

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT

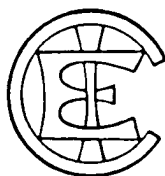
Publication 734

Première édition – First edition

1982

**Eau dure à utiliser pour les essais d'aptitude à la fonction
de certains appareils électrodomestiques**

**Hard water to be used for testing the performance of some
household electrical appliances**



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
3, 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**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**

Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), 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 V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**

Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), 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 I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT

Publication 734

Première édition — First edition
1982

**Eau dure à utiliser pour les essais d'aptitude à la fonction
de certains appareils électrodomestiques**

**Hard water to be used for testing the performance of some
household electrical appliances**

Mots clés: appareils électrodomestiques;
examen du fonctionnement
au cours du service; la dureté
de l'eau.

Key words: household electrical appliances;
performance tests; the
hardness of water.



© CEI 1982

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
3, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application et objet	6
2. Notes d'instruction	6
3. Généralités	6
3.1 Unités	8
3.2 Nombre de types d'eau dure normalisée	8
3.3 Composition de l'eau dure normalisée	8
4. Effet du chauffage de l'eau dure	10
5. Préparation des eaux artificiellement dures normalisées	10
5.1 Déminéralisation	10
5.2 Stockage	10
5.3 Reducissement — Méthode A	10
5.4 Reducissement — Méthode B (technique du mélange de sels)	12
5.5 Concentrations d'ions réalisées par la méthode B	14
6. Contrôle	14
7. Autres additifs	14
ANNEXE A — Analyse d'eau dure artificielle pour laquelle la dureté alcaline est composée de bicarbonate de calcium ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) et de bicarbonate de magnésium ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$), et la dureté non alcaline composée de chlorure de calcium (CaCl_2) et de sulfate de magnésium (MgSO_4)	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope and object	7
2. Introductory notes	7
3. General	7
3.1 Units	9
3.2 Number of types of standardized hard water	9
3.3 Composition of standardized hard water	9
4. Effect of heating hard water	11
5. Preparation of the standard artificially hard waters	11
5.1 Demineralizing	11
5.2 Storage	11
5.3 Rehardening — Method A	11
5.4 Rehardening — Method B (salt mixing technique)	13
5.5 Ion concentrations achieved by Method B	15
6. Checking	15
7. Other additives	15
APPENDIX A — Analysis of artificially hard water where alkaline hardness consists of calcium bicarbonate ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) and magnesium bicarbonate ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) and non-alkaline hardness consists of calcium chloride, (CaCl_2) and magnesium sulphate (MgSO_4)	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EAU DURE À UTILISER POUR LES ESSAIS D'APTITUDE
À LA FONCTION DE CERTAINS APPAREILS
ÉLECTRODOMESTIQUES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI 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 CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes n° 59 de la CEI: Aptitude à la fonction des appareils électrodomestiques.

Un projet, établi par un groupe de travail spécialisé, fut discuté lors de la réunion tenue à Leningrad en 1971. Il fut alors décidé que le texte résultant des observations formulées serait, après révision par le groupe de travail, soumis à l'approbation des Comités nationaux, en vue de sa publication comme rapport de la CEI.

Ce projet révisé, document 59(Bureau Central)13, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Australie
Autriche
Belgique
Corée (République de)
Egypte
Etats-Unis d'Amérique
Israël
Italie

Japon
Nouvelle-Zélande
Pays-Bas
République Démocratique d'Allemagne
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Turquie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HARD WATER TO BE USED FOR TESTING THE PERFORMANCE
OF SOME HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCES**

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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 59: Performance of Household Electrical Appliances.

A draft prepared by a working group was discussed at the meeting held in Leningrad in 1971. It was then decided that the text based on comments received should, after revision by the working group, be submitted to the National Committees for approval with a view to its publication as an IEC report.

This revised draft, Document 59(Central Office)13, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	New Zealand
Belgium	Romania
Egypt	South Africa (Republic of)
German Democratic Republic	Sweden
Germany	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Korea (Republic of)	

EAU DURE À UTILISER POUR LES ESSAIS D'APTITUDE À LA FONCTION DE CERTAINS TYPES D'APPAREILS ÉLECTRODOMESTIQUES

1. Domaine d'application et objet

Le présent rapport s'applique à l'eau dure à utiliser pour les essais d'aptitude à la fonction de certains appareils électrodomestiques tels que machines à laver, fers à repasser à vapeur, etc.

