

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Methods for measuring the performance of electric storage water heaters for household purposes

Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction des chauffe-eau électriques à accumulation à usages domestiques

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60379:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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. 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 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 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. 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 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Methods for measuring the performance of electric storage water heaters for household purposes

Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction des chauffe-eau électriques à accumulation à usages domestiques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 91.140.65

ISBN 978-2-8322-6439-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Symbols and units	9
5 Calculation of the electrical energy efficiency (η_{elecwh})	10
6 Measured parameters.....	10
7 General conditions for measurements.....	10
8 Reference conditions	12
9 Test procedures	15
9.1 Standard test procedure.....	15
9.1.1 General	15
9.1.2 Installation.....	15
9.1.3 Stabilisation.....	15
9.1.4 Storage volume	16
9.1.5 Filling and heat-up.....	16
9.1.6 Stabilisation at zero-load and cyclic temperature variation (differential)	17
9.1.7 Tapping	17
9.1.8 Reporting of Q_{elec}	18
9.1.9 Re-stabilisation at zero-load	18
9.1.10 Mixed water quantity delivered at 40 °C.....	18
9.2 Smart control test procedure.....	20
9.2.1 Measurement procedure.....	20
9.2.2 Installation.....	20
9.2.3 Stabilisation.....	20
9.2.4 Filling and heat-up.....	20
9.2.5 Stabilisation before reference period	21
9.2.6 Reference period	21
9.2.7 Smart period.....	22
9.2.8 Reporting of the smart control factor.....	23
9.2.9 WHL control cycle.....	23
9.3 Measurement of stored water temperatures	23
9.4 Thermostat setting	24
9.5 Standing loss per 24 h	25
9.5.1 General	25
9.5.2 Single-tank standing loss.....	25
9.5.3 Multi-tank standing loss for directly measurable products	25
9.5.4 Multi-tank standing loss for not directly measurable products	27
9.6 Hot water output	29
9.7 Maximum hot water output	29
10 Data report.....	30
Annex A (normative) Calculation of the specific energy efficiency and of the annual consumption of electric energy	32
A.1 Symbols and units	32
A.2 Calculation of the specific energy efficiency	32

A.3	Calculation of the annual consumption of electric energy	33
A.4	Data report	33
Annex B (normative)	Test setup	34
Figure 1	– Test procedure for "energized appliances"	15
Figure 2	– Test procedure for "off-peak appliances"	15
Figure 3	– Test procedure for "smart cycle"	20
Figure 4	– Assembly scheme	27
Figure 5	– Assembly scheme BENCH	28
Figure B.1	– Schematic representation of storage water-heaters.....	35
Figure B.2	– Position of the thermocouples for vertical and horizontal models	36
Figure B.3	– Example of hydraulic connection (unvented products).....	37
Figure B.4	– Schemes for directly measurable multi-tank appliances	38
Figure B.5	– Directly measurable multi tank	39
Figure B.6	– Not directly measurable multi tank	39
Table 1	– Electricity	11
Table 2	– Test conditions, outputs, set values and tolerances.....	11
Table 3	– Load profile of the water heater (reference test tapping patterns)	13
Table 4	– Tolerance of the rated storage volume	16
Table 5	– Tapping profiles	21
Table 6	– Rated capacity and flow rates	29
Table 7	– Data report.....	31
Table A.8	– k values	33
Table A.9	– Complements to data report.....	33
Table B.1	– Thickness of insulation according to size of pipe or connection	40

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS FOR MEASURING THE PERFORMANCE
OF ELECTRIC STORAGE WATER HEATERS
FOR HOUSEHOLD PURPOSES**

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.

IEC 60379 has been prepared by subcommittee SC59C: Electrical heating appliances for household and similar purposes, of IEC technical committee 59: Performance of household and similar electrical appliances. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1987. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) sustainable development aspects of EU legislation are taken into account, including features such as smart control, V_{40} modification and measuring procedures for multi-tank appliances.

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

Draft	Report on voting
59C/282/FDIS	59C/285/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/standardsdev/publications.

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

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.

METHODS FOR MEASURING THE PERFORMANCE OF ELECTRIC STORAGE WATER HEATERS FOR HOUSEHOLD PURPOSES

1 Scope

This document specifies methods for measuring the performance of electric storage water heaters to produce domestic potable or non-potable hot water for household and similar use.

The object is to state and define the principal performance characteristics of electric storage water heaters and to describe the test methods for measuring these characteristics.

NOTE 1 This document does not apply to:

- storage water heaters that use electricity as a secondary source of heating the water;
- storage water heaters that do not use a tank to store hot water;
- electric storage water heaters that do not meet the minimum (or maximum) output performance of the smallest (or biggest) load profile, as defined in Table 3;
- water-heaters without thermal insulation.

NOTE 2 This document does not specify safety requirements. For safety requirements, see IEC 60335-1 in conjunction with IEC 60335-2-21.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions 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

storage water heater

water heater that uses electric heating elements as the means of heating water for long-term storage in a thermally insulated container and provided with a device to control the water temperature

3.2

primary function

production of hot water for household and similar needs

3.3

energized storage water heater

storage water heater that is designed to supply hot water and be energized for 24 h per day

3.4**off-peak storage water heater**

storage water heater that is designed to supply hot water and configured or installed, whilst only being supplied with electrical energy at off-peak/low-tariff periods

Note 1 to entry: The off-peak storage water heater is required to fulfil the requirements of the tapping pattern between 7:00 h and 22:00 h without external energy supply, e.g. to enable operation at off-peak/low-tariff periods and/or to operate in conditions of insecurity of energy supply. A product qualifies as "off-peak" if it is only energized for a maximum of 8 consecutive hours anywhere between 22:00 h and 7:00 h during the test with the 24h load profile.

3.5**load profile**

output performance (in terms of flowrates, temperatures, tapping pattern, etc.) of a storage water heater when fulfilling its primary function under specific ambient conditions (see Table 2 and Table 3), as declared by the manufacturer

3.6**energy efficiency**

ratio between the delivered energy in the domestic potable or non-potable hot water for its load profile and the consumed electrical energy

3.7**storage volume**

rated quantity of water stored in the appliance

3.8**smart control**

device that automatically adapts the water heating process to individual usage conditions with the aim of reducing energy consumption

3.9**out-of-the-box mode**

standard operating condition, setting or mode set by the manufacturer at factory level, to be active immediately after the appliance's installation, suitable for normal use by the end-user according to the water tapping pattern for which the product has been designed and placed on the market

3.10**closed water heater**

unvented storage water heater intended to operate at the pressure of the water system, the flow of water being controlled by one or more valves in the outlet system

3.11**cistern-fed water heater**

water heater supplied from a cistern in which the flow of water is controlled by one or more valves in the outlet system, and which is provided with a vent open to the atmosphere and so arranged that the expanded water can return to the feed cistern

3.12**open outlet water heater**

water heater in which the flow of water is controlled by a valve in the inlet pipe and so arranged that the expanded water can overflow through the outlet pipe

3.13**vented water heater**

water heater open to the atmosphere, so that under no condition of use can the pressure at the surface of the water be other than atmospheric

3.14

cistern-type water heater

cistern-fed water heater which has a feed cistern as an integral part of the appliance

3.15

multi-tank water heater

water heater with two or more hydraulic connected containers, designed to have the possibility to work independently in terms of working temperature and/or pressure condition

Note 1 to entry: A multi-tank product has to be defined as directly measurable if it is possible to measure the temperature (immersed or welded sensors) of all the dome tanks without compromising the product's performances, otherwise the product has to be classified as not directly measurable. Based on that definition for the dome tanks' temperature measurement, the multi-tank products are defined as:

- directly measurable, or
- not directly measurable.

3.16

rated capacity

assigned water capacity of the water heater, and marked on it, by the manufacturer

3.17

standing loss per 24 h

energy-consumption of a filled water-heater, after steady-state conditions have been reached, when connected to the electrical supply, during any 24 h duration when no water is withdrawn

3.18

rated voltage

voltage (for three phase-supply, the voltage between phases) assigned to the appliance by the manufacturer

3.19

V_{40Ref}

mixed water quantity delivered at 40 °C with 65 °C storage temperature and 15 °C cold water inlet temperature

3.20

V_{40max}

mixed water quantity delivered at 40 °C with maximum storage temperature setting and 15 °C cold water inlet temperature with heating elements powered on

Note 1 to entry: Maximum rated power of the appliance.

3.21

V_{40}

mixed water quantity delivered at 40 °C with out-of-the-box mode temperature setting and 10 °C cold water inlet temperature

3.22

smart control factor

SCF

factor describing the water heating energy efficiency gain due to smart control

Note 1 to entry: The value is between SCF = 0 and SCF = 1.

3.23

energy-related product

ErP

product that uses energy, or that does not use energy, but has an impact on energy consumption

3.24**conversion coefficient****CC**

factor to indicate how much primary energy is used to generate a unit of electricity

3.25**declared load profile**

load profile declared by the manufacturer for the appliance

4 Symbols and units

Symbol	Unit	Description
η_{elecwh}	[%]	Electric energy efficiency of a storage water heater.
Q_{ref}	[kWh]	Reference energy for the 24 h tapping pattern for the load profile of the water heater.
Q_{elec}	[kWh]	Electricity consumption with the relevant 24 h tapping pattern.
θ_{amb}	[°C]	Ambient temperature during the tests
θ'_{p}	[°C]	Mean water temperature for the determination of θ_{p} measured at the outlet
θ_{M}	[°C]	Mean water temperature without withdraw from the tank
f	[l/min]	Minimum flow rate at which hot water is contributing to the reference energy as specified in Table 3.
T_{m}	[°C]	Water temperature at which hot water starts contributing to the reference energy as specified in Table 3
T_{p}	[°C]	Minimum water temperature to be achieved during water draw off as specified in Table 3
T_{set}	[°C]	Set-point temperature
$t_{\text{R},50}$		Reheating time for a water temperature rise of 50 K
Q_{testelec}	[kWh]	Measured electricity consumption over 24 h test (step 4 of Figure 1 and Figure 2).
$Q_{\text{H}_2\text{O}}$	[kWh]	Useful energy content of the hot water of n draw-offs
$V_{\text{full-drawing water}}$	[l]	Sum of quantity of hot water totally delivered during the tapping period.
V_{40_exp}	[l]	Measured volume delivered at the mean water temperature.
V_{40}	[l]	Mixed water quantity delivered at 40 °C.
$V_{40\text{Ref}}$	[l]	mixed water quantity delivered at 40 °C with 65 °C storage temperature and 15°C cold water inlet temperature
$V_{40\text{max}}$	[l]	Mixed water quantity delivered at 40 °C with maximum temperature setting and heating elements powered on
C_{R}	[l]	Rated capacity of water heater (given by manufacturer)
C_{act}	[l]	Actual capacity of water heater
m_{act}	[kg]	Actual weight of water contained inside the tank of the Water Heater
m		Number of tanks (containers) of the appliance
θ_{A1tanks}	[°C]	Mean water temperature calculated as average of the j -tank for the first thermostat cut-out
$\theta_{\text{An tanks}}$	[°C]	Mean water temperature calculated as average of j -tank for the last (n) thermostat cut-out
θ_{Mj}	[°C]	Mean water temperature without withdraw of the j -tank
$\theta_{\text{M_mt}}$	[°C]	Mean water temperature without withdraw of all the tanks
θ_{Aij}	[°C]	Measured water temperature after a thermostat cut-out for the j -tank

Symbol	Unit	Description
θ_{Aj}	[°C]	Mean water temperature after a thermostat cut-out for the j-tank
θ_{Eij}	[°C]	Measured water temperature after a thermostat cut-in for the j-tank
θ_{Ej}	[°C]	Mean water temperature after a thermostat cut-in for the j-tank
θ_{up}	[°C]	Measured temperature in the upper section of the tank
<i>smart</i>		Presence or not of smart control (value shall be 0 or 1).
<i>SCF</i>		Efficiency gain by smart control function.

5 Calculation of the electrical energy efficiency (η_{elecwh})

The electrical energy efficiency (η_{elecwh}) of a storage water heater is the ratio between the delivered energy in the hot water for the tapping pattern of its load profile and the consumed energy. The consumed energy is the result of the test of the water heater with adjustments for:

- smart control that can reduce the energy consumption

The electrical energy efficiency of a storage water heater shall be calculated with Formula (1):

$$\eta_{elecwh} = \frac{Q_{ref}}{Q_{elec}(1 - SCF \cdot smart)} \quad (1)$$

where:

Q_{ref} is the delivered energy for the 24 h tapping pattern for the load profile of the water heater, in kWh;

Q_{elec} is the consumption of electric energy with the relevant 24 h tapping pattern, in kWh;

smart indicates the presence of smart control and is yes = 1, no = 0;

SCF factor for efficiency gain by smart control function.

NOTE $SCF=0$ in case no smart control is detected during testing (see 9.2).

6 Measured parameters

The parameters below shall be established following the measurement methods described in Clause 7 and Clause 9:

- 1) Q_{elec} electricity consumption [kWh/d]
- 2) η_{elecwh} electrical energy efficiency [%]
- 3) C_{act} storage volume [l]

7 General conditions for measurements

Measurements shall be carried out with an electrical supply satisfying the characteristics outlined in Table 1.

Table 1 – Electricity

Measured quantity	Unit	Value	Permissible deviation (average over test period)	Uncertainty of measurement (accuracy)	Notes
Electricity					
Power	W			±2 %	
energy	kWh			±2 %	
voltage	V	Rated value	±2 %	±0,5 %	
electric current	A			±0,5 %	
frequency	Hz	Rated value	±1 %		

Table 2 gives additional test conditions and tolerances for test outputs (i.e. thermal energy).

Table 2 – Test conditions, outputs, set values and tolerances.

Measured quantity	Unit	Value	Permissible deviation (average over test period)	Permissible deviations of individual measured values	Uncertainty of measurement (accuracy)	Notes
Time						
Time	s				±0,1 s	
Maximum interval between samples (during the delivery of hot water)	s	3				
Maximum interval between samples (during the non-deliver of hot water)	s	60				
Domestic potable or non-potable water						
Cold water temperature for 9.1.5 to 9.2	°C/ K	10 °C	±1 K	±1 K	±0,5 K	
Cold water temperature for 9.3 to 9.7	°C/ K	15 °C	±1 K	±1 K	±0,5 K	
Cold-water pressure	MPa	0,3 MPa			± 5 %	
Hot-water temperature	°C/ K	pattern			±0,5 K	a, b
Volume flowrate	l / min	pattern			≥ 5 l/min: ±1% < 5l/min: ±0,05 l/min	
Volume measurements	l				± 0,5 %	
Thermal energy	kWh	pattern	≥ 0,5 kWh: ±2 % < 0,5 kWh: 10 Wh	≥ 0,5 kWh: ±2 % < 0,5 kWh: 10 Wh	≥ 0,5 kWh: ±2 % < 0,5 kWh: 10 Wh	c

Measured quantity	Unit	Value	Permissible deviation (average over test period)	Permissible deviations of individual measured values	Uncertainty of measurement (accuracy)	Notes
Ambient air						
Temperature	°C/K	20 °C	±1 K		±1 K	
Humidity	%	< 85				d
^a To be measured with a "rapid response thermometer", meaning an instrument that registers within 1 s at least 90 % of the final temperature rise from 15 °C to 100 °C when the sensor is plunged in still water. ^b Thermocouple with a maximum diameter of 0,5 mm, centred in stream, directly at outlet. ^c Apart from the maximum deviation, a correction factor $Q_{\text{ref}}/Q_{\text{H}_2\text{O}}$ is applied, whereby Q_{ref} is taken from Table 3 and $Q_{\text{H}_2\text{O}}$ is the energy content of the useful water actually delivered during the test. "Useful water" is water with a temperature higher than a threshold value T_m for tappings in a profile specified in Table 3. ^d The values for temperature and relative humidity are only valid at steady-state conditions and not at the moment when hot water is withdrawn from the water heater.						

All other installation requirements are carried out in accordance with the manufacturer's instructions. All pipe connections of the test setup shall be thermally insulated, in accordance with the values given in Table B.1.

