

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61075

Première édition
First edition
1991-07

Récepteurs Loran-C pour navires

**Exigences minimales de fonctionnement –
Méthodes d'essai et résultats exigibles**

Loran-C receivers for ships

**Minimum performance standards –
Methods of testing and required test results**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61075: 1991

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61075

Première édition
First edition
1991-07

Récepteurs Loran-C pour navires

**Exigences minimales de fonctionnement –
Méthodes d'essai et résultats exigibles**

Loran-C receivers for ships

**Minimum performance standards –
Methods of testing and required test results**

© IEC 1991 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Exigences minimales de fonctionnement	8
3.1 Introduction	8
3.1.1 Système Loran-C	10
3.1.2 Accord international	10
3.1.3 Types de récepteurs	10
3.2 Généralités	12
3.2.1 Exigences générales	12
3.2.2 Alimentation	12
3.2.3 Mise en service	12
3.2.4 Sécurité	12
3.3 Conditions de réception des signaux radioélectriques	14
3.3.1 Précision	14
3.3.2 Protection contre les interférences	14
3.3.3 Ondes réfléchies	16
3.4 Traitement du signal	16
3.4.1 Stations traitées	16
3.4.2 Temps de verrouillage du signal	16
3.4.3 Dynamique de poursuite	16
3.5 Présentation des données	18
3.5.1 Données présentées	18
3.5.2 Différences de temps (lignes de position)	18
3.5.3 Latitude – Longitude (Lat–Long)	18
3.6 Alarmes	20
3.7 Matériels auxiliaires	20
4 Méthodes d'essai et résultats exigibles	20
4.1 Généralités	20
4.1.1 Organisation des essais	20
4.1.2 Exécution des essais	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Minimum performance standards	9
3.1 Introduction	9
3.1.1 Loran-C system	11
3.1.2 International agreement	11
3.1.3 Receiver types	11
3.2 General	13
3.2.1 General requirements	13
3.2.2 Power supply	13
3.2.3 Starting up	13
3.2.4 Safety	13
3.3 Receiving conditions of the radio signals	15
3.3.1 Accuracy	15
3.3.2 Interference protection	15
3.3.3 Sky-waves	17
3.4 Processing	17
3.4.1 Processed stations	17
3.4.2 Signal lock-on time	17
3.4.3 Dynamic tracking	17
3.5 Display	19
3.5.1 Displayed data	19
3.5.2 Time differences	19
3.5.3 Latitude - Longitude	19
3.6 Warnings	21
3.7 Ancillary equipment	21
4 Methods of testing and required test results	21
4.1 General	21
4.1.1 Organisation of the tests	21
4.1.2 Operation of the tests	21

Articles	Pages
4.2 Essais et résultats exigibles	20
4.2.1 Spécifications générales	20
4.2.2 Essais de réception et de traitement des signaux radioélectriques	22
4.2.3 Essai de poursuite dynamique	22
4.2.4 Présentation des données	24
4.2.5 Alarmes	24
4.2.6 Matériels auxiliaires	24
Figure 1- Installation d'essai	26
Tableau 1 - Essais de réception et de traitement des signaux	28
Annexes (Normatives)	
A Définitions et informations complémentaires	30
B Ondes réfléchies	38
C Procédure pour vérifier la précision de la conversion des données de différence de temps en latitude et longitude avec un simulateur Loran-C	40
D Liste des abréviations	44

Clause	Page
4.2 Tests and required results	21
4.2.1 General requirements	21
4.2.2 Radio signal receiving and processing tests	23
4.2.3 Dynamic tracking test	23
4.2.4 Display	25
4.2.5 Warnings	25
4.2.6 Ancillary equipment	25
Figure 1 - Testing installation	27
Table 1 - Radio signal receiving and processing tests	29
Annexes (Normative)	
A Definitions and additional information	31
B Sky-wave	39
C Time difference to latitude and longitude. Procedure for conversion accuracy simulator check.....	41
D List of abbreviations	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉCEPTEURS LORAN-C POUR NAVIRES

Exigences minimales de fonctionnement – Méthodes d'essai et résultats exigibles

AVANT-PROPOS

- 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.

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Etudes n° 80 de la CEI: Instruments de navigation.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
80(BC)17	80(BC)21

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

Les annexes A à D font partie intégrante de la présente Norme internationale.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**LORAN-C RECEIVERS FOR SHIPS****Minimum performance standards –
Methods of testing and required test results****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.

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 80: Navigational instruments.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
80(CO)17	80(CO)21

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Annexes A to D form an integral part of this International Standard.

RÉCEPTEURS LORAN-C POUR NAVIRES

Exigences minimales de fonctionnement – Méthodes d'essai et résultats exigibles

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit les exigences minimales de fonctionnement et les essais de type des récepteurs des systèmes Loran-C pour navires, en liaison avec la CEI 945 et la CEI 1023. Son objectif est d'établir les spécifications minimales de fonctionnement, les méthodes d'essai et les résultats d'essai exigibles pour les récepteurs de radionavigation Loran-C d'usage général pour navires.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 945: 1988, *Appareils de navigation maritime - Spécifications générales - Méthodes d'essai et résultats exigibles*.

CEI 1023: 1990, *Instruments de mesure de la vitesse et de la distance pour navires (lochs) - Prescriptions techniques et opérationnelles - Méthodes d'essai et résultats exigibles*.

CCIR Recommandation 589-1: 1986, *Brouillage des services de radionavigation par d'autres services dans les bandes comprises entre 70 kHz et 130 kHz*.

CCIR Rapport 915-1: 1986, *Brouillage entre les services de radionavigation et les services mobile maritime et fixe dans les bandes de fréquences comprises entre 70 kHz et 130 kHz*.

US Coastguard COMDTINST M 16562.4: 1981.

3 Exigences minimales de fonctionnement

3.1 Introduction

La présente Norme internationale définit les caractéristiques minimales des récepteurs Loran-C utilisés à bord des navires marchands dont la vitesse ne dépasse pas 35 noeuds.

LORAN-C RECEIVERS FOR SHIPS

Minimum performance standards - Methods of testing and required test results

1 Scope

This International Standard specifies the minimum performance standards and type testing of shipborne receivers for Loran-C systems and is associated with IEC 945 and IEC 1023. The objective of the standard is to establish minimum performance standards, methods of testing and required test results for Loran-C general purpose shipborne navigational receivers.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 945: 1988, *Marine navigational equipment - General requirements - Methods of testing and required test results*.

