pour le transport de marchandises ("e-Transporteurs de marchandises"). L'environnement d'application type des e-Transporteurs de marchandises comprend les hôtels, les restaurants, les immeubles de bureaux, les hôpitaux, les parcs industriels/de loisirs, les voies publiques, etc.

Le présent document spécifie les critères de performances et les méthodes d'évaluation pour la mobilité des e-Transporteurs de marchandises.

Le présent document n'inclut pas d'exigences de sécurité et de performances.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 63281-1:2023, *E-Transporteurs – Partie 1: Terminologie et classification*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 63281-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

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

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

3.1

e-Transporteur de marchandises

CeT

e-Transporteur principalement conçu pour le transport de marchandises ou de biens, ou les deux

[SOURCE: IEC 63281-1:2023, 3.4]

3.2

vitesse assignée

vitesse que le CeT peut atteindre dans des conditions de fonctionnement normales avec une charge assignée sans dégradation des performances par rapport à la spécification

3.3

charge assignée

poids maximal autorisé du ou des marchandises transportées par le CeT, tel que cela est défini par le fabricant

[SOURCE: IEC 63281-1:2023, 3.14, modifié: remplacement du terme "e-Transporteur" par "CeT" et suppression du contenu concernant les personnes]

3.4

localisation

processus d'identification ou de distinction de la position du CeT sur la carte d'environnement

[SOURCE: IEC 63281-1:2023, 3.21, modifié: remplacement du terme "e-Transporteur" par "CeT"]

3.5

séquence (d'essai)

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

4 Conditions d'essai

4.1 Vue d'ensemble

Avant l'essai, le CeT doit être installé et correctement réchauffé.

Le CeT doit être en condition de fonctionnement normal pour assurer le fonctionnement prévu pendant l'ensemble du processus d'essai.

Sauf spécification contraire, le CeT doit être soumis à essai à la vitesse assignée et avec une charge assignée.

NOTE L'expression "condition de fonctionnement normal" désigne la condition de fonctionnement prévue par le fabricant.

4.2 Conditions d'environnement

Sauf spécification contraire du fabricant, tous les essais doivent être réalisés dans les conditions environnementales suivantes:

- humidité relative: (20 à 60) %;
- température: (10 à 30) °C;
- pression atmosphérique: (86 à 106) kPa;
- éclairage: > 200 lx;
- vitesse du vent: la vitesse moyenne du vent mesurée à 0,7 m au-dessus du sol doit être inférieure à 3 m/s, et la vitesse maximale des rafales doit être inférieure à 5 m/s.

Pour la répétabilité et la reproductibilité de l'essai, éviter de modifier les conditions d'environnement pendant l'essai et les consigner dans les résultats d'essai.

4.3 Condition de surface d'essai

En principe, choisir la surface d'essai du sol ou de la pente la plus sévère en fonction du scénario d'utilisation prévu, de sorte qu'elle puisse refléter la condition la plus défavorable (comme un sol en bois, en carreaux de céramique, une surface en béton ou en asphalte, etc.), et il convient généralement que le coefficient de friction cinétique soit compris entre 0,75 et 1,0, sauf spécification contraire du fabricant.

NOTE Le coefficient de friction cinétique est conforme à l'ISO 7176-13.

4.4 Équipement d'essai

Par rapport à la valeur spécifiée ou à la valeur réelle, il convient que la précision de toutes les valeurs de commande ou de toutes les valeurs mesurées se situe dans la plage de tolérances suivante:

- a) tension: $\pm 0,2 \%$;
- b) courant: $\pm 1 \%$;
- c) température: $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) résolution de position: $\leq 1 \text{ cm}$;
- e) précision de position: $\leq 1 \text{ cm}$;
- f) résolution d'angle: ≤ 3 ;
- g) précision d'angle: ≤ 5 ;
- h) fréquence d'échantillonnage des données: $\geq 30 \text{ Hz}$;
- i) résolution temporelle: $\leq 0,01 \text{ s}$;
- j) précision temporelle: $\leq 0,02 \text{ s}$.