8 Reference conditions

Table 3 specifies the tapping patterns for the chosen load profile. Parameters in the table are:

- load profile [XXS-4XL, in header row of table];
- h: hour [hh:mm] starting at 0:00 h;
- Q_{tap} [kWh]: useful energy content of water withdrawal to be achieved in the draw-off;
- f [l/min]: minimum flow rate to be reached during tapping;
- T_m [°C]: temperature from which counting of useful energy content starts;
- T_p [°C]: minimum (peak) temperature to be achieved during tapping;
- Q_{ref} [kWh/d]: daily (24 h) useful energy content of all water draw-offs, effectively the sum of all Q_{tap} .

As much as possible, the test method uses a 'black-box' approach, i.e. largely technology-independent. This means, among other things, that the laboratory uses the original appliance thermostat, in the out-of-the-box mode.

Table 3 – Load profile of the water heater (reference test tapping patterns)

XXS												XS				S			
h	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p							
	kWh	l/min	°C	°C		kWh	l/min	°C		°C	kWh	l/min	°C	°C					
07.00	0,105	2	25																
07.05																			
07.15																			
07.26																			
07.30	0,105	2	25		0,525	3	35	-	0,105	3	25								
07.45																			
08.01																			
08.05																			
08.15																			
08.25																			
08.30	0,105	2	25																
08.45																			
09.00																			
09.30	0,105	2	25						0,105	3	25								
10.00																			
10.30																			
11.00																			
11.30	0,105	2	25						0,105	3	25								
11.45	0,105	2	25						0,105	3	25								
12.00	0,105	2	25																
12.30	0,105	2	25																
12.45	0,105	2	25		0,525	3	35	-	0,315	4	10	55							
14.30																			
15.00																			
15.30																			
16.00																			
16.30																			
17.00																			

M				L				XL				
h	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p
	kWh	l/min	°C	°C		kWh	l/min	°C		°C	kWh	l/min
07.00	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
07.05	1,400	6	40		1,400	6	40					
07.15									1,820	6	40	
07.26									0,105	3	25	
07.30	0,105	3	25		0,105	3	25					
07.45					0,105	3	25		4,420	10	10	40
08.01	0,105	3	25						0,105	3	25	
08.05					3,605	10	10	40				
08.15	0,105	3	25						0,105	3	25	
08.25					0,105	3	25					
08.30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
08.45	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
09.00	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
09.30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
10.00									0,105	3	25	
10.30	0,105	3	10	40	0,105	3	10	40	0,105	3	10	40
11.00									0,105	3	25	
11.30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
11.45	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
12.00												
12.30												
12.45	0,315	4	10	55	0,315	4	10	55	0,735	4	10	55
14.30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
15.00									0,105	3	25	
15.30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
16.00									0,105	3	25	
16.30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
17.00									0,105	3	25	

XXL				3XL				4XL				
h	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p
	kWh	l/min	°C	°C		kWh	l/min	°C		°C	kWh	l/min
07.00	0,105	3	25									
07.05												
07.15	1,820	6	40									
07.26	0,105	3	25									
07.30												
07.45	6,240	16	10	40								
08.01	0,105	3	25									
08.05												
08.15	0,105	3	25									
08.25												
08.30	0,105	3	25									
08.45	0,105	3	25									
09.00	0,105	3	25									
09.30	0,105	3	25									
10.00	0,105	3	25									
10.30	0,105	3	10	40					0,84	24	10	40
11.00	0,105	3	25									
11.30	0,105	3	25									
11.45	0,105	3	25						1,68	24	25	
12.00												
12.30												
12.45	0,735	4	10	55					2,52	32	10	55
14.30	0,105	3	25									
15.00	0,105	3	25									
15.30	0,105	3	25						2,52	24	25	
16.00	0,105	3	25									
16.30	0,105	3	25									
17.00	0,105	3	25									

07.00	0,105	3	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
-------	-------	---	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

h	XXS				XS				S				M				L				XL				XXL				3XL				4XL			
	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p				
	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C				
18.00	0,105	2	25						0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
18.15	0,105	2	25						0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40	
18.30	0,105	2	25						0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40	
19.00	0,105	2	25						0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
19.30	0,105	2	25																																	
20.00	0,105	2	25																																	
20.30					1,050	3	35	-					0,735	4	10	55	0,735	4	10	55	0,735	4	10	55	0,735	4	10	55	5,88	32	10	55	11,76	64	10	55
20.45	0,105	2	25																																	
20.46																																				
21.00	0,105	2	25																																	
21.15	0,105	2	25																																	
21.30																																				
21.35	0,105	2	25																																	
21.45	0,105	2	25																																	
Qref	2,100				2,100					2,100																										

9 Test procedures

9.1 Standard test procedure

9.1.1 General

Subclauses 9.1.2 to 9.1.10 describe the test procedure to establish the electricity consumption Q_{elec} during a 24 h test. The different types of water heaters are described in Annex B (Figure B.1).

9.1.2 Installation

Install the product in the test environment in accordance with the manufacturer's instructions.

Designated floor-standing appliances are to be placed on a floor with low thermal leakage (e.g. 20 mm-thick medium density fibreboard can be placed under the test object 100 mm above the floor of the test room).

Wall-mounted products shall be mounted on a panel at least 150 mm from any structural wall with a free space of at least 250 mm above and below the product and at least 600 mm to the sides. Products designated to be built-in shall be mounted in accordance with the manufacturer's instructions.

Products with declared load profiles 3XL and/or 4XL may be tested on-site, provided test conditions are equivalent, possibly with correction factors, to the ones referenced here.

9.1.3 Stabilisation

Keep product at ambient conditions (test room) until all parts of the product have reached ambient conditions $\pm 5\text{K}$ (at least for 24h).

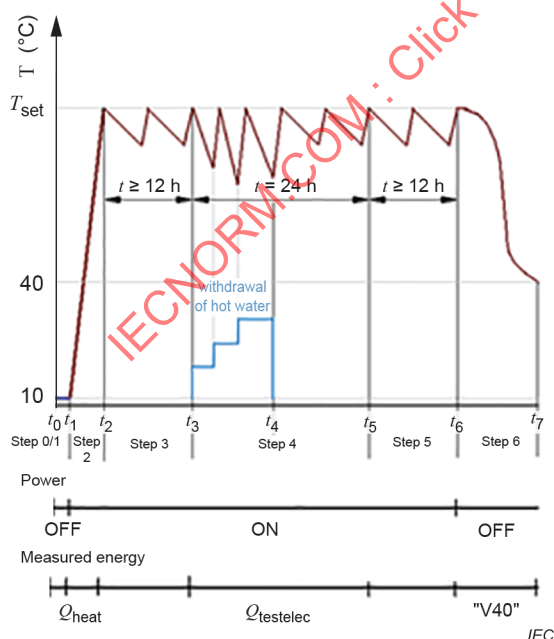


Figure 1 – Test procedure for "energized appliances"

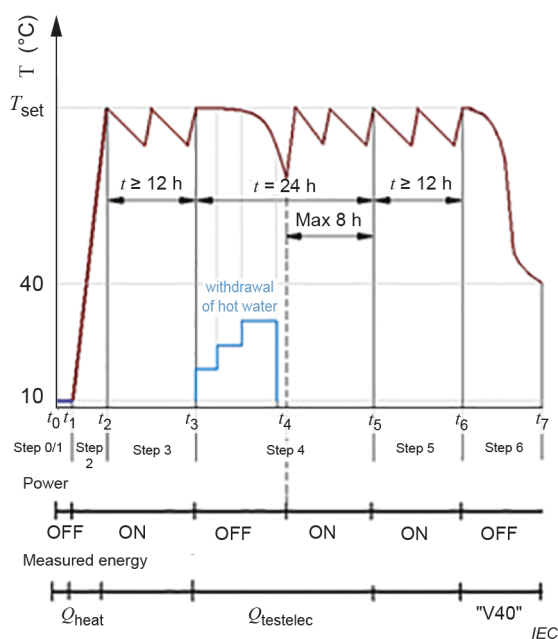


Figure 2 – Test procedure for "off-peak appliances"

9.1.4 Storage volume

Step 0 of Figure 1 and Figure 2: the volume of the tank in a storage electric water heater is measured as follows.

The empty water heater is to be weighed; the weight of the taps on inlet and/or outlet pipes and/or tubes shall not change when measuring the filled and empty tank.

Then the storage water heater is filled with cold water at a temperature of $13\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ in accordance with the manufacturer's instruction at cold water pressure. The water supply is then cut off.

The filled water heater is to be weighed.

NOTE Water in the feed cistern of a cistern-fed water heater is excluded from the quantity withdrawn.

The difference of the two weights (m_{act}) is to be converted into the volume in litres.

$$C_{\text{act}} = \frac{m_{\text{act}}}{0,9997} \quad (2)$$

This volume is to be reported in litres to the nearest one-tenth of a litre. The measured value (actual value) shall be within the tolerance of the rated value stated in Table 4.

Table 4 – Tolerance of the rated storage volume

Storage volume [l]	Tolerance
$V \leq 30$	–5 % to +10 %
$V > 30$	–5 % to +5 %

9.1.5 Filling and heat-up

Step 1 of Figure 1 and Figure 2: products with storage facilities shall be filled with cold water $(10 \pm 2)\text{ °C}$. Filling stops at the applicable cold water pressure (see Table 2).

Step 2 of Figure 1 and Figure 2: the product is energized to reach out-of-the-box mode, e.g. for storage temperature. The product's own means of control (thermostat) shall be used. The next stage starts at thermostat cut-out.

The time required for heating up the water by 50 K, $t_{R,50}$ is calculated from the following formula and expressed in hours and minutes:

$$t_{R,50} = t_R \times \frac{50}{\theta_R - \theta_C} \quad (3)$$

Where:

t_R is the heating time during the first heating up of the water heater during step 2;

θ_R is the measured reference temperature at thermostat cut-out;

θ_C is the measured cold-water temperature at the beginning of step 2.

9.1.6 Stabilisation at zero-load and cyclic temperature variation (differential)

Step 3 of Figure 1 and Figure 2: keep the product at normal operating conditions as specified by the manufacturer without draw-offs during at least 12 h. This stage ends – and next stage starts – at the first thermostat cut-out after 12 h.

The mean water temperature after a thermostat cut-out θ_A is the average value of n temperatures θ_{Ai} recorded after each cut-out of the thermostat and is given by:

$$\theta_A = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_{Ai}}{n} \quad (4)$$

The mean water temperature after a thermostat cut-in θ_E is the average value of n temperatures θ_{Ei} recorded after each cut-in of the thermostat and is given by:

$$\theta_E = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_{Ei}}{n} \quad (5)$$

The cyclic temperature variation of the thermostat $\Delta\theta$ is expressed by the formula:

$$\Delta\theta = \theta_A - \theta_E \quad (6)$$

9.1.7 Tapping

Step 4 of Figure 1 and Figure 2: for the selected load profile, draw-offs are made in accordance with the specifications of the appropriate 24 h tapping pattern in Table 3. Tapping pattern starts directly after thermostat cut-out from stabilisation part with the first tapping at 7:00 h time-value as implied in Table 3. The tapping period ends 24 h later. The required useful energy content of the hot water is the total Q_{ref} [in kWh] in Table 3.

During the tapping stage, technical parameters (power, temperature, etc.) are established in accordance with specifications in Table 3. During draw-offs, the recommended maximum sample rate is 3 s (see Table 2). Recorded values shall be part of the technical test report.

Electricity consumption over the 24 h test $Q_{testelec}$ [kWh electricity] shall be measured over 24 h (i.e. $t_5 - t_3$).

Useful energy content of the hot water drawn-off Q_{H2O} [kWh] is determined as described below:

- from the average inlet/outlet temperature difference during the useful tapping period in K, the tapped useful water volume in litres, and the specific heat of water c_w ($1,163 \times 10^{-3}$ kWh/(kg × K)):

$$Q_{H2O}[i] = \Delta T[i] \times V[i] \times c_w \quad (7)$$

where:

- $Q_{H2O}[i]$ is the energy content of one draw-off in [kWh];
- $\Delta T[i]$ is the average in-/outlet temperature difference during the useful tapping period in [K];
- $V[i]$ is the tapped useful water volume [l];
- c_w is the specific heat of water ($1,163 \times 10^{-3}$ kWh/(kg × K))

For all the n draw-offs of one tapping profile, the energy content is the sum:

$$Q_{H2O} = \sum Q_{H2O}[i] \quad (8)$$

This formula can have many formats, for example more dynamic formats using flowrate and instantaneous temperature differences, but it comes down to the same result.

Products to be classified as off-peak appliances shall be energized for a maximum period of 8 consecutive hours ($t_5 - t_4$) between 22:00 h and 7:00 h of the 24 h tapping pattern as specified in Table 3.

In addition, $V_{\text{water}}^{\text{full-drawing}}$ [l] will be recorded; it is the sum of quantity of hot water totally delivered during the tapping period.

9.1.8 Reporting of Q_{elec}

Q_{testelec} shall be corrected for any energy surplus or deficit outside the strict 24 h tapping period, i.e. a possible energy difference before and after the tapping cycle is taken into account. Furthermore, any surplus or deficit in the delivered useful energy content of the hot water is taken into account in the following equation for Q_{elec} :

$$Q_{\text{elec}} = \left(\frac{Q_{\text{ref}}}{Q_{H2O}} \right) \times \left\{ Q_{\text{testelec}} + \frac{1,163 \times C_{\text{act}} \times (T_3(t_3) - T_5(t_5))}{1000} \right\} \text{ [kWh]} \quad (9)$$

where T_3 and T_5 are water temperatures measured at the dome of water heater, respectively at t_3 and t_5 .

9.1.9 Re-stabilisation at zero-load

Step 5 of Figure 1 and Figure 2: keep product at nominal operating conditions without draw-offs during at least 12 h. For products with storage-facilities subject to a control cycle, this stage ends at the first thermostat cut-out after 12 h.

9.1.10 Mixed water quantity delivered at 40 °C

Step 6 of Figure 1 and Figure 2: quantity of water at 40 °C, which has the same heat content (enthalpy) as the hot water which is delivered above 40 °C at the output of the water heater.

Immediately following the measurement in accordance with "re-stabilization at zero-load" (step 5, see 9.1.9), the water heater is switched off after the last cut-out of the thermostat.

Then, a quantity of water equal to the rated capacity is withdrawn through the outlet at a constant rate of flow by supplying cold water; the flow of water from open outlet water heaters is controlled by the inlet valve. The flow in any other type of water heaters is kept constant by means of a valve fitted in the outlet or the inlet.

The rate of flow is adjusted to the maximum value showed on the "water heater load profile" chosen to perform the appliance during the tapping cycle.

θ_{up} [°C] is the water temperature, without withdrawal of water, measured with a thermocouple placed inside the upper section of the tank. For metal tanks, the thermocouple may be placed on the outer surface of the tank as well, as shown in Figure B.2. This value is the water temperature measured after the last cut-out of the thermostat during the "re-stabilization at zero-load" step (see 9.1.9).

θ_c [°C] is the average temperature of inlet cold water during the test.

θ'_p [°C] is the average temperature of outlet water and its normalized value is named θ_p [°C]; it is to be calculated in accordance with the following formula:

$$\theta_p = (\theta_{up} - 10) * \frac{(\theta'_p - \theta_c)}{\theta_{up} - \theta_c} + 10 \quad (10)$$

Temperature readings are preferably taken continuously. Alternatively, they may be taken at equal intervals evenly spread over the discharge, for example every 5 litres (maximum). If there is a sharp drop in temperature, additional readings can be necessary in order to correctly calculate the average value θ'_p .

Outlet water temperature shall always be ≥ 40 °C, which is to be taken into account for the calculation of θ_p .

The volume V_{40_exp} [l], which corresponds to the quantity of water delivered at at least 40 °C, is to be considered.

The quantity of hot water V_{40} [l] delivered with a temperature of at least 40 °C shall be calculated with the following equation:

$$V_{40} = V_{40_exp} \times \frac{(\theta_p - 10)}{30} \quad (11)$$

9.2 Smart control test procedure

9.2.1 Measurement procedure

The smart control test procedure is based on two periods of test; they are named "reference period" and "smart period". During the first period, "reference period", the smart control does not influence the heating procedure and the appliance uses the factory settings for the temperature; in the second period, "smart period", which will be reached automatically, the appliance works to reduce any electricity consumption to achieve a minimum performance goal (i.e. smart control factor: SCF) compared with the first period of test.