Le présent rapport définit les caractéristiques de cette eau dure.

Le présent rapport établit la méthode à utiliser pour obtenir cette eau dure.

2. Notes d'introduction

2.1 Il est nécessaire d'utiliser une eau dure normalisée pour les essais interlaboratoires lorsqu'une corrélation totale des résultats est requise.

2.2 L'utilisation d'une eau dure normalisée peut ne pas être nécessaire:

- a) pour les essais de routine à l'intérieur d'un même laboratoire quand les comparaisons sont faites en utilisant une seule source d'eau.
- b) pour les essais interlaboratoires quand une machine de référence normalisée est utilisée pour les essais comparatifs, s'il peut être prouvé qu'une corrélation suffisante est obtenue pour une plage de dureté fixée.
- c) pour les essais interlaboratoires d'appareils équipés d'un adoucisseur d'eau par échangeur d'ions (tels que certains lave-vaisselle), s'il peut être prouvé qu'une corrélation est obtenue pour une plage de dureté fixée.

Ces facteurs devraient être pris en considération lorsqu'on évalue la capacité du matériel requis pour la production de l'eau normalisée.

2.3 Deux méthodes de production de l'eau dure normalisée sont données. La méthode A donne exactement la composition requise. La méthode B donne la composition requise plus un excédent d'ions de sodium et de chlore. Cette méthode est plus rapide et devrait être satisfaisante si l'excédent d'ions de sodium et de chlore est acceptable.

On notera que les sels de magnésium sont inclus dans les composants de dureté temporaire et permanente avec un rapport molaire calcium sur magnésium égal à 2,9. Bien que la composition de l'eau soit ainsi différente de celle donnée dans la méthode A, l'une ou l'autre composition peut être modifiée pour des cas spécifiques.

3. Généralités

Du fait que les eaux naturelles ont des caractéristiques et une dureté variables, la seule eau dure qui peut donner des résultats normalisés entre laboratoires est une eau complètement déminéralisée qui est ensuite durcie jusqu'au degré convenu.

HARD WATER TO BE USED FOR TESTING THE PERFORMANCE OF SOME HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCES

1. Scope and object

This report applies to hard water to be used for testing the performance of some household electrical appliances such as washing machines, steam irons, etc.

This report defines the characteristics of this hard water.

This report establishes the method to be used for obtaining this hard water.

2. Introductory notes

2.1 It is necessary to use a standardized hard water for interlaboratory tests where complete correlation of results is required.

2.2 It may not be necessary to use a standardized hard water:

- a) for routine laboratory testing within one laboratory where comparisons are being made using one source of water.
- b) for interlaboratory tests where a standard reference machine is used for comparison testing if it can be shown that sufficient correlation is obtained over a stated range of hardness.
- c) for interlaboratory testing of machines with a built-in base exchange water softener (as in some dishwashers) if it can be shown that correlation is obtained over a stated range of hardness.

These factors should be considered in assessing the capacity of equipment required for producing the standardized water.

2.3 Two methods of producing standardized hard water are given. Method A gives exactly the required composition. Method B gives the required composition plus an excess of sodium and chlorine ions. This method is less time-consuming and should be satisfactory if the excess of sodium and chlorine ions is acceptable.

It will be noted that magnesium salts are included for both temporary and permanent hardness components with a mole ratio of 2.9 calcium to magnesium. Although the composition of the water is thus different from that given in Method A, either composition can be modified if specifically required.

3. General

Since natural waters are so variable in character and hardness, the only hard water which can give standardized results between laboratories is a completely demineralized water that is subsequently hardened to an agreed standard.

3.1 Unités

Dans les propositions ci-après, la dureté est exprimée en parties par million (p.p.m.), c'est-à-dire en milligrammes par litre (mg/l) d'équivalent en carbonate de calcium (CaCO_3). Une table de conversion dans les autres unités de dureté est donnée à la fin du présent rapport.

3.2 Nombre de types d'eau dure normalisée

Afin que tout pays puisse choisir une ou plusieurs eaux dures normalisées qui s'approcheraient des eaux naturelles disponibles dans ce pays, quatre duretés sont normalisées, à savoir:

17 p.p.m.	} dureté totale basée sur l'équivalent en CaCO_3
50 p.p.m.	
150 p.p.m.	
300 p.p.m.	