5 Préparation du CeT pour les essais

Les essais du CeT doivent être comme suit:

- a) ajuster le CeT à la configuration type spécifiée par le fabricant;
- b) le contrôle de fonction du CeT doit être effectué avant l'essai pour assurer un fonctionnement normal;
- c) avant de soumettre le CeT à essai, la batterie doit terminer au moins un cycle de charge-décharge. Le fonctionnement de la limite de décharge définie par le fabricant doit être effectué en fonctionnement normal conformément aux instructions du fabricant;
- d) avant l'essai du CeT, la batterie doit être complètement chargée comme cela est spécifié par le fabricant;
- e) la charge assignée doit être répartie de manière raisonnable et uniforme lors d'une mise à l'essai dans des conditions de charge assignée.

6 Vitesse maximale

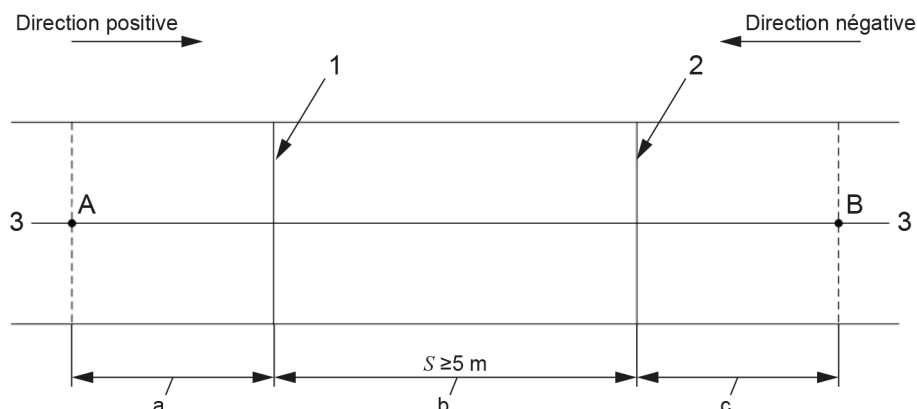
6.1 Objectifs de l'essai

Cet essai évalue la vitesse de conduite admissible maximale du CeT sous la charge assignée.

6.2 Installation d'essai

L'essai doit être réalisé sur une surface plane, droite et longue, en béton ou en asphalte.

La démonstration de l'essai de la vitesse maximale est représentée à la Figure 1. La longueur de la section de mesure n'est pas inférieure à 5 m, et il convient que la largeur de la section de mesure assure au CeT de pouvoir passer normalement. Il convient de réserver un espace suffisant à chaque extrémité de la section de mesure pour l'accélération et la décélération du CeT.



Légende:

- A: point de départ initial (+)
- B: point de départ initial (–)
- 1: ligne de départ de mesure (+)/ligne d'arrêt de mesure (–)
- 2: ligne d'arrêt de mesure (–)/ligne de départ de mesure (+)
- 3: ligne centrale
- a: section d'accélération (+)/section de décélération (–)
- b: section de mesure
- c: section de décélération (+)/section d'accélération (–)

Figure 1 – Essai de vitesse maximale

6.3 Procédure d'essai

Les étapes d'essai sont les suivantes:

- 1) choisir un point initial en sens positif et consigner la longueur de la section de mesure;
- 2) placer le CeT avec sa charge assignée au point initial;
- 3) le CeT se déplace depuis le point initial et doit accélérer jusqu'à une vitesse stable avant d'atteindre la ligne de départ;
- 4) le CeT se déplace le long de la ligne centrale depuis la ligne de départ jusqu'à la ligne d'arrêt. Consigner la durée nécessaire au CeT pour traverser la section de mesure;
- 5) après avoir franchi la ligne d'arrêt, le CeT décélère jusqu'à l'arrêt. La vitesse moyenne est calculée conformément à la Formule (1), puis elle est enregistrée:

$$V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

où

V est la vitesse moyenne pour chaque séquence d'essai, en mètres par seconde (m/s);

S est la longueur de la section de mesure en mètres (m);

t est le temps de passage pour chaque séquence d'essai, en secondes (s).

- 6) répéter les étapes 2) à 5) pour trois séquences d'essai. Une séquence d'essai est considérée comme un échec et interrompue prématurément si le CeT n'atteint pas la ligne d'arrêt ou s'écarte de la ligne centrale de plus de 10 % de la longueur de la section de mesure;

- 7) après trois séquences d'essai réussies, choisir un point initial en sens négatif et répéter les étapes 2) à 6) de la procédure d'essai;
- 8) après trois séquences d'essai réussies, l'essai est terminé. Prendre la valeur minimale de la vitesse moyenne en sens positif et négatif comme vitesse maximale.

