

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 68-2-20B

Première édition — First edition

1973

Deuxième complément à la Publication 68-2-20 (1968)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique

Deuxième partie. Essais — Essai T Soudure

Guide pour l'Essai T Soudure

Second supplement to Publication 68-2-20 (1968)

Basic environmental testing procedures

Part 2: Tests — Test T: Soldering

Guide to Test T Soldering



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 68-2-20B

Première édition — First edition

1973

Deuxième complément à la Publication 68-2-20 (1968)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique

Deuxième partie Essais — Essai T Soudure

Guide pour l'Essai T Soudure

Second supplement to Publication 68-2-20 (1968)

Basic environmental testing procedures

Part 2 Tests — Test T Soldering

Guide to Test T Soldering



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur

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 the publisher

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1 Généralités	6
2 Soudabilité	6
3 Méthodes d'essais de soudabilité	14
4 Appréciation de la qualité du joint	20
5 Résistance à la chaleur de soudure	22
6 Echantillonnage pour les essais de soudabilité	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1 General	7
2 Solderability	7
3 Methods for solderability tests	15
4 Joint quality assessment	21
5 Resistance to soldering heat	23
6 Sampling for solderability testing	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DEUXIÈME COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 68-2-20 (1968)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique

Deuxième partie : Essais — Essai T : Soudure

Guide pour l'Essai T : Soudure

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 50 de la C E I Essais climatiques et mécaniques

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Washington en 1970. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 50(Bureau Central)155, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de ce complément :

Afrique du Sud (République d')	Israël
Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Danemark	Portugal
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Suisse
Hongrie	Tchécoslovaquie
Iran	Turquie
	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SECOND SUPPLEMENT TO PUBLICATION 68-2-20 (1968)

Basic environmental testing procedures

Part 2: Tests — Test T: Soldering

Guide to Test T: Soldering

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter

PREFACE

This recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No 50, Environmental Testing

A first draft was discussed at the meeting held in Washington in 1970. As a result of this meeting, a final draft, document 50(Central Office)155, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this supplement

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Czechoslovakia	Portugal
Denmark	South Africa (Republic of)
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
Iran	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

DEUXIÈME COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 68-2-20 (1968)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique

Deuxième partie : Essais — Essai T : Soudure

Guide pour l'Essai T : Soudure

1 Généralités

Le besoin de méthodes précises et objectives est apparu pour évaluer l'aptitude des sorties de composants à être soudées de façon satisfaisante, à des températures et pendant des temps en relation adéquate avec ceux existant en pratique

Il existe également un besoin de méthodes précises pour soumettre les composants à des contraintes thermiques, comme celles survenant lors de la soudure, avant de les soumettre à des essais pour apprécier les dommages qui pourraient être imputés à ces contraintes thermiques

Pour refléter les conditions réelles, de tels essais doivent dépendre de l'application aux composants en essai de soudures et flux spécifiés, dans des conditions contrôlées. Les essais de soudabilité existant jusqu'à présent prescrivent des évaluations de l'état de la surface soudée, dont les résultats s'expriment en termes qualitatifs et largement subjectifs. Ils varient de la classification purement subjective, en « bon » ou « mauvais », à la comparaison partiellement subjective avec des étalons classés de façon quelque peu arbitraire, allant de « parfait » aux divers degrés d'« imparfait ». De tels essais dépendent du jugement de l'opérateur, qui est rarement un facteur stable; certains nécessitent un matériel optique coûteux et tous classent les résultats en « acceptable » ou « non acceptable », quelle que soit la nature des composants ou quelles que soient les conditions dans lesquelles ils seront utilisés. Il est préférable d'avoir des essais dont les résultats sont quantitatifs et de laisser au rédacteur de la spécification applicable au composant le soin de fixer les valeurs acceptables. Ce but idéal n'a été atteint qu'en partie dans l'édition révisée de l'essai T; lorsque des évaluations qualitatives y figurent, on doit avoir en mémoire leurs limites. Pour des évaluations qualitatives, il est recommandé de faire appel à des opérateurs expérimentés.

On doit souligner qu'il ne peut y avoir de relation simple et directe entre les résultats des divers essais de soudabilité, et de chocs thermiques, qui soit valable pour tous les types de composants, ni d'essais correspondant exactement à toutes les variétés de conditions de production. C'est la tâche du rédacteur des spécifications de composants d'établir une corrélation entre les résultats d'essais et les performances désirées pour chaque composant et de spécifier les niveaux d'acceptation qui en découlent.

Le plan indiqué sur la figure 1, page 8, montre la disposition des diverses parties et méthodes qui constituent l'Essai T Soudure, de la Publication 68-2-20 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie Essais — Essai T Soudure, et ses compléments.

2 Soudabilité

2.1 Considérations fondamentales

On obtient un joint de soudure entre deux ou plusieurs éléments en laissant couler de la soudure tendre fondue, aidée par un flux, dans l'espace séparant ces éléments, ce qui permet la formation

SECOND SUPPLEMENT TO PUBLICATION 68-2-20 (1968)

Basic environmental testing procedures

Part 2: Tests — Test T: Soldering

Guide to Test T: Soldering

1 General

The need has arisen for precise and objective methods of assessing the ability of component terminations to be soldered satisfactorily, in times and temperatures suitably related to those employed in practice

There is also a need for precise methods of subjecting components to such thermal stresses as would occur in soldering, prior to testing the components for damage which could be attributed to these thermal stresses

To be realistic, all such tests must depend on the application under controlled conditions of specified solders and fluxes to the components under test. Solderability tests hitherto available have required the results to be expressed in terms of qualitative, and largely subjective, assessments of the condition of the soldered surface. They vary from the purely subjective classification into "good" or "bad", to the partly subjective comparison with standards somewhat arbitrarily classified as either "perfect" or one of several degrees of "imperfect". Such tests depend on the operator's judgement, which is rarely a stable factor, some require expensive optical equipment, and all classify the results as "acceptable" or "unacceptable" regardless of the nature of the components or the conditions under which they will be employed. It is preferable to have tests the results of which are quantitative, and leave it to the relevant component specification to state which values of these quantities are acceptable. This ideal has been only partially achieved in the revised edition of Test T, where qualitative assessments have been described, their limitations should be borne in mind. For qualitative assessments, the employment of experienced operators is advisable.

It must be emphasized that there can be no direct and simple correlation between the results of the various solderability and thermal stress tests that is valid for all types of components, nor can these tests match all the varieties of production conditions exactly. It is the task of the component specification writer to correlate test results with the desired performance for each component and specify acceptance levels accordingly.

The plan given in Figure 1, page 9, shows the arrangement of the various parts and methods which comprise Test T: Soldering, of IEC Publication 68-2-20, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment, Part 2: Tests — Test T: Soldering, and its supplements.