During both periods, the chosen tapping profiles shall be fulfilled.

The total test period is called "smart cycle".

The whole test is carried out using the product's thermostat.

9.2.2 Installation

Step 0 of Figure 3: the appliance is installed following the methodology given in 9.1.2.

9.2.3 Stabilisation

Step 1 of Figure 3: the appliance is stabilised following the methodology given in 9.1.3.

9.2.4 Filling and heat-up

Step 2 of Figure 3: the appliance is filled and heated-up following the methodology given in 9.1.5.

It is heated up to the temperature ($T_{\text{set}} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$); θ_{up} is the water temperature measured at the dome (see Figure B.2) of the appliance; this value is given by the manufacturer to achieve a minimum performance goal (i.e. SCF).

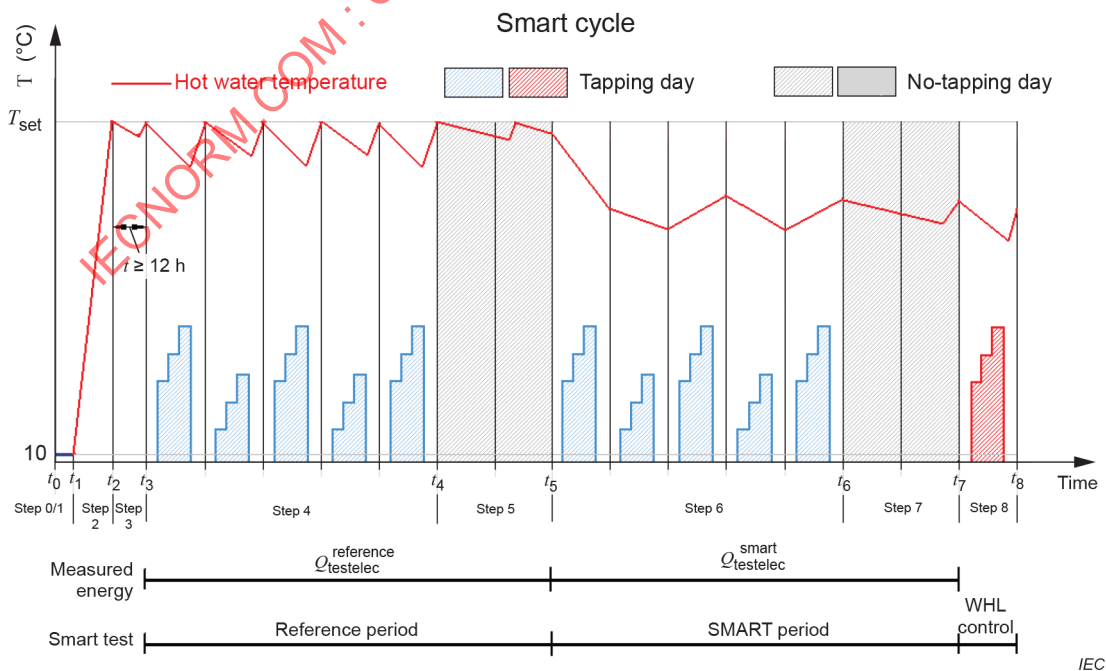


Figure 3 – Test procedure for "smart cycle"

9.2.5 Stabilisation before reference period

Step 3 of Figure 3: keep the product at normal operating conditions as specified by the manufacturer without draw-offs during at least 12 h. This stage ends – and the next stage starts – at the first thermostat cut-out after 12 h.

At the end of this step, the water temperature measured at the dome shall be $(T_{\text{set}} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C})$ at t_3 .

9.2.6 Reference period

Steps 4 and 5 of Figure 3: this test period allows consumer behaviour learning and measuring energy consumption with smart control activation.

Steps 4 and 5 can last 7 days or 14 days; the manufacturer will decide to use either the one- or two-week procedure, and the product will be tested in accordance with the one chosen.

The first 5 days of testing, in terms of tapping profiles, will be chosen randomly by the lab between the load profile declared by the manufacturer for the product (WHL), and the immediately lower load profile (WHL-1). It means five water heater loads shall be defined (i.e. three "WHL" and two "WHL-1") and the lab can decide to use them randomly (e.g. WHL = M → MMMSS, SSMMM, MSMSM, ...). In the (unlikely) case that WHL-1 is the smallest load profile XXS, the product shall be tested using only the load profile WHL (e.g. XXS) for all five days.

On the 6th and 7th days of testing, there will be no tapping. An example is given in Table 5.

In the case of a 2-week period, the second week is identical to the first week.

Table 5 – Tapping profiles

Reference period	Smart period
Day 1: WHL	Repetition in the same order
Day 2: WHL-1	
Day 3: WHL	
Day 4: WHL-1	
Day 5: WHL	
Day 6: no tapping	
Day 7: no tapping	

If a second week in the reference period is used, it shall have the same WHL and WHL-1 sequence and order as the first week. It means five water heater loads shall be defined (i.e. three "WHL" and two "WHL-1") and the lab can decide to use them randomly during the first week (e.g. WHL = M → first week: MMMSS, second week: MMMSS ...).

Smart control is manually/automatically activated, in accordance with the manufacturer's instructions, at time t_3 (Figure 3), and it stays on from t_3 to t_8 .

For the selected load profiles, draw-offs are made in accordance with the specifications of the appropriate 24 h tapping pattern in Table 3. Tapping patterns start at t_3 (7:00 h) as implied in Table 3. The tapping period ends 24 h later for each day.

During the tapping step, technical parameters (power, temperature, etc.) are established in accordance with specifications in Table 2. During draw-offs, the recommended sample rate is 3 s or less. Recorded values shall be part of the technical test report.

Electricity consumption over each 24 h test, $Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}} [i]$ [kWh electricity], will be measured and a total energy content will be defined for the "Reference period".

$$Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}} [i] \quad (12)$$

where $n = 1$ if the reference period is based on one week, or $n = 2$ if it is based on two weeks.

During the reference period, the water temperature at the dome of the appliance shall be fixed as

$$T_{\text{set}}^{\text{reference}} \leq T_{\text{set}} + 5 \quad (13)$$

In this way, the electronic thermostat of the product can be considered reliable.

Now, useful energy content of the hot water drawn-off Q_{H2O} [kWh] shall be determined as described in 9.1.7. For each day, a $Q_{\text{H2O}}^{\text{reference}} [i]$ value shall be measured, and a weekly value can be measured; it can be expressed as

$$Q_{\text{H2O}}^{\text{reference}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{H2O}}^{\text{reference}} [i] \quad (14)$$

where $n = 1$ if the reference period is based on one week, or $n = 2$ if it is based on two weeks.

Products classified as off-peak appliances shall be energized for a maximum period of 8 consecutive hours during 22:00 h and 7:00 h of the 24 h tapping pattern as specified in Table 3.

9.2.7 Smart period

Steps 6 and 7 of Figure 3: immediately after the reference period, the test of the "smart period" is performed for the same duration (one or two weeks), using the same repetition of tapping profile defined during the reference period; the smart control function is activated. The energy consumption is measured during this step as well, and it shall be compared to the energy consumption of the reference period step. This percentage of saving is named "smart control factor" (SCF).

The main parameters of this test can be expressed as: electricity consumption over each 24 h test, $Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}} [i]$ [kWh electricity], shall be measured and a total energy content shall be defined for the smart period:

$$Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}} [i] \quad (15)$$

where $n = 1$ if the reference period is based on one week, or $n = 2$ if it is based on two weeks.

And useful energy content of the hot water drawn-off Q_{H2O} [kWh] shall be determined as described in 9.1.7. For each day, a $Q_{H2O}^{smart} [i]$ value shall be measured, and a weekly value can be expressed as:

$$Q_{H2O}^{smart} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{H2O}^{smart} [i] \quad (16)$$

where $n = 1$ if the reference period is based on one week, or $n = 2$ if it is based on two weeks.

Products to be classified as off-peak appliances shall be energized for a maximum period of 8 consecutive hours between 22:00 h and 7:00 h of the 24 h tapping pattern, as specified in Table 3.

9.2.8 Reporting of the smart control factor

The smart control factor shall be corrected for any energy surplus or deficit outside the strict 24 h tapping period (and weekly period as well), i.e. a possible energy difference before and after the tapping cycle is taken into account. The difference between the measurement results of Q_{H2O} after the first week and Q_{H2O} after the second week shall be lower than 2 %. Furthermore, any surplus or deficit in the delivered useful energy content of the hot water is taken into account in the following formula:

$$SCF = \left(1 - \frac{Q_{testelec}^{smart}}{Q_{testelec}^{ref}} \right) \quad (17)$$

9.2.9 WHL control cycle

Step 8 of Figure 3: immediately after the "smart period", an additional 24 h (named "WHL control cycle") shall be performed and requirements are fulfilled; in this step, the product is tested in accordance with the water heater load of the first day (day 1) of the reference period. In this step, electricity consumption shall not be measured.

9.3 Measurement of stored water temperatures

9.3.1 Measurement of water temperature without withdrawal of water are made with a thermocouple placed inside the upper section of all the containers. However, for metal containers, the thermocouple may be placed on the outer surface of the containers (see Figure B.2).

The mean water temperature after a thermostat cut-out of the j-tank θ_{Aj} is the average value of n temperatures θ_{Aij} recorded after each cut-out, and is given by:

$$\theta_{Aj} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \theta_{Aij}}{n} \quad (18)$$

The mean water temperature after a thermostat cut-in of the j -tank θ_{Ej} is the average value of n temperatures θ_{Eij} recorded after each cut-out and is given by:

$$\theta_{Ej} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \theta_{Eij}}{n} \quad (19)$$

The mean water temperature after a thermostat cut-out θ_A is the average value of the m tanks and is given by:

$$\theta_A = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{Aj}}{m} \quad (20)$$

The mean water temperature after a thermostat cut-in θ_E is the average value of the m tanks and is given by:

$$\theta_E = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{Ej}}{m} \quad (21)$$

9.3.2 Measurements of temperature of withdrawn water are made in the outflow that shall be continuous. The temperature is measured to an accuracy of $\pm 0,5$ K and, if a thermometer is used, it is to be a type that records quickly and accurately in any position.

Temperature readings should be taken continuously. Alternatively, they may be taken at equal intervals evenly spread over the discharge, for example ten readings at 5 %, 15 %, etc. of the rated capacity. If there is a sharp drop in temperature, additional readings can be necessary in order to correctly calculate the average value θ'_p .

NOTE An example of a suitable apparatus for this measurement is given in Figure B.3.

9.4 Thermostat setting

The thermostat of water heaters where adjustment is provided is set so that the mean water thermostat temperature θ_M , as measured in 9.5.2, is $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The thermostat-setting is to remain unchanged throughout the measurements. If the thermostat has a dial to indicate the temperature, the equivalent dial-reading θ is to be recorded.

For water heaters where regulation of the water-heater thermostat is not provided for the user, an external thermostat is used to adjust the mean water temperature θ_M , as measured in 9.5.2, to $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

NOTE For heat-loss measurement, an external thermostat is used.

9.5 Standing loss per 24 h

9.5.1 General

According to the definition in 3.15, the standing losses of multi-tank appliances shall be measured:

- Subclause 9.5.3 – Multi-tank standing losses for directly measurable products
- Subclause 9.5.4 – Multi-tank standing losses for not directly measurable products

The manufacturer shall declare the accessibility of the multi-tank products in the technical documentation.

9.5.2 Single-tank standing loss

The water-heater is filled with cold water. The electrical supply is then switched on for a few cycles of operation of the thermostat until steady conditions have been reached as described in Figure B.5.

Starting and ending at a cut-out of the thermostat, the energy E_1 consumed during time t_1 (hours) is measured over a period of not less than 48 h. The water temperatures θ_{Ei} at each thermostat cut-in and θ_{Ai} at each thermostat cut-out are measured by means of a thermocouple positioned as in 9.3 and shown in Figure B.2.

The energy consumption E per 24 h is calculated with the following formula:

$$E = \frac{E_1 \times 24}{t_1} \quad (22)$$

The mean water temperature θ_M is calculated with the following formula:

$$\theta_M = \frac{\theta_A + \theta_E}{2} \quad (23)$$

θ_A and θ_E being calculated as indicated in 9.3.

Standing loss per 24 h, Q_{pr} , is calculated with the following formula:

$$Q_{pr} = \frac{45}{\theta_M - \theta_{amb}} \cdot E \quad (24)$$

Q_{pr} is expressed in kWh per 24 h for a temperature rise of 45 K, to the nearest 0,05 kWh.

9.5.3 Multi-tank standing loss for directly measurable products

The water heater is filled with cold water. The electrical supply is then switched on for a few cycles of operation of the thermostat until steady conditions have been reached.

Starting and ending at a cut-out of the thermostat the energy E_1 consumed during the time t_1 (hours) is measured over a period of not less than 48 h. The water temperatures θ_{Eij} at each thermostat cut-in and θ_{Aij} at each thermostat cut-out of all the j-tanks are measured by means thermocouples positioned as described in 9.3 (see Figure B.4).

The energy consumption E per 24 h is calculated with the following formula:

$$E = \frac{E_1 - (1,16 \times 10^{-3} \cdot C_{act} \cdot (\bar{\theta}_{A1tanks} - (\bar{\theta}_{A1tanks})))}{t_1} \cdot 24 \quad (25)$$

where:

$$\bar{\theta}_{A1Tanks} = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{A1Tankj}}{m} \quad (26)$$

$$\bar{\theta}_{A1Tanks} = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{A1Tankj}}{m} \quad (27)$$

The mean water temperature for the j-tank shall be calculated with the following formula:

$$\theta_{Mj} = \frac{\theta_{Aj} + \theta_{Ej}}{2} \quad (28)$$

The mean water temperature is calculated with the following formula:

$$\theta_{M_mt} = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{Mj}}{m} \quad (29)$$

Standing loss per 24 h, Q_{pr} , is calculated with the following formula:

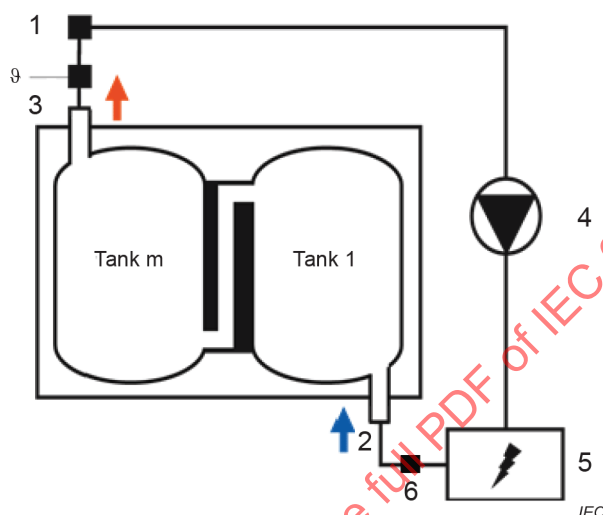
$$Q_{pr} = \frac{45}{\theta_{M_mt} - \theta_{amb}} \times E \quad (30)$$

Q_{pr} is expressed in kWh per 24 h for a temperature rise of 45 K, to the nearest 0,05 kWh.

9.5.4 Multi-tank standing loss for not directly measurable products

The test method is based on two steps of measurement. The standing loss of the multi-tank appliance Q_{pr_mt} is calculated as the difference of the standing loss values measured in the two steps.

The system consists of a pump used for water circulation, an auxiliary water heater dedicated to increase and maintain the water temperature of the system, a drain valve to remove the air from the connection, a thermocouple placed in the hydraulic connection, and the appliance under test (see Figure 4).



Where:

- 1 Air Vent /Drain valve
- 2 Cold water inlet
- 3 Hot water outlet
- 4 Pump
- 5 Auxiliary Water heater
- 6 Flowmeter (optional)
- 9 Thermocouple

Figure 4 – Assembly scheme

The system is filled with cold water; all the air inside shall be drained out from the drain valve. The pump is turned ON in order to circulate the water inside the system and the electrical supply of the auxiliary water heater is then switched on for a few cycles of operation of the thermostat until steady conditions have been reached.