IEC 1023: 1990, *Marine speed and distance measuring equipment (SDME) - Operational and performance requirements - Methods of testing and required test results*.

CCIR Recommendation 589-1: 1986, *Interference to radionavigation services from other services in the bands between 70 kHz and 130 kHz*.

CCIR Report 915-1: 1986, *Interference between fixed, maritime mobile and radio-navigation services in the bands between 70 kHz and 130 kHz*.

US Coastguard COMDTINST M 16562.4: 1981, *Specification of the transmitted Loran-C signal*.

3 Minimum performance standards

3.1 Introduction

The characteristics defined in this International Standard are the minimum for Loran-C receivers intended to be used on board merchant ships, the speed of which does not exceed 35 knots.

3.1.1 *Système Loran-C*

Le système Loran-C est un système de navigation à grande portée, fonctionnant à une fréquence assignée de 100 kHz, utilisant des impulsions provenant des stations émettrices éloignées, et dans lequel les lignes de position du navire sont déterminées par les différences de temps d'arrivée de ces impulsions.

3.1.2 *Accord international*

Il n'y a pas d'accord international officiel pour le système Loran-C, mais les signaux transmis suivent une spécification de la garde côtière des Etats-Unis d'Amérique pour les signaux Loran-C émis (US Coastguard COMDTINST M 16562.4: 1981).

3.1.3 *Types de récepteurs*

3.1.3.1 Le terme «récepteur Loran-C» utilisé dans la présente norme signifie un matériel de réception comprenant un coupleur d'antenne, un dispositif de traitement des signaux, etc., et concerne uniquement les récepteurs fabriqués pour les besoins de la navigation en mer.

3.1.3.2 Les fonctions principales des récepteurs Loran-C sont:

- a) le choix initial des intervalles de répétition de groupes d'impulsions (GRI), l'acquisition de ces groupes d'impulsions codés en phase de la station maître et d'au moins deux stations secondaires;
- b) le traitement par échantillonnage de chacun des groupes de signaux ci-dessus pour obtenir un cycle similaire coupant le niveau zéro, qui fournira les signaux de poursuite en ondes de sol, non affectés par les ondes réfléchies. Ce n'est jamais sur le troisième cycle reçu à l'antenne car les signaux sont retardés et distordus par le filtrage du signal et il est d'usage courant de faire la poursuite quelques microsecondes avant le passage par zéro du troisième cycle. Le délai de réception des ondes réfléchies par rapport à l'onde de sol est toujours supérieur à 30 µs;
- c) la mesure des différences de temps, le calcul et la présentation du point tenu à jour.

3.1.3.3 Deux types de récepteurs Loran-C pour navires peuvent être distingués:

- **Type 1:** Acquisition, choix et positionnement des cycles et poursuite entièrement automatiques.

Après la sélection initiale, le récepteur acquiert automatiquement la station maître et au moins deux stations secondaires, choisit et positionne le cycle de mesure, poursuit les signaux et met à jour périodiquement les différences de temps et, s'il y a lieu, les coordonnées géographiques.

- **Type 2:** Acquisition semi-automatique, choix et positionnement des cycles, et poursuite entièrement automatiques.

Après avoir acquis automatiquement le signal de la station maître, le récepteur peut exiger l'aide de l'opérateur pour acquérir les stations secondaires. Il choisit et positionne ensuite les cycles, poursuit les signaux, et met à jour périodiquement les différences de temps et, s'il y a lieu, les coordonnées géographiques, tout cela automatiquement.

* Les abréviations utilisées dans la version française de la présente norme sont identiques à celles de la version anglaise (voir annexe D).

3.1.1 *Loran-C system*

Loran-C is a long range radionavigation system, operating at an assigned frequency of 100 kHz, utilising pulses from spaced transmitting stations, in which lines of position are determined by the measurement of the differences in the time of arrival of these pulses.

3.1.2 *International agreement*

There is no formal international agreement for the Loran-C system, but transmitted signals follow the US Coastguard specification of the transmitted Loran-C signal (US Coastguard COMDTINST M 16562.4: 1981).

3.1.3 *Receiver types*

3.1.3.1 The term "Loran-C receiver" used in this standard refers to a receiving equipment which includes an antenna coupler, a signal processor, etc., and applies only to receivers manufactured for marine navigational use at sea.

3.1.3.2 The main functions of Loran-C receivers are:

- a) initial selection of the group repetition interval (GRI) and acquisition of the Master and at least two secondary groups of phase coded pulses;
- b) settling a sampling process for each of the above signal groups on a similar cycle zero-crossing in order to provide ground-wave tracking uncontaminated by sky-wave signals. This can never occur on the third cycle as the signals are delayed and distorted by the signal filtering circuits, and it is normal practice to track a few microseconds ahead of the third cycle crossing. Sky-wave reception delay relative to the ground-wave is always in excess of 30 μ s;
- c) measurements of time differences, calculation and display of the current position estimate.

3.1.3.3 Two types of Loran-C marine receiver may be distinguished:

- *Type 1:* Fully automatic acquisition, cycle selection and track.

After the initial selection, the receiver automatically acquires the Master and at least two secondaries, settles, selects the cycle, tracks the signals and periodically updates the time differences, and geographical coordinates if applicable.

- *Type 2:* Semi-automatic acquisition, fully automatic cycle selection, settle and track.

After having automatically acquired the Master signal, the receiver may require operator assistance to acquire the secondaries. It then automatically settles, selects the cycle, tracks the signals and periodically updates the time differences, and geographical coordinates if applicable.

3.1.3.4 Les récepteurs Loran-C peuvent présenter les résultats de mesures, soit par les différences de temps (TD), soit par les différences de temps et les coordonnées géographiques, obtenues par la conversion automatique des différences de temps.

3.1.3.5 Les récepteurs Loran-C peuvent être munis:

- a) d'un dispositif d'entrée manuelle de corrections ou d'une position connue;
- b) d'une ou de plusieurs sorties permettant le fonctionnement de traceurs de route annexés ou de systèmes de navigation intégrés;
- c) d'un dispositif entrant automatiquement les corrections dans une zone déterminée.

3.1.3.6 La présente norme ne concerne pas les récepteurs utilisant le mode de positionnement circulaire avec le système Loran-C.

3.2 Généralités

3.2.1 Exigences générales

Les récepteurs Loran-C doivent satisfaire aux conditions de la CEI 945. Des exigences complémentaires à cette norme sont indiquées ci-après en 3.2.2, 3.2.3 et 3.2.4.