3.3 Composition de l'eau dure normalisée

3.3.1 Composition de l'eau préparée par la méthode A

Le composant de dureté temporaire* de l'eau dure normalisée est constitué par du bicarbonate de calcium ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) et le composant de dureté permanente** est constitué en parties égales par du chlorure de calcium (CaCl_2) et du sulfate de magnésium (MgSO_4).

3.3.2 Composition de l'eau préparée par la méthode B

Le composant de dureté temporaire* de l'eau dure normalisée est constitué par les bicarbonates de calcium et de magnésium ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ et $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) et le composant de dureté permanente** est constitué par les chlorures et les sulfates de calcium et de magnésium (CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2 et MgSO_4).

3.3.3 Valeurs des duretés temporaires et permanentes

Celles-ci sont les suivantes:

Description de l'eau	Dureté totale p.p.m.	Dureté ²⁾ temporaire p.p.m.	Dureté ²⁾ permanente p.p.m.
Très douce ¹⁾	17 ± 2	11	6
Douce ¹⁾	50 ± 5	33	17
Moyennement dure ¹⁾	150 ± 15	100	50
Dure ¹⁾	300 ± 20	200	100

¹⁾ La nomenclature décrivant la dureté de l'eau est celle utilisée par les services des eaux du Royaume-Uni.

²⁾ Bien que le rapport entre les duretés temporaire et permanente soit très variable, l'effet de la dureté temporaire est généralement plus important et le rapport de 2 : 1 a été adopté ici. Ceci permet de produire les eaux plus douces par simple dilution de toute eau plus dure déjà préparée.

La tolérance peut se partager de façon sensiblement égale entre les duretés temporaire et permanente, mais quand l'eau doit être chauffée avant introduction dans l'appareil, la tolérance doit être portée sur la dureté temporaire plutôt que sur la dureté permanente (voir l'article 4) surtout dans le cas de l'eau dite «dure».

* Appelée aussi dureté carbonatée ou dureté alcaline (terminologie préférée).

** Appelée aussi dureté non carbonatée ou dureté non alcaline (terminologie préférée).

3.1 Units

Hardness throughout these proposals is expressed in parts per million (p.p.m.) i.e. milligrammes per litre (mg/l) of equivalent calcium carbonate (CaCO_3). A table for conversion into other hardness units is provided at the end of this report.

3.2 Number of types of standardized hard water

In order that any individual country can select one or more standardized hard waters which would approximate to the natural waters available in that country, four hardnesses are standardized, namely:

17 p.p.m.	} total hardness based on equivalent of CaCO_3
50 p.p.m.	
150 p.p.m.	
300 p.p.m.	

3.3 Composition of standardized hard water

3.3.1 Composition of water prepared by Method A

The temporary hardness* component of the standardized hard water consists of calcium bicarbonate ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) and the permanent hardness component** is equally divided between calcium chloride (CaCl_2) and magnesium sulphate (MgSO_4).

3.3.2 Composition of water prepared by Method B

The temporary hardness* component of the standardized hard water consists of calcium and magnesium bicarbonates ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ and $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) and the permanent hardness component** consists of the chlorides and sulphates of calcium and magnesium (CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2 and MgSO_4).

3.3.3 Amounts of temporary and permanent hardness

These are as follows:

Description of water	Total hardness p.p.m.	Temporary ²⁾ hardness p.p.m.	Permanent ²⁾ hardness p.p.m.
Very soft ¹⁾	17 ± 2	11	6
Soft ¹⁾	50 ± 5	33	17
Moderately hard ¹⁾	150 ± 15	100	50
Hard ¹⁾	300 ± 20	200	100

¹⁾ The nomenclature for description of water hardness is that used by the water authorities in the United Kingdom.

²⁾ Although the ratio of temporary to permanent hardness is very variable, the effect of temporary hardness is generally of more importance and the ratio of 2:1 has been adopted throughout. This allows the softer waters to be produced by simple dilution of any harder water already prepared.

The tolerance can normally be divided fairly equally between the temporary and permanent hardness, but where water is to be heated before introducing into the appliance, the tolerance shall be put on the temporary hardness rather than on permanent hardness (see Clause 4) especially in the case of "hard" water.

* Also known as carbonate hardness or alkaline hardness (preferred terminology).