2 Solderability

2.1 Basic considerations

A soldered joint between two or more workpieces is made by allowing molten soft solder, aided by a flux, to flow into the space between the workpiece surfaces which permits the formation of a

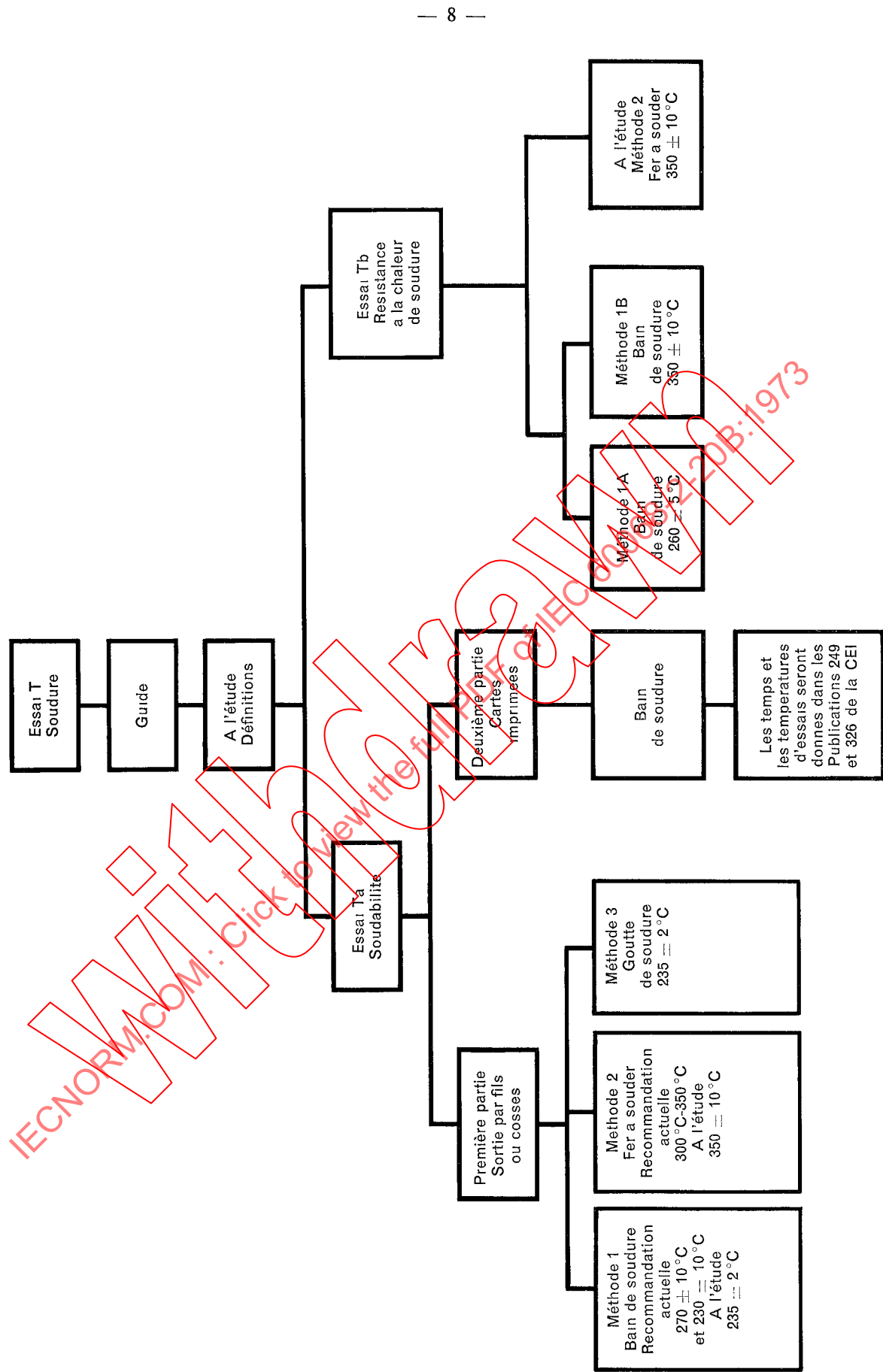


FIGURE 1

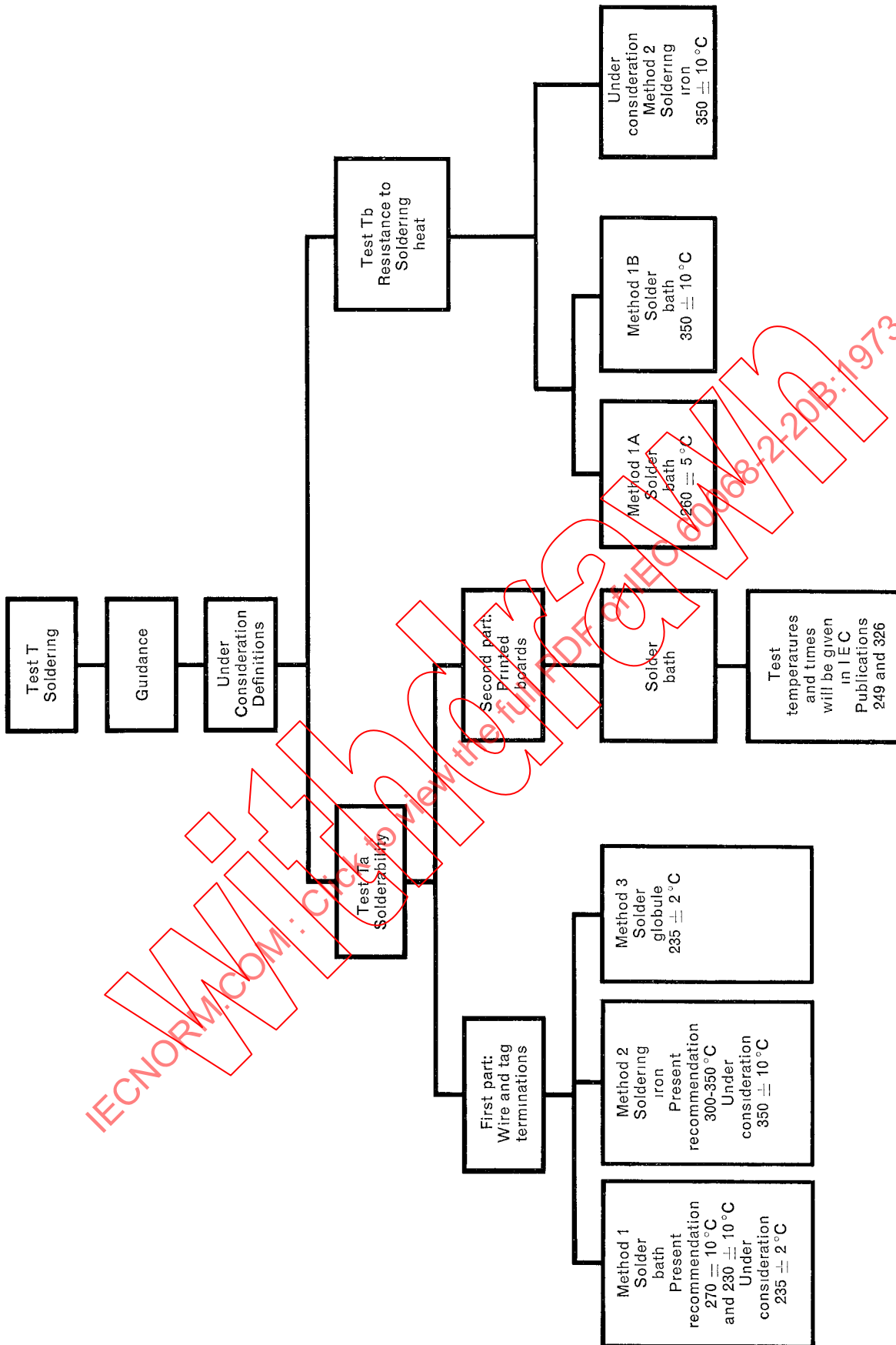


FIGURE 1

d'une bonne liaison avec un alliage de soudure tendre déterminé, en présence d'un flux déterminé et à une température déterminée

Le mot « soudabilité » est couramment utilisé avec deux significations, toutes deux couvertes par la définition qui vient d'être donnée. En premier lieu, il peut signifier la possibilité de formation d'un joint entre deux surfaces d'éléments. Cette propriété est décrite ici sous le nom de « qualité du joint », et les méthodes pour la mesure sont mentionnées à l'article 4, elle dépend des choix effectués à l'étape de la conception. En second lieu, il peut signifier le temps nécessaire à la formation d'un tel joint. Cette propriété est décrite ici sous le nom de « temps de soudure ». Elle s'exprime, en général, au moyen du temps nécessaire pour obtenir, dans des conditions spécifiées, le degré de mouillage souhaité.