Starting and ending at a cut-out of the thermostat the energy E_1 consumed during the time t_1 (h) is measured over a period of not less than 48 h (see Figure B.6).

$$E = \frac{E_1}{t_1} \times 24 \quad (31)$$

The mean water temperature after a thermostat cut-out θ_A is the average value of n temperatures θ_{Ai} recorded after each cut-out and is given by:

$$\theta_A = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_{Ai}}{n} \quad (32)$$

The mean water temperature after a thermostat cut-in θ_E is the average value of n temperatures θ_{Ei} recorded after each cut-out and is given by:

$$\theta_E = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_{Ei}}{n} \quad (33)$$

The mean water temperature is calculated with the formula:

$$\theta_M = \frac{\theta_A + \theta_E}{2} \quad (34)$$

Standing loss per 24 h of the system Q_{pr_ST} is calculated in accordance with the following formula:

$$Q_{pr_ST} = \frac{45}{\theta_M - \theta_{amb}} \times E \quad (35)$$

After that, the measurement is repeated removing the not directly measurable multi-tank (see Figure 5), calculating the standing loss of the bench Q_{pr_BENCH} using the same formula above.

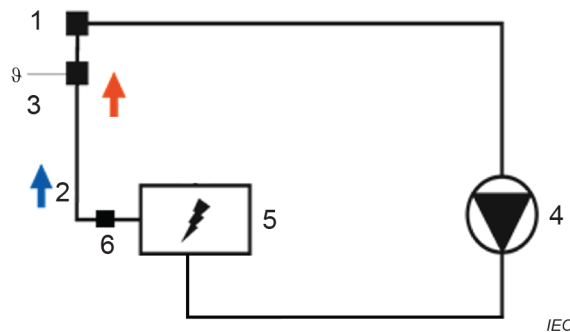


Figure 5 – Assembly scheme BENCH

The Q_{pr_MT} of the product under test is the difference between the two measurements:

$$Q_{pr_MT} = Q_{pr_ST} - Q_{pr_BENCH} \quad (36)$$

9.6 Hot water output

Immediately following the measurement in accordance with 9.5, the water heater is switched off after a cut-out of the thermostat.

Then,

- a quantity of water equal to the rated capacity is withdrawn through the outlet at a constant rate of flow by supplying cold water; the flow of water from open outlet water heaters is controlled by the inlet valve. The flow in any other type of water heater is kept constant by means of a valve fitted either in the outlet or in the inlet.

Table 6 – Rated capacity and flow rates

Capacity (l)	Flow rate (l/min)
$V < 10$	2
$10 \leq V \leq 50$	5
$50 < V \leq 300$	10
$V > 300$	to a value corresponding to 5 % of the capacity per min for water heaters

The temperature is measured in the manner described in 9.1.10 and the average temperature of withdrawn water θ'_p is established.

The mean water temperature θ_p is calculated with the following formula:

$$\theta_p = 50 \frac{\theta'_p - \theta_C}{\theta_A - \theta_C} + 15 \quad (37)$$

- The hot-water output is recorded as the withdrawn volume at θ_p (... litres at ... °C).
- The mixed water quantity $V_{40\text{Ref}}$ with a storage temperature of 65 °C and a cold-water inlet temperature of 15 °C is calculated as follows:

$$V_{40\text{Ref}} = c_R \frac{\theta_p - 15}{25} \quad (38)$$

9.7 Maximum hot water output

In order to determine the maximum possible quantity of water at 40 °C, which has the same heat content (enthalpy) as the hot water which is delivered above 40 °C at the output of the water heater, the device is set to the highest selectable temperature and heated until the thermostat switches off. The power supply remains in place so that the thermostat can switch on the heating during the measurement.

Then:

- water is drawn until the temperature measured at the outlet drops below 40 °C.
If the temperature does not drop below 40 °C, tapping will be stopped when an amount of water equal to 3 times the rated capacity of the device has been withdrawn. $V_{40\text{max}}$ is then calculated taking into account the values determined in this way.
Rated capacity and flow rates are as given in Table 6.

The temperature is measured in the manner described in 9.1.10 and the average temperature of withdrawn water θ'_p is established.

The mean water temperature θ_{pmax} is calculated from the following formula:

$$\theta_{pmax} = (\theta_{up} - 15) \times \frac{\theta'_p - \theta_C}{\theta_{up} - \theta_C} + 15 \quad (39)$$

- The maximum hot-water output is recorded as the withdrawn volume at θ_{pmax} (... litres at ... °C).
- The mixed water quantity V_{40max} with the temperature setting set to maximum and a 15 °C cold water inlet temperature is calculated as follows:

$$V_{40max} = V_{(t > 40\text{ °C})} \frac{\theta_{pmax} - 15}{25} \quad (40)$$

10 Data report

Each test shall be accompanied by a 'data report' on specific performance characteristics of the product, as defined in Table 7.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60379:2023

Table 7 – Data report

1.	Manufacturer	X
2.	Model & ID	Y
3.	Date of test	dd-mm-yy
4.	Basic product type	Electric
4.1	Nominal power, in kW	N,NN
4.2	Rated voltage / rated frequency	NNN / NN
4.3	used voltage / used frequency	NNN / NN
4.4	Rated capacity, in litres	NNN
4.5	Actual capacity, in litres	NNN,N
5.	Subtype	Conventional
6.	Load profile	XXS / XS / S / M / L / XL / XXL / 3XL / 4XL
7.	T_{set} declared by the manufacturer, in °C	NN
7.1	θ_{up} measured value, in °C	NN,N
8.	Electricity consumption, in kWh/d (Q_{elec})	NNN,NN
9.	smart	YES / NO
9.1	Smart control factor, SCF [%]	NN,N
9.2	Sequence of SMART tapping cycles used during the test	WHL / WHL-1 / WHL / WHL-1 / WHL / - / -
10.	Off-peak	YES / NO
11	Electric energy efficiency % (η_{elecwh})	NNN,N %
12	Declaration of the product	DIRECTLY MEASURABLE or NOT DIRECTLY MEASURABLE
13	Standing losses	N,NN
14	$V_{40\text{Ref}}$	NNN
15	V_{40}	NNN
16	$V_{40\text{max}}$	NNN

Annex A (normative)

Calculation of the specific energy efficiency and of the annual consumption of electric energy

A.1 Symbols and units

Symbol	Unit	Description
η_{wh}	[%]	Specific energy efficiency of a storage water heater, which is the ratio between the useful energy in the delivered hot water and the consumed electrical energy converted to primary energy. NOTE n,n is to be replaced by the value of the conversion coefficient (CC) used to express the efficiency
Q_{cor}	[kWh]	Ambient correction term which takes into account the fact that the place where the water heater is installed is not an isothermal place.
Q_{atot}	[kWh/y]	Annual primary energy use for the load profile.
AEC	[kWh/y]	Annual consumption of electric energy.
CC		Conversion coefficient of electricity in primary energy. For EU countries, its value is defined in Annex II, Note 3 of Directive 2006/32/EC of the European Parliament, and of the Council of 5 April 2006 and in Council Directive 93/76/EEC. CC = 2,1 in year 2021.

A.2 Calculation of the specific energy efficiency

The specific energy efficiency (η_{wh}) of a storage water heater is the ratio between the delivered energy in the hot water for the tapping pattern of its load profile and the consumed energy converted to primary energy.

The consumed energy is the result of the test of the water heater with adjustments for:

- smart control that can reduce the energy consumption;
- ambient correction that takes into consideration the fact that the installation by the consumer will not be in an isothermal place.

The specific energy efficiency of a dedicated storage water heater shall be calculated with Formula (A.1):

$$\eta_{wh} = \frac{Q_{ref}}{CC \cdot Q_{elec} (1 - SCF \cdot smart) + Q_{cor}} \quad (A.1)$$

where:

Q_{ref} is the delivered energy for the 24 h tapping pattern for the load profile of the water heater, in kWh;

Q_{elec} is the consumption of electric energy with the relevant 24 h tapping pattern, in kWh;

smart indicates the presence of smart control and is yes = 1, no = 0;

NOTE SCF=0 if no smart control is detected during testing (see 9.2).

$$Q_{\text{cor}} = -k \cdot \left(CC \cdot \left(Q_{\text{elec}} \cdot (1 - SCF \cdot smart) - Q_{\text{ref}} \right) \right) \quad (\text{A.2})$$

where the k values are given in Table A.8 for each load profile:

Table A.8 – k values

	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL	3XL	4XL
k	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,0	0,0	0,0

For electric storage water heaters, the declared specific energy efficiency shall be:

$$\eta_{\text{wh}} \leq \frac{1}{CC} \quad (\text{A.3})$$

which is a necessary condition to apply because the formula could give a higher efficiency for electric dedicated storage water heaters with smart controls.

A.3 Calculation of the annual consumption of electric energy

The annual consumption of electric energy (AEC), in kWh/year and rounded to the nearest integer, shall be calculated as follows:

$$AEC = 0,6 \cdot 365 \cdot \left(Q_{\text{elec}} \cdot (1 - SCF \cdot smart) + \frac{Q_{\text{cor}}}{CC} \right) \quad (\text{A.4})$$

A.4 Data report

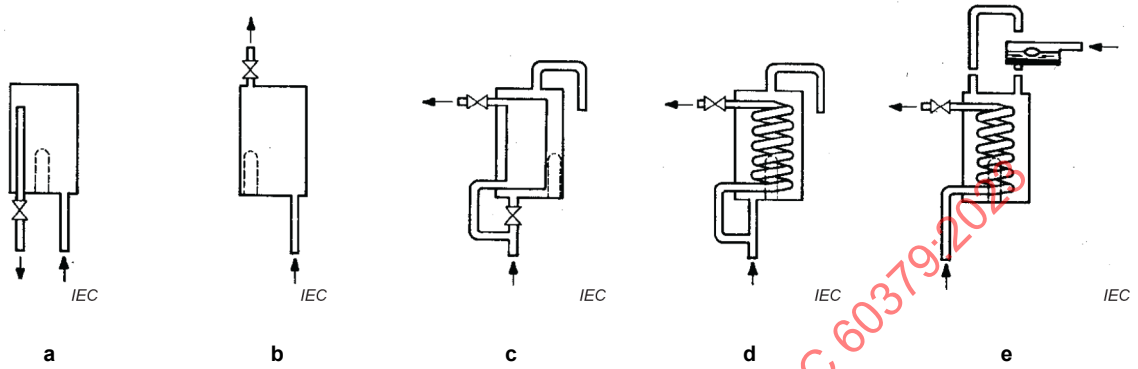
The 'data report' on specific performance characteristics of the product should be supplemented with the elements in Table A.9.

Table A.9 – Complements to data report

11.a	Conversion coefficient to primary energy (CC)	N,NN
11.b	Specific energy efficiency % (η_{wh})	NNN,N%
11.c	Annual electricity consumption (AEC), in kWh/y	NNNNN

Annex B (normative)

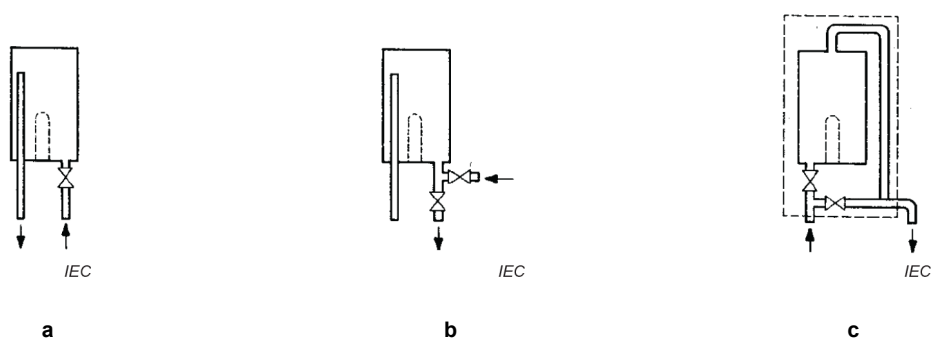
Test setup



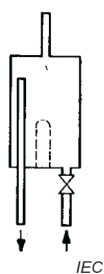
a) Closed water heaters (3.10)



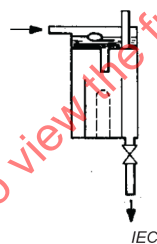
b) Cistern-fed water heaters (3.11)



c) Open outlet water heaters (3.12)



d) Vented water heater (3.13)



e) Cistern-type water heater (3.14)

Figure B.1 – Schematic representation of storage water-heaters

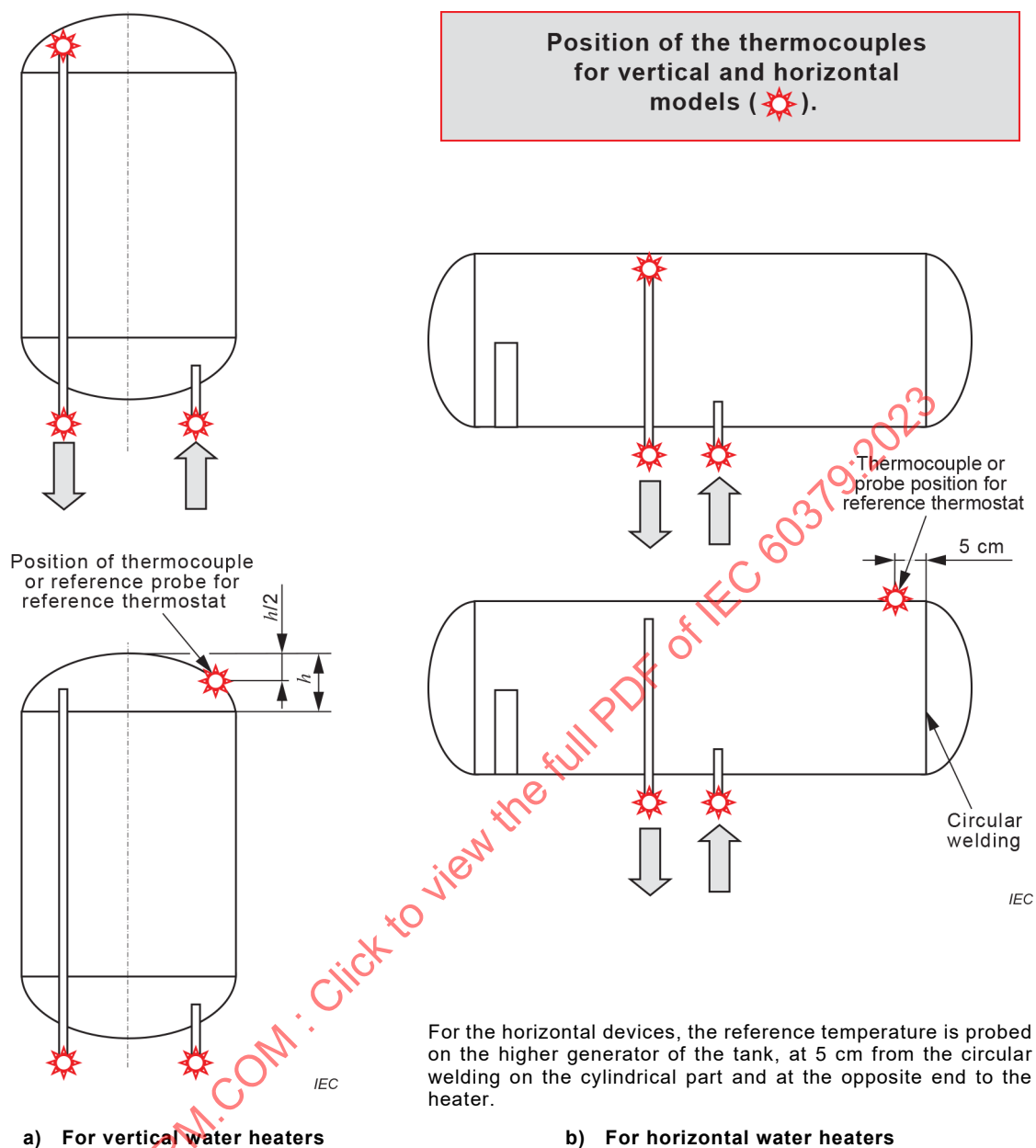
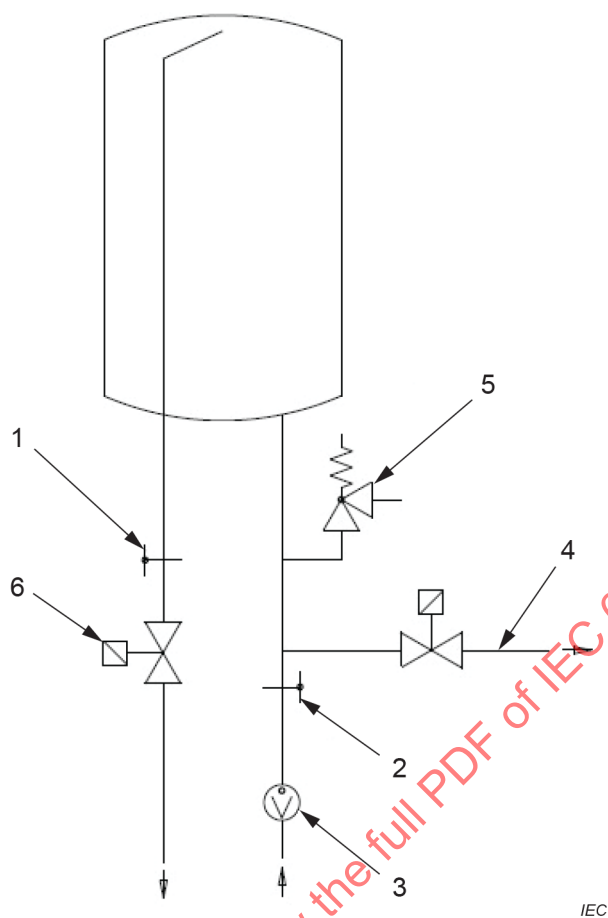


