

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Cable management systems – Test method for content of halogens

Systèmes de gestion de câblage – Méthode d'essai relative à la teneur en halogènes

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

Cable management systems – Test method for content of halogens

Systèmes de gestion de câblage – Méthode d'essai relative à la teneur en halogènes

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.01; 29.120.10

ISBN 978-2-8322-3956-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Principle	7
5 Interferences	7
5.1 General.....	7
5.2 Organic halogen compounds.....	7
5.3 Inorganic halogen compounds	8
6 Classifications, limits and declaration	8
6.1 Halogen content classification.....	8
6.1.1 Not declared	8
6.1.2 Halogen-free.....	8
6.2 Limits	8
6.3 Declaration	8
7 Reagents and control mixtures	8
7.1 Reagents	8
7.1.1 General	8
7.1.2 Water	9
7.1.3 Absorption solution 1, for the determination of fluorine, chlorine and bromine	9
7.1.4 Absorption solution 2 for the determination of iodine.....	9
7.1.5 Oxygen	9
7.1.6 Combustion enhancer	9
7.2 Control samples	9
8 Sample preparation	9
9 Equipment	10
9.1 Calorimetric decomposition bomb	10
9.2 Sample pan.....	10
9.3 Firing wire.....	10
9.4 Ignition circuit	10
9.5 Usual laboratory equipment	10
10 Procedure.....	10
10.1 General.....	10
10.2 Choice of the absorption solution	11
10.3 Preparation of the bomb.....	11
10.4 Combustion.....	11
10.5 Collection of the halides.....	12
10.6 Cleaning procedure.....	12
11 Test method for determination	12
12 Control measurements.....	12
13 Evaluation	12
13.1 General.....	12
13.2 Procedure to evaluate the test results	13
13.3 Determination of the halogen content of a CMS product or system component made of multiple parts.....	13

13.4	Calculation of total halogen content	13
13.5	Compliance	14
13.6	Extended application	14
14	Test report	14
Annex A (informative) Examples for possible control substances		15
Bibliography		16
Table A.1 – Examples for possible control substances		15

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CABLE MANAGEMENT SYSTEMS –
TEST METHOD FOR CONTENT OF HALOGENS**

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 63355 has been prepared by subcommittee 23A: Cable management systems, of IEC technical committee 23: Electrical accessories. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
23A/997/FDIS	23A/999/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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022

CABLE MANAGEMENT SYSTEMS – TEST METHOD FOR CONTENT OF HALOGENS

1 Scope

This document specifies a method for the determination of the content of halogens in cable management system (CMS) products or system components made completely or partly of combustible material(s). The determination is made by combustion and subsequent analysis of the combustion product by ion chromatography. This document specifies how CMS products or system components can be declared as halogen-free.

This document is for environmental performance purposes only.

Compliance with this document does not imply the absence of toxicity, corrosivity or opacity of produced smoke, or other reaction to fire characteristics. If any of these characteristics are to be evaluated, the appropriate standards can be used.

The detection limit of this test method is typically 0,025 g of halogen per kg (0,002 5 %).

Halides insoluble in aqueous solution present in the original sample or produced during the combustion step are not determined by this method.

2 Normative references

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

ISO 1716, *Reaction to fire tests for products – Determination of the gross heat of combustion (calorific value)*

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use – Specification and test methods*

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological 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

halogen content

content of fluorine, chlorine, bromine and iodine as organic and inorganic compounds that can be converted to halides (fluoride, chloride, bromide, iodide) by combustion and then absorbed or dissolved in an aqueous solution

Note 1 to entry: The above definition is valid for this document only and does not strictly comply with the scientific definition of halogen content.

3.2

combustible, adjective

capable of being ignited and burned

[SOURCE: ISO 13943:2017, 3.52]

4 Principle

For the purpose of this document, a material is considered as being non-combustible if its gross calorific potential is assumed to be lower than 3,0 MJ/kg. In case of doubt ISO 1716 is used to measure the calorific potential.

Examples of non-combustible materials are:

- uncoated stainless steel,
- steel with metallic coating,
- uncoated aluminium,
- copper,
- ceramic.

The test sample is oxidized by combustion in a closed system containing oxygen under pressure using a calorimetric decomposition bomb (bomb).

Nearly all of the halogens in compounds are converted to halides (fluoride, chloride, bromide and iodide), and nearly all of these (see Clause 5) are dissolved in an absorption solution.

The detection limit of this test method is typically 0,025 g of halogen per kg (0,002 5 %). When this test method is used for poorly burning samples, a combustion enhancer may be used.