3.2.2 Alimentation

Les récepteurs doivent pouvoir être alimentés par au moins une des sources usuelles à bord des navires:

- courant alternatif: 100/110/115/120/220/230 V;
- courant continu: 12/24/32 V.

3.2.3 Mise en service

Les récepteurs doivent être capables de fonctionner en satisfaisant aux spécifications techniques de la présente norme 15 min après la mise sous tension.

3.2.4 Sécurité

3.2.4.1 Des précautions doivent être prises pour qu'aucune détérioration ne puisse résulter d'un court-circuit accidentel ou de la mise à la terre de l'entrée d'antenne ou de l'une quelconque des entrées ou sorties du récepteur pendant une durée de 5 min.

3.2.4.2 Des précautions doivent être prises pour qu'aucune détérioration ne puisse être causée au récepteur par des surtensions transitoires (telles que celles résultant d'autres matériels utilisant la même source d'alimentation ou de la foudre) appliquées à l'antenne ou aux autres entrées du récepteur.

3.2.4.3 Des précautions doivent être prises pour assurer l'isolement entre l'entrée de l'alimentation et la masse du récepteur, et pour qu'une inversion accidentelle de la polarité de l'alimentation ne cause aucune détérioration au matériel.

3.1.3.4 Loran-C receivers may display the results of measurements either by time differences (TD) or by time differences and geographical coordinates, obtained by automatic conversion of time differences.

3.1.3.5 Loran-C receivers may be provided with:

- a) an input allowing the manual introduction of corrections or current known position;
- b) one or several outputs allowing the operation of associated plotters or integrated navigation systems;
- c) a device automatically introducing corrections in a given area.

3.1.3.6 This standard does not apply to marine receiver types which use the range-range mode of positioning from the Loran-C system.

3.2 General

3.2.1 General requirements

Loran-C receivers shall comply with the conditions of IEC 945. Additional requirements to that standard are given in 3.2.2, 3.2.3 and 3.2.4.

3.2.2 Power supply

The receivers shall be able to be supplied by at least one of the usual sources found on board ships, i.e.:

- a) alternating current: 100/110/115/120/220/230 V;
- b) direct current: 12/24/32 V

3.2.3 Starting up

The receivers shall be able to operate and comply with this standard 15 min after switching on.

3.2.4 Safety

3.2.4.1 Precautions shall be taken to ensure that no damage can result from an accidental short circuit or grounding of the antenna input or any of the inputs or outputs for a duration of 5 min.

3.2.4.2 Precautions shall be taken to avoid as far as possible damage to receivers from transient overvoltages on the antenna or receiver inputs (e.g. those resulting from other equipments using the same power supply or from lightning).

3.2.4.3 Precautions shall be taken to ensure that isolation exists between the power supply input and receiver ground and that inadvertent reversal of polarity of the power supply causes no damage to equipment.

3.3 Conditions de réception des signaux radioélectriques

3.3.1 Précision

Le traitement doit être tel que la précision combinée (somme quadratique de la moyenne et de l'écart-type de l'erreur sur la différence de temps) soit inférieure à 0,3 μ s. (Une définition complète de cette précision combinée est donnée dans l'annexe A).

Les plages des signaux de référence auxquelles s'applique cette spécification sont les suivantes:

- a) niveau du signal: 17,8 μ V/m à 316 mV/m (25 dB à 110 dB/1 μ V/m) ;
- b) différences de niveau des signaux: 0 dB à 60 dB;
- c) différence entre enveloppe et cycle (ECD): $\pm 2,4 \mu$ s ;
- d) rapport signal à bruit: le rapport signal à bruit minimal doit être de 0 dB dans une plage de niveaux de bruit de 4 μ V/m à 5,6 mV/m (12 dB à 75 dB/1 μ V/m) (voir la définition du bruit dans l'annexe A).

NOTE - Les diagrammes de couverture de zones publiés par la garde côtière des Etats-Unis se réfèrent à un récepteur utilisant un rapport signal à bruit de -10 dB. Un récepteur satisfaisant la présente norme minimale (rapport signal à bruit de 0 dB) fonctionnera donc dans une zone réduite dans la proportion correspondante. Le contrôle du temps des émissions des stations maîtres Loran-C peut faire espérer que la précision combinée sera considérablement améliorée avec des chaînes de contrôle des temps d'émission.

3.3.2 Protection contre les interférences

3.3.2.1 Signaux interférents synchrones ou quasi synchrones (voir les définitions dans l'annexe A)

Les interférences peuvent survenir essentiellement quand les signaux interférents sont en synchronisme ou en quasi-synchronisme avec une ligne spectrale quelconque de la grille d'échantillonnage du signal Loran-C. Quasi synchrone signifie que la différence de fréquence entre la fréquence porteuse (ou une sous-porteuse) de l'interférence et la ligne spectrale la plus proche est à l'intérieur de la bande du système qui prend la moyenne ou filtre après l'échantillonnage.

Les récepteurs souffrent très fréquemment des signaux interférents émis en dehors de la bande de fréquence allouée (c'est-à-dire émis dans les bandes 70 kHz-90 kHz et 110 kHz-130 kHz), bien que les sources d'interférence les plus notables soient dans la bande 90 kHz-110 kHz (voir le règlement des radiocommunications 451-MOB-87). Cette question est discutée en détail dans le Rapport 915-1 du CCIR (MOD F) et dans la Recommandation 589-1 du CCIR qui indiquent les rapports de protection pour les systèmes Loran-C.

Les récepteurs doivent satisfaire aux exigences de la présente norme avec au moins deux interférences quasi synchrones avec un rapport signal à interférence de 0 dB, celles-ci étant dans les bandes de fréquences voisines indiquées ci-dessus (voir les définitions dans l'annexe A).

3.3.2.2 Intermodulation et saturation

Les récepteurs doivent satisfaire aux spécifications de la présente norme avec un rapport signal à interférence de -60 dB relatif au plus faible signal Loran-C usuel (17,8 μ V/m), la fréquence centrale du signal interférent, modulé à 30 % à 1 kHz, étant en dehors de la bande 50 kHz-200 kHz.

3.3 Receiving conditions of the radio signals

3.3.1 Accuracy

The processing shall be such that the combined accuracy (RSS of mean and standard deviation of the time-difference error) is less than 0,3 μ s. (A complete definition of this combined accuracy is given in annex A.)