6.4 Enregistrement du résultat

Après l'essai, consigner le résultat de l'essai dans le Tableau 1. Les résultats de l'essai doivent inclure des informations telles que les conditions de la surface en béton ou en asphalte (matériau de surface, coefficient de friction cinétique, etc.) et le poids du chargement du CeT.

Tableau 1 – Tableau d'enregistrement de l'essai de vitesse maximale

Longueur de la section de mesure (m)		Poids du chargement (kg)				
Condition de fonctionnement	☐ Conduit par le pilote humain ☐ Conduite autonome sans intervention humaine					
Conditions du béton ou de la surface						
Temps de passage (s)	T_{1+}	t_{2+}	t_{3+}	t_{1-}	t_{2-}	t_{3-}
Vitesse moyenne (m/s)	V_{1+}	V_{2+}	V_{3+}	V_{1-}	V_{2-}	V_{3-}
Vitesse maximale (m/s)						

7 Angle de montée maximal

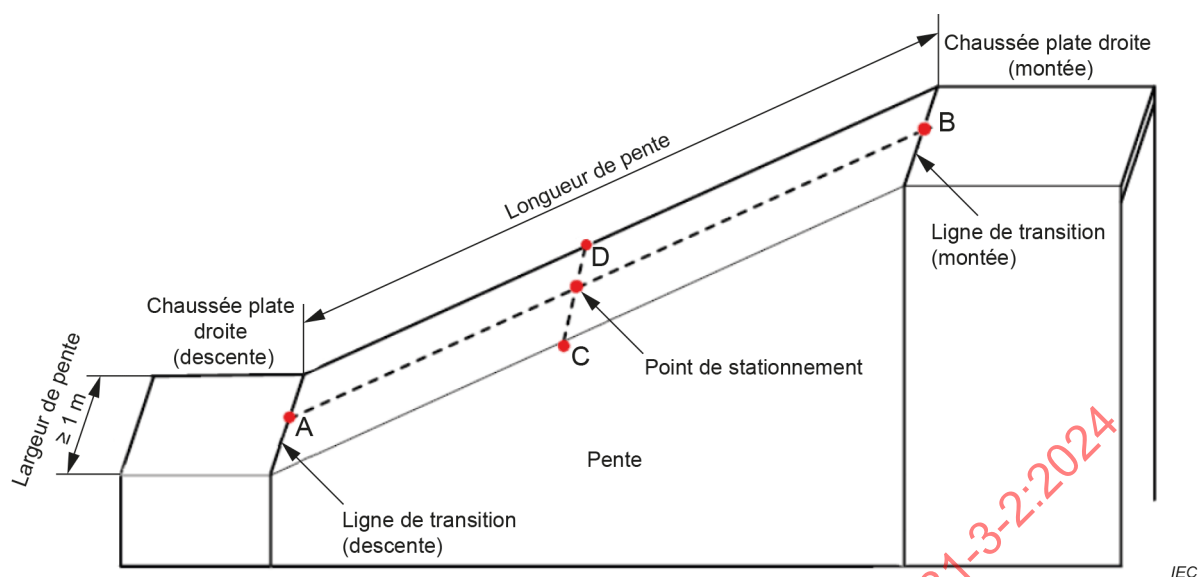
7.1 Objectifs de l'essai

Cet essai évalue l'angle de montée maximal d'un CeT dans un sens spécifique de déplacement en l'absence de charge et avec la charge assignée.

7.2 Installation d'essai

L'essai doit être réalisé sur une pente avec des angles de pente réglables.

La démonstration de l'essai d'angle de montée maximal est représentée à la Figure 2. Une surface plane et droite en béton ou en asphalte doit être placée avant et après la pente. La précision du réglage d'angle doit être de $\pm 0,5^\circ$. La longueur de la pente n'est généralement pas inférieure à 5 fois la longueur du CeT pour assurer son déplacement normal. La largeur de la pente doit être suffisamment large pour que le CeT puisse se déplacer latéralement sur la pente sur plus de 1 m. Des garde-corps ou des barrières de sécurité doivent être ajoutés des deux côtés de la pente afin d'éviter que le CeT n'en tombe.



Légende:

A à B: chemin linéaire le long de la longueur de la pente, reliant les points médians de la pente sur la largeur de la pente.