5 Interferences

5.1 General

Inorganic halides insoluble in aqueous solution present in the original samples or produced during the combustion step are not determined by the method described here. Subclauses 5.2 and 5.3 show the differences that occur between the determination of the content of organic halogen compounds and inorganic halogen compounds. The inorganic halogen compounds in the material can have their origin as an additive deliberately added to the material or as an impurity.

5.2 Organic halogen compounds

Organic compounds containing halogens are known under several names. Different expressions are used like organohalogens, halogenated compounds, halocarbons or organic halides. They are all substances in which one or more carbon atoms are linked by covalent bonds to one or more halogen atoms.

Among the organohalogens, some of them are efficient flame retardants. Chlorinated, brominated and fluorinated organohalogens are used separately or in combination. Organohalogens will be converted into inorganic halides by combustion and will then be absorbed or dissolved in an aqueous solution. This allows the subsequent analysis of halogen content.

5.3 Inorganic halogen compounds

Inorganic compounds containing halogens are known as inorganic halides. Inorganic halides used as additives are salts between a halogen and a metal linked together with an ionic bond, for example magnesium chloride (MgCl_2), potassium bromide (KBr) or sodium fluoride (NaF). These salts may have varying degrees of solubility in water.

However, this limitation is considered as not significant as no example has been found where inorganic halides have been used in CMS products.

Impurities containing inorganic halides will occur in several additives used in polymers. They can occur as impurities in, for example, fillers (like CaCl_2 in CaCO_3), pigments (like TiCl_4 in TiO_2) or other inorganic additives (like AlCl_3 in $\text{Al}(\text{OH})_3$). These inorganic halides can have more or less solubility in water, but they will only be measured if they dissolve in the aqueous solution. Investigations have shown that the content of each halogen in impurities in inorganic additives for CMS products is low and therefore does not significantly contribute to the total content of each halogen. Insoluble inorganic halides will not be considered and will not be measured by the method described here. Examples of insoluble inorganic halides are halide salts of silver and barium (AgCl , AgBr and BaCl_2). Soluble inorganic halides will be dissolved in the aqueous solution and will be measured together with halides coming from the combustion of the organohalogens.

6 Classifications, limits and declaration

6.1 Halogen content classification

6.1.1 Not declared

6.1.2 Halogen-free

6.2 Limits

A CMS product or system component classified according to 6.1.2 shall comply with the following specified limits:

- fluorine (F) content $\leq 3,0$ g/kg (corresponding to 0,30 % weight/weight)
- chlorine (Cl) content $\leq 1,5$ g/kg (corresponding to 0,15 % weight/weight)
- bromine (Br) content $\leq 1,5$ g/kg (corresponding to 0,15 % weight/weight)
- iodine (I) content $\leq 3,0$ g/kg (corresponding to 0,30 % weight/weight)
- total halogen content: fluorine (F) content + chlorine (Cl) content + bromine (Br) content + iodine (I) content ≤ 4 g/kg (corresponding to 0,40 % weight/weight).

6.3 Declaration

A CMS product or system component classified according to 6.1.2 can be declared as "halogen-free according to IEC 63355" if the CMS product or system component meets the requirements of 6.2.

7 Reagents and control mixtures

7.1 Reagents

7.1.1 General

All reagents shall be at least of analytical grade and suitable for the specific purposes, see Clause 12.

7.1.2 Water

The water shall be grade 1 as specified in ISO 3696.

7.1.3 Absorption solution 1, for the determination of fluorine, chlorine and bromine

The nature and concentration of solution 1 may depend on the end-determination technique and on the expected content of halogens. For example:

- water (7.1.2); or
- 0,3 mol/l potassium or sodium hydroxide solution: dissolve 16,8 g of KOH or 12,0 g of NaOH pellets in water (7.1.2) and dilute to 1 l; or
- carbonate-bicarbonate solution: dissolve 2,52 g sodium bicarbonate NaHCO_3 and 2,54 g sodium carbonate Na_2CO_3 in water (7.1.2) and dilute to 1 l.

7.1.4 Absorption solution 2 for the determination of iodine

Solution 2 shall be ascorbic acid-solution, ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$), 10 g/kg.

7.1.5 Oxygen

The oxygen shall be free of combustible material, available at a pressure of 3 MPa to 4 MPa (e.g. medical grade).

7.1.6 Combustion enhancer

The combustion enhancer may be, for example, paraffin.

7.2 Control samples

Annex A Table A.1 lists examples of control substances that give complete (90 % to 110 %) recovery rate of halogens. By spiking (standard addition) a sample polymer considered not to contain any halogen with one or more of these substances, a control sample can be created. The halogen content of this sample shall be within ± 20 % of the specified pass-fail criteria. Specific polymer samples with a halogen content in the same range can also be used as control samples.