Les mesures du temps de soudure peuvent uniquement être effectuées sur des surfaces pour lesquelles l'élévation de la température n'est pas susceptible d'engendrer des phénomènes secondaires qui feraient perdre toute signification aux mesures. En particulier, le temps de soudure des métaux plaqués peut seulement être mesuré si le placage adhère au métal de base. L'article 4 énumère les moyens de détecter les défauts d'adhérence.

2.2 Choix de la soudure

Étant donné que la plupart des joints de soudure, dans les équipements électriques et électroniques, sont faits en utilisant de la soudure contenant nominale 60 % d'étain et 40 % de plomb, cet alliage a été choisi pour tous les essais. L'expérience a montré que les impuretés ne dépassant pas les maximums indiqués à l'annexe B de la Publication 68-2-20 de la CEI n'affectent pas le pouvoir de mouillage de cet alliage.

2.3 Choix du flux

La majorité des joints de soudure dans les équipements électriques et électroniques sont faits en utilisant un flux à base de colophane (traitée ou naturelle), généralement avec addition d'activateurs qui améliorent le pouvoir de mouillage du flux fondu ou accroissent la vitesse à laquelle il dissout les oxydes métalliques. Les flux actifs sont, en général, des produits brevetés de composition inconnue qui peuvent engendrer des temps de soudure extrêmement brefs. Pour éviter des difficultés de spécification et en particulier pour étendre l'échelle de temps à une durée facilement mesurable, on a préféré utiliser une colophane naturelle inactivée comme flux pour la mesure du temps de soudure. Dans les cas où cet emploi serait irréalisable ou impossible, l'utilisation d'un flux activé aux fins d'essais est autorisée.

On doit souligner que la présence d'un flux activé dans la spécification de soudabilité n'implique pas qu'il convienne à la production, ni qu'il garantisse ses résidus comme étant exempts de tendances corrosives. Il existe un certain nombre de spécifications nationales pour les flux activés, et il convient de les consulter lors du choix des flux pour la soudure en production.

La façon la plus commode d'appliquer le flux consiste en une solution dans le propanol 2. On a constaté qu'une variation de concentration dans les limites de 25 % à 40 % en poids de colophane dans le propanol 2 n'avait pas d'effet sur le temps de soudure quand il est mesuré par l'essai à la goutte. Une concentration de 25 % en poids a donc été choisie comme référence, de façon que l'accroissement de concentration dû à l'évaporation du solvant n'affecte pas les résultats.

2.4 Température d'essai

La température de soudure est définie comme la température de la surface de l'élément au cours de l'opération de soudure. La température étant, en pratique, difficile à déterminer et étant pour une large part fonction de la relation entre la capacité thermique de l'élément et la puissance calorifique

good bond with a specified soft solder alloy in the presence of a specified flux and at a specified temperature

The word “solderability” is commonly used in two senses, both of which are covered by the definition just given. First, it may mean the ability to allow formation of a joint between two workpiece surfaces. This property is described here as “joint quality” and methods for measuring it are mentioned in Clause 4, it depends on choices made at the design stage. Second, it may mean the time needed for such a joint to be formed. This property is described here as “soldering time”. It is usually measured in terms of the time required to achieve a desired degree of wetting under specified conditions.

Soldering time measurements can only be made on surfaces on which the increase in temperature is unlikely to give rise to side effects liable to make the measurements lose all significance. In particular, the soldering time of plated metals can only be measured if the plating adheres to the base metal. Clause 4 enumerates the means of detecting adhesion faults.

2.2 *Choice of solder*

Because most soldered joints in electrical and electronic equipment are made using solder containing nominally 60% tin and 40% lead, this alloy has been chosen for all tests. Experience has shown that impurities up to the maximum listed in Appendix B of IEC Publication 68-2-20 do not affect the wetting power of this alloy.

2.3 *Choice of flux*

The majority of soldered joints in electrical and electronic equipment are made using a flux consisting of colophony (modified or natural), usually with additions of activators, which improve the wetting power of the molten flux or increase the rate at which it dissolves metal oxides. Activated fluxes are generally proprietary materials of unrevealed composition, which may produce very short soldering times. In order to avoid specification difficulties and particularly to expand the time scale to an easily measurable duration, it is preferred to use natural unactivated colophony as the flux for soldering time measurement. In cases where this would be unrealistic or impracticable, the use of an activated flux for testing is permitted.

It must be stressed that the presence of an activated flux in the solderability specification must not be taken to imply its suitability for production use, nor to guarantee that its residues are free from corrosive tendencies. There are a number of national specifications for activated fluxes, and reference should be made to these when choosing fluxes for production soldering.

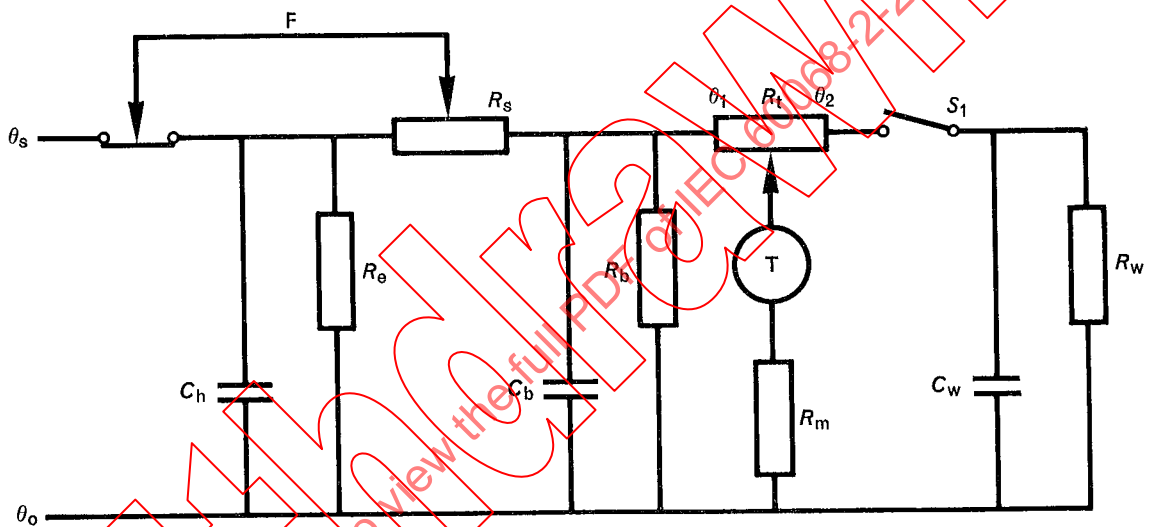
The flux is most conveniently applied as a solution in propan-2-ol. It has been found that variation of concentration in the range 25%-40% by weight of colophony in propan-2-ol has no effect on the soldering time as measured by the globule test. A concentration of 25% by weight was therefore chosen as the standard in order that increase in concentration due to solvent evaporation should not affect results.