C à D: chemin latéral le long de la largeur de la pente, reliant les points médians de la pente sur la longueur de la pente.

Point de stationnement: emplacement sur la pente auquel le CeT doit être stationné au cours de chaque séquence d'essai. En principe, il est situé au centre de la pente. Si un point de stationnement autre que l'emplacement central est choisi, son emplacement par rapport à la pente doit être consigné dans le rapport d'essai.

Figure 2 – Essai d'angle de montée maximal

7.3 Procédure d'essai

Les étapes d'essai sont les suivantes:

- 1) choisir l'une des configurations d'essai spécifiées dans le Tableau 2. L'angle initial de l'essai est généralement l'angle de montée admissible déclaré par le fabricant. Pour les configurations d'essai 1, 2, 3 et 4, le point initial est choisi sur la surface plane et droite en béton ou en asphalte (en montée ou en descente, selon le chemin de déplacement), et doit être proche de la ligne de transition de sorte que le CeT ne se précipite pas en montée ou en descente en raison de l'inertie. Pour les configurations d'essai 5 et 6, le point initial est choisi sur le chemin latéral;
- 2) placer le CeT avec une charge assignée uniformément répartie au point initial;
- 3) selon la configuration d'essai choisie, le CeT passe du point initial au point de stationnement en suivant le chemin de déplacement et le sens de déplacement de la Figure 2;
- 4) après avoir atteint le point de stationnement, le CeT doit pouvoir stationner sur la pente pendant au moins 30 s;
- 5) le CeT se déplace le long du même chemin de déplacement entre le point de stationnement et le point cible;
- 6) répéter les étapes 2) à 5) pour trois séquences d'essai. Pour chaque séquence d'essai, le CeT doit pouvoir s'arrêter de manière stable après avoir atteint le point cible. Une séquence d'essai est considérée comme un échec et interrompue prématurément si le CeT devient physiquement instable (par exemple basculement, renversement, glissement) ou s'écarte du chemin de déplacement de plus de 20 % de la longueur du chemin de déplacement;
- 7) placer le CeT sans charge au point initial et répéter les étapes 3) à 5) de la procédure d'essai;

- 8) si les trois premières séquences d'essai pour l'angle de pente choisi sans charge et avec une charge assignée sont toutes réussies, consigner l'angle de pente choisi. Augmenter ensuite l'angle de pente de 1° et répéter les étapes 2) à 7) de la procédure d'essai. Sinon, diminuer l'angle de pente de 1° et répéter les étapes 2) à 7) de la procédure d'essai;
- 9) si l'angle de pente après réglage est couvert par les séquences d'essai précédentes, l'essai dans la configuration d'essai choisie est terminé. Consigner l'angle maximal dans la configuration d'essai choisie. Choisir une autre configuration d'essai dans le Tableau 2 et répéter les étapes 2) à 8) de la procédure d'essai;
- 10) si toutes les configurations d'essai du Tableau 2 ont été réalisées, l'essai est terminé. Prendre la valeur minimale des angles maximaux dans toutes les configurations d'essai comme l'angle de montée maximal.

Tableau 2 – Configuration de l'essai d'angle de montée maximal

Configuration d'essai	Chemin de déplacement du CeT par rapport à la pente	Sens de déplacement du CeT
1	Montée (A à B)	Vers l'avant
2	Montée (A à B)	Vers l'arrière
3	Descente (B à A)	Vers l'avant
4	Descente (B à A)	Vers l'arrière
5	Latéral (C à D)	Vers l'avant
6	Latéral (C à D)	Vers l'arrière

Si le déplacement vers l'arrière n'est pas applicable en raison de la stratégie de déplacement du CeT déclarée par le fabricant, il n'est alors pas nécessaire de soumettre le CeT dans les configurations d'essai associées (c'est-à-dire configurations d'essai 2, 4, 6).

7.4 Enregistrement du résultat

Après l'essai de 7.3, consigner le résultat de l'essai dans le Tableau 3. Les résultats d'essai doivent inclure les informations qui déterminent la capacité de montée, telles que les conditions de la surface en béton ou en asphalte et de la pente (matériau de surface, coefficient de friction cinétique, etc.), ainsi que le poids du chargement du CeT.