8 Sample preparation

For each product, non-combustible parts which can be completely separated through disassembling, cutting, crushing or grinding are separated and are not tested.

NOTE 1 Examples of parts which can be separated are screws, metal inserts and terminals.

The mass of all remaining combustible parts is measured.

A test sample representative of each part is cut or ground into pieces with a grain size not exceeding 2 mm.

NOTE 2 If the grain size is too small, there is a risk of blowing away the test sample when purging and filling the bomb with oxygen. If this occurs, an appropriate method can be adopted to prevent this.

A part made of multiple combustible materials is assessed on its averaged contents. This is achieved by grinding or sawing the part to produce a test sample containing a similar ratio of materials as the original part.

During preparation of the test sample, contact with halogenated polymers, e.g. PVC gloves, shall be avoided.

9 Equipment

9.1 Calorimetric decomposition bomb

The bomb shall have a capacity of at least 200 ml and be equipped with a venting system.

The bomb shall not leak during testing and shall permit a complete recovery of the liquid. The inner surface shall be made of stainless steel or any other material that will not be affected by combustion gases.

Materials used for the bomb assembly, such as the head gasket and wire insulation, shall be resistant against heat and chemical attacks and shall not undergo any reaction that could affect the results.

Bombs with damaged or pitted surfaces shall not be used because of their tendency to retain halides. After repeated use of the bomb, a layer may build up on the inner surface. Such a surface shall be removed by polishing the bomb regularly according to the manufacturer's instructions.

NOTE The internal surface of some bombs can have a ceramic coating or platinum insert. Therefore, they have better resistance to corrosion.

9.2 Sample pan

The sample pan shall be manufactured from platinum or stainless steel.

9.3 Firing wire

The firing wire shall be manufactured from platinum or stainless steel.

9.4 Ignition circuit

The ignition circuit shall be capable of supplying a sufficient current to ignite the sample without melting the wire.

9.5 Usual laboratory equipment

Homogenization devices (e.g. mixers, stirrers, grinders, mills) and analytical balance (accurate to 0,1 mg or better).

10 Procedure

10.1 General

According to Clause 12, before each series of determinations, a blank test, then a control test on a control sample (see 7.2) shall be carried out.

Testing samples of high content of halogens followed by samples of low content of halogens can lead to contamination as it is difficult to rinse the last traces of ions from the internal surfaces of the apparatus and a tendency for residual elements to carry-over from sample to sample has been observed. It is good practice to insert a blank test between the sample tests, unless the series of samples being analysed has similar expected concentrations.

10.2 Choice of the absorption solution

The combustion gases are collected inside the bomb in an absorption solution (see 7.1.3 and 7.1.4). Water is generally used when a low halogen content is expected (usually, less than 10 g/kg). An alkaline solution should be used if a halogen content of greater than 10 g/kg is expected, to ensure neutralization of all acid compounds produced. In case of detection of high amount of iodine during first quantification with water, a second test is recommended with ascorbic acid as absorption solution in order to ensure that all iodine has been reduced to iodide.

NOTE In the subsequent ion chromatographic analysis, if a large amount of nitrate is present together with the ascorbic acid, this can interfere with early eluting halides.

10.3 Preparation of the bomb

The bomb shall not contain any organic residue (vapours of organic solvents, grease, etc.). The bomb is prepared according to the manufacturer's instructions and the free ends of the firing wire (9.3) shall be connected to the electric terminals of the ignition current circuit (9.4).

10.4 Combustion

A mass of 200 mg to 300 mg of test sample is measured in the sample pan (see 9.2), to a precision of 0,1 mg or better.

When a combustion enhancer is used to achieve complete combustion, then a mass of 100 mg to 300 mg of combustion enhancer is added to this test sample such that the combined mass does not exceed 500 mg. For parts consisting of combustible and non-combustible materials which cannot be separated, it is recommended to increase the total mass (sample and enhancer) to a maximum of 500 mg. The combustion enhancer is usually necessary for plastics which include a flame retardant.

In general, the test has to be done twice for each sample using different masses. The difference between the masses of the samples shall be at least 20 %.

NOTE 1 It can be necessary to optimize the enhancer to sample ratio in order to achieve complete combustion.

Add approximately 5 ml of absorption solution into the bomb.

The sample pan shall not be in contact with the absorption solution. Depending on the bomb design, it may be necessary to adjust the volume of the absorption solution.