The range of reference signals that shall be complied with are the following:

- a) signal level: 17,8 μ V/m to 316 mV/m (25 dB to 110 dB/1 μ V/m);
- b) differential signal level: 0 dB to 60 dB;
- c) envelope to cycle difference (ECD): $\pm 2,4$ μ s;
- d) signal-to-noise ratio: minimum shall be 0 dB in a noise level range of 4 μ V/m to 5,6 mV/m (12 dB to 75 dB/1 μ V/m) (see definition in annex A).

NOTE - The Loran-C coverage area diagrams published by the United States Coastguard refer to a receiver operating with a signal-to-noise ratio of -10 dB. A receiver complying with this minimum standard (SNR of 0 dB) will therefore operate in a correspondingly reduced coverage area. Under time of emission (TOE) control of Loran-C Master stations it can be expected that the contribution to combined accuracy from chain timing will be considerably improved.

3.3.2 Interference protection

3.3.2.1 Synchronous and near synchronous interference (see definitions in annex A)

Interference may occur when signals are synchronous or near synchronous with any spectral line of the Loran-C sampling rate. Near synchronous implies that the difference in frequency between the interfering carrier (or sub-carrier) and the nearest spectral line is within the bandwidth of any post sampling averaging or filtering process.

Loran-C receivers suffer mostly from interfering signals transmitted outside the allocated band i.e. 70 kHz-90 kHz and 110 kHz-130 kHz, although there are significant sources of interference within the allocated band of 90 kHz-110 kHz (see also Radio Regulation 451-MOB-87). This subject is discussed in detail in CCIR Report 915-1 (MOD F) and CCIR Recommendation 589-1 and includes protection ratios for Loran-C systems.

The receivers shall meet the requirements of this standard with a minimum of two near synchronous near-band sources of interference of 0 dB signal-to-interference ratio (SIR) present anywhere in the near bands (see definitions in annex A).

3.3.2.2 Cross-modulation and saturation

The receivers shall meet the requirements of this standard in the presence of an interference source of -60 dB signal-to-interference ratio relative to the weakest Loran-C signal in use (17,8 μ V/m). The interference signal shall have a centre frequency outside the band 50 kHz to 200 kHz, and shall be frequency modulated 30 % at 1 kHz.

3.3.2.3 *Signaux interférents d'autres chaînes Loran-C (CRI)*

Ces signaux sont produits par des stations d'autres chaînes Loran-C fonctionnant avec des intervalles de répétition des groupes d'impulsions différents de ceux des signaux désirés. L'effet de ces signaux gêne ainsi la fonction de poursuite du récepteur. La grandeur de l'effet dépend du niveau du signal interférent par rapport aux signaux désirés et aux caractéristiques relatives du signal interférent.

Le récepteur doit satisfaire à la précision et au temps de verrouillage spécifiés en présence de signaux interférents de cette sorte à un niveau égal à celui du signal le plus fort utilisé.

3.3.3 *Ondes réfléchies*

Les récepteurs doivent être capables de distinguer les signaux reçus par onde de sol des signaux reçus par ondes réfléchies dans la zone d'utilisation de la chaîne et supprimer toute contamination du signal par les ondes réfléchies avec un facteur de confiance de 99 % pour la poursuite du passage à zéro normal, c'est-à-dire que la précision combinée ne doit pas être affectée au-delà de la spécification minimale indiquée antérieurement avec les combinaisons d'ondes réfléchies indiquées dans l'annexe B.

3.4 *Traitement du signal*

3.4.1 *Stations traitées*

3.4.1.1 Les récepteurs doivent être capables de traiter simultanément les informations provenant d'au moins trois stations.

3.4.1.2 Il doit être possible à l'opérateur de modifier la sélection automatique de chaînes ou de stations secondaires.

3.4.2 *Temps de verrouillage du signal*

Le temps maximal de verrouillage du signal (temps de synchronisation sur une chaîne) doit être, au plus, de 7,5 min dans les conditions minimales de réception du signal de référence (3.3.1). Le temps de verrouillage n'inclut pas le temps d'accorder les filtres de réjection. A moins que toutes les stations secondaires ne soient poursuivies, il doit être possible de choisir celles qui doivent être verrouillées et poursuivies.

3.4.3 *Dynamique de poursuite*

Les récepteurs doivent satisfaire aux qualités spécifiées lorsqu'ils sont montés sur une plate-forme réalisant les mouvements suivants:

- a) à des vitesses au plus égales à 16 noeuds (taux de variation des différences de temps de 3,3 μ s/min sur la ligne de base) dans n'importe quelle direction horizontale, à des accélérations au plus égales à 3 noeuds/min (accélération de la différence de temps de 0,6 μ s/min) et avec les perturbations additionnelles ordinaires dues aux mouvements du navire, roulis, tangage, lacet (voir 6.8.1 de la CEI 1023);
- b) à des vitesses comprises entre 16 noeuds et 20 noeuds (taux de variation des différences de temps de 4 μ s/min) et dans des conditions d'accélération et de mouvements du navire identiques aux précédentes (point a) ci-dessus), le récepteur doit présenter une précision combinée au moins égale à 0,45 μ s.

3.3.2.3 Cross-rate interference (CRI)

Cross-rate signals are signals from Loran-C transmitting stations operating at group repetition intervals different from that of the desired Loran-C signals. The effect of these cross-rate signals is interference with the tracking of the receiver. The magnitude of the effect depends upon the level of the cross-rate signal relative to the desired signals and the relative rate of the cross-rate signal.

The receiver shall provide the required accuracy and lock-on time in the presence of CRI at a level as high as the strongest Loran-C signal being used.

3.3.3 Sky-waves

The receivers shall distinguish between signals received by ground-wave or sky-wave in the service area and shall adequately suppress any contamination by sky-wave expected with a 99 % confidence factor while tracking the normal zero crossing. The combined accuracy shall not be degraded outside the minimum requirements of this standard for combinations of sky-waves defined in annex B.

3.4 Processing

3.4.1 Processed stations

3.4.1.1 The receivers shall be capable of processing information from at least three stations concurrently.

3.4.1.2 It shall be possible, by operator involvement, to override any automatic selection of chains or secondary stations.

3.4.2 Signal lock-on time

Maximum time to lock-on to the correct cycle shall be 7,5 min or less under lowest reference signal conditions (3.3.1). Lock-on time does not include time to tune notch filters. Unless all secondaries are tracked, it shall be possible to select those secondaries which are to be locked and tracked.