Tableau 3 – Tableau d'enregistrement de l'essai d'angle de montée maximal

N° de séquence d'essai	Angle de pente pour chaque configuration d'essai (°)					
	A à B vers l'avant	A à B vers l'arrière	B à A vers l'avant	B à A vers l'arrière	C à D vers l'avant	C à D vers l'arrière
1						
2						
3						
...						
Angle de pente maximal						
Conditions de la surface en béton ou en asphalte				Poids du chargement (kg)		
Condition de fonctionnement	☐ Conduit par le pilote humain ☐ Conduite autonome sans intervention humaine					
Angle de montée maximal (°)						

8 Vitesse de montée maximale

8.1 Objectifs de l'essai

Cet essai a pour but de vérifier la vitesse de montée maximale du CeT dans le scénario d'utilisation prévu ou l'angle de montée maximal déclaré par le fabricant. L'essai du présent Article 8 doit être effectué après l'essai de l'Article 7.

8.2 Installation d'essai

L'essai doit être réalisé sur une pente.

La démonstration de l'essai de la vitesse de montée maximale est représentée à la Figure 2. Une surface plane et droite en béton ou en asphalte de longueur suffisante doit être posée avant et après la pente pour s'assurer que le CeT peut accélérer de l'état statique jusqu'à la vitesse assignée et décélérer de la vitesse assignée jusqu'à l'état statique. La longueur de la pente ne doit pas être inférieure à 5 m. Il convient d'ajouter des garde-corps ou des barrières de sécurité des deux côtés de la pente afin d'éviter que le CeT n'en tombe.

8.3 Procédure d'essai

Les étapes d'essai sont les suivantes:

- 1) sélectionner un point initial sur la surface plane et droite en béton ou asphalte en position descendante;
- 2) placer le CeT avec une charge assignée uniformément répartie au point initial;
- 3) le CeT se déplace du point initial vers la pente et doit accélérer jusqu'à sa vitesse assignée avant d'atteindre la ligne de transition de descente;
- 4) le CeT se déplace de la descente vers la montée. Enregistrer la vitesse maximale pendant le processus de montée;
- 5) après avoir franchi la ligne de transition de la montée, le CeT décélère jusqu'à l'arrêt;
- 6) répéter les étapes 2) à 5) pour trois séquences d'essai. Prendre la valeur minimale des trois séquences d'essai comme la vitesse de montée maximale.

8.4 Enregistrement du résultat

Après l'essai de 8.3, consigner le résultat de l'essai dans le Tableau 4. Les résultats de l'essai doivent inclure les informations telles que les conditions de la surface en béton ou en asphalte et de la pente (matériau de surface, coefficient de friction cinétique, etc.), l'angle de la pente, la vitesse d'approche et le poids du chargement du CeT, le comportement en pente (franchissement de la pente avec ou sans à-coups) et la vitesse de montée.

Tableau 4 – Tableau d'enregistrement de l'essai de la vitesse de montée maximale

N° de séquence d'essai	Vitesse d'approche (m/s)	Vitesse maximale pendant la montée (m/s)	Angle de la pente (°)	Description des conditions d'essai
1				
2				
3				
Conditions de la surface en béton ou en asphalte			Poids du chargement (kg)	
Condition de fonctionnement		☐ Conduit par le pilote humain ☐ Conduite autonome sans intervention humaine		
Vitesse de montée maximale (m/s)				

9 Caractéristiques de giration

9.1 Objectifs de l'essai

Cet essai a pour but de vérifier la largeur de giration du CeT déclarée par le fabricant avec le type de giration spécifié.

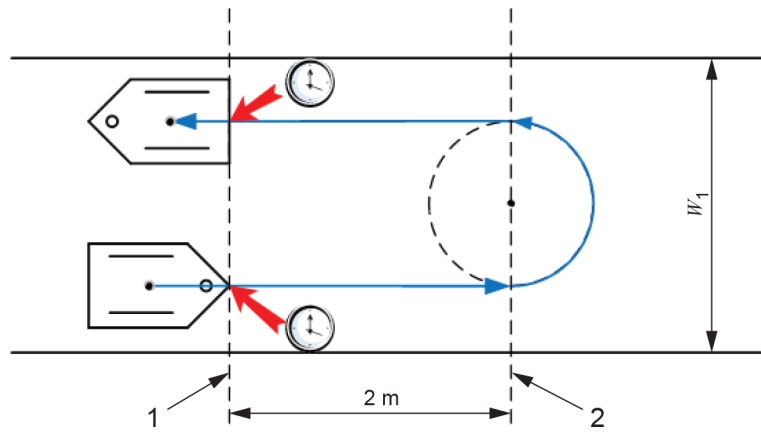
9.2 Installation d'essai

L'essai doit être réalisé sur une surface plane en béton ou en asphalte.