** Also known as non-carbonate hardness or non-alkaline hardness (preferred terminology).

4. Effet du chauffage de l'eau dure

Une eau «dure» (300 p.p.m.) chauffée à 60°C perdra environ 20 p.p.m. de dureté temporaire en 4 h. Si l'eau est dans un système clos, on obtiendra un effet progressivement plus lent en continuant à la chauffer.

La perte de dureté temporaire par chauffage est environ réduite de moitié à 50°C, et sera également plus basse pour les eaux moins dures.

Cette perte de dureté sera constatée dans une installation domestique où l'eau, destinée à être utilisée dans un lave-vaisselle ou dans une machine à laver le linge, est préchauffée, et la perte est alors compatible avec un usage normal.

S'il est nécessaire de maintenir la température de l'eau «dure» (300 p.p.m.) à 60°C pendant de longues périodes, sans abaissement de la dureté, la valeur du pH après préparation doit être abaissée à 6,5 environ par insufflage ultérieur de CO₂.

5. Préparation des eaux artificiellement dures normalisées

5.1 Déminéralisation

L'eau naturelle doit d'abord être déminéralisée* de manière que sa résistance spécifique ne soit pas inférieure à 100 000 Ω/cm. Une eau de cette qualité peut être obtenue avec un appareil utilisant une colonne de résines mélangées à échange de cations et d'anions.

Le ou les deux premiers lots d'eau doivent être éliminés lorsqu'on utilise un nouvel appareil de déminéralisation ou lorsque les couches de résine sont renouvelées. Ceci n'est cependant pas nécessaire après une régénération normale.

5.2 Stockage

L'eau déminéralisée doit être mise dans des réservoirs de stockage adéquats (deux réservoirs sont nécessaires pour la méthode B) pour être redurcie ultérieurement. Les tuyaux et les réservoirs doivent être en matériau qui ne produira pas de réaction chimique avec l'eau (certains plastiques tels que le polychlorure de vinyle (p.c.v.) ou le polypropylène conviennent).

5.3 Redurcissement - Méthode A

Du carbonate de calcium sec (CaCO₃) doit être pesé conformément à la dureté temporaire et à la quantité d'eau désirées (1 mg de CaCO₃ par litre d'eau donne 1 partie par million). La quantité de CaCO₃ sera ainsi 0,017, 0,050, 0,150 ou 0,300 g/l d'eau obtenue, puis 17, 50, 150 ou 300 p.p.m. respectivement.

Celui-ci doit être mélangé avec une petite quantité de l'eau déminéralisée pour former une bouillie, puis ajouté à l'ensemble de l'eau.

Du dioxyde de carbone doit être insufflé *lentement* au moyen de baguettes ou de têtes de pulvérisation circulaires percées de petits trous et réparties sur le fond du réservoir de stockage. La pression dans le cylindre de dioxyde de carbone doit être abaissée au moyen d'une valve de réduction à environ 35 kPa (0,35 bar) avant le passage dans le réservoir; il peut être nécessaire de chauffer la valve afin d'éviter la congélation.

L'insufflage du CO₂ qui abaisse le pH de l'eau et transforme le carbonate de calcium insoluble en bicarbonate de calcium soluble (Ca(HCO₃)₂) doit continuer jusqu'à ce que l'eau

* De l'eau distillée de qualité similaire peut être utilisée à la place de l'eau déminéralisée.

4. Effect of heating hard water

“Hard” water (300 p.p.m.) heated to 60°C will lose approximately 20 p.p.m. of temporary hardness in 4 h. Provided that the water is in a closed system, further heating will have a progressively slower effect.

The loss of temporary hardness through heating is approximately halved at 50°C, and will also be lower for the less hard waters.

This loss of hardness will be experienced in a domestic installation where water is preheated for use in a dishwasher or washing machine and the loss is thus compatible with normal use.

If it is necessary to hold the temperature of “hard” water (300 p.p.m.) at 60°C for long periods, without precipitation of the hardness, the pH value after preparation shall be lowered to approximately 6.5, by further bubbling in of CO₂.

5. Preparation of the standard artificially hard waters

5.1 Demineralizing

The natural water shall first be demineralized* so that its specific resistance is not less than 100 000 Ω/cm. Water of this quality can be obtained from apparatus using a column of mixed cation and anion exchange resins.

The first one or two lots of water shall be discarded when using new demineralizing equipment or when resin beds are renewed. This is not necessary, however, after normal regeneration.