Place the sample pan in position. Knot two ignition threads (wick) around the firing wire and place the end in the sample pan. Arrange the firing wire (9.3) so that it will be just in contact with the sample but not touching the sample pan (9.2).

Close the bomb and tighten the cover securely. Purge the air from the bomb twice with oxygen at $(3,5 \pm 0,3)$ MPa taking care to avoid blowing off the sample from the pan. Then fill the bomb with oxygen at $(3,5 \pm 0,3)$ MPa and for safety reasons place the bomb in water keeping the firing wires dry.

NOTE 2 Purging is necessary to avoid nitrates being produced during the oxidation of the nitrogen in the air contained in the bomb as this would interfere with the analytical determination.

Terminate the connections to the open electrical ignition circuit. Close the circuit to ignite the bomb.

Let the bomb cool down to approximately ambient temperature.

10.5 Collection of the halides

When the bomb has cooled, disconnect it from ignition unit. To catch remaining hydrogen halide gases, place a syringe body on top of the bomb and add 2 ml of absorption solution to the syringe then slowly open the venting system. After complete venting, open the bomb and add this liquid to the liquid inside the bomb.

After opening the bomb examine the content:

- If traces of sooty deposits are found, discard the determination and repeat the test with an increased quantity of combustion enhancer and/or with a smaller sample amount whilst maintaining the specified limits.
- If pink vapours are observed, discard the determination and repeat the test using precautions to bind all the iodine (e.g. smaller sample amount, addition of ascorbic acid to the absorption solution).

Transfer the liquid in the bomb to a 25 ml class A volumetric flask and rinse, 3 times, the interior of the bomb, terminals, inner surface of the bomb cover and the sample cup thoroughly with absorption solution to obtain approximately 15 ml of rinsing solution. Transfer this rinsing solution into the volumetric flask and add pure absorption solution up to the volumetric mark.

10.6 Cleaning procedure

If necessary, remove any residual ignition thread from the terminals and the pan.

Rinse the interior of the bomb, sample pan, terminals and inner surface of the bomb cover using hot water. Thoroughly rinse the bomb, cover and pan with demineralized water (see 7.1.2).

11 Test method for determination

Ion chromatography is used to evaluate the samples as this is the most appropriate method which can detect the four halogens (bromine, chlorine, fluorine and iodine) at the likely concentration levels with sufficient accuracy of measurement.

12 Control measurements

A blank test shall be carried out under the same conditions as used for the test sample: absorption solution, combustion enhancer, reactants, oxygen ventings, etc. If the measured value of this blank test is too high compared with the limit of detection of the test equipment, discard the analytical batch and check each single reagent.

To check the reliability of the whole procedure, a control test should be carried out for each series of determinations, using an appropriate control sample (see 7.2).

13 Evaluation

13.1 General

Calculate the content of each halogen in g/kg per sample using the formula:

$$X_i = \left(C_i \times V \right) / m \quad (1)$$

where

X_i is the element content ("i" = Br, Cl, F or I) in the test sample, in g/kg;

C_i is the concentration in mg/l of this element, "i", in the absorption solution;

V is the final volume of the absorption solution, in l;

m is the mass of the test sample only, in g.

13.2 Procedure to evaluate the test results

The individual values of the halogens are evaluated according to the following procedure:

If the result of the first test is > 150 % of the specified limit, the result is fail. If the result of the first test is ≤ 50 % of the specified limit, a second test is not required and the result is pass. If the result of the first test is > 50 % of the specified limit but ≤ 150 % of the specified limit, a second test is carried out.

- The arithmetic mean of the results of the first and second tests is calculated.
- If the difference between each of these results and the mean is ≤ 20 % of the mean, then this mean value is used to assess pass or fail against the specified limit.
- If the difference between each of these results and the mean is > 20 % of the mean it is likely that the part is not homogeneous. In this case, a third test is carried out to improve the reliability of the conclusion in the next step.
- The arithmetic mean of the three results is calculated giving double weight to the median result and used to assess pass or fail against the specified limit. This calculation is done as follows:

$$(L + H + 2 \times M) / 4$$

where

L is the lower result;

H is the higher result;

M is the median result.

NOTE The median is the middle of the three test results.

13.3 Determination of the halogen content of a CMS product or system component made of multiple parts

A CMS product or system component made of multiple parts is assessed on its weighted halogen contents. The weighted average content for each halogen is calculated by using the mass of each combustible part.

EXAMPLE CMS product comprising part A and part B:

The part A made from combustible material has a mass of 100 g and contains 0,5 g/kg of halogen X.

The part B made partly from combustible material has a mass of 2 g and contains 10 g/kg of halogen X.