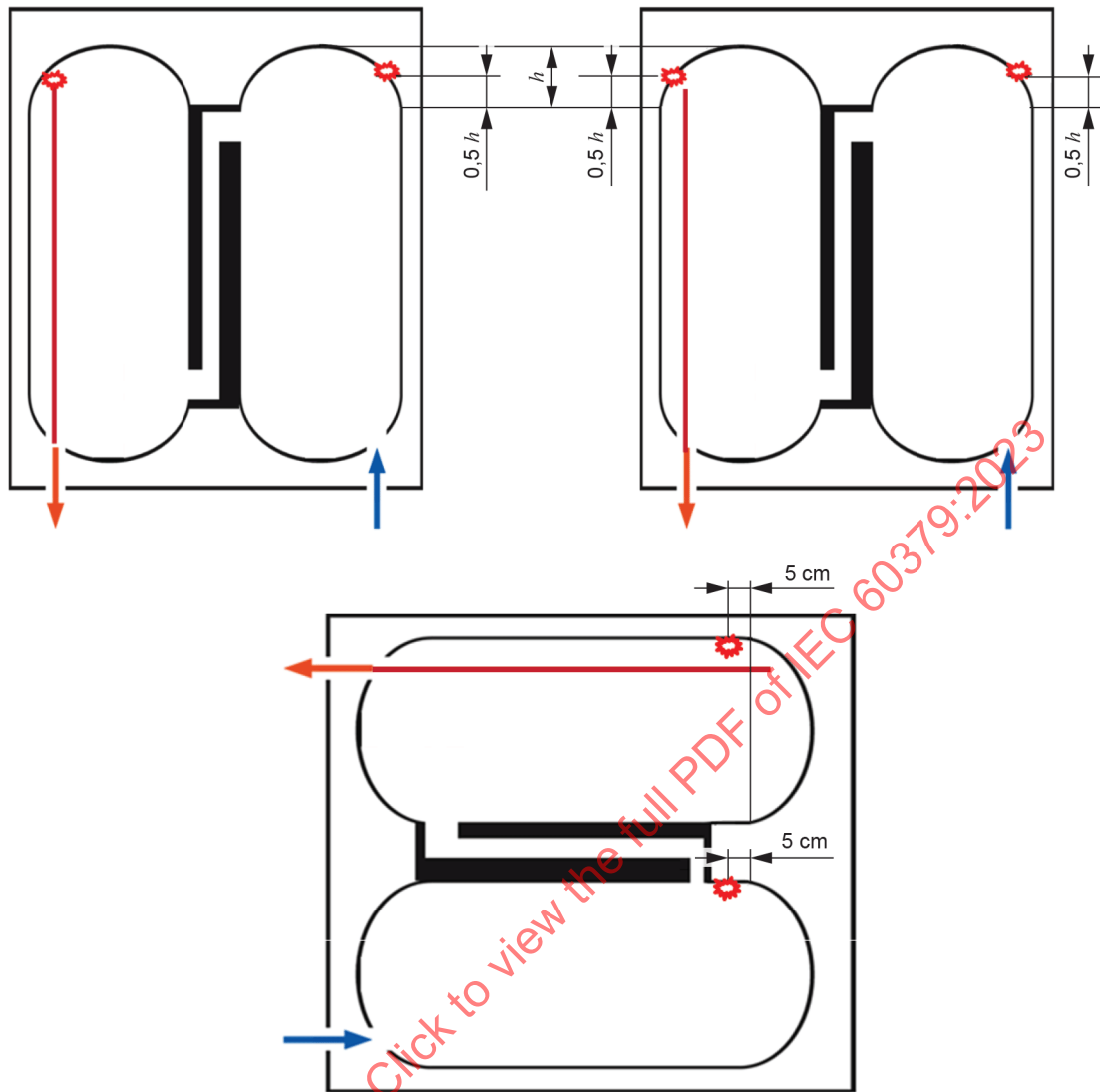
Figure B.2 – Position of the thermocouples for vertical and horizontal models

**Key**

- 1 thermocouple outlet temperature
- 2 thermocouple cold water temperature
- 3 measurement flow rate
- 4 valve bypass
- 5 safety valve
- 6 valve tapping

Figure B.3 – Example of hydraulic connection (unvented products)

The distance between the cold water inlet of the water heater and the position of the thermocouple measuring the cold water shall be less than or equal to 100 mm.



IEC

Figure B.4 – Schemes for directly measurable multi-tank appliances

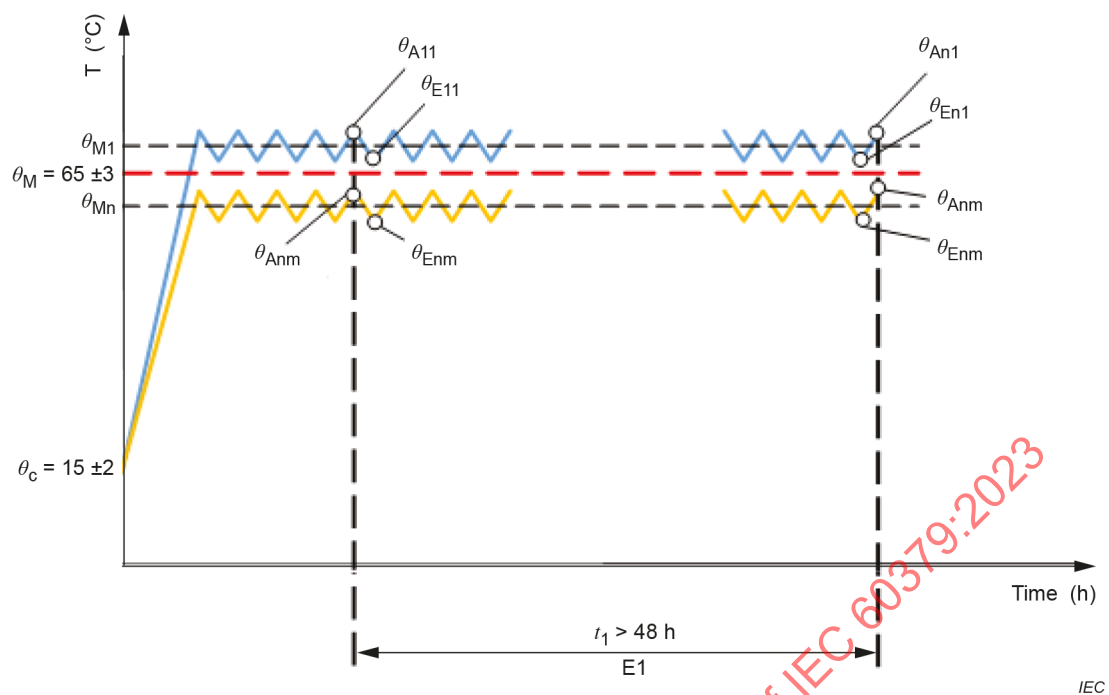


Figure B.5 – Directly measurable multi tank

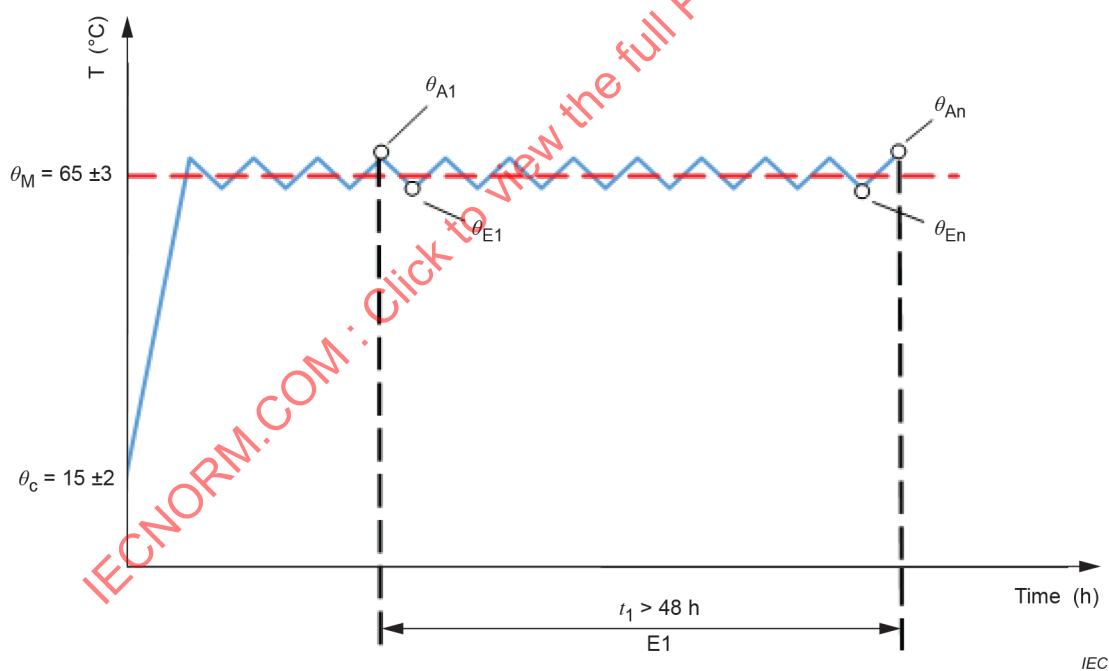


Figure B.6 – Not directly measurable multi tank

Table B.1 – Thickness of insulation according to size of pipe or connection

Inner diameter ≤ 22 mm	20 mm
22 mm < inner diameter ≤ 35 mm	30 mm
35 mm < inner diameter ≤ 100 mm	Equal to inner diameter
100 mm < inner diameter	100 mm

All test rig pipework and connections shall be thermally insulated with an insulation material thickness given in Table B.1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60379:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60379:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
1 Domaine d'application	46
2 Références normatives	46
3 Termes et définitions	46
4 Symboles et unités	49
5 Calcul du rendement énergétique électrique (η_{elecwh})	50
6 Paramètres mesurés	51
7 Conditions de mesurage générales	51
8 Conditions de référence	53
9 Procédures d'essai	56
9.1 Procédure d'essai normalisée	56
9.1.1 Généralités	56
9.1.2 Installation	56
9.1.3 Stabilisation	56
9.1.4 Volume de stockage	57
9.1.5 Remplissage et mise en chauffe	57
9.1.6 Stabilisation à charge nulle et variation cyclique de la température (différentiel)	58
9.1.7 Soutirage	58
9.1.8 Déclaration de Q_{elec}	59
9.1.9 Restabilisation à charge nulle	60
9.1.10 Quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C	60
9.2 Procédure d'essai pour la commande intelligente	61
9.2.1 Procédure de mesurage	61
9.2.2 Installation	61
9.2.3 Stabilisation	61
9.2.4 Remplissage et mise en chauffe	61
9.2.5 Stabilisation avant la période de référence	62
9.2.6 Période de référence	62
9.2.7 Période intelligente	64
9.2.8 Consignation du facteur de commande intelligente	65
9.2.9 Cycle de commande WHL	65
9.3 Mesurage des températures de l'eau stockée	65
9.4 Réglage du thermostat	66
9.5 Pertes statiques sur 24 h	66
9.5.1 Généralités	66
9.5.2 Pertes statiques des appareils à un ballon	67
9.5.3 Pertes statiques des appareils à ballons multiples mesurables directement	67
9.5.4 Pertes statiques des appareils à ballons multiples non mesurables directement	69
9.6 Production d'eau chaude	71
9.7 Production d'eau chaude maximale	71
10 Rapport de données	72
Annexe A (normative) Calcul du rendement énergétique spécifique et de la consommation annuelle d'énergie électrique	74

A.1	Symboles et unités	74
A.2	Calcul du rendement énergétique spécifique	74
A.3	Calcul de la consommation annuelle d'énergie électrique	75
A.4	Rapport de données	75
Annexe B (normative)	Montage d'essai	76
Figure 1	– Procédure d'essai pour les "appareils en marche forcée"	56
Figure 2	– Procédure d'essai pour les "appareils en heures creuses"	56
Figure 3	– Procédure d'essai pour le "cycle intelligent"	62
Figure 4	– Schéma de montage	69
Figure 5	– Schéma de montage du BANC	70
Figure B.1	– Représentation schématique des chauffe-eau avec mise à l'air libre	77
Figure B.2	– Position des thermocouples pour les modèles verticaux et horizontaux	78
Figure B.3	– Exemple de connexion hydraulique (produits sans mise à l'air libre)	79
Figure B.4	– Schémas pour les appareils à ballons multiples mesurables directement	80
Figure B.5	– Appareil à ballons multiples mesurable directement	81
Figure B.6	– Appareil à ballons multiples non mesurable directement	81
Tableau 1	– Électricité	51
Tableau 2	– Conditions et résultats d'essai - Valeurs et tolérances définies	52
Tableau 3	– Profil de charge du chauffe-eau (profils de soutirage de l'essai de référence)	54
Tableau 4	– Tolérance sur le volume de stockage assigné	57
Tableau 5	– Profils de soutirage	63
Tableau 6	– Capacité et débits assignés	71
Tableau 7	– Rapport de données	72
Tableau A.8	– Valeurs de k	75
Tableau A.9	– Compléments pour le rapport de données	75
Tableau B.1	– Épaisseur d'isolant en fonction des dimensions des conduites ou des raccords	82

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION DES CHAUFFE-EAU ÉLECTRIQUES À ACCUMULATION À USAGE DOMESTIQUE

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60379 a été établie par le sous-comité 59C: Appareils de chauffage électrique à usage domestique et similaire, du comité d'études 59 de l'IEC: Aptitude à la fonction des appareils électrodomestiques et analogues. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 1987. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) prise en compte des aspects de la réglementation UE en matière de développement durable, notamment les fonctions telles que la commande intelligente, la modification de V_{40} et les procédures de mesurage relatives aux appareils à ballons multiples.

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

Projet	Rapport de vote
59C/282/FDIS	59C/285/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/standardsdev/publications.

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

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

MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION DES CHAUFFE-EAU ÉLECTRIQUES À ACCUMULATION À USAGE DOMESTIQUE

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction des chauffe-eau électriques à accumulation pour produire de l'eau chaude sanitaire potable ou non potable pour usages domestiques et analogues.

L'objet du présent document est d'établir et de définir les caractéristiques de performance principales des chauffe-eau électriques à accumulation et de décrire les méthodes d'essai utilisées pour mesurer ces caractéristiques.