5.2 Storage

The demineralized water shall be passed to suitable storage tanks (two required for method B) for subsequent rehardening. Pipes and tanks shall be of material which will not react chemically with the water (certain plastics such as polyvinyl chloride (p.v.c.) or polypropylene are suitable).

5.3 Rehardening - Method A

Dry calcium carbonate (CaCO₃) shall be weighed out in accordance with the desired temporary hardness and quantity of water (1 mg of CaCO₃ per litre of water gives 1 part per million). The amount of CaCO₃ thus will be 0.017, 0.050, 0.150 or 0.300 g/l of finished water for 17, 50, 150 or 300 p.p.m. respectively.

This shall be mixed with some of the demineralized water to form a slurry and added to the main body of water.

Carbon dioxide shall be bubbled in *slowly* by means of rods or circular spray heads pierced with small holes and distributed over the bottom of the storage tank. The pressure in the carbon dioxide cylinder shall be lowered by means of a reducing valve to about 35 kPa (0.35 bar) before passing into the tank and it may be necessary to heat the valve to prevent freezing.

The bubbling in of CO₂ which lowers the pH of the water and converts the insoluble calcium carbonate to soluble calcium bicarbonate (Ca(HCO₃)₂) shall continue until the water

* Distilled water of similar quality may be used in place of demineralized water.

devienne claire. Le processus peut prendre de une à trois heures selon la quantité d'eau et la dureté requise.

Une solution stable* sera obtenue avec une plage de pH de 7,0 à 7,5 pour une eau de 300 p.p.m. Des plages de pH plus élevées sont admissibles pour des eaux plus douces, soit:

7,5 à 8,0 pour 150 p.p.m.

8,0 à 8,3 pour 50 p.p.m. et 17 p.p.m.

On ajoute alors du chlorure de calcium en quantité correspondant à la moitié de la dureté permanente et de la quantité d'eau désirée (1,47 mg de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ par litre donne 1 p.p.m., calculé en équivalent de CaCO_3).

On ajoute ensuite du sulfate de magnésium en quantité correspondant à l'autre moitié de la dureté permanente et de la quantité d'eau désirée (2,46 mg de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ par litre donne 1 p.p.m. calculé en équivalent de CaCO_3).

Si le pH final est en-dessous de la plage correspondant à la dureté appropriée, de l'air doit être insufflé pour ramener le pH à l'intérieur de la plage. L'eau doit alors être stable à la température normale de la pièce, mais deviendra instable si celle-ci est fortement aérée (ce qui élève le pH) ou chauffée (voir article 4).

5.4 Redurcissement - Méthode B (technique du mélange de sels)

Pour préparer les deux solutions, on ajoute du dihydrate de chlorure de calcium ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) et du sulfate de magnésium ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) dans un premier réservoir, (solution 1) et du carbonate de sodium hydrogéné (NaHCO_3) dans un deuxième réservoir (solution 2). Ceux-ci sont agités par un moyen approprié jusqu'à ce que les sels soient complètement dissous. Les quantités de sels nécessaires pour les quatre duretés sélectionnées sont indiquées ci-dessous**.

Poids du sel ajouté, en grammes par litre d'eau terminée				
Sel	Pour une dureté de 17 p.p.m.	Pour une dureté de 50 p.p.m.	Pour une dureté de 150 p.p.m.	Pour une dureté de 300 p.p.m.
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,019	0,055	0,164	0,328
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,011	0,032	0,095	0,190
				} solution 1
NaHCO_3	0,019	0,056	0,168	0,336
				solution 2

Quand les sels sont complètement dissous, la solution B est pompée, tout en remuant, dans la solution A***. Ceci complète la préparation de l'eau dure de synthèse.

Note. — L'eau préparée par la méthode ci-dessus contient un excès de sel (NaCl), ce qui peut conduire à une corrosion des parties métalliques des appareils essayés.

* La stabilité de l'eau à ces niveaux de pH est basée sur l'index de saturation ou l'index de Langelier.

** Les quantités d'eau utilisées doivent être soigneusement notées. Si, par exemple, on doit préparer un litre d'eau avec une dureté totale de 300 p.p.m., les quantités de sels indiquées doivent être ajoutées à 0,5 l d'eau pour la solution A et à 0,5 l d'eau pour la solution B.