Cet essai spécifie les trois types de girations suivants:

- giration en U, représentée à la Figure 3;
- navigation en trois points, représentée à la Figure 4;
- giration à angle droit, représentée à la Figure 5.

Il convient que la limite soit plus haute que le CeT. Si le CeT dispose d'un système d'évitement des obstacles, il convient qu'il soit activé.

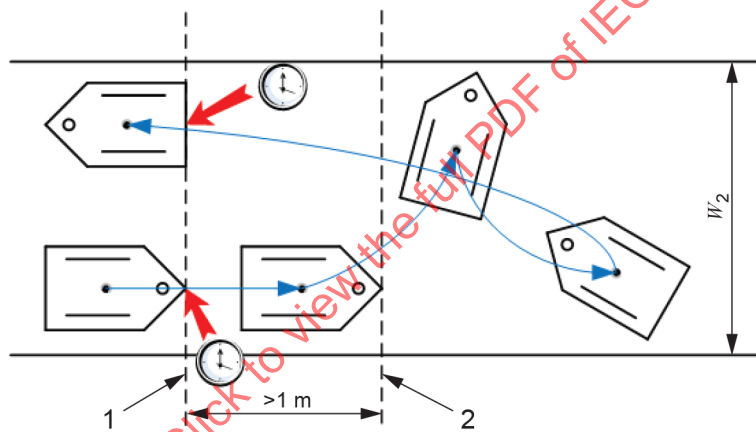


IEC

Légende:

- 1: ligne de départ/ligne d'arrêt éloignée de 2 m de la ligne qui passe au centre du rayon de giration du CeT
- 2: ligne au centre du rayon de giration du CeT

Figure 3 – Essai de giration en U

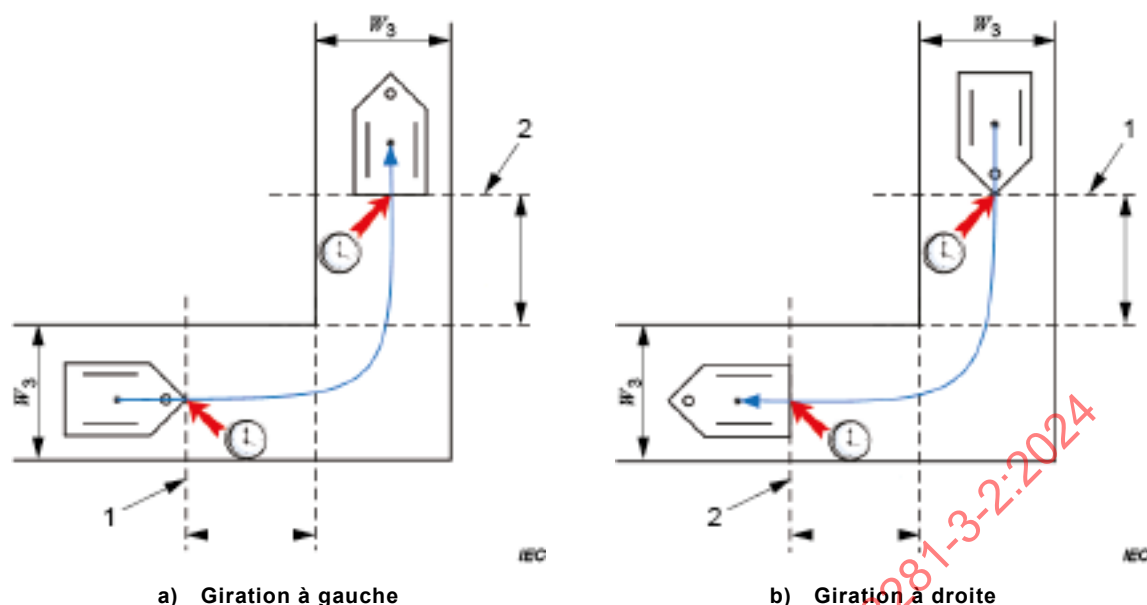


IEC

Légende:

- 1: ligne de départ/ligne d'arrêt située à plus de 1 m de la ligne où le CeT commence à tourner
- 2: la ligne où le CeT commence à tourner