3.4.3 Dynamic tracking

The receivers shall provide the specified performances when mounted on a platform performing the following motions:

a) at speeds up to 16 knots ($3,3 \mu\text{s}/\text{min}$ time difference rate of change on the baseline) in any horizontal direction, and at accelerations up to 3 knots/min ($0,6 \mu\text{s}/\text{min}$ time-difference acceleration), and with additional ship motion perturbations in roll, pitch and yaw (see 6.8.1 of IEC 1023);

b) at speeds between 16 and 20 knots ($4 \mu\text{s}/\text{min}$ time-difference rate of change), and with ship motion conditions as in the above item a), the receiver shall provide a combined accuracy of $0,45 \mu\text{s}$ or better.

3.5 Présentation des données

3.5.1 Données présentées

Les récepteurs doivent présenter, soit les différences de temps seulement (lignes de position), soit les différences de temps et les coordonnées géographiques (au choix de l'opérateur).

3.5.2 Différences de temps (lignes de position)

Le récepteur doit être capable de présenter au moins deux différences de temps choisies par l'opérateur, soit successivement, soit simultanément, dans les conditions suivantes:

- 1) présentation d'au moins six chiffres permettant de lire jusqu'à 0,1 μ s pour chaque couple de stations choisi;
- 2) identification des stations et couples Loran-C choisis;
- 3) si les renseignements de différences de temps sont présentés successivement, le maintien d'une différence de temps quelconque sur l'indicateur doit être possible, aussi longtemps que de besoin, sans interruption de la mise à jour des différences de temps;
- 4) si une disposition est prise pour entrer manuellement des corrections de façon à présenter des positions corrigées, il doit être indiqué clairement que la position est corrigée et il doit être possible d'afficher la correction apportée avec son signe de polarité.

3.5.3 Latitude - Longitude (Lat-Long)

3.5.3.1 Une conversion automatique fiable des différences de temps en coordonnées géographiques est souhaitable pour les besoins de la navigation. Dans ce cas, l'erreur ajoutée par le calcul des coordonnées géographiques, exprimée en modifications des différences de temps, doit être au plus égale à 0,1 μ s.

3.5.3.2 La présentation des coordonnées géographiques doit donner au moins les degrés, minutes et centièmes de minute. L'indicateur doit aussi clairement indiquer le nord ou le sud pour la latitude, l'est ou l'ouest pour la longitude. Les degrés de latitude doivent être indiqués par deux chiffres et les degrés de longitude doivent être indiqués par trois chiffres.

3.5.3.3 Des moyens peuvent être prévus pour transformer la position calculée sur la base du système géodésique mondial WGS 72 ou WGS 84, en une position conforme aux références de la carte en usage. Si cette possibilité existe, une indication positive doit être donnée que cette facilité est en service et des moyens doivent être pris pour indiquer la correction de transformation.

3.5.3.4 Si des dispositions sont prises pour entrer manuellement des corrections pour présenter des coordonnées corrigées, il doit être possible de présenter la correction apportée avec son signe de polarité.

3.5 *Display*

3.5.1 *Displayed data*

The receivers shall display either the time difference lines of position (LOP's) only, or the choice of time difference or geographical coordinates by operator selection.

3.5.2 *Time differences*

A receiver shall be capable of displaying at least two time differences selected by an operator, either sequentially or simultaneously, with the following facilities:

- 1) a display of at least six digits providing a read-out to 0,1 μ s for each preselected pair of stations;
- 2) identification of the selected Loran-C stations and pairs;
- 3) when time difference information is displayed sequentially, provision shall be made for holding it on display for as long as it is required, without interruption to the continuous updating of time differences;
- 4) where provision is made for manually entering corrections in order to display corrected positions, a clear warning indication that the position is corrected shall be provided. It shall be possible to display the applied correction with a polarity sign.

3.5.3 *Latitude - Longitude*

3.5.3.1 For navigational purposes, a reliable conversion of time differences into geographical coordinates is desirable. In this case any additional error due to the coordinate calculation shall be not greater than 0,1 μ s.

3.5.3.2 The presentation of geographical coordinates shall be in the form - degrees, minutes and hundredths of a minute as a minimum. The display shall clearly indicate North or South (latitude) and East or West (longitude). Latitude degrees shall be displayed by two digits, and longitude degrees by three digits.

3.5.3.3 Means may be provided to transform the computed position based upon World Geodetic System WGS 72 or WGS 84 into data compatible with the datum of the navigational chart in use. Where this facility exists, positive indication shall be provided to indicate that this facility is currently in use and means shall be provided to indicate the transformation correction.

3.5.3.4 Where provision is made for manually entering corrections in order to display corrected coordinates, it shall be possible to display the applied correction value with the polarity sign.

Si des dispositions sont prises pour entrer des corrections précalculées (facteur secondaire additionnel), dans le but de présenter des coordonnées corrigées automatiquement dans une zone donnée, il doit être indiqué clairement que les coordonnées sont corrigées. Le modèle sur lequel ces corrections sont basées doit être indiqué en détail dans le manuel d'utilisation.

3.6 Alarmes

L'alarme doit être donnée dans les cas suivants:

- 1) scintillation d'une station,
- 2) perte d'un signal,
- 3) erreur de l'ajustement du cycle.

3.7 Matériels auxiliaires

Les récepteurs Loran-C peuvent être munis de sorties permettant la connexion de matériels périphériques tels que traceurs de route ou enregistreurs de données.

Pour ces sorties, les données de position peuvent être sous forme numérique et doivent satisfaire aux exigences de la norme CEI sur les interfaces numériques.*

4 Méthodes d'essai et résultats exigibles

4.1 Généralités

4.1.1 Organisation des essais

Les essais sont normalement effectués aux lieux d'essais désignés par l'organisme d'essais compétent. Le constructeur doit, sauf accord contraire, installer le matériel à essayer et s'assurer qu'il est en état de marche avant que les essais ne commencent.

Le constructeur peut participer aux essais, dans la mesure autorisée par l'organisme d'essais compétent.

4.1.2 Exécution des essais

L'organisme d'essais compétent doit être capable de simuler correctement des signaux Loran-C, ainsi que des interférences et du bruit. La figure 1 donne un exemple de matériel d'essai utilisable pour alimenter en signaux le récepteur essayé. Des essais supplémentaires utilisant des signaux Loran-C réels peuvent être ajoutés pour s'assurer du fonctionnement réel et correct du matériel en essai. L'annexe A donne quelques définitions et informations complémentaires.