The weighted average content of halogen X is calculated as:

$$X = (100 \text{ g} \times 0,5 \text{ g/kg} + 2 \text{ g} \times 10 \text{ g/kg}) / (100 + 2) \text{ g} = 0,7 \text{ g/kg}.$$

13.4 Calculation of total halogen content

The total content of the halogens is the summation of the individual values following 13.2 and 13.3.

13.5 Compliance

The CMS product or system component complies with 6.1.2 if the content of each halogen and the total halogen content are less than or equal to the limits specified in 6.2.

13.6 Extended application

The test result on a given CMS product or system component made from a single specific material compound can be extended to any CMS product or system component made from the same specific material compound and with the same process.

14 Test report

The test report shall contain at least the following information:

- a) reference to this document;
- b) all necessary information on the full identification of the sample;
- c) for each test and each sample, test results for each halogen content and total halogen content;
- d) conclusion on the classification;
- e) details of all procedural steps which deviate from this document together with all circumstances that may have influenced the result;
- f) name of the test laboratory;
- g) date of testing;
- h) name and signature of the test engineer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022

Annex A (informative)

Examples for possible control substances

Table A.1 – Examples for possible control substances

Compound	Formula	Content of element % of mass			
		F	Cl	Br	I
Vitamin B1 hydro-chloride	$C_{12}H_{17}ClN_4OS \cdot HCl$		21,03		
S-benzyl thiuronium chloride	$C_8H_{11}ClN_2S$		17,49		
2,2,2-trifluoroacetamide	$C_2H_2F_3NO$	50,42			
4-fluoro-benzoic acid	$C_7H_5FO_2$	13,56			
4-chloro-benzoic acid	$C_7H_5ClO_2$		22,64		
Chloronitrobenzene	$C_6H_4ClNO_2$		22,50		
4-chloro 3,5-dinitrobenzoic acid	$C_7H_3ClN_2O_6$		14,40		
Bromothymol blue	$C_{27}H_{28}Br_2O_5S$			25,59	
Bromocresol purple	$C_{21}H_{16}Br_2O_5S$			29,58	
Bromo-4-acetanilide	C_8H_8BrNO			37,32	
Tetraheptylammonium bromide	$C_{28}H_{60}BrN$			16,30	
4-bromo-benzoic acid	$C_7H_5BrO_2$			39,75	
4-iodo-benzoic acid	$C_7H_5IO_2$				51,17
Tetrahexylammonium iodide	$C_{24}H_{52}IN$				26,40
O-iodo-hippuric acid	$C_9H_8INO_3$				41,6
N-(4-bromophenyl)-N'-(2 chloro-4 nitrophenyl) thiourea (BCR 71)	$C_{13}H_9BrClN_3O_2S$		9,17	20,65	
N-(2-chloro-4-nitrophenyl)-N'-(4-iodophenyl) thiourea (BCR 72)	$C_{13}H_9ClIN_3O_2S$		8,11		29,32
1-(1-(4-bromophenyl-methyl)-4-piperidiny)-5-chloro-2-(trifluoromethyl) -1H-benzimidazole (BCR 73)	$C_{20}H_{18}BrClF_3N_3$	12,07	7,49	16,90	

Bibliography

ISO 10304-1, *Water quality – Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions – Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate*

ISO 10304-2, *Water quality – Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions – Part 2: Determination of bromide, chloride, nitrate, nitrite, orthophosphate and sulfate in waste water*

ISO 10304-3, *Water quality – Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions – Part 3: Determination of chromate, iodide, sulfite, thiocyanate and thiosulfate*

ISO 13943, *Fire safety – Vocabulary*

EN 14582, *Characterization of waste – Halogen and sulfur content – Oxygen combustion in closed systems and determination methods*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	20
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	22
4 Principe	23
5 Interférences	23
5.1 Généralités	23
5.2 Composés halogénés organiques	24
5.3 Composés halogénés inorganiques	24
6 Classifications, limites et déclaration	24
6.1 Classification de teneur en halogènes	24
6.1.1 Non déclaré	24
6.1.2 Sans halogène	24
6.2 Limites	24
6.3 Déclaration	25
7 Réactifs et mélanges de contrôle	25
7.1 Réactifs	25
7.1.1 Généralités	25
7.1.2 Eau	25
7.1.3 Solution d'absorption 1, pour la détermination du fluor, du chlore et du brome	25
7.1.4 Solution d'absorption 2, pour le dosage de l'iode	25
7.1.5 Oxygène	25
7.1.6 Additif améliorant la combustion	25
7.2 Échantillons de contrôle	25
8 Préparation de l'échantillon	26
9 Matériel	26
9.1 Bombe calorimétrique de décomposition	26
9.2 Coupelle à échantillon	26
9.3 Fil d'allumage	26
9.4 Circuit d'allumage	26
9.5 Matériel courant de laboratoire	27
10 Mode opératoire	27
10.1 Généralités	27
10.2 Choix de la solution d'absorption	27
10.3 Préparation de la bombe	27
10.4 Combustion	27
10.5 Collecte des halogénures	28
10.6 Mode opératoire de nettoyage	28
11 Méthode d'essai de dosage	28
12 Mesurages de contrôle	29
13 Évaluation	29
13.1 Généralités	29
13.2 Procédure pour évaluer les résultats d'essai	29
13.3 Détermination de la teneur en halogènes d'un composant de système ou d'un produit de CMS constitué de plusieurs pièces	30