Figure 4 – Essai de navigation en trois points

**Légende:**

- 1: ligne de départ qui est située à 1 m ou à une longueur du CeT avant le point de giration
 2: ligne d'arrêt qui est située à 1 m ou à une longueur du CeT après le point de giration

Figure 5 – Essai de giration en U**9.3 Procédure d'essai**

Les étapes d'essai sont les suivantes:

- 1) choisir un type de giration et le paramètre W correspondant (largeur de la route) conformément à la déclaration du fabricant;
- 2) régler la ligne de départ et la ligne d'arrêt pour l'enregistrement du temps de giration, comme représenté de la Figure 3 à la Figure 5;
- 3) sélectionner un point initial suffisamment éloigné du point de giration pour s'assurer que le CeT a accéléré jusqu'à sa vitesse assignée avant d'atteindre la ligne de départ;
- 4) placer le CeT avec sa charge assignée au point initial;
- 5) le CeT se déplace du point initial jusqu'au point de giration et accélère jusqu'à sa vitesse assignée. Consigner le moment auquel le CeT atteint la ligne de départ;
- 6) le CeT commence à tourner;
- 7) après avoir dépassé le virage, consigner le moment auquel le CeT atteint la ligne d'arrêt. Pendant le processus de giration, le CeT ne doit pas toucher la limite et le temps de giration ne doit pas être trop long, par exemple supérieur à 10 min;
- 8) placer le CeT sans charge au point initial et répéter les étapes 5) à 7) de la procédure d'essai;
- 9) choisir un autre type de giration et répéter les étapes 1) à 8) de la procédure d'essai jusqu'à ce que tous les types de girations aient été effectués, l'essai est alors terminé.

Pour les CeT qui tournent sur place, il n'est pas nécessaire d'effectuer l'essai de giration en U. La largeur de giration est égale au double de la distance maximale entre le centre du déplacement et l'enveloppe du produit.

9.4 Enregistrement du résultat

Après l'essai de 9.3, consigner le résultat de l'essai dans le Tableau 5. Les résultats de l'essai doivent inclure les informations telles que les conditions de la surface en béton ou en asphalte (matériau de surface, coefficient de friction cinétique, etc.), le type de giration, la vitesse et le temps de giration, le poids du chargement et la vitesse d'approche du CeT, le comportement lors de la giration (avec ou sans à-coups).

Tableau 5 – Tableau d'enregistrement de l'essai des caractéristiques de giration

Type de giration	Vitesse d'approche (m/s)	Largeur de giration (m)	Vitesse de giration (m/s)	Frottement au sol	Temps de giration (s)	Giration sans à-coups (oui ou non)
Giration en U						
Navigation en trois points						
Giration à angle droit						
Conditions de la surface en béton ou en asphalte				Poids du chargement (kg)		
Condition de fonctionnement	☐ Conduit par le pilote humain ☐ Conduite autonome sans intervention humaine					

10 Détection d'espace

10.1 Objectifs de l'essai

Cet essai évalue la capacité du CeT à détecter le bord d'une ouverture sur sa surface de déplacement et à créer un nouvel itinéraire de dérivation en se déplaçant lui-même à travers le bord de l'ouverture de manière autonome.

Si le CeT n'est pas équipé de ce type de fonction, l'essai n'est pas exigé. Consigner cette observation dans le rapport d'essai.