*** S'il faut de grands volumes d'eau dure de synthèse, le mélange peut être fait dans la tubulure au moyen d'une pompe de capacité correspondante.

becomes clear. The process may take between one and three hours, depending on quantity of water and required hardness.

A stable* solution will be obtained with a pH range of 7.0 to 7.5 for the 300 p.p.m. water. Higher pH ranges are permissible for the softer waters, for example:

7.5 to 8.0 for 150 p.p.m.

8.0 to 8.3 for 50 p.p.m. and 17 p.p.m.

Now add calcium chloride in accordance with half the desired permanent hardness and quantity of water (1.47 mg of $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ per litre gives 1 p.p.m., calculated as equivalent CaCO_3).

Now add magnesium sulphate in accordance with the other half of the desired permanent hardness and quantity of water (2.46 mg of $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ per litre gives 1 p.p.m. calculated as equivalent CaCO_3).

If the final pH is below the range for the appropriate hardness, air shall be bubbled in to raise the pH to within the range. The water shall then be stable at normal room temperature but will become unstable if aerated through agitation (this raises the pH) or by heating (see Clause 4).

5.4 Rehardening – Method B (salt mixing technique)

To prepare the two solutions, calcium chloride dihydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and magnesium sulphate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) are added to a first tank (solution 1) and sodium hydrogen carbonate (NaHCO_3), is added to a second tank (solution 2). These are stirred by suitable means until the salts are completely dissolved. The quantities of salts required for the four selected hardnesses are shown below**.

Weight of salt added, grams per litre of finished water				
Salt	For 17 p.p.m. hardness	For 50 p.p.m. hardness	For 150 p.p.m. hardness	For 300 p.p.m. hardness
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.019	0.055	0.164	0.328
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.011	0.032	0.095	0.190
				} solution 1
NaHCO_3	0.019	0.056	0.168	0.336
				solution 2

When the salts are completely dissolved, solution B is pumped, with stirring, into solution A***. This completes the preparation of the synthetic hard water.

Note. — Water prepared according to this method contains an excess of normal salt (NaCl) and may lead to corrosion of metal parts in the appliances being tested.

* Stability of water at these pH values is based on the saturation or Langelier Index.

** The quantities of water used shall be carefully noted. If, for example, one litre of water is to be prepared with 300 p.p.m. total hardness, the indicated quantities of salts shall be added to 0.5 litre of water for solution A and 0.5 litre of water for solution B.

*** If large volumes of synthetic hard water are required, the mixing can be accomplished in the pipeline by means of a proportioning pump.

5.5 Concentrations d'ions réalisées par la méthode B

Les concentrations d'ions obtenues par ce procédé sont présentées dans le tableau ci-dessous:

Ion	Masse molaire	Pour une dureté de 50 p.p.m.		Pour une dureté de 150 p.p.m.		Pour une dureté de 300 p.p.m.	
		p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l
Ca	40,0	15	0,37	45	1,11	89	2,23
Mg	24,3	3	0,13	9	0,39	19	0,77
Na	23	15	0,67	46	2,00	92	4,00
HCO ₃	61	41	0,67	122	2,00	244	4,00
SO ₄	96	12	0,13	37	0,39	74	0,77
Cl	35,5	26	0,75	79	2,23	158	4,46
Dureté totale		50		150		300	
Dureté temporaire		33		100		200	
Total solides dissous		112		338		676	
Ions en excès de l'analyse désirée							
Ion	Masse molaire	p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l
Na	23,0	15	0,67	46	2,0	92	4,00
Cl	35,5	26	0,75	79	2,23	158	4,46

6. Contrôle

La dureté temporaire et la dureté totale peuvent être vérifiées par l'une des procédures de titrage normalisées (voir annexe A).

7. Autres additifs

Dans les circonstances normales, on ne doit pas procéder à d'autres adjonctions telles que fer, silice, etc.

Toutefois, si un pays a une alimentation en eau ayant des caractéristiques particulières telles qu'une dureté extrême ou une teneur inhabituelle en minéraux qui ne permet d'utiliser aucune des eaux normalisées proposées, alors des modifications peuvent être autorisées et les différences seront précisées.

5.5 Ion concentrations achieved by Method B

The ion concentrations obtained by this procedure are tabulated below.