NOTE 1 Le présent document ne s'applique pas:

- aux chauffe-eau à accumulation qui utilisent l'électricité comme source secondaire pour chauffer l'eau;
- aux chauffe-eau à accumulation qui n'utilisent pas de ballon pour stocker l'eau chaude;
- aux chauffe-eau électriques à accumulation qui ne remplissent pas les caractéristiques de sortie minimales (ou maximales) du profil de charge le plus faible (ou le plus élevé), qui est défini dans le Tableau 3;
- aux chauffe-eau sans isolation thermique.

NOTE 2 Le présent document ne spécifie pas les exigences de sécurité. Pour les exigences de sécurité, consulter l'IEC 60335-1 conjointement avec l'IEC 60335-2-21.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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

chauffe-eau à accumulation

chauffe-eau qui utilise des éléments chauffants électriques comme les dispositifs destinés à chauffer l'eau pour un stockage à long terme dans une cuve isolée thermiquement et qui comporte un dispositif de régulation de la température de l'eau

3.2

fonction primaire

production d'eau chaude destinée à des fins domestiques et analogues

3.3

chauffe-eau à accumulation en marche forcée

chauffe-eau à accumulation conçu pour fournir de l'eau chaude, qui est alimenté en électricité 24 h sur 24

3.4

chauffe-eau à accumulation en heures creuses

chauffe-eau à accumulation conçu pour fournir de l'eau chaude, qui est configuré ou installé afin d'être alimenté en électricité en périodes d'heures creuses/de tarif réduit uniquement

Note 1 à l'article: Le chauffe-eau à accumulation en heures creuses doit remplir les exigences du profil de soutirage entre 07:00 h et 22:00 h sans alimentation en énergie externe, par exemple pour permettre le fonctionnement de l'appareil pendant les périodes d'heures creuses/de tarif réduit et/ou lorsque le réseau d'énergie électrique est instable. Un produit est considéré comme un appareil "en heures creuses" si celui-ci est alimenté en électricité uniquement pendant une durée maximale de huit heures consécutives entre 22:00 h et 07:00 h durant l'essai effectué avec le profil de charge de 24 h

3.5

profil de charge

caractéristiques de sortie (débits, températures, profil de soutirage, etc.) d'un chauffe-eau à accumulation lorsque celui-ci remplit sa fonction primaire dans certaines conditions ambiantes (voir le Tableau 2 et le Tableau 3), selon les valeurs déclarées par le fabricant

3.6

rendement énergétique

rapport entre l'énergie restituée dans l'eau chaude sanitaire potable ou non potable pour son profil de charge et l'énergie électrique consommée

3.7

volume de stockage

quantité assignée d'eau stockée à l'intérieur de l'appareil

3.8

commande intelligente

dispositif qui adapte automatiquement le processus de chauffage de l'eau aux conditions d'utilisation spécifiques dans le but de réduire la consommation d'énergie

3.9

mode prêt à l'emploi

condition, réglage ou mode de fonctionnement normalisé défini par le fabricant en usine pour une mise en application immédiate après l'installation de l'appareil, qui est approprié pour une utilisation normale par l'utilisateur final selon le profil de soutirage d'eau pour lequel a été conçu et commercialisé le produit

3.10

chauffe-eau fermé

chauffe-eau à accumulation sans mise à l'air libre prévu pour fonctionner à la pression du système d'alimentation en eau, dans lequel le débit d'eau est commandé par un ou plusieurs robinets placés dans le circuit de sortie

3.11

chauffe-eau à réservoir séparé

chauffe-eau alimenté par un réservoir, dans lequel le débit d'eau est commandé par un ou plusieurs robinets placés dans le circuit de sortie, qui comporte une prise d'air pour la mise à l'air libre et qui est configuré de telle sorte que l'eau dilatée puisse être réinjectée dans le réservoir d'alimentation

3.12

chauffe-eau à écoulement libre

chauffe-eau dans lequel le débit d'eau est commandé par un robinet dans la conduite d'entrée et qui est configuré de telle sorte que le trop-plein d'eau dilatée puisse s'écouler par la conduite de sortie

3.13

chauffe-eau avec mise à l'air libre

chauffe-eau qui comporte une mise à l'air libre de telle sorte que la pression à la surface de l'eau puisse toujours être d'origine atmosphérique, quelles que soient les conditions d'utilisation

3.14

chauffe-eau à réservoir incorporé

chauffe-eau à réservoir séparé dont le réservoir d'alimentation fait partie intégrante de l'appareil

3.15

chauffe-eau à ballons multiples

chauffe-eau qui comporte au moins deux cuves connectées par voie hydraulique, qui sont conçues de manière à pouvoir travailler de façon indépendante dans des conditions de température et/ou de pression de service différentes

Note 1 à l'article: Un produit à ballons multiples doit être défini comme mesurable directement si la température (sondes immergées ou soudées) de l'ensemble des ballons cylindriques peut être mesurée sans compromettre les performances du produit. Sinon, le produit doit être classé comme non mesurable directement. Selon le type de mesurage de la température des ballons cylindriques, les produits à ballons multiples sont classés en deux catégories:

- mesurables directement; ou
- non mesurables directement.

3.16

capacité assignée

capacité en eau assignée du chauffe-eau et apposée par marquage sur le chauffe-eau, par le fabricant

3.17

pertes statiques sur 24 h

consommation d'énergie d'un chauffe-eau rempli dans les conditions de régime établi, lorsque l'appareil est connecté à l'alimentation électrique, pendant une durée de 24 h où l'eau n'est pas prélevée

3.18

tension assignée

tension (tension entre phases pour une alimentation triphasée) assignée à l'appareil par le fabricant

3.19

V_{40Ref}

quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C avec une température de stockage de 65 °C et une température d'entrée d'eau froide de 15 °C

3.20

V_{40max}

quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C avec une température de stockage réglée sur la valeur maximale possible et une température d'entrée d'eau froide de 15 °C, lorsque les éléments chauffants sont sous tension

Note 1 à l'article: Puissance assignée maximale de l'appareil.

3.21

V_{40}

quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C avec une température réglée sur le mode prêt à l'emploi et une température d'entrée d'eau froide de 10 °C

3.22**facteur de commande intelligente****SCF**

facteur qui décrit le gain de rendement énergétique du chauffage de l'eau obtenu par l'emploi d'une commande intelligente

Note 1 à l'article: La valeur est comprise entre $SCF = 0$ et $SCF = 1$.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SCF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "smart control factor".

3.23**produit lié à l'énergie****ErP**

produit qui utilise de l'énergie, ou qui n'en utilise pas, mais qui a un impact sur la consommation d'énergie

Note 1 à l'article: L'abréviation "ErP" est dérivée du terme anglais développé correspondant "energy related product".

3.24**coefficient de conversion****CC**

facteur qui indique la quantité d'énergie primaire utilisée pour produire une unité d'électricité

Note 1 à l'article: L'abréviation "CC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "conversion coefficient".

3.25**profil de charge déclaré**

profil de charge déclaré par le fabricant de l'appareil

4 Symboles et unités

Symbole	Unité	Description
η_{elecwh}	[%]	Rendement énergétique électrique d'un chauffe-eau à accumulation
Q_{ref}	[kWh]	Énergie de référence fournie pour le profil de soutirage de 24 h du profil de charge du chauffe-eau
Q_{elec}	[kWh]	Consommation d'électricité correspondant au profil de soutirage de 24 h applicable
θ_{amb}	[°C]	Température ambiante lors des essais
θ'_{p}	[°C]	Température moyenne de l'eau utilisée pour déterminer θ_{p} , mesurée à la sortie de l'appareil
θ_{M}	[°C]	Température moyenne de l'eau sans prélèvement d'eau dans le ballon
f	[l/min]	Débit minimal de l'eau chaude lorsque celle-ci contribue à l'énergie de référence, spécifié dans le Tableau 3
T_{m}	[°C]	Température de l'eau lorsque l'eau chaude commence à contribuer à l'énergie de référence, spécifiée dans le Tableau 3
T_{p}	[°C]	Température minimale de l'eau qui doit être atteinte lors d'un prélèvement d'eau, spécifiée dans le Tableau 3
T_{set}	[°C]	Consigne de température
$t_{\text{R},50}$		Durée de réchauffage pour un échauffement de l'eau de 50 K
Q_{testelec}	[kWh]	Consommation d'électricité mesurée pendant un essai de 24 h (étape 4 de la Figure 1 et de la Figure 2)
$Q_{\text{H}_2\text{O}}$	[kWh]	Teneur en énergie utile de l'eau chaude lors de n prélèvements
$V_{\text{full-drawing water}}$	[l]	Quantité totale d'eau chaude fournie au cours de la période de soutirage
$V_{40_{\text{exp}}}$	[l]	Volume fourni mesuré à la température moyenne de l'eau

Symbole	Unité	Description
V_{40}	[l]	Quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C
V_{40Ref}	[l]	Quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C avec une température de stockage de 65 °C et une température d'entrée d'eau froide de 15 °C
V_{40max}	[l]	Quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C avec une température réglée sur la valeur maximale et lorsque les éléments chauffants sont sous tension
C_R	[l]	Capacité assignée du chauffe-eau (déclarée par le fabricant)
C_{act}	[l]	Capacité réelle du chauffe-eau
m_{act}	[kg]	Poids réel de l'eau présente à l'intérieur du ballon du chauffe-eau
m		Nombre de ballons (cuves) que comporte l'appareil
$\theta_{A1tanks}$	[°C]	Température moyenne de l'eau calculée comme la température moyenne du ballon j lors du premier déclenchement du thermostat
$\theta_{Antanks}$	[°C]	Température moyenne de l'eau calculée comme la température moyenne du ballon j lors du dernier (n) déclenchement du thermostat
θ_{Mj}	[°C]	Température moyenne de l'eau sans prélèvement d'eau dans le ballon j
θ_{M_mt}	[°C]	Température moyenne de l'eau sans prélèvement d'eau dans l'ensemble des ballons
θ_{Aij}	[°C]	Température de l'eau mesurée après le déclenchement du thermostat du ballon j
θ_{Aj}	[°C]	Température moyenne de l'eau après le déclenchement du thermostat du ballon j
θ_{Eij}	[°C]	Température moyenne de l'eau mesurée après l'enclenchement d'un thermostat du ballon j
θ_{Ej}	[°C]	Température moyenne de l'eau après l'enclenchement d'un thermostat du ballon j
θ_{up}	[°C]	Température mesurée dans la section supérieure du ballon
$smart$		Présence ou absence de la commande intelligente (la valeur doit être 1 ou 0)
SCF		Gain de rendement obtenu à l'aide de la fonction de commande intelligente

5 Calcul du rendement énergétique électrique (η_{elecwh})

Le rendement énergétique électrique (η_{elecwh}) d'un chauffe-eau à accumulation est le rapport entre l'énergie restituée dans l'eau chaude pour le profil de soutirage de son profil de charge et l'énergie consommée. L'énergie consommée est le résultat obtenu lors de l'essai du chauffe-eau en procédant à des réglages de:

- la commande intelligente afin de pouvoir réduire la consommation d'énergie.

Le rendement énergétique électrique d'un chauffe-eau à accumulation doit être calculé à l'aide de la Formule (1) suivante:

$$\eta_{elecwh} = \frac{Q_{ref}}{Q_{elec}(1 - SCF \cdot smart)} \quad (1)$$

où:

Q_{ref} est l'énergie fournie pour le profil de soutirage de 24 h du profil de charge du chauffe-eau, en kWh;

Q_{elec} est la consommation d'électricité correspondant au profil de soutirage de 24 h applicable, en kWh;

$smart$ indique la présence d'une commande intelligente, où oui = 1 et non = 0;

SCF est le gain de rendement obtenu à l'aide de la fonction de commande intelligente.

NOTE $SCF = 0$ lorsqu'aucune commande intelligente n'est détectée pendant l'essai (voir le 9.2).

6 Paramètres mesurés

Les paramètres ci-dessous doivent être établis suivant les méthodes de mesure décrites dans les Articles 7 et 9:

- 1) Q_{elec} consommation d'électricité [kWh/an]
- 2) η_{elecwh} rendement énergétique électrique [%]
- 3) C_{act} volume de stockage [l]

7 Conditions de mesurage générales

Les mesurages doivent être effectués avec une alimentation électrique qui respecte les caractéristiques indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Électricité

Grandeur mesurée	Unité	Valeur	Écart admissible (moyenne obtenue sur la période d'essai)	Incertitude de mesure (exactitude)	Notes
Électricité					
Puissance	W			±2 %	
Énergie	kWh			±2 %	
Tension	V	Valeur assignée	±2 %	±0,5 %	
Intensité électrique	A			±0,5 %	
Fréquence	Hz	Valeur assignée	±1 %		

Le Tableau 2 fournit des conditions d'essai supplémentaires et des tolérances sur les résultats d'essai (c'est-à-dire l'énergie thermique).

Tableau 2 – Conditions et résultats d'essai - Valeurs et tolérances définies

Grandeur mesurée	Unité	Valeur	Écart admissible (moyenne obtenue sur la période d'essai)	Écarts admissibles par rapport aux différentes valeurs mesurées	Incertitude de mesure (exactitude)	Notes
Temps						
Temps	s				±0,1 s	
Intervalle maximal entre les échantillons (avec distribution d'eau chaude)	s	3				
Intervalle maximal entre les échantillons (sans distribution d'eau chaude)	s	60				
Eau chaude sanitaire potable ou non potable						
Température de l'eau froide pour les 9.1.5 à 9.2	°C/K	10 °C	±1 K	±1 K	±0,5 K	
Température de l'eau froide pour les 9.3 à 9.7	°C/K	15 °C	±1 K	±1 K	±0,5 K	
Pression de l'eau froide	MPa	0,3 MPa			± 5 %	
Température de l'eau chaude	°C/K	cycle			±0,5 K	a, b
Débit volumique	l/min	cycle			≥ 5 l/min: ±1 % < 5 l/min: ±0,05 l/min	
Mesurages de volume	l				± 0,5 %	
Énergie thermique	kWh	cycle	≥ 0,5 kWh: ±2 % < 0,5 kWh: 10 Wh	≥ 0,5 kWh: ±2 % < 0,5 kWh: 10 Wh	≥ 0,5 kWh: ±2 % < 0,5 kWh: 10 Wh	c
Air ambiant						
Température	°C/K	20 °C	±1 K		±1 K	
Humidité	%	< 85				d
^a À mesurer à l'aide d'un "thermomètre à réponse rapide", c'est-à-dire un instrument qui enregistre en 1 s au moins 90 % de l'échauffement final de 15 °C à 100 °C lorsque le capteur est immergé dans une eau calme. ^b Thermocouple d'un diamètre maximal de 0,5 mm, centré dans le flux directement à la sortie. ^c Indépendamment de l'écart maximal, un facteur de correction Q_{ref}/Q_{H_2O} est appliqué; Q_{ref} est issu du Tableau 3 et Q_{H_2O} est la teneur en énergie de l'eau utile réellement restituée au cours de l'essai. Le terme "eau utile" désigne l'eau dont la température est supérieure à une valeur de seuil T_m pour des soutirages effectués selon l'un des profils spécifiés dans le Tableau 3. ^d Les valeurs de température et d'humidité relative sont valides dans les conditions de régime établi uniquement, mais pas lorsque l'eau chaude est prélevée du chauffe-eau.						

Toutes les autres exigences d'installation sont mises en œuvre conformément aux instructions du fabricant. Tous les raccords de conduite du montage d'essai doivent être isolés thermiquement, conformément aux valeurs indiquées dans le Tableau B.1.

8 Conditions de référence

Le Tableau 3 spécifie les profils de soutirage pour le profil de charge retenu. Ce tableau comporte les paramètres suivants:

- a) profil de charge [XXS-4XL, en-tête de ligne du tableau];
- b) h : heure [hh:mm] à partir de 0:00 h;
- c) Q_{tap} [kWh] teneur en énergie utile de l'eau prélevée à atteindre lors du prélèvement;
- d) f [l/min]: débit minimal à atteindre pendant le soutirage;
- e) T_m [°C]: température au début du comptage de la teneur en énergie utile;
- f) T_p [°C]: température (de pointe) minimale à atteindre lors d'un soutirage;
- g) Q_{ref} [kWh/j]: teneur en énergie utile quotidienne (24 h) de l'ensemble des prélèvements d'eau, somme effective de l'ensemble des valeurs Q_{tap} .