13.4	Calcul de la teneur totale en halogènes	30
13.5	Conformité	30
13.6	Application étendue	30
14	Rapport d'essai	30
Annexe A (informative) Exemples de substances de contrôle possibles		31
Bibliographie.....		32
Tableau A.1 – Exemples de substances de contrôle possibles		31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE GESTION DE CÂBLAGE – MÉTHODE D'ESSAI RELATIVE À LA TENEUR EN HALOGÈNES

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 63355 a été établie par le sous-comité 23A: Systèmes de câblage, du comité d'études 23 de l'IEC: Petit appareillage. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Compilation des commentaires
23A/997/FDIS	23A/999/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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63355:2022

SYSTÈMES DE GESTION DE CÂBLAGE – MÉTHODE D'ESSAI RELATIVE À LA TENEUR EN HALOGÈNES

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode de détermination de la teneur en halogènes dans les composants des systèmes ou les produits des systèmes de câblage (CMS, Cable Management System) fabriqués partiellement ou complètement en matériau(x) combustible(s). La détermination est réalisée par combustion et analyse ultérieure du produit de combustion par chromatographie ionique. Le présent document spécifie la façon dont les composants des systèmes ou les produits des CMS peuvent être déclarés sans halogène.

Le présent document est destiné à couvrir seulement les performances environnementales.

La conformité au présent document n'implique pas l'absence de toxicité, de corrosivité ou d'opacité de la fumée générée, ou d'autres caractéristiques de réaction au feu. Lorsque l'une quelconque de ces caractéristiques doit être évaluée, les normes appropriées peuvent être utilisées.

La limite de détection de cette méthode d'essai est généralement de 0,025 g d'halogène par kg (0,002 5 %).

Cette méthode ne détermine pas les halogénures insolubles en solution aqueuse présents dans l'échantillon d'origine ou produits au cours de la phase de combustion.

2 Références normatives

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

ISO 1716, *Essais de réaction au feu de produits – Détermination du pouvoir calorifique supérieur (valeur calorifique)*

ISO 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique – Spécification et méthodes d'essai*

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

teneur en halogènes

teneur en fluor, chlore, brome et iode sous forme de composés organiques et inorganiques qui peuvent être transformés en halogénures (fluorure, chlorure, bromure, iodure) par combustion, puis absorbés ou dissous dans une solution aqueuse

Note 1 à l'article: La définition ci-dessus n'est valable que pour le présent document et elle n'est pas strictement conforme à la définition scientifique de la teneur en halogènes.

3.2

combustible, adjectif

susceptible d'être allumé et de brûler

[SOURCE: ISO 13943:2017, 3.52]

4 Principe

Pour les besoins du présent document, un matériau est considéré comme non combustible si son potentiel calorifique brut est inférieur à 3,0 MJ/kg par hypothèse. En cas de doute, utiliser l'ISO 1716 pour mesurer le potentiel calorifique.

Les matériaux suivants constituent des exemples de matériaux non combustibles:

- l'acier inoxydable sans revêtement;
- l'acier avec revêtement métallique;
- l'aluminium sans revêtement;
- le cuivre;
- la céramique.

L'échantillon pour essai est oxydé par combustion dans un système fermé qui contient de l'oxygène sous pression en utilisant une bombe calorimétrique de décomposition (bombe).

Presque tous les halogènes présents dans les composés sont transformés en halogénures (fluorure, chlorure, bromure et iodure), et presque tous ceux-ci (voir l'Article 5) sont dissous dans une solution d'absorption.

La limite de détection de cette méthode d'essai est généralement de 0,025 g d'halogène par kg (0,002 5 %). Lorsque cette méthode d'essai est employée pour des échantillons dont la combustion est difficile, un additif améliorant la combustion peut être utilisé.