2.4 *Temperature of test*

Soldering temperature is defined as the temperature of the workpiece surface during the soldering operation. As the temperature is, in practice, difficult to observe and depends very much on the relation between the heat capacity of the workpiece and the heating power of the soldering device, the temper-

du dispositif de soudure, la température d'essai est définie comme la température sans charge de l'appareil d'essai de soudabilité avant l'application du composant en essai. Le choix de deux températures d'essai est nécessaire pour simuler les conditions réelles de soudure. La température de 350 °C est choisie pour simuler l'utilisation de fers à souder à température élevée, souvent utilisés pour les travaux de réparation et pour la soudure des fils émaillés soudables. La plus basse des deux températures est choisie pour simuler les travaux de production qui utilisent des bains de soudure ou des fers à souder à régulation de température. Bien que ces derniers travaux soient fréquemment effectués à 250 °C, une température de 235 °C a été choisie pour l'essai de soudabilité car, à 250 °C, le temps de soudure des fils de bonne qualité est trop court pour être mesuré avec précision. Le temps est accru et l'essai, de ce fait, est rendu plus sélectif en opérant à plus basse température, à condition, naturellement, qu'en charge la température ne tombe pas à une valeur trop voisine de celle du liquidus de la soudure.

L'échange thermique dans un dispositif de soudure quelconque, tel qu'un fer, un bain ou un appareil d'essai de soudabilité, peut être illustré par l'analogie électrique indiquée à la figure 2.



0050/73

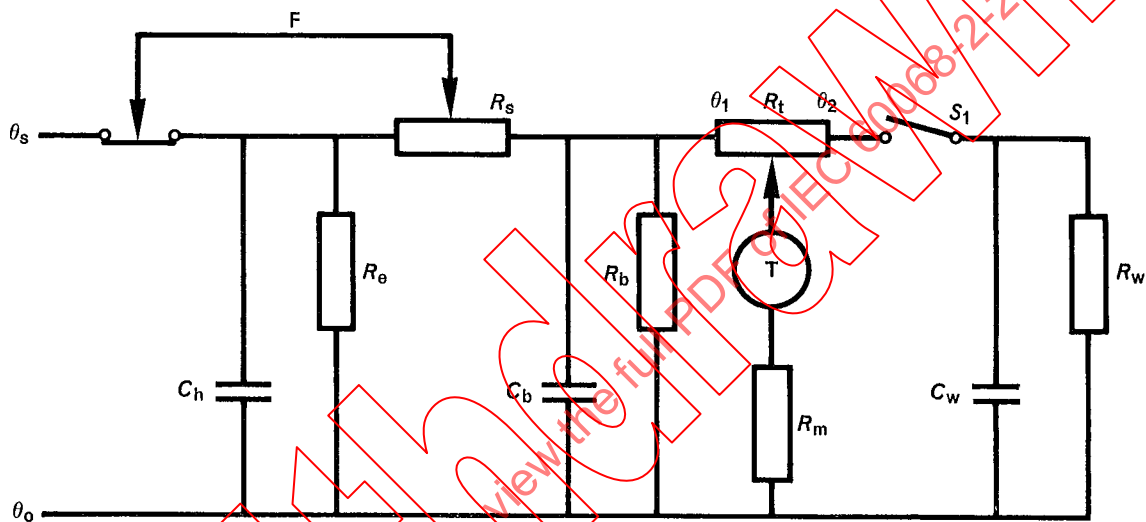
FIG 2 — Echange thermique dans un dispositif de soudure

R_e	(forte) résistance à la perte de chaleur directe de la source de chaleur vers l'extérieur	C_b	capacité calorifique de la panne du fer à souder ou du bain de soudure à proximité de l'élément
R_s	(faible) résistance à la quantité de chaleur se déplaçant de la source de chaleur vers l'élément à chauffer	C_h	capacité calorifique de la source de chaleur, importante pour certains types de fer à souder
R_b	(forte) résistance à la perte de chaleur de la panne du fer à souder ou de la surface du bain de soudure vers l'extérieur	C_w	capacité calorifique de l'élément
R_m	(forte) résistance réduisant la perte thermique à travers le thermocouple T	θ_s	température de la source de chaleur
R_t	(très faible) résistance à la quantité de chaleur se déplaçant vers l'élément à chauffer à travers la soudure en contact avec l'élément	θ_1	température de la panne de fer à souder ou du bain de soudure à proximité de l'élément
R_w	(forte) résistance à la perte de chaleur de l'élément vers l'extérieur	θ_2	température de l'élément quand il est en contact avec la soudure
		θ_o	température ambiante
		T	thermocouple
		F	thermostat
		S_1	interrupteur

Le thermocouple est placé pour mesurer la température de soudure. L'incertitude de positionnement est figurée par un déplacement variable sur R_t . Comme le thermocouple mesure une différence de potentiel, il est construit de façon à avoir une grande résistance série et une capacité négligeable.

ature of the test is defined as the unloaded temperature of the solderability test instrument before application of the component under test. A choice of two test temperatures is necessary in order to simulate practical soldering conditions. The temperature of 350 °C is chosen to simulate the use of high temperature soldering irons often used for repair work and for the soldering of self-fluxing enamelled wires. The lower temperature is to simulate production work using solder baths or controlled soldering irons. Though such work is frequently done at 250 °C, a temperature of 235 °C was chosen for solderability testing because, at 250 °C, the soldering time of good wires is too short for accurate measurement. The time is increased and the test thereby made more discriminating by operating at a lower temperature, provided of course that under load the temperature does not fall too close to the liquidus temperature of the solder.

The heat flow in any soldering device — such as an iron, a bath or a solderability test instrument — can be illustrated by the electrical analogy shown in Figure 2.



0050/73

FIG. 2 — Flow of heat in a soldering device

R_θ	(large) resistance to heat loss direct from heater to surroundings	C_h	heat capacity of the heater, significant for certain types of soldering-iron
R_s	(small) resistance to heat flow from heater to work-piece	C_w	heat capacity of workpiece
R_b	(large) resistance to heat loss from soldering-iron bit, or solder bath surface, to surroundings	θ_s	temperature of heater
R_m	(large) resistance reducing heat loss through meter	θ_1	temperature of soldering-iron bit, or of bath solder in vicinity of workpiece
T	thermocouple meter	θ_2	temperature of workpiece when in contact with solder
R_t	(very small) resistance to heat flow into workpiece through solder in contact with workpiece	θ_0	room temperature
R_w	(large) resistance to heat flow from workpiece to surroundings	T	thermocouple meter
C_b	heat capacity of soldering-iron bit, or of bath solder in vicinity of workpiece	F	thermostat
		S_1	switch

The thermocouple is placed to measure the soldering temperature. The uncertainty of placing is represented by a variable tapping on R_t . Since the thermocouple is measuring a potential, it is constructed to have a high series resistance and negligible capacity.