La méthode d'essai utilise, dans la mesure du possible, une approche dite par "boîte noire", c'est-à-dire en grande partie indépendante de la technologie. Cela signifie notamment que le laboratoire utilise le thermostat d'origine de l'appareil, dans le mode prêt à l'emploi.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60379:2023

Tableau 3 – Profil de charge du chauffe-eau (profils de soutirage de l'essai de référence)

[illegible]

XXS										XS					S				
h	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	°C	Q _{tap}	f	T _m	T _p	°C	Q _{tap}	f	T _m	T _p	°C
	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C		kWh	l/min	°C	°C		kWh	l/min	°C	°C	
18:00	0,105	2	25							0,105	3	25			0,105	3	25		
18:15	0,105	2	25							0,105	3	40			0,105	3	40		
18:30	0,105	2	25							0,105	3	40			0,105	3	40		
19:00	0,105	2	25																
19:30	0,105	2	25																
20:00	0,105	2	25																
20:30					1,050	3	35	-		0,420	4	10	55						
20:45	0,105	2	25																
20:46																			
21:00	0,105	2	25																
21:15	0,105	2	25																
21:30										0,525	5	45							
21:35	0,105	2	25																
21:45	0,105	2	25																
Qref	2,100				2,100					2,100					2,100				

M					L					XL				
h	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	°C	Q _{tap}	f	T _m	T _p	°C
	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C		kWh	l/min	°C	°C	
18:00	0,105	3	25		0,105	3	25			0,105	3	25		
18:15	0,105	3	40		0,105	3	40			0,105	3	40		
18:30	0,105	3	40		0,105	3	40			0,105	3	40		
19:00	0,105	3	25		0,105	3	25			0,105	3	25		
19:30														
20:00														
20:30	0,735	4	10	55	0,735	4	10	55		0,735	4	10	55	
20:45														
20:46										4,420	10	10	40	
21:00					3,605	10	10	40						
21:15	0,105	3	25							0,105	3	25		
21:30	1,400	6	40		0,105	3	25			4,420	10	10	40	
21:35														
21:45														
Qref	5,845				11,655					19,070				

XXL					3XL					4XL				
h	Q _{tap}	f	T _m	T _p	Q _{tap}	f	T _m	T _p	°C	Q _{tap}	f	T _m	T _p	°C
	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C		kWh	l/min	°C	°C	
18:00	0,105	3	25											
18:15	0,105	3	40											
18:30	0,105	3	40							6,72	48	25		
19:00	0,105	3	25											
19:30														
20:00														
20:30	0,735	4	10	55						5,88	32	10	55	
20:45														
20:46										6,240	16	10	40	
21:00														
21:15	0,105	3	25											
21:30	6,240	16	10	40						12,04	48	40		
21:35														
21:45														
Qref	24,530									46,760				

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60379:2023

9 Procédures d'essai

9.1 Procédure d'essai normalisée

9.1.1 Généralités

Les 9.1.2 à 9.1.10 décrivent la procédure d'essai utilisée pour établir la consommation d'électricité Q_{elec} lors d'un essai de 24 h. Les différents types de chauffe-eau sont décrits à l'Annexe B (Figure B.1).

9.1.2 Installation

Installer le produit dans l'environnement d'essai conformément aux instructions du fabricant.

Les appareils sur socle doivent être placés sur un plancher à faible fuite thermique (par exemple, un panneau en fibres de densité moyenne et d'une épaisseur de 20 mm peut être placé sous l'objet à l'essai à une hauteur de 100 mm par rapport au plancher du local d'essai).

Les produits muraux doivent être montés sur un panneau placé à au moins 150 mm des murs du local en aménageant un espace libre d'au moins 250 mm au-dessus et au-dessous du produit et d'au moins 600 mm sur les côtés. Les produits destinés à être encastrés doivent être montés conformément aux instructions du fabricant.

Les produits avec des profils de charge déclarés 3XL et/ou 4XL peuvent être soumis à l'essai sur place, sous réserve que les conditions d'essai soient équivalentes, par application éventuelle de facteurs de correction, à celles spécifiées dans le présent paragraphe.

9.1.3 Stabilisation

Maintenir le produit dans les conditions ambiantes (local d'essai) jusqu'à ce que toutes les parties du produit aient atteint les conditions ambiantes ± 5 K (pendant au moins 24 h).

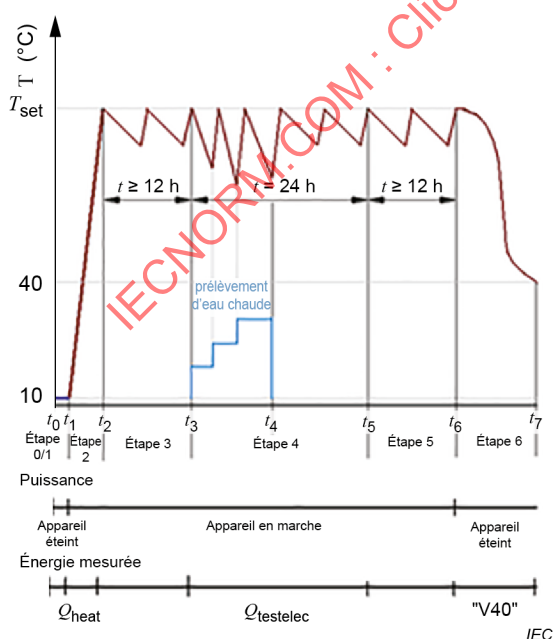


Figure 1 – Procédure d'essai pour les "appareils en marche forcée"

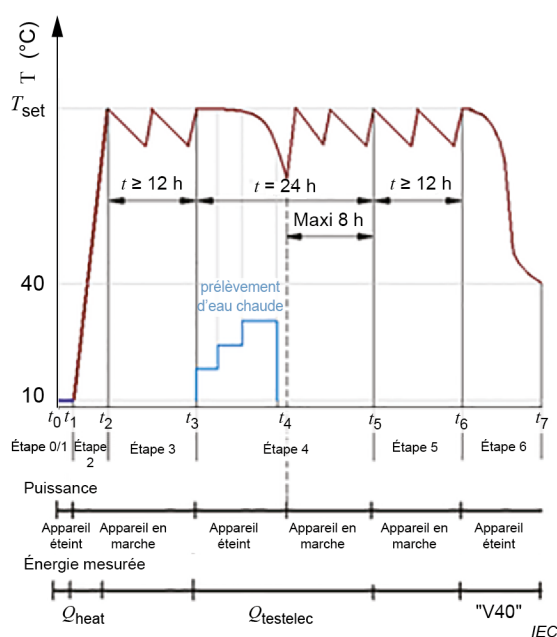


Figure 2 – Procédure d'essai pour les "appareils en heures creuses"

9.1.4 Volume de stockage

Étape 0 de la Figure 1 et de la Figure 2: le volume du ballon d'un chauffe-eau électrique à accumulation est mesuré comme suit.

Le chauffe-eau vide doit être pesé; le poids des robinets sur les conduites d'entrée et/ou de sortie et/ou des tubes ne doit pas varier lors du mesurage sur le chauffe-eau rempli et vide.

Ensuite, le chauffe-eau à accumulation est rempli d'eau froide à $13\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ conformément aux instructions du fabricant, à la pression de l'eau froide. L'alimentation d'eau est alors coupée.

Le chauffe-eau rempli doit ensuite être pesé.

NOTE L'eau à l'intérieur du réservoir d'alimentation d'un chauffe-eau à réservoir séparé n'est pas incluse dans la quantité prélevée.

La différence entre les deux poids (m_{act}) doit être convertie en volume en litres.

$$C_{\text{act}} = \frac{m_{\text{act}}}{0,9997} \quad (2)$$

Ce volume doit être exprimé en litres au dixième de litre le plus proche. La valeur mesurée (valeur réelle) doit être comprise dans les limites de la tolérance sur la valeur assignée indiquée dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Tolérance sur le volume de stockage assigné

Volume de stockage [l]	Tolérance
$V \leq 30$	-5 % à +10 %
$V > 30$	-5 % à +5 %

9.1.5 Remplissage et mise en chauffe

Étape 1 de la Figure 1 et de la Figure 2: les produits avec des installations de stockage doivent être remplis d'eau froide à $(10 \pm 2)\text{ °C}$. Le remplissage s'arrête à la pression d'eau froide applicable (voir le Tableau 2).

Étape 2 de la Figure 1 et de la Figure 2: le produit est mis sous tension pour atteindre le mode prêt à l'emploi, par exemple pour la température de stockage. Le dispositif de commande (thermostat) propre au produit doit être utilisé. L'étape suivante démarre dès le déclenchement du thermostat.

Le temps exigé pour chauffer l'eau de 50 K, $t_{R,50}$, est calculé à l'aide de la formule suivante et exprimé en heures et en minutes:

$$t_{R,50} = t_R \times \frac{50}{\theta_R - \theta_C} \quad (3)$$

où:

t_R est la durée de chauffage au cours de la première mise en chauffe du chauffe-eau pendant l'étape 2;

θ_R est la température de référence mesurée lors du déclenchement du thermostat;

θ_C est la température de l'eau froide mesurée au début de l'étape 2.

9.1.6 Stabilisation à charge nulle et variation cyclique de la température (différentiel)

Étape 3 de la Figure 1 et de la Figure 2: maintenir le produit dans les conditions normales de fonctionnement spécifiées par le fabricant, sans prélèvements pendant au moins 12 h. Cette étape s'arrête – et l'étape suivante démarre – dès le premier déclenchement du thermostat après 12 h.

La température moyenne de l'eau après le déclenchement d'un thermostat, θ_A , est la valeur moyenne des n températures θ_{Ai} enregistrées après chaque déclenchement du thermostat et est calculée comme suit:

$$\theta_A = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_{Ai}}{n} \quad (4)$$

La température moyenne de l'eau après l'enclenchement d'un thermostat, θ_E , est la valeur moyenne des n températures θ_{Ei} enregistrées après chaque enclenchement du thermostat et est calculée comme suit:

$$\theta_E = \frac{\sum_{i=1}^n \theta_{Ei}}{n} \quad (5)$$

La variation cyclique de la température du thermostat, $\Delta\theta$, est exprimée à l'aide de la formule suivante:

$$\Delta\theta = \theta_A - \theta_E \quad (6)$$

9.1.7 Soutirage

Étape 4 de la Figure 1 et de la Figure 2: selon le profil de charge retenu, les prélèvements sont effectués conformément aux spécifications du profil de soutirage de 24 h applicable fournies dans le Tableau 3. Le profil de soutirage démarre immédiatement après le déclenchement du thermostat à compter de la stabilisation, où le premier soutirage s'effectue à l'instant 07:00 h, comme cela est indiqué dans le Tableau 3. La période de soutirage s'arrête 24 h plus tard. La teneur en énergie utile exigée pour l'eau chaude est la valeur Q_{ref} totale [kWh] indiquée dans le Tableau 3.

Au cours du soutirage, les paramètres techniques (puissance, température, etc.) sont établis conformément aux spécifications du Tableau 3. Pendant les soutirages, la fréquence d'échantillonnage maximale recommandée est de 3 s (voir le Tableau 2). Les valeurs enregistrées doivent être consignées dans le rapport d'essai technique.

La consommation d'électricité lors de l'essai de 24 h $Q_{testelec}$ [kWh] doit être mesurée sur une période de 24 h (c'est-à-dire à l'instant $t_5 - t_3$).

La teneur en énergie utile de l'eau chaude prélevée Q_{H2O} [kWh] est déterminée de la manière décrite ci-dessous:

- à partir de la différence de température d'entrée/de sortie moyenne au cours de la période de soutirage utile en [K], du volume d'eau utile soutiré en litres et de la chaleur massique de l'eau c_w ($1,163 \times 10^{-3}$ kWh/(kg × K)):

$$Q_{H2O}[i] = \Delta T[i] \times V[i] \times c_w \quad (7)$$

où:

- $Q_{H2O}[i]$ est la "teneur en énergie" obtenue lors d'un prélèvement, en [kWh];
- $\Delta T[i]$ est la différence de température d'entrée/de sortie moyenne au cours de la période de soutirage utile, en [K];
- $V[i]$ est le volume d'eau utile soutiré, en [l];
- c_w est la chaleur massique de l'eau ($1,163 \times 10^{-3}$ kWh/(kg × K)).

Pour l'ensemble des n prélèvements d'un profil de soutirage, la teneur en énergie correspond à la somme suivante:

$$Q_{H2O} = \sum Q_{H2O}[i] \quad (8)$$

Cette formule peut prendre de nombreuses formes, par exemple des formes plus dynamiques qui utilisent le débit et des différences de température instantanées, qui aboutissent au même résultat.

Les produits à classer dans la catégorie "appareils en heures creuses" doivent être mis sous tension pendant une période maximale de huit heures consécutives ($t_5 - t_4$) entre 22:00 h et 07:00 h du profil de soutirage de 24 h, spécifié dans le Tableau 3.

En outre, $V_{water}^{full-drawing}[i]$ est enregistré, ce qui correspond à la quantité d'eau chaude totale fournie au cours de la période de soutirage.

9.1.8 Déclaration de Q_{elec}

$Q_{testelec}$ doit être corrigé afin de tenir compte de tout surplus ou déficit d'énergie en dehors de la période de soutirage stricte de 24 h. Autrement dit, toute différence d'énergie possible avant et après le cycle de soutirage est prise en compte. Par ailleurs, tout surplus ou déficit de la teneur en énergie utile de l'eau chaude est pris en compte dans l'équation suivante relative à Q_{elec} :

$$Q_{elec} = \left(\frac{Q_{ref}}{Q_{H2O}} \right) \times \left\{ Q_{testelec} + \frac{1,163 \times C_{act} \times (T_3(t_3) - T_5(t_5))}{1000} \right\} \text{ [kWh]} \quad (9)$$

où T_3 et T_5 sont les températures de l'eau mesurées au niveau du dôme du chauffe-eau, respectivement aux instants t_3 et t_5 .

9.1.9 Restabilisation à charge nulle

Étape 5 de la Figure 1 et de la Figure 2: maintenir le produit dans les conditions nominales de fonctionnement, sans prélèvements pendant au moins 12 h. Pour les produits avec des installations de stockage soumis à un cycle de commande, cette étape s'arrête dès le premier déclenchement du thermostat après 12 h.

9.1.10 Quantité d'eau mitigée fournie à 40 °C

Étape 6 de la Figure 1 et de la Figure 2: quantité d'eau à 40 °C, qui a la même teneur en chaleur (enthalpie) que l'eau chaude fournie au-dessus de 40 °C en sortie du chauffe-eau.

Immédiatement après avoir procédé aux mesurages selon l'étape de "restabilisation à charge nulle" (étape 5, voir le 9.1.9), le chauffe-eau est mis hors tension après le dernier déclenchement du thermostat.

Une quantité d'eau égale à la capacité assignée est ensuite prélevée par la canalisation de sortie à un débit constant par admission d'eau froide; le débit d'eau des chauffe-eau à écoulement libre est commandé par le robinet d'admission. Le débit des chauffe-eau d'autres types est maintenu constant à l'aide d'un robinet placé en sortie ou à l'entrée de l'appareil.

Le débit est réglé à la valeur maximale indiquée sur le "profil de charge du chauffe-eau" retenue pour mettre en fonctionnement l'appareil au cours du cycle de soutirage.

θ_{up} [°C] est la température de l'eau, sans prélèvement d'eau, mesurée à l'aide d'un thermocouple placé à l'intérieur de la section supérieure du ballon. Pour les ballons métalliques, le thermocouple peut également être placé sur la surface extérieure du ballon, comme cela est représenté à la Figure B.2. Cette valeur est la température de l'eau mesurée après le dernier déclenchement du thermostat au cours de l'étape de "restabilisation à charge nulle" (voir le 9.1.9).

θ_c [°C] est la température moyenne de l'eau froide à l'entrée pendant l'essai.