5 Interférences

5.1 Généralités

La méthode décrite ici ne permet pas de déterminer les halogénures inorganiques insolubles en solution aqueuse présents dans les échantillons d'origine ou produits au cours de la phase de combustion. Les paragraphes 5.2 et 5.3 indiquent les différences qui apparaissent entre la détermination de la teneur en composés halogénés organiques et celle de la teneur en composés halogénés inorganiques. Les composés halogénés inorganiques du matériau peuvent avoir pour origine un additif ajouté de manière intentionnelle au matériau ou une impureté.

5.2 Composés halogénés organiques

Les composés organiques qui contiennent des halogènes sont connus sous plusieurs noms. Différentes expressions sont employées telles que composés organohalogénés, composés halogénés, halocarbures ou halogénures organiques. Dans tous les cas, il s'agit de substances dans lesquelles un ou plusieurs atomes de carbone sont liés par liaisons covalentes à un ou plusieurs atomes d'halogène.

Parmi les composés organohalogénés, certains sont des ignifugeants efficaces. Les composés organohalogénés chlorés, bromés et fluorés sont utilisés séparément ou en combinaison. Les composés organohalogénés seront transformés en halogénures inorganiques par combustion et seront ensuite absorbés ou dissous dans une solution aqueuse. Ceci permet l'analyse ultérieure de la teneur en halogènes.

5.3 Composés halogénés inorganiques

Les composés inorganiques qui contiennent des halogènes sont connus sous le terme "halogénures inorganiques". Les halogénures inorganiques utilisés comme additifs sont des sels entre un halogène et un métal liés par une liaison ionique, par exemple le chlorure de magnésium (MgCl_2), le bromure de potassium (KBr) ou le fluorure de sodium (NaF). Ces sels peuvent présenter des degrés variables de solubilité dans l'eau.

Cependant, cette limitation n'est pas considérée comme importante dans la mesure où il n'a été trouvé aucun exemple d'utilisation d'halogénures inorganiques dans les produits des CMS.

Des impuretés contenant des halogénures inorganiques sont présentes dans plusieurs additifs employés dans les polymères. Ces impuretés peuvent être présentes, par exemple, dans des charges (comme du CaCl_2 dans du CaCO_3), des pigments (comme du TiCl_4 dans du TiO_2) ou d'autres additifs inorganiques (comme de l' AlCl_3 dans de l' $\text{Al}(\text{OH})_3$). Ces halogénures inorganiques peuvent être plus ou moins solubles dans l'eau, mais ils sont mesurés seulement s'ils se dissolvent dans la solution aqueuse. Des études ont démontré que la teneur en chacun des halogènes dans les impuretés présentes dans les additifs inorganiques des produits des systèmes de câblage est faible et ne contribue donc pas de manière significative à la teneur totale en chacun des halogènes. Les halogénures inorganiques insolubles ne sont pas pris en considération et ne sont pas mesurés par la méthode décrite ici. Les sels d'halogénure d'argent et de baryum (AgCl , AgBr et BaCl_2) constituent des exemples d'halogénures inorganiques insolubles. Les halogénures inorganiques solubles sont dissous dans la solution aqueuse et sont mesurés avec les halogénures issus de la combustion des composés organohalogénés.

6 Classifications, limites et déclaration

6.1 Classification de teneur en halogènes

6.1.1 Non déclaré

6.1.2 Sans halogène

6.2 Limites

Un composant de système ou un produit de CMS classé selon le 6.1.2 doit être conforme aux limites spécifiées suivantes:

- teneur en fluor (F) $\leq 3,0$ g/kg (correspondant à 0,30 % poids/poids);
- teneur en chlore (Cl) $\leq 1,5$ g/kg (correspondant à 0,15 % poids/poids);
- teneur en brome (Br) $\leq 1,5$ g/kg (correspondant à 0,15 % poids/poids);
- teneur en iode (I) $\leq 3,0$ g/kg (correspondant à 0,30 % poids/poids);

- teneur totale en halogènes: teneur en fluor (F) + teneur en chlore (Cl) + teneur en brome (Br) + teneur en iode (I) ≤ 4 g/kg (correspondant à 0,40 % poids/poids).

6.3 Déclaration

Un composant de système ou un produit de CMS classé selon le 6.1.2 peut être déclaré comme étant "sans halogène selon l'IEC 63355" s'il satisfait aux exigences de 6.2.

7 Réactifs et mélanges de contrôle

7.1 Réactifs

7.1.1 Généralités

Tous les réactifs doivent être au moins de qualité analytique et adaptés aux besoins spécifiques de la présente norme, voir l'Article 12.