Le contact entre l'élément (la charge) et le dispositif de soudure à travers la soudure est représenté par la fermeture de l'interrupteur S_1 . Ceci provoque une chute de température de la valeur sans charge (dépendant uniquement de R_s et R_b) à la température en charge (dépendant de R_s , R_b et R_w). Dans cette analyse, on ne tient pas compte de la faible perte thermique à travers R_e . La vitesse de chute est fonction de C_b et C_w , mais il n'y a pas de possibilité de mesure directe par le thermocouple ca_1 , du fait de l'incertitude de son positionnement, une indication aléatoire est donnée, le thermocouple répondant un instant à la décharge (refroidissement) de C_b et, l'instant suivant, à la charge (chauffage) de C_w .

Si le dispositif de soudure n'a pas d'asservissement F (c'est-à-dire s'il n'a pas de thermostat), l'ensemble du chauffage et du refroidissement prend une forme exponentielle (voir figure 3a, page 18). Si un thermostat tout-ou-rien est utilisé, actionné par un détecteur de température, on peut utiliser une source de chaleur beaucoup plus chaude (voir figure 3b, page 18). On obtient alors une vitesse de chauffage beaucoup plus grande et une plus faible chute de température en charge. La longueur d'onde et l'amplitude de l'oscillation de température (qui, en général, ne varie pas de façon sinusoïdale) sont réduites par diminution, respectivement de C_b et R_s ; l'amplitude pourrait être probablement encore réduite par l'emploi d'une commande proportionnelle plutôt que par celle du tout-ou-rien. La vitesse de réponse du thermostat et de la source de chaleur à une charge appliquée est déterminée à la fois par C_b et R_s .

Pour définir le comportement thermique d'un dispositif de soudure approprié aux essais, il est donc nécessaire de définir la température sans charge (qui fixe les valeurs relatives de θ_1 , R_e et R_b), la forme, les dimensions et les matériaux de construction (pour fixer C_b) et de prescrire qu'un thermostat, contrôlant la température sans charge dans une zone définie, soit utilisé (pour fixer R_s).

Lorsque le choix de l'équipement est autorisé, il est préférable d'éviter l'utilisation d'un fer à souder car sa capacité thermique est relativement faible et le cycle de température au cours de l'essai (et par conséquent le résultat de l'essai) est davantage fonction de la capacité thermique du composant en essai.

2.5 Vieillessement

La soudabilité d'un élément peut se détériorer de façon considérable avec le temps. Il est donc nécessaire d'avoir un mode opératoire grâce auquel le vieillissement puisse être artificiellement accéléré, afin de connaître à l'avance comment l'élément se comportera après un stockage prolongé. Le processus de vieillissement peut être dû aux conditions climatiques et mécaniques d'environnement en cours de stockage ou aux qualités intrinsèques de l'élément lui-même.

Antérieurement, le processus de vieillissement accéléré se déroulait en 16 heures sous une chaleur sèche constante de 155 °C afin de simuler la diffusion du cuivre dans des revêtements d'étain ou d'un mélange d'étain et de plomb. L'expérience a montré que cet essai est trop rigoureux sous cet aspect, tout en ne faisant pas intervenir l'humidité, qui est un agent d'environnement communément rencontré. Une autre procédure de vieillissement accéléré pour les revêtements d'étain et d'étain-plomb sur cuivre, qui simulera approximativement un an de stockage naturel dans des conditions de température et d'humidité ambiantes, est à l'étude. En ce qui concerne les autres revêtements, aucune corrélation n'a encore été établie entre les durées de vieillissement naturel et accéléré, mais ceci est aussi à l'étude.

3 Méthodes d'essais de soudabilité

3.1 Choix de la méthode

L'essai à la goutte est destiné à déterminer le temps de soudure des sorties en fil cylindrique. Les méthodes du bain de soudure et de la panne de fer pour la mesure de la soudabilité sont utilisées.

- a) lorsque la forme du composant ou des sorties exclut l'utilisation de la méthode à la goutte, par exemple pour les composants à sorties par cosses ou les cartes de circuit imprimé, ou

Contact between the workpiece (load) and the soldering device through the solder is represented by closing the switch S_1 . This results in a fall in temperature from the unloaded value (dependent only on R_s and R_b) to the loaded temperature (dependent on R_s , R_b and R_w). In this analysis, the small heat loss through R_e is ignored. The rate of fall depends on C_b and C_w , but is not susceptible to direct measurement by the thermocouple since, owing to the uncertainty in its placing, an erratic indication is given as the thermocouple responds at one moment to the discharge (cooling) of C_b and the next to the charging (heating) of C_w .

If the soldering device does not have a feed-back loop F (that is, if it has no thermostat) all heating and cooling takes place exponentially (see Figure 3a, page 19). If an on-off thermostat is used, operated by a temperature sensor, one can use a much hotter heat source (see Figure 3b, page 19). One then obtains a much greater heating rate and a smaller temperature drop when loaded. The wavelength and amplitude of the temperature oscillation (which is not, in general, sinusoidal) are decreased by reducing C_b , and R_s respectively, the amplitude could probably be further reduced by using proportional rather than on-off control. The speed of response of the thermostat and heater to an applied load is determined by both C_b and R_s .

To specify the thermal behaviour of a soldering device suitable for test purposes, it is therefore necessary to state the unloaded temperature (which fixes the relative values of θ_1 , R_e and R_b), the form, dimensions and materials of construction (to fix C_b), and to require that a thermostat controlling the unloaded temperature within the stated range be used (to fix R_s).

Where a choice of equipment is allowed, it is better to avoid the use of the soldering iron, since its thermal capacity is relatively small and the temperature cycle during test (and therefore the test result) becomes more dependent on the thermal capacity of the component under test.

2.5 Ageing

The solderability of a workpiece may deteriorate considerably with time. It is therefore necessary to have a procedure whereby this ageing may be artificially accelerated, in order to know in advance how the workpiece will behave after prolonged storage. The ageing process may be due to the environmental conditions during storage, or to inherent qualities of the workpiece itself.

Previously, the accelerated ageing process has been 16 h at 155 °C dry heat in order to simulate the diffusion of copper into tin or tin-lead coatings. Experience has shown that this test is too severe in this respect, while not matching the common environmental factor of humidity. An alternative accelerated ageing process, for tin and tin-lead coating on copper, which will simulate approximately one year's natural storage at room temperatures and humidity, is under consideration. For other coatings, no correlation has yet been established between natural and accelerated ageing times, but this is also under consideration.

3 Methods for solderability tests

3.1 Choice of method

The globule test is intended for determining the soldering time of round wire terminations. The solder bath and soldering bit methods of measuring solderability are for use:

- a) where the shape of the component or its termination precludes the use of the globule method, e.g. as with tag-ended components or printed circuit boards; or

- b) lorsque la température de soudure requise est à l'extérieur de la gamme de l'appareil d'essai à la goutte, par exemple pour les fils émaillés au polyuréthane

Il convient de noter que la vitesse de soudure augmente généralement avec la température, par conséquent des sorties essayées à 235 °C ont généralement un temps de soudure plus court à plus haute température

Le rédacteur de spécifications doit s'assurer que la suite des essais, en ce qui concerne par exemple les essais de type, est prévue de telle façon

- a) qu'il ne soit pas effectué de soudure préalable, par exemple pour effectuer des mesures initiales,
b) qu'il ne soit pas prévu de vieillissement antérieur susceptible d'affecter la soudabilité (par exemple préconditionnement à des températures élevées) sauf prescription contraire de la spécification particulière (voir paragraphe 2.5) En conséquence, l'essai de soudabilité doit être effectué tout au début de la séquence d'essais,
c) que la surface de la sortie n'ait pas subi de dommage lors d'un essai antérieur