4.2 Essais et résultats exigibles

4.2.1 Spécifications générales

4.2.1.1 Le récepteur doit satisfaire aux essais applicables exigés par la CEI 945. Sauf indication contraire, les essais seront exécutés à une température dans la plage 15 °C à 30 °C et avec une alimentation dont la tension sera comprise dans l'intervalle de ± 5 % autour de la tension nominale.

* Cette norme est en cours de préparation par le Comité d'Etudes n° 80 de la CEI.

Where provision is made for entering precomputed (additional secondary factor) corrections, in order to display coordinates automatically corrected, in a given area, a clear indication shall be provided that the coordinates are corrected. The model on which these corrections are based shall be detailed in the handbook.

3.6 Warnings

Warnings shall be given in the following cases:

- 1) blinking of a station;
- 2) lost signal;
- 3) error of cycle adjustment.

3.7 Ancillary equipment

Loran-C receivers may be fitted with outputs to allow the connection of peripheral equipment, such as track plotters and data recorders.

For these outputs, position data may be in digital form which shall comply with the IEC digital interface standard.*

4 Methods of testing and required test results

4.1 General

4.1.1 Organisation of the tests

Tests will normally be carried out at test sites nominated by the testing authority. The manufacturer shall, unless otherwise agreed, set up the equipment to be tested and ensure that it is operating normally before testing commences.

The manufacturer may participate in the tests, as allowed by the testing authority.

4.1.2 Operation of the tests

The testing authority shall be capable of simulating Loran-C signals, as well as interfering signals and noise. Figure 1 gives an example of test equipment suitable for providing the receiver under test with representative signals. Additional tests using real Loran-C signals may be added, to ensure correct operation of the equipment under test. Annex A gives some definitions and associated information.

4.2 Tests and required results

4.2.1 General requirements

4.2.1.1 The receiver shall comply with the relevant tests required by IEC 945. Unless otherwise stated, tests will be carried out at a temperature in the range of 15 °C to 30 °C and with a power supply whose voltage is within ± 5 % of the nominal voltage.

* This standard is being developed by IEC Technical Committee No. 80.

L'essai de fonctionnement prévu par la présente norme, et qui est à réaliser après chaque essai d'environnement, doit être exécuté comme suit:

Le récepteur doit être soumis à un essai semblable à celui décrit en 4.2.2 selon les conditions n° 1 du tableau 1, pour s'assurer que le fonctionnement est correct; les dispositifs d'alarme doivent aussi être essayés.

4.2.1.2 *Alimentation*

Il doit être vérifié que le récepteur peut être alimenté par au moins une des tensions indiquées en 3.2.2.

Pour l'alimentation particulière utilisée, un essai de fonctionnement doit être exécuté, comme indiqué en 4.2.1.1, après avoir alimenté le récepteur aux tolérances extrêmes indiquées en 3.2.2 pendant 15 min.

4.2.1.3 *Mise en service*

L'information donnée par le récepteur doit être stable 15 min après la mise sous tension et pendant les 15 min qui suivent.

4.2.1.4 *Sécurité*

Le récepteur doit satisfaire aux exigences applicables de la CEI 945 ainsi qu'à celles de 3.2.4.

4.2.2 *Essais de réception et de traitement des signaux radioélectriques*

4.2.2.1 *Objet des essais*

L'objet de ces essais est de vérifier que le récepteur essayé satisfait aux exigences de 3.3.1, 3.4.1 et 3.4.2 dans les conditions de réception indiquées en 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 et 3.4.2.

4.2.2.2 *Essais*

Onze essais dans des conditions de réception diverses doivent être exécutés; ces conditions sont décrites dans le tableau n° 1 et les notes associées.

4.2.2.3 *Mesures*

Pour chacun de ces essais, les vérifications suivantes doivent être effectuées:

- 1) le récepteur doit être soumis à six essais successifs pour vérifier que le temps de verrouillage satisfait à 3.4.2. Pas plus d'une défaillance n'est autorisée;
- 2) le récepteur doit être soumis à six essais successifs pour vérifier que la précision combinée obtenue chaque fois par 20 mesures également espacées dans un laps de temps de 10 min satisfait à 3.3.1. Pas plus d'une défaillance n'est autorisée.

4.2.3 *Essai de poursuite dynamique*

Cet essai doit être exécuté dans les conditions d'essai n° 1 du tableau 1.

The performance check prescribed by this standard, to be made after each environmental test shall be conducted as follows:

The receiver shall be submitted to a test similar to that indicated in 4.2.2, under test conditions No. 1 of table 1, in order to ensure that operation remains correct. This shall include all warning devices.

4.2.1.2 *Power supply*

The receiver shall be checked to ensure that it is capable of operating with at least one of the voltages indicated in 3.2.2.

For the particular supply used, a performance check as in 4.2.1.1 shall be applied, after having supplied the receiver at the extreme tolerances as allowed in 3.2.2 for 15 min.

4.2.1.3 *Starting up*

The information produced by the receiver shall be checked for stability 15 min after switching on and after a further 15 min.

4.2.1.4 *Safety*

The receiver shall comply with the relevant requirements of IEC 945 and also with 3.2.4.

4.2.2 *Radio signal receiving and processing tests*

4.2.2.1 *Aim of the tests*

The aim of the tests is to verify the compliance of the receiver under test with the requirements of 3.3.1, 3.4.1 and 3.4.2 in the receiving conditions stated in 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 and 3.4.2.

4.2.2.2 *Tests*

Eleven tests in the various receiving conditions shall be carried out, the conditions of which are detailed in table 1 and the associated notes.

4.2.2.3 *Measurements*

For each condition the following checks shall be made:

- 1) the receiver shall be subjected to six consecutive tests to verify that lock-on time complies with the requirements of 3.4.2. Not more than one failure shall be allowed;
- 2) the receiver shall be subjected to six consecutive tests to verify that the combined accuracy calculated from twenty measurements equally spaced over 10 min complies with the requirements of 3.3.1. Not more than one failure shall be allowed.

4.2.3 *Dynamic tracking test*

This test shall be carried out under test conditions No. 1 of table 1.

Les exigences de 3.4.3 doivent être satisfaites. Le mouvement du navire peut être simulé en faisant varier une des différences de temps, en tenant compte de la vitesse et de l'accélération relatives à cet essai particulier, et en utilisant des écarts de différence de temps d'une amplitude maximale de 0,1 μ s.