7.1.2 Eau

L'eau doit être de qualité 1 selon les spécifications de l'ISO 3696.

7.1.3 Solution d'absorption 1, pour la détermination du fluor, du chlore et du brome

La nature et la concentration de la solution 1 peuvent dépendre de la technique de détermination finale et de la teneur attendue en halogènes. Par exemple:

- eau (7.1.2); ou
- solution d'hydroxyde de potassium ou de sodium à 0,3 mol/l: dissoudre 16,8 g de KOH ou 12,0 g de NaOH en pastilles dans de l'eau (7.1.2) et diluer à 1 l; ou
- solution de carbonate/bicarbonate: dissoudre 2,52 g de bicarbonate de sodium NaHCO_3 et 2,54 g de carbonate de sodium Na_2CO_3 dans de l'eau (7.1.2) et diluer à 1 l.

7.1.4 Solution d'absorption 2, pour le dosage de l'iode

La solution 2 doit être une solution d'acide ascorbique, ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$), 10 g/kg.

7.1.5 Oxygène

L'oxygène doit être exempt de composés combustibles et disponible à une pression entre 3 MPa et 4 MPa (oxygène médical, par exemple).

7.1.6 Additif améliorant la combustion

L'additif améliorant la combustion peut être, par exemple, de la paraffine.

7.2 Échantillons de contrôle

Le Tableau A.1 de l'Annexe A donne des exemples de substances de contrôle qui conduisent à un taux de récupération complète (90 % à 110 %) des halogènes. Le dopage (ajout ordinaire) d'un polymère échantillon considéré comme ne contenant aucun halogène avec une ou plusieurs de ces substances permet de produire un échantillon de contrôle. La teneur en halogènes de cet échantillon doit se situer à ± 20 % par rapport aux critères spécifiés de réussite/échec. Des échantillons de polymères spécifiques dont la teneur en halogènes se situe dans la même plage peuvent également servir d'échantillons de contrôle.

8 Préparation de l'échantillon

Pour chaque produit, les pièces non combustibles qui peuvent être entièrement séparées par désassemblage, coupe, écrasement ou broyage sont séparées et ne sont pas soumises à l'essai.

NOTE 1 Les vis, les inserts métalliques et les bornes sont des exemples de pièces qui peuvent être séparées.

La masse de toutes les pièces combustibles qui demeurent est mesurée.

Un échantillon pour essai représentatif de chaque pièce est découpé ou broyé en morceaux avec une taille de grain qui ne dépasse pas 2 mm.

NOTE 2 Si la taille de grain est trop petite, il y a un risque que l'échantillon pour essai soit soufflé à l'extérieur lorsque l'on procède à la purge et au remplissage de la bombe par l'oxygène. Dans ce cas, une méthode préventive appropriée peut être adoptée.

Une pièce constituée de matériaux combustibles multiples est évaluée sur les teneurs moyennes. Pour ce faire, la pièce est broyée ou sciée afin de produire un échantillon pour essai qui contient un rapport de matériaux similaire à celui de la pièce d'origine.

Pendant la préparation de l'échantillon pour essai, tout contact avec des polymères halogénés, par exemple, des gants en PVC, doit être évité.

9 Matériel

9.1 Bombe calorimétrique de décomposition

La bombe doit avoir une capacité d'au moins 200 ml et doit être équipée d'un système de purge.

La bombe ne doit pas fuir au cours de l'essai et doit permettre une récupération complète du liquide. La surface intérieure doit être en acier inoxydable ou tout autre matériau non affecté par les gaz de combustion.

Les matériaux utilisés pour l'ensemble de la bombe, comme le joint du couvercle et l'isolant des fils, doivent résister à la chaleur et aux attaques chimiques et ne doivent subir aucune réaction susceptible de modifier les résultats.

Les bombes dont les surfaces sont endommagées ou présentent des piqûres ne doivent pas être utilisées du fait de leur tendance à retenir les halogénures. Après une utilisation répétée de la bombe, une couche peut se former sur la surface intérieure. Cette surface doit être éliminée en polissant régulièrement la bombe selon les instructions du fabricant.

NOTE La surface intérieure de certaines bombes peut être recouverte d'un revêtement céramique ou comporter un insert en platine. Ces bombes offrent par conséquent une meilleure résistance à la corrosion.

9.2 Coupelle à échantillon

La coupelle à échantillon doit être en platine ou en acier inoxydable.

9.3 Fil d'allumage

Le fil d'allumage doit être en platine ou en acier inoxydable.

9.4 Circuit d'allumage

Le circuit d'allumage doit pouvoir fournir un courant suffisant pour allumer l'échantillon sans faire fondre le fil.