Les précautions générales suivantes s'appliquent à toutes les méthodes d'essais de soudabilité

- 1) Les essais doivent être exécutés dans un lieu exempt de courant d'air ou pourvu d'une protection suffisante contre les courants d'air
2) Pour éviter de contaminer les échantillons par des manipulations, on recommande l'utilisation de brucelles. Si un redressement de l'échantillon est nécessaire, il doit être effectué de manière telle que sa surface ne soit ni éraflée, ni contaminée

3.2 Essai à la goutte

Les éprouvettes de fil à essayer sont fluxées, puis placées dans une goutte de soudure fondue, de telle sorte que la goutte soit bissectée par le fil. Le temps mis par les deux moitiés de la goutte pour passer par-dessus le fil et se reformer au-dessus de lui est le temps de soudure

La relation entre le diamètre du fil et la hauteur de la goutte a été choisie de telle sorte que la formation de la goutte par-dessus le fil ne puisse se produire sans mouillage. La hauteur de la goutte est contrôlée par l'emploi de pastilles de soudure de poids connu, déposées sur une broche de fer de 4 mm de diamètre entourée d'une surface (non mouillable) d'aluminium. L'aluminium contribue également à stabiliser la température de la broche de fer

La surface supérieure de la broche de fer doit être étamée. Après exécution de l'essai, le bloc chauffant doit être refroidi avec une pastille de soudure en position pour empêcher l'oxydation de la broche de fer et le défaut de mouillage qui en découlerait

Dans les cas litigieux, il peut être nécessaire de s'assurer que toutes les pastilles utilisées pour l'essai sont à l'intérieur des limites de $\pm 10\%$ du poids nominal de la pastille

Ce qui suit constitue des indications générales pour l'utilisation de l'appareil à la goutte dans les essais de soudure

- 1) La broche de fer doit être parfaitement propre, exempte de fragments de soudure entre le bloc d'aluminium et le panneau horizontal, ce qui pourrait influencer sur la température
2) Le flux doit être d'un type approprié et ne doit pas être rendu poisseux par suite de l'évaporation. La quantité de flux appliqué doit être contrôlée avec soin car un excès de flux entraîne une nouvelle diminution de la température
3) Chaque goutte fondue doit être propre et brillante et la dimension de la pastille utilisée doit correspondre au diamètre nominal de la sortie

- b) where the soldering temperature required is outside the range of the globule test instrument, e.g. as with polyurethane enamelled wires

It should be noted that soldering speed usually increases with rising temperature, therefore terminations tested at 235 °C usually have a shorter soldering time at higher temperatures

The specification writer should ensure that any component test sequence, e.g. for type testing, is arranged so that

- a) no previous soldering has taken place, e.g. to make initial measurements,
- b) no prior ageing, liable to affect the solderability (e.g. preconditioning at elevated temperatures) is anticipated unless otherwise prescribed in the relevant specification (see sub-clause 2.5). Therefore the solderability test should be fairly close to the beginning of the test sequence;
- c) the finish of the termination has not been damaged in any previous test

The following general precautions apply to all methods of solderability testing

- 1) The tests shall be carried out in a draught-free place or adequate draught shields provided
- 2) To avoid contamination of the specimen through handling, the use of tweezers is recommended. If the specimen requires straightening, it must be done in such a manner that the surface is neither scraped nor contaminated

3.2 The globule test

Samples of the wire to be tested are fluxed and then placed in a globule of molten solder so that the globule is bisected by the wire. The time taken for the globule halves to flow over the wire and unite above it is the soldering time.

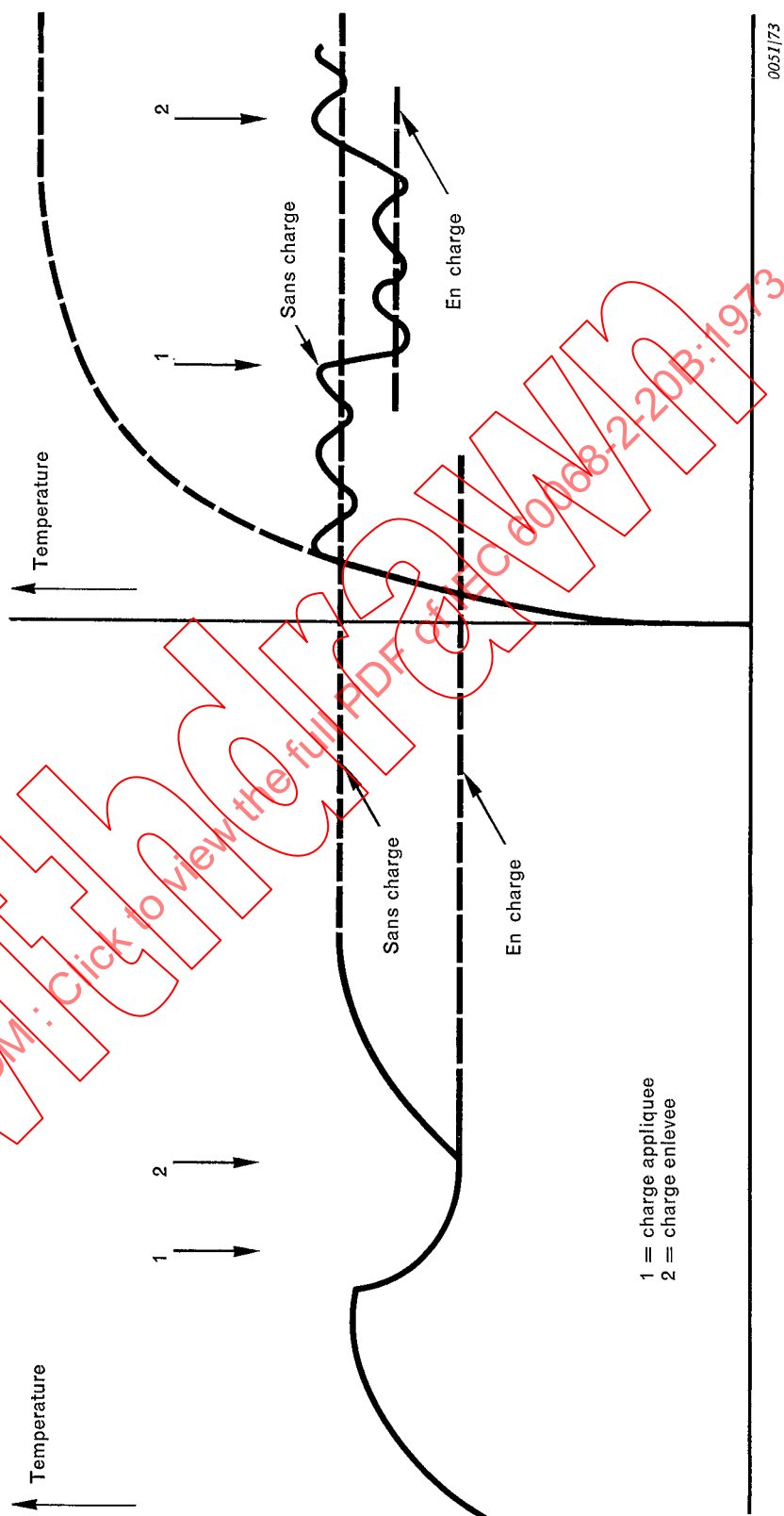
The relation between wire size and globule height has been chosen so that the reunion of the globule above the wire cannot occur without wetting. The globule height is controlled by using pre-weighed pellets of solder, deposited on a 4 mm diameter iron pin by a surrounding surface of (non-wettable) aluminium. The aluminium also helps to stabilize the temperature of the iron pin.