4.2.4 Présentation des données

4.2.4.1 Récepteurs présentant seulement les différences de temps

Les exigences de 3.5.2 doivent être satisfaites.

4.2.4.2 Récepteurs présentant la latitude et la longitude

4.2.4.2.1 Les exigences de 3.5.3 doivent être satisfaites et, en particulier, la conversion des différences de temps en coordonnées géographiques ne doivent pas introduire d'erreur supplémentaire plus grande que celle spécifiée en 3.5.3.1.

4.2.4.2.2 Si le récepteur a la possibilité de convertir les coordonnées de points géographiques connus en différences de temps équivalentes pour des usages tels que points de repère de route, cette facilité peut être utilisée pour vérifier la précision de la conversion indépendamment du simulateur.

4.2.4.2.3 Si un simulateur doit être utilisé, les conditions d'essai sont les conditions n° 1 du tableau 1.

Des positions géographiques convenables et les différences de temps correspondantes doivent être choisies par l'organisme d'essais compétent. Une méthode d'essai détaillée est donnée dans l'annexe C. Cet essai doit être répété pour toutes les chaînes et stations de façon à vérifier que les bases de données sont correctes.

4.2.5 Alarmes

L'essai des dispositifs d'alarme doit être effectué dans les conditions d'essai n° 1 du tableau 1.

Le scintillement d'une station et la mise hors service d'une station doivent être simulés de façon à permettre de vérifier que les exigences de 3.6 sont satisfaites.

4.2.6 Matériels auxiliaires

On doit vérifier que les exigences de 3.7 sont satisfaites. Si les sorties sont sous forme numérique, leur compatibilité avec la future norme CEI sur les interfaces numériques doit être vérifiée.

The requirements of 3.4.3 shall be verified. The motion of the ship shall be simulated by the variation of one of the time-differences appropriate to the speed and acceleration relevant to this particular test using time-difference steps of maximum amplitude of 0,1 μ s.

4.2.4 *Display*

4.2.4.1 *Receivers - time difference only*

The requirements of 3.5.2 shall be verified.

4.2.4.2 *Receivers - latitude-longitude*

4.2.4.2.1 The requirements of 3.5.3 shall be verified. In particular, the conversion of time-differences to geographical coordinates shall be checked to ensure that no additional errors greater than those specified in 3.5.3.1 are introduced.

4.2.4.2.2 If the receiver has the capability to convert known geographical points to equivalent time-differences e.g. for use as "way points", then the facility may be used for checking the accuracy of the conversion independently of the simulator.

4.2.4.2.3 For such a test using a simulator, the test conditions No. 1 of table 1 apply.

Suitable geographical positions and their equivalent time differences shall be selected by the Testing Authority. A method of test is given in annex C. The test shall be repeated for all chains and stations, in order to verify that the data base is correct.

4.2.5 *Warnings*

The test shall be conducted under test conditions No. 1 of table 1.

The blinking and switching off of a station shall be simulated, to check compliance with the requirements specified in 3.6.

4.2.6 *Ancillary equipment*

The requirements of 3.7 shall be verified. If such outputs are in digital form, their compliance with the future IEC standard on digital interfaces shall be verified.