Ion	Mol. Wt.	For 50 p.p.m. hardness		For 150 p.p.m. hardness		For 300 p.p.m. hardness	
		p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l
Ca	40.0	15	0.37	45	1.11	89	2.23
Mg	24.3	3	0.13	9	0.39	19	0.77
Na	23	15	0.67	46	2.00	92	4.00
HCO ₃	61	41	0.67	122	2.00	244	4.00
SO ₄	96	12	0.13	37	0.39	74	0.77
Cl	35.5	26	0.75	79	2.23	158	4.46
Total hardness		50		150		300	
Temporary hardness		33		100		200	
Total dissolved solids		112		338		676	
Ions in excess of desired analysis							
Ion	Mol. Wt.	p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l	p.p.m.	m mol/l
Na	23.0	15	0.67	46	2.0	92	4.00
Cl	35.5	26	0.75	79	2.23	158	4.46

6. Checking

The temporary and total hardness may be checked by one of the standard titration procedures (see Appendix A).

7. Other additives

No further additions such as iron, silica, etc., shall be made under normal circumstances.

If, however, a country has some special peculiarity in its water supplies such as extreme hardness or unusual mineral content which does not permit any of the proposed standard water to be used, modifications can be allowed and the divergency will be stated.

ANNEXE A

ANALYSE D'EAU DURE ARTIFICIELLE POUR LAQUELLE LA DURETÉ
ALCALINE* EST COMPOSÉE DE BICARBONATE DE CALCIUM ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)
ET DE BICARBONATE DE MAGNÉSIUM ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$), ET LA DURETÉ
NON ALCALINE** COMPOSÉE DE CHLORURE DE CALCIUM (CaCl_2)
ET DE SULFATE DE MAGNÉSIUM (MgSO_4)

A1. Introduction

Les procédés et informations suivants sont issus des normes britanniques - BS 1427 (1962), BS 2690 (1956) et BS 2690, parties 4 et 5 (1967). Des méthodes existantes équivalentes peuvent être utilisées, par exemple la dureté totale peut être déterminée par une méthode de titrage volumétrique EDTA analogue donnée dans la norme américaine - ASTM n° D 1126-65, ou par la méthode de la norme soviétique - GOST 4151-48. La dureté alcaline peut être déterminée par la méthode de titrage d'acide analogue donnée dans la norme allemande «Méthodes pour l'analyse de l'eau», section H.6.

A2. Principe

La dureté alcaline est déterminée par titrage d'acide sulfurique jusqu'au virage de la phénolphthaléine et du méthyle orange***. La dureté non alcaline est déterminée par soustraction de la dureté alcaline de la dureté totale. La dureté totale est déterminée par titrage d'un échantillon à la valeur de pH correcte par l'EDTA en utilisant l'indicateur Solochrome Black ou Eriochrome Black jusqu'au virage au bleu.

A3. Interférences

Etant donné que l'eau durcie artificiellement est obtenue à partir d'eau déminéralisée à laquelle des additifs connus ont été ajoutés, il ne devrait pas y avoir de difficultés dues à d'autres impuretés telles que le fer, le cuivre, l'aluminium, etc., pour autant que les réservoirs de stockage et les tuyauteries soient faits en matériaux inertes et propres. L'eau doit être protégée contre l'air et la lumière par un couvercle afin d'éviter toute contamination et toute prolifération d'éléments organiques; de longues périodes de stockage doivent être évitées avant l'utilisation.

Le résultat du titrage EDTA doit être un virage au bleu clair et toute coloration grisâtre ou rougeâtre est une indication de la présence indésirée de fer, de cuivre ou d'aluminium. Les éléments organiques peuvent colorer l'eau et intervenir dans le changement de couleur du méthyle orange.

Pour permettre de déceler la présence de tels éléments contaminants, aucune addition ne doit être faite pour supprimer leurs effets dans les procédés de titrage. De même, pour l'essai d'alcalinité, si un appareil de mesure du pH est utilisé de préférence à l'observation du changement de couleur, l'indicateur doit être retenu pour la détection des éléments contaminants.

* Appelée aussi dureté temporaire ou carbonatée.