The top surface of the iron pin shall be tinned. After completion of the testing, the heating block should be allowed to cool with a solder pellet in position to prevent oxidation of the iron pin and subsequent de-wetting.

In cases of dispute, it may be necessary to ensure that all pellets used for testing shall be within the limits of $\pm 10\%$ of the nominal pellet weight.

The following are general hints on the use of the globule apparatus for soldering tests:

- 1) The iron pin must be quite clean, with no fragments of solder between the aluminium block and the horizontal panel, as this may affect the temperature.
- 2) The flux must be of the correct type and must not be tacky through evaporation. The amount of flux applied must be carefully controlled as superfluous flux causes a further reduction in temperature.
- 3) Each molten globule must be clean and bright and the size of the pellet used must be correct for the nominal diameter of the termination.



0051/73

FIG. 3a. — Fer a souder sans thermostat.

FIG. 3b. — Fer a souder avec thermostat.

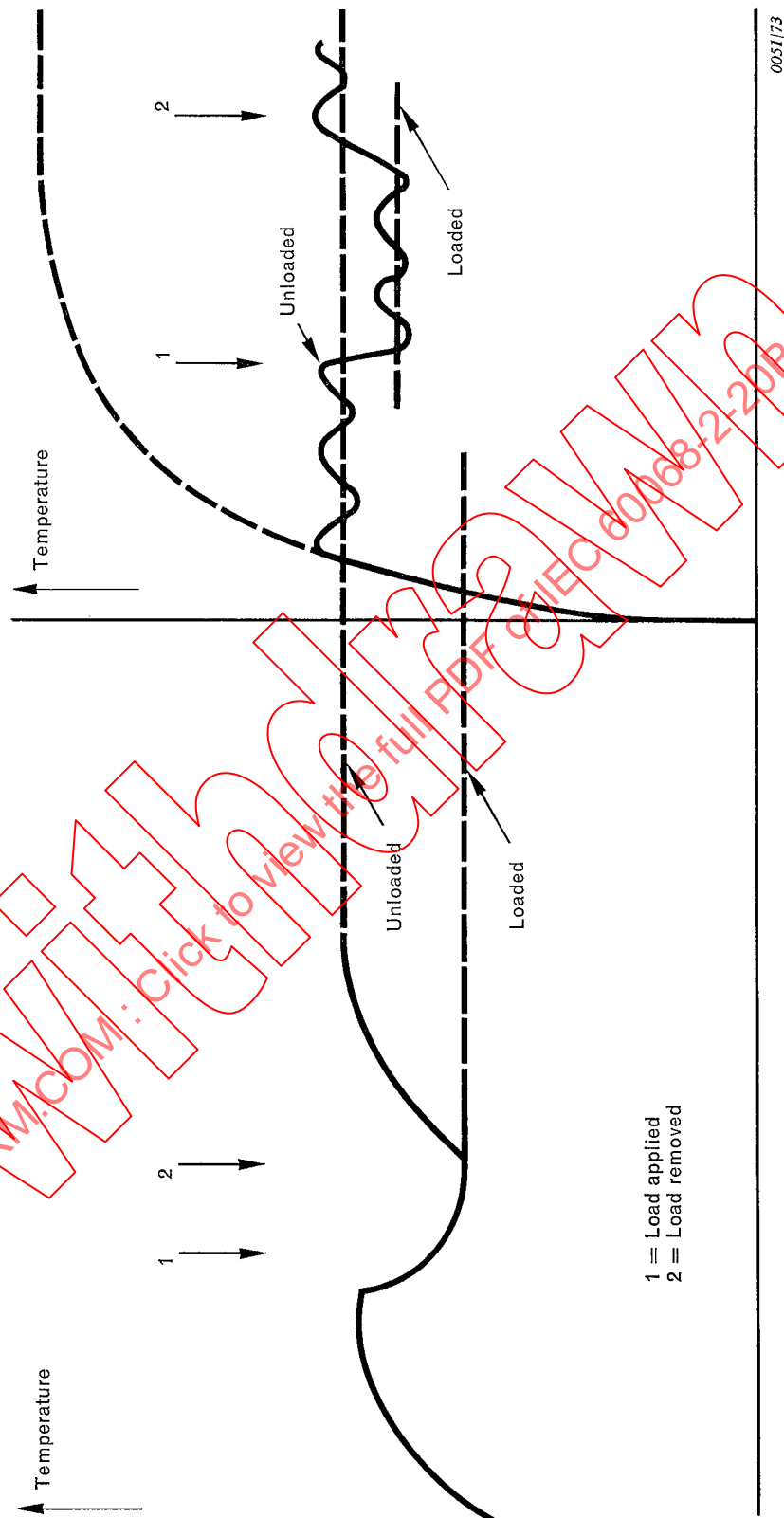


FIG. 3a. — Soldering iron without thermostat.

FIG. 3b. — Soldering iron with thermostat.

- 4) La sortie doit bissecter la goutte avec précision. Sinon, le résultat ne doit pas être pris en considération et une autre tentative doit être effectuée en un autre endroit de la sortie.

Pour des fils de même qualité de soudure, le temps de soudure observé est proportionnel au diamètre du fil. L'essai est quelque peu sensible à la température et les résultats varient donc en fonction des caractéristiques thermiques de la sortie du composant, qui ont une influence sur la température effective de soudure. Ces facteurs, bien entendu, s'appliquent également à la soudure en production, mais il convient d'en tenir compte lors de l'établissement des spécifications de composants. Il convient également de rappeler que les flux activés, donnant des temps de soudure beaucoup plus courts, sont normalement utilisés lors de la soudure en production.

L'essai est rapide, quantitatif et sélectif; il permet de déterminer la soudabilité en plusieurs points de la sortie, si nécessaire.

3.3 Essai au bain de soudure

Cet essai se présente sous deux formes, l'une pour les sorties de fils et de cosses et l'autre pour les cartes imprimées. Toutes deux emploient le même type de bain de soudure. Lorsqu'un spécimen est immergé, la température de soudure diminue d'une quantité qui est inversement proportionnelle à la distance à l'échantillon. Le bain spécifié est de dimension suffisante pour garantir que la température de la soudure, à proximité des parois et du fond du bain, ne diminue pas de façon sensible au cours de la période d'immersion.

Le mode opératoire indiqué dans la méthode 1 de la première partie (voir figure 1, page 8) a été simplifié à dessein car, si on avait spécifié avec plus de précision les conditions de déplacement de l'échantillon, l'essai aurait eu un domaine d'application moins étendu. La méthode est prévue pour les essais des sorties, telles que les cosses, qui, bien que de forme ne convenant pas aux essais par la méthode 3 (goutte de soudure), sont cependant destinées à être câblées à un bain de soudure.

De tels problèmes géométriques ne se présentent pas dans le cas des cartes imprimées et il est, par conséquent, possible de spécifier avec plus de détails le mode opératoire d'essai qui leur est applicable. La profondeur d'immersion de la carte est rigoureusement limitée afin de garantir que l'écoulement de la soudure par les trous métallisés ne peut se faire que par une action de mouillage et non par l'application de forces d'Archimède.