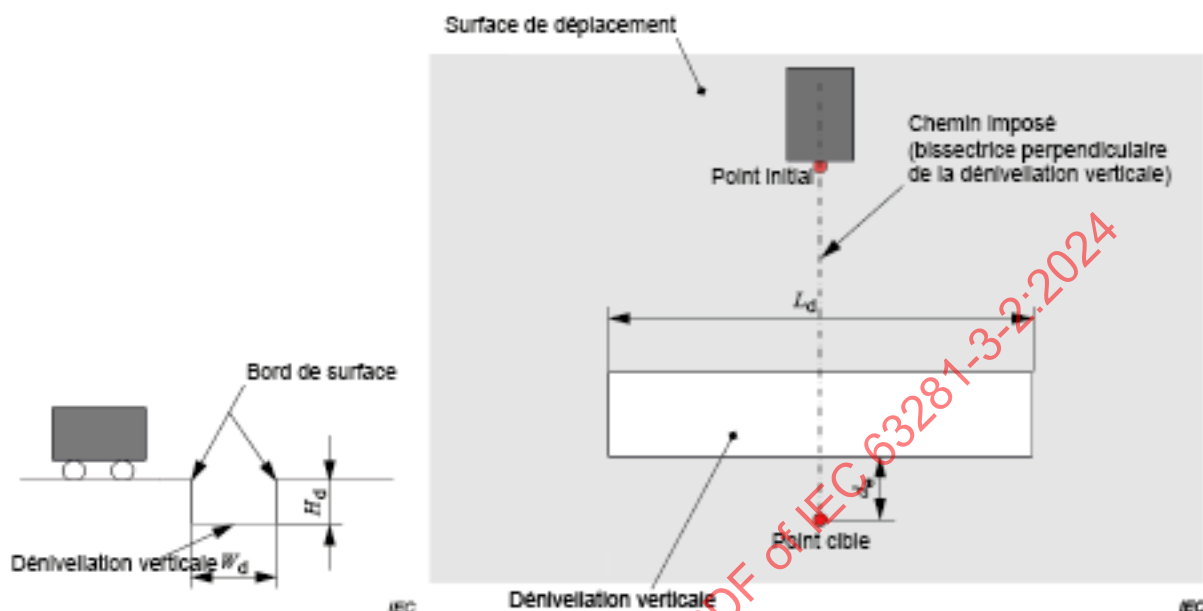
10.2 Installation d'essai

L'essai doit être réalisé sur une surface plane et droite en béton ou asphalte plane avec une dénivellation verticale.

La démonstration de l'essai de détection d'espace est représentée à la Figure 6. La hauteur de la dénivellation verticale, H_d , doit être suffisante pour que la différence de hauteur puisse être détectée par la fonction de détection des bords de surface et il convient qu'elle soit supérieure à la moitié du diamètre de la plus grande roue du CeT, D_{max} . La largeur de la dénivellation verticale, W_d , doit être suffisante pour que le CeT ne passe pas simplement au-dessus de la dénivellation verticale et il convient qu'elle soit supérieure à D_{max} . La longueur de la dénivellation verticale, L_d , doit être égale à au moins trois fois la longueur du CeT. La distance entre le bord de surface et le point cible, d_e , doit être au moins égale à la longueur du CeT.

Il convient que la surface de déplacement soit plane et il ne doit y avoir aucun garde-corps, objet ou autre élément similaire ajouté sur ou autour de cette surface pour s'assurer que la fonction d'évitement des obstacles n'est pas déclenchée. Cependant, un équipement d'essai d'assistance peut être ajouté pour l'activation normale de la fonction de détection des bords de surface du CeT.

Il est entendu que certaines technologies de détection des bords exigent des aménagements supplémentaires de l'installation dans l'environnement de fonctionnement, par exemple des repères. Par conséquent, si ces types de technologies sont clairement indiqués dans le document technique du CeT, des aménagements supplémentaires de l'installation d'essai sont autorisés.



(a) Vue latérale de la disposition de l'installation d'essai pour la détection des bords de surface (b) Vue du dessus de la disposition de l'installation d'essai pour la détection des bords de surface

Légende:

H_d hauteur de dénivellation verticale

W_d largeur de la dénivellation verticale

L_d longueur de dénivellation verticale

d_e distance entre le point cible et le bord de surface

Figure 6 – Essai de détection d'espace

10.3 Procédure d'essai

Les étapes d'essai sont les suivantes:

- 1) choisir un point initial sur la surface de déplacement le long du chemin imposé qui est la bissectrice perpendiculaire de la dénivellation verticale et un point cible à l'opposé de la dénivellation verticale, comme indiqué à la Figure 6 b);
- 2) placer le CeT avec sa charge assignée au point initial;
- 3) le CeT se déplace le long du chemin imposé entre le point initial et le point cible et doit accélérer jusqu'à la vitesse définie par le fabricant avant de détecter le bord de surface. Enregistrer le moment où le CeT commence à se déplacer;

NOTE Les vitesses autorisées peuvent varier en raison de différentes politiques de sécurité (par exemple les limites de vitesse) de l'environnement de fonctionnement.

- 4) le CeT doit détecter le bord de surface, puis atteindre le point cible en moins de 5 min en ajustant le trajet de manière autonome ou en faisant appel à la commande manuelle;