θ'_p [°C] est la température moyenne de l'eau à la sortie et sa valeur normalisée est désignée θ_p [°C]; elle doit être calculée à l'aide de la formule suivante:

$$\theta_p = (\theta_{up} - 10) * \frac{(\theta'_p - \theta_c)}{\theta_{up} - \theta_c} + 10 \quad (10)$$

Les lectures des températures sont préférentiellement effectuées en continu. A défaut, ils peuvent être effectués à intervalles réguliers pendant l'écoulement, par exemple tous les 5 l (au maximum). Dans le cas d'une chute brutale de température, il peut être nécessaire d'effectuer des lectures supplémentaires afin de calculer correctement la valeur moyenne θ'_p .

La température de l'eau à la sortie doit toujours être ≥ 40 °C; cela doit être pris en compte pour calculer θ_p .

Le volume V_{40_exp} [l] qui correspond à la quantité d'eau fournie à au moins 40 °C doit être pris en compte.

La quantité d'eau chaude V_{40} [l] fournie à une température d'au moins 40 °C doit être calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$V_{40} = V_{40\text{exp}} \times \frac{(\theta_p - 10)}{30} \quad (11)$$

9.2 Procédure d'essai pour la commande intelligente

9.2.1 Procédure de mesurage

La procédure d'essai pour la commande intelligente comporte deux périodes d'essai désignées "période de référence" et "période intelligente". Au cours de la première période, la "période de référence", la commande intelligente n'a aucune incidence sur la procédure de chauffage et l'appareil utilise les paramètres d'usine pour la température. Au cours de la seconde période, la "période intelligente", qui est atteinte automatiquement, l'appareil fonctionne de manière à réduire toute consommation d'électricité afin d'atteindre un objectif de rendement minimal (le facteur de commande intelligente ou SCF) par rapport à la première période d'essai.

Durant les deux périodes, les profils de soutirage retenus doivent être remplis.

La période d'essai totale est désignée "cycle intelligent".

L'ensemble de l'essai est réalisé en utilisant le thermostat du produit.

9.2.2 Installation

Étape 0 de la Figure 3: l'appareil est installé selon la méthodologie décrite au 9.1.2.

9.2.3 Stabilisation

Étape 1 de la Figure 3: l'appareil est stabilisé selon la méthodologie décrite au 9.1.3.

9.2.4 Remplissage et mise en chauffe

Étape 2 de la Figure 3: l'appareil est rempli et mis en chauffe selon la méthodologie décrite au 9.1.5.

L'appareil est mis en chauffe à la température de $(T_{\text{set}} \pm 3 \text{ °C})$. θ_{up} correspond à la température de l'eau mesurée au niveau du dôme (voir la Figure B.2) de l'appareil; cette valeur est indiquée par le fabricant afin d'atteindre un objectif de rendement minimal (c'est-à-dire le SCF).

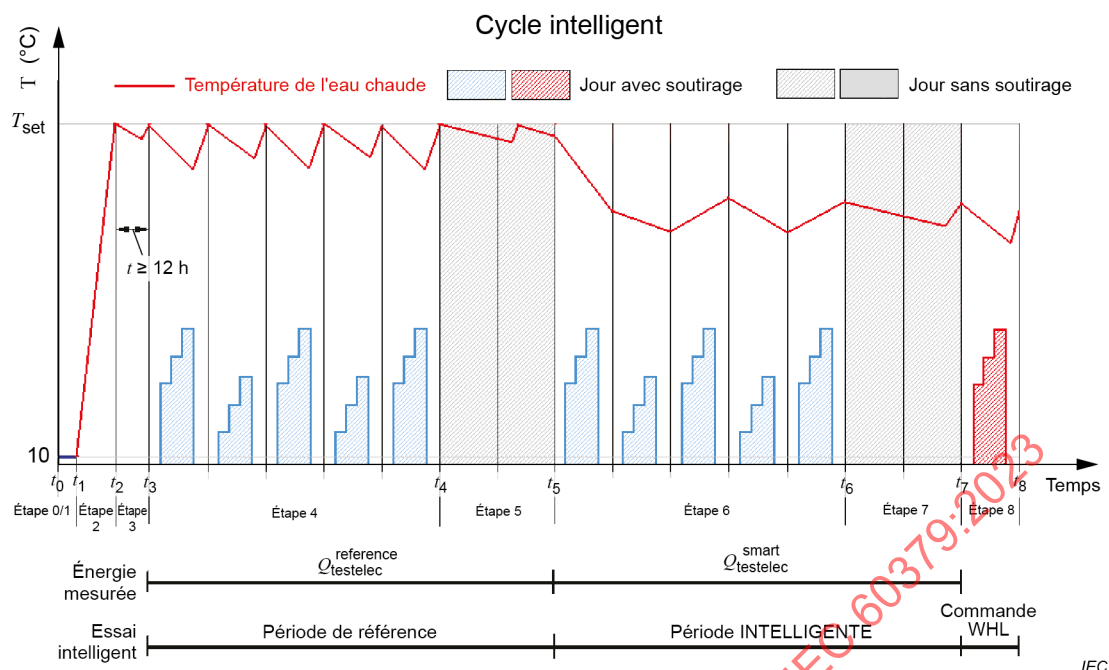


Figure 3 – Procédure d'essai pour le "cycle intelligent"

9.2.5 Stabilisation avant la période de référence

Étape 3 de la Figure 3: maintenir le produit dans les conditions normales de fonctionnement spécifiées par le fabricant, sans prélèvements pendant au moins 12 h. Cette étape s'arrête – et l'étape suivante démarre – dès le premier déclenchement du thermostat après 12 h.

À l'issue de cette étape, la température de l'eau mesurée au niveau du dôme doit être égale à ($T_{\text{set}} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$) à l'instant t_3 .

9.2.6 Période de référence

Étapes 4 et 5 de la Figure 3: cette période d'essai permet d'acquérir des connaissances sur le comportement des consommateurs et de mesurer la consommation d'énergie en activant la commande intelligente.

Les étapes 4 et 5 peuvent durer 7 jours ou 14 jours; le fabricant décide d'utiliser la procédure d'une ou de deux semaines, et le produit est soumis à l'essai selon la procédure retenue.

Les cinq premiers jours de l'essai, par rapport aux profils de soutirage, sont choisis de manière aléatoire par le laboratoire entre le profil de charge déclaré par le fabricant du produit (WHL) et le profil de charge immédiatement inférieur (WHL-1). Cela signifie que cinq charges doivent être définies pour le chauffe-eau (c'est-à-dire trois "WHL" et deux "WHL-1") et le laboratoire peut décider de les utiliser de façon aléatoire (par exemple, WHL = M → MMMSS, SSMMM, MSMSM, ...). Dans le cas (improbable) où WHL-1 est le plus petit profil de charge XSS, le produit doit être soumis à l'essai en utilisant uniquement le profil de charge WHL (par exemple, XSS) pendant les cinq jours.

Aucun soutirage n'est effectué au cours des 6^e et 7^e jours de l'essai. Un exemple est fourni dans le Tableau 5.

Dans le cas d'une période de 2 semaines, la seconde semaine est identique à la première semaine.

Tableau 5 – Profils de soutirage

Période de référence	Période intelligente
Jour 1: WHL	Répétition dans le même ordre
Jour 2: WHL-1	
Jour 3: WHL	
Jour 4: WHL-1	
Jour 5: WHL	
Jour 6: aucun soutirage	
Jour 7: aucun soutirage	

Si la période de référence comporte une seconde semaine, celle-ci doit avoir la même séquence et le même ordre WHL et WHL-1 que la première semaine. Cela signifie que cinq charges doivent être définies pour le chauffe-eau (c'est-à-dire trois "WHL" et deux "WHL-1") et le laboratoire peut décider de les utiliser de façon aléatoire au cours de la première semaine (par exemple, WHL = M → première semaine: MMMSS, seconde semaine: MMMSS...).

La COMMANDE INTELLIGENTE est activée manuellement/automatiquement, conformément aux instructions du fabricant, à l'instant t_3 (voir la Figure 3), et elle reste dans cet état de t_3 à t_8 .

Selon les profils de charge retenus, les prélèvements sont effectués conformément aux spécifications du profil de soutirage de 24 h applicable fournies dans le Tableau 3. Les profils de soutirage sont démarrés à l'instant t_3 (7:00 h), comme cela est indiqué dans le Tableau 3. La période de soutirage s'arrête 24 h plus tard pour chaque jour.

Au cours de l'étape de soutirage, les paramètres techniques (puissance, température, etc.) sont établis conformément aux spécifications du Tableau 2. Pendant les soutirages, la fréquence d'échantillonnage recommandée est inférieure ou égale à 3 s. Les valeurs enregistrées doivent être consignées dans le rapport d'essai technique.

La consommation d'électricité au cours de chaque essai de 24 h, $Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}} [i]$ [kWh], est mesurée, et une teneur en énergie totale est définie pour la "période de référence".

$$Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{\text{testelec}}^{\text{reference}} [i] \quad (12)$$

où $n = 1$ si la période de référence est d'une semaine ou $n = 2$ si la période de référence est de deux semaines.

Pendant la période de référence, la température de l'eau au niveau du dôme de l'appareil doit être fixée à :

$$T_{\text{set}}^{\text{reference}} \leq T_{\text{set}} + 5 \quad (13)$$

De cette façon, le thermostat électronique du produit peut être considéré comme fiable.

La teneur en énergie utile de l'eau chaude prélevée Q_{H2O} [kWh] doit ensuite être déterminée de la manière décrite au 9.1.7. Pour chaque jour, une valeur $Q_{H2O}^{reference} [i]$ doit être mesurée et une valeur hebdomadaire peut être mesurée; celle-ci peut être exprimée comme suit:

$$Q_{H2O}^{reference} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{H2O}^{reference} [i] \quad (14)$$

où $n = 1$ si la période de référence est d'une semaine ou $n = 2$ si la période de référence est de deux semaines.

Les produits classés dans la catégorie "appareils en heures creuses" doivent être mis sous tension pendant une période maximale de huit heures consécutives entre 22:00 h et 07:00 h du profil de soutirage de 24 h, spécifié dans le Tableau 3.

9.2.7 Période intelligente

Étapes 6 et 7 de la Figure 3: immédiatement après la période de référence, l'essai de la "période intelligente" est effectué pendant la même durée (une ou deux semaines), en utilisant la même répétition du profil de soutirage défini au cours de la période de référence; la fonction de commande intelligente est activée. La consommation d'énergie est également mesurée au cours de cette étape, puis doit être comparée à la consommation d'énergie de l'étape de la période de référence. Ce pourcentage de gain énergétique est appelé "facteur de commande intelligente" (SCF).

Les principaux paramètres de cet essai peuvent être exprimés comme suit: la consommation d'électricité au cours de chaque essai de 24 h, $Q_{testelec}^{smart} [i]$ [kWh], doit être mesurée, et une teneur en énergie totale doit être définie pour la "période intelligente".

$$Q_{testelec}^{smart} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{testelec}^{smart} [i] \quad (15)$$

où $n = 1$ si la période de référence est d'une semaine ou $n = 2$ si la période de référence est de deux semaines.

La teneur en énergie utile de l'eau chaude prélevée Q_{H2O} [kWh] doit ensuite être déterminée de la manière décrite au 9.1.7. Pour chaque jour, une valeur $Q_{H2O}^{smart} [i]$ doit être mesurée et une valeur hebdomadaire peut être exprimée comme suit:

$$Q_{H2O}^{smart} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{H2O}^{smart} [i] \quad (16)$$

où $n = 1$ si la période de référence est d'une semaine ou $n = 2$ si la période de référence est de deux semaines.

Les produits à classer dans la catégorie "appareils en heures creuses" doivent être mis sous tension pendant une période maximale de huit heures consécutives entre 22:00 h et 07:00 h du profil de soutirage de 24 h, spécifié dans le Tableau 3.

9.2.8 Consignation du facteur de commande intelligente

Le facteur de commande intelligente doit être corrigé afin de tenir compte de tout surplus ou déficit d'énergie en dehors de la période de soutirage stricte de 24 h (et la période hebdomadaire également). Autrement dit, toute différence d'énergie possible avant et après le cycle de soutirage est prise en compte. La différence entre les résultats de mesure de Q_{H2O} après la première semaine et de Q_{H2O} après la seconde semaine doit être inférieure à 2 %. Par ailleurs, tout surplus ou déficit de la teneur en énergie utile de l'eau chaude est pris en compte dans la formule suivante:

$$SCF = \left(1 - \frac{Q_{\text{testelec}}^{\text{smart}}}{Q_{\text{testelec}}^{\text{ref}}} \right) \quad (17)$$

9.2.9 Cycle de commande WHL

Étape 8 de la Figure 3: immédiatement après la "période intelligente", une période supplémentaire de 24 h (désignée "cycle de commande WHL") doit être réalisée et les exigences sont remplies. Au cours de cette étape, le produit est soumis à l'essai en fonction de la charge du chauffe-eau du premier jour (jour 1) de la période de référence. Au cours de cette étape, la consommation d'électricité ne doit pas être mesurée.

9.3 Mesurage des températures de l'eau stockée

9.3.1 La température de l'eau, sans prélèvement d'eau, est mesurée à l'aide d'un thermocouple placé à l'intérieur de la section supérieure de l'ensemble des cuves. Toutefois, dans le cas de cuves métalliques, le thermocouple peut être placé sur la surface extérieure des cuves (voir la Figure B.2).

La température moyenne de l'eau après le déclenchement d'un thermostat du ballon j , θ_{Aj} , est la valeur moyenne des n températures θ_{Aij} enregistrées après chaque déclenchement et est calculée comme suit:

$$\theta_{Aj} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \theta_{Aij}}{n} \quad (18)$$

La température moyenne de l'eau après l'enclenchement d'un thermostat du ballon j , θ_{Ej} , est la valeur moyenne des n températures θ_{Eij} enregistrées après chaque déclenchement et est calculée comme suit:

$$\theta_{Ej} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \theta_{Eij}}{n} \quad (19)$$

La température moyenne de l'eau après le déclenchement d'un thermostat, θ_A , est la valeur moyenne des m températures enregistrées et est calculée comme suit:

$$\theta_A = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{A_j}}{m} \quad (20)$$

La température moyenne de l'eau après l'enclenchement d'un thermostat, θ_E , est la valeur moyenne des m températures enregistrées et est calculée comme suit:

$$\theta_E = \frac{\sum_{j=1}^m \theta_{E_j}}{m} \quad (21)$$

9.3.2 La température de l'eau prélevée doit être mesurée dans l'écoulement qui doit être continu. La température est mesurée avec une exactitude de $\pm 0,5$ K et, si un thermomètre est utilisé, celui-ci doit être capable d'effectuer des relevés rapides et exacts dans n'importe quelle position.

Il convient préférentiellement d'effectuer les lectures des températures en continu. A défaut, elles peuvent être effectuées à intervalles réguliers pendant l'écoulement, par exemple 10 lectures à 5 %, 15 %, etc. de la capacité assignée. Dans le cas d'une chute brutale de température, il peut être nécessaire d'effectuer des lectures supplémentaires afin de calculer correctement la valeur moyenne θ_p .

NOTE La Figure B.3 montre un exemple d'appareil approprié pour ces mesurages.

9.4 Réglage du thermostat

Pour les chauffe-eau qui comportent une fonction de réglage, le thermostat est réglé de sorte que la température moyenne du thermostat d'eau θ_M , mesurée de la manière indiquée au 9.5.2, soit égale à $65 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$.

Le réglage du thermostat ne doit pas être modifié au cours des mesurages. Si le thermostat comporte un cadran pour indiquer la température, la valeur équivalente lue sur le cadran θ doit être enregistrée.

Pour les chauffe-eau qui ne comportent pas de dispositif de régulation du thermostat pour l'utilisateur, un thermostat externe est utilisé afin de régler la température moyenne de l'eau, θ_M , mesurée de la manière indiquée au 9.5.2, sur $65 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$.

NOTE Pour mesurer les pertes thermiques, un thermostat externe est utilisé.

9.5 Pertes statiques sur 24 h

9.5.1 Généralités

D'après la définition au 3.15, les pertes statiques des appareils à ballons multiples doivent être mesurées:

- 9.5.3 – Pertes statiques des appareils à ballons multiples mesurables directement
- 9.5.4 – Pertes statiques des appareils à ballons multiples non mesurables directement

Le fabricant doit déclarer l'accessibilité des produits à ballons multiples dans la documentation technique.