3.4 Essai au fer à souder

Cet essai a été retenu pour permettre d'apprécier la soudabilité sur les échantillons qui ne peuvent être essayés par les méthodes à la goutte ou au bain. Des cas types seraient des fils émaillés soudables, lorsque la température des autres méthodes est trop basse, et des composants à sorties par cosses non destinés à une soudure au tiempé, lorsqu'il peut être impossible d'appliquer la soudure d'une façon autre que l'aide d'une panne de fer à souder.

4 Appréciation de la qualité du joint

Par suite de la diversité des formes et des dimensions des sorties de composants, les essais de résistance du joint par des mesures directes de résistance à la traction ou au cisaillement sont difficiles à spécifier. Il est préférable d'établir des montages de circuits types et de les soumettre aux Essais E Impact, F vibrations (sinusoïdales) et U Robustesse des sorties, de la Publication 68-2 de la CEI.

Dans certaines circonstances, la qualité du joint peut également être appréciée en observant l'angle de contact entre la soudure et l'élément. L'angle doit être uniformément faible (bien inférieur à 30°) en tout point de la périphérie de soudure (voir figure 4, page 22). Une appréciation visuelle de l'angle de contact suffit et il n'est pas nécessaire d'effectuer de mesure.

- 4) The termination must accurately bisect the globule. If it does not do so, the result should be disregarded and another attempt made further along the termination.

For wires of equal soldering quality, the observed soldering time will increase with increasing wire diameter. The test is somewhat sensitive to temperature, and results will therefore vary with the thermal characteristics of the component termination, which influence the effective soldering temperature. These factors of course apply equally to production soldering, but they must be taken into account when preparing component specifications. It must also be remembered that activated fluxes giving much shorter soldering times are normally employed in production soldering.

The test is quick, quantitative and discriminating, it permits the determination of solderability at a number of points on the termination if the need arises.

3.3 *The solder bath test*

There are two forms of this test, the one for wire and tag terminations and the other for printed boards. Both employ the same form of solder bath. When a specimen is immersed, the solder temperature falls, to an extent inversely dependent on the distance from the specimen. The bath specified is of sufficient size to ensure that the temperature of the solder, near the walls and bottom of the bath, does not fall significantly during the immersion period.

The solderability procedure given in Method 1 of Part 1 (see Figure 1, page 9) is intentionally simple, as to specify the specimen transport conditions more closely would make the test less versatile. The method is intended for the testing of terminations such as tags, which, though not of suitable shape for testing by Method 3 (solder globule), are nevertheless intended to be added in a solder bath.

Such geometrical problems are not presented by printed boards and it is therefore possible for the test procedure applicable to them to be specified more closely. The depth of immersion of the board is strictly limited, in order to ensure that flow of solder up-plated through holes can only be caused by wetting and not by Archimedean forces.

3.4 *The soldering-iron test*

This test is retained to permit an assessment of solderability to be made on such specimens as cannot be tested by the globule or bath methods. Typical cases would be self-solderable enamelled wires, where the temperature of the other methods is too low, and tag-ended components not intended for dip soldering, where it may not be possible to apply solder in any other way except on a soldering-iron bit.

4 **Joint quality assessment**

Owing to the variety of shapes and sizes of component terminations, tests of joint strength by straightforward tensile or shear strength measurements are difficult to specify. It is better to prepare specimen circuit assemblies and subject them to Tests E: Impact, F: Vibration (sinusoidal) and U: Robustness of terminations, of IEC Publication 68-2.

In suitable circumstances, joint quality may also be assessed by looking at the contact angle between the solder and the workpiece. The angle should be uniformly low (much less than 30°) at all points on the solder boundary (see Figure 4, page 23). Visual assessment of contact angle is sufficient and no measurement need be attempted.

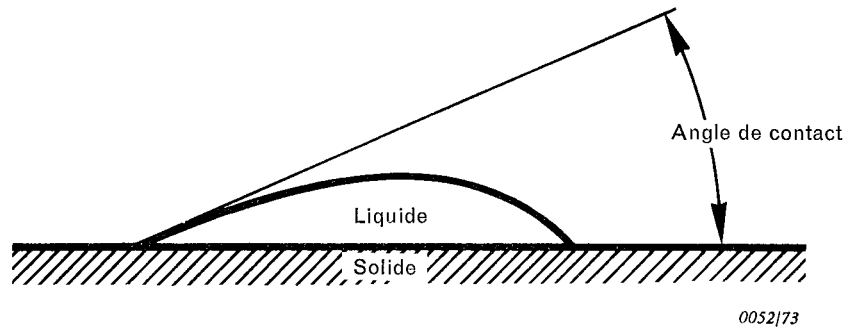


FIGURE 4

Fondamentalement, les essais de temps de soudure sont des approximations du temps nécessaire pour que l'angle de contact atteigne cette valeur. Cependant, si l'élément est laissé en contact avec la soudure fondue, l'angle de contact peut croître de nouveau. Ce phénomène est connu sous le nom de démouillage et est dû, soit à la formation par la soudure d'une couche de composé intermétallique non mouillable sur l'élément, soit à la dissolution du placage par la soudure découvrant une surface non mouillable du métal support. Lorsqu'on craint qu'il puisse en être ainsi, on laisse le composant à l'essai en contact avec la soudure fondue pendant une durée appropriée après avoir achevé l'observation du temps de soudure, on peut alors le retirer, le laisser refroidir et recommencer l'essai de soudure au même endroit. Un grand accroissement du temps de soudure indique qu'il s'est produit un démouillage.

5 Résistance à la chaleur de soudure

Il est nécessaire, pour cet essai, d'utiliser un flux activé, de façon à donner un mouillage rapide et, ainsi, à assurer que la vitesse de transmission de la chaleur au composant en essai est, dans la mesure du possible, indépendante de sa soudabilité.

Les remarques des paragraphes 2.2 et 2.4, relatives au choix de la soudure et aux considérations de température dans les essais de soudabilité, s'appliquent également à l'essai de résistance à la chaleur lors de la soudure. Il est particulièrement important, lorsqu'on essaie des composants de grande capacité thermique, que la température d'équilibre ne soit pas inférieure à 40 °C au-dessus de la température du liquide de la soudure. L'équilibre n'est pas nécessairement atteint pendant les 10 s d'immersion, spécifiées dans la Publication 68-2-20A de la C.E.I., Premier complément à la Publication 68-2-20 de la C.E.I., mais étant donné que la position d'équilibre est fonction de la vitesse de transmission de la chaleur avant que l'équilibre ne soit atteint, la considération ci-dessus reste valable. Le bain de soudure spécifié dans la méthode 1 est de dimensions suffisantes pour garantir le maintien efficace de la température.

Cet essai n'est pas destiné à simuler ou à déterminer l'effet des contraintes mécaniques accidentelles susceptibles de se produire au cours de la soudure. L'essai peut être nuisible ou destructif pour le composant à l'essai et il convient de tenir compte de ce fait lors du choix de la séquence d'essais climatiques et mécaniques. Il convient également d'examiner s'il peut être nécessaire d'enlever les résidus de flux activé avant de procéder à d'autres essais climatiques et mécaniques.

6 Echantillonnage pour les essais de soudabilité

Aux fins d'essais d'homologation et d'essais de contrôle de production, l'unité de produit est le composant. Un spécimen est un composant individuel et un spécimen défectueux ou une unité défectueuse est un composant ayant une ou plusieurs sorties défectueuses.