** Appelée aussi dureté permanente ou non carbonatée.

*** Des indicateurs autres que le méthyle orange peuvent être utilisés (voir paragraphes A4.1.2 et A4.1.3).

APPENDIX A

ANALYSIS OF ARTIFICIALLY HARD WATER WHERE ALKALINE HARDNESS*
CONSISTS OF CALCIUM BICARBONATE ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) AND MAGNESIUM
BICARBONATE ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) AND NON-ALKALINE HARDNESS**
CONSISTS OF CALCIUM CHLORIDE, (CaCl_2) AND MAGNESIUM
SULPHATE (MgSO_4)

A1. Introduction

The following procedures and information are based on British standards - BS 1427 (1962), BS 2690 (1956), and BS 2690, Parts 4 and 5 (1967). Equivalent established methods may be used, for example total hardness may be determined by a similar EDTA volumetric titration method given in American standard ASTM No. D 1126-65, or by the method given in the U.S.S.R. standard GOST 4151-48. Alkaline hardness may be determined by the similar acid titration method given in the German standard "Methods for examination of water", Section H.6.

A2. Principle

Alkaline hardness is determined by sulphuric acid titration to the phenolphthalein and methyl orange*** end-points. Non-alkaline hardness is determined by subtracting the alkaline hardness from the total hardness. Total hardness is determined by titrating a sample at the correct pH value with EDTA using Solochrome Black or Eriochrome Black indicator to the blue end-point.

A3. Interference

Since the artificially hardened water is based on a demineralized water to which known additions have been made, there should be no trouble due to other impurities such as iron, copper, aluminium, etc., provided that the storage vessels and associated plumbing are made of clean and inert materials. The water should be covered to exclude both air and light to prevent contamination and growth of organic matter and long storage periods before use should be avoided.

The EDTA titration should result in a clear blue end-point and any greyness or redness is an indication of the unwanted presence of iron, copper or aluminium. Organic matter might colour the water and interfere with the methyl orange colour change.

In order that the presence of any such contaminant can be detected, no additions are made to suppress their effects in the titration procedures. Similarly, for the alkalinity test, if a pH meter is used in preference to observation of the colour change, the indicator should be retained for detection of contaminants.

* Also known as temporary or carbonate hardness.

** Also known as permanent or non-carbonate hardness.

*** Alternative indicators to methyl orange may be used (see Sub-clauses A4.1.2 and A4.1.3).

A4. Alkaline hardness

Procedure suitable up to 500 p.p.m. equivalent CaCO_3 .

A4.1 Reagents and acid-base indicators**A4.1.1 Methyl orange* indicator solution**

Prepare by dissolving 0.1 g of methyl orange in 100 ml of hot water. Cool and filter if necessary.

A4.1.2 Alternative mixed indicator of methyl red and bromocresol green

Prepare by dissolving 0.07 g methyl red and 0.02 g bromocresol green in 100 ml of 95% ethanol.

A4.1.3 Second alternative indicator - methyl purple

Prepare according to instructions of Fischer Scientific Company of Chicago.

A4.1.4 Phenolphthalein indicator solution

Prepare by dissolving 1 g of phenolphthalein in 60 ml of methyl alcohol or ethanol. When dissolved add 40 ml of water. Mix well and filter if necessary.

A4.1.5 Sulphuric acid 0.02 N**A4.2 Procedure****A4.2.1 Alkalinity to phenolphthalein (P)**

Measure 100 ml of sample into a white porcelain basin. Add 1 ml of phenolphthalein indicator solution. If sample turns pink, titrate with 0.02 N sulphuric acid until colour just disappears**. Record millilitres of acid used.

$$P = \frac{\text{ml of 0.02 N acid} \times 1000 \text{ p.p.m. equivalent CaCO}_3}{\text{ml of sample}}$$

A4.2.2 Alkalinity to methyl orange* (M)

Immediately following procedure of Sub-clause A4.2.1 add three drops of methyl orange* indicator solution.

Titrate with 0.02 N sulphuric acid until the colour shows the first change from yellow to orange***. Record the total number of millilitres of acid used, i.e. including the amount used in the titration to phenolphthalein.

$$M = \frac{\text{ml of 0.02 N acid} \times 1000 \text{ p.p.m. equivalent CaCO}_3}{\text{ml of sample}}$$

* If the operator has difficulty in assessing the first colour change of methyl orange, a mixed indicator of methyl red and bromocresol green may be used. The colour change from green to orange is then taken. Methyl purple may also be used and in this case the colour change to deep purple at pH 4.5 is taken.

** If a pH meter is used titrate to pH 8.3.

*** If a pH meter is used titrate to pH 4.5.