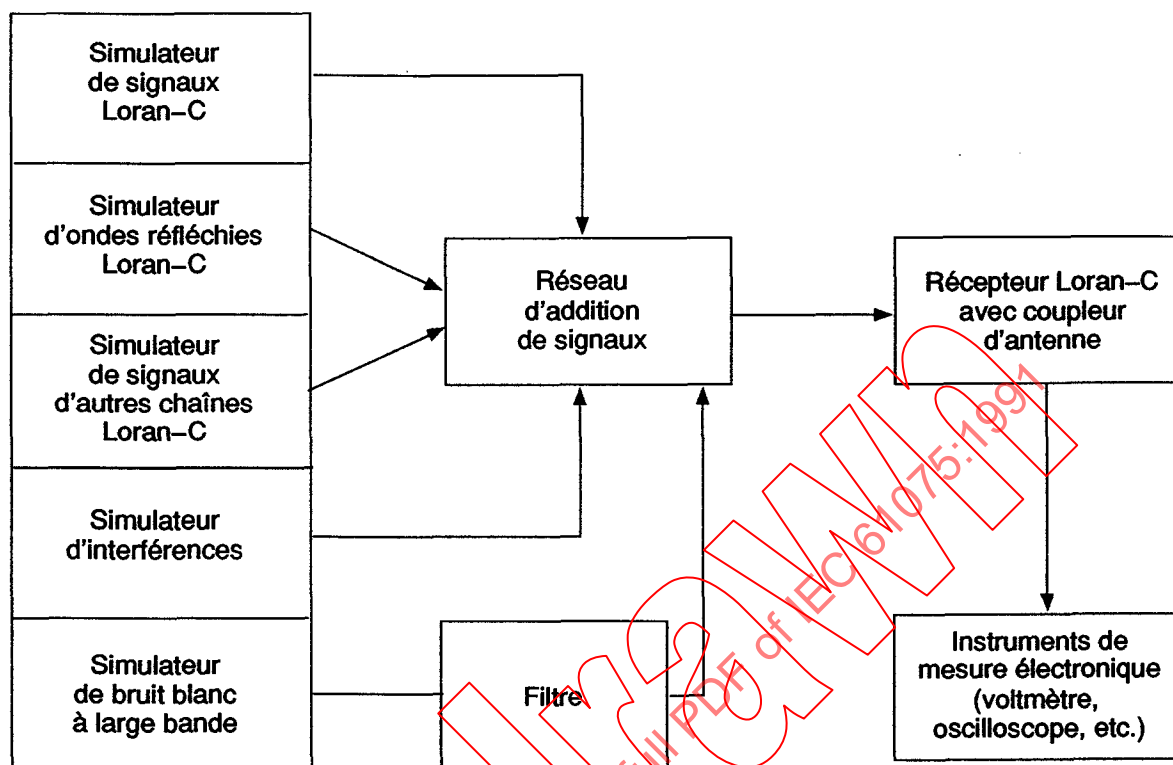


Figure 1- Installation d'essai

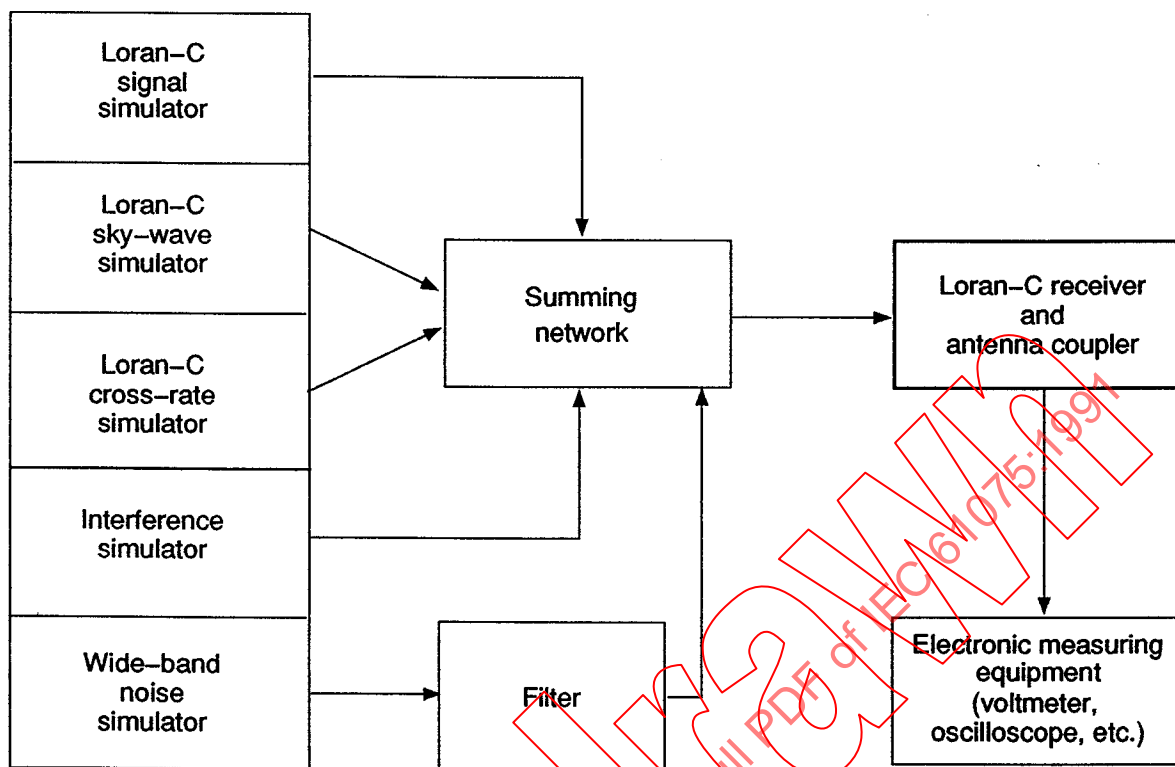


Figure 1 - Testing installation

Tableau 1 – Essais de réception et de traitement des signaux

Essai n°	GRI	Amplitude du signal en onde de sol (dB/ 1µV/m)			Amplitude du signal en onde réfléchi (dB/ 1µV/m) et retards (µs)						Bruit dB/ 1µV/m	ECD (µs)			CRI		Interférences en ondes continues					
		M	X	Y	M dB	M µs	X dB	X µs	Y dB	Y µs		M	X	Y	dB/ 1µV/m	GRI	F1 kHz	dB/ 1µV/m	F2 kHz	dB/ 1µV/m	F3 kHz	dB/ 1µV/m
1	7 980	50	50	50							50	0	0	0								
2	7 980	110	50	50							50	+2,4	-2,4	0								
3	7 980	35	35	95	+12	37,5	+12	37,5			35	0	-2,4	+2,4								
4	9 960	95	35	35			+16	45	+16	45	35	0	0	-2,4								
5	9 960	35	95	35	+16	45			+16	45	35	-2,4	0	0								
6	9 960	35	35	95	+26	60	+26	60			35	0	-2,4	+2,4								
7	9 960	25	85	25							25	0	+2,4	0	85	7 980						
8	7 980	50	110	50							50	0	+2,4	-2,4	110	9 960						
9	9 960	50	110	50							50	0	+2,4	-2,4			88,00	50	113,0	50		
10	9 940	50	50	110							50	-2,4	0	+2,4			119,85	70				
11	9 960	50	50	110							50	0	-2,4	+2,4			49,5	110	214,0	110	164,0	115

NOTES

1 L'organisme d'essais compétent peut choisir d'autres intervalles de répétition des groupes d'impulsions (GRI) que ceux qui sont indiqués dans la deuxième colonne du tableau 1. Dans ce cas, il doit calculer et utiliser, pour les interférences quasi synchrones, des fréquences correspondant aux GRI choisis.

2 L'essai n° 1 est l'essai de base, avec des signaux en onde de sol de même amplitude, 0 dB de rapport à bruit, aucune différence de l'enveloppe au cycle (ECD) et aucune interférence.

3 Tous les autres essais ont:

- deux signaux égaux en onde de sol avec un rapport signal à bruit de 0 dB;
- le troisième signal en onde de sol avec la différence d'amplitude maximale prescrite (+60 dB), par rapport aux deux autres signaux;
- la différence maximale ($\pm 2,4$ µs) de l'enveloppe au cycle (ECD) sur un ou deux signaux en onde de sol;
- les interférences sont spécifiées dans le tableau ci-après, tous les signaux interférents étant appliqués simultanément.

4 Le tableau ci-après a pour objet de faciliter la compréhension des buts et des caractéristiques spécifiques de chacun des 11 essais du tableau 1.

Essai n°	Interférences	Remarques	Paragraphes visés
1	Aucune		
2	Aucune		3.3.1
3	Signaux en ondes réfléchies superposés à deux signaux en ondes de sol, niveaux et retards minimaux		3.3.1, 3.3.3
4	Signaux en ondes réfléchies superposés à deux signaux en ondes de sol, niveaux et retards moyens		3.3.1, 3.3.3
5	Signaux en ondes réfléchies superposés à deux signaux en ondes de sol, niveaux et retards moyens		3.3.1, 3.3.3
6	Signaux en ondes réfléchies superposés à deux signaux en ondes de sol, niveaux et retards maximaux		3.3.1, 3.3.3
7	Signaux interférents d'autres chaînes (CRI) (complète l'essai 8)	Le signal CRI porte sur le code de phase de la station maître	3.3.1, 3.3.2.3
8	Signaux interférents d'autres chaînes (CRI) (complète l'essai 7)	Le signal CRI porte sur le code de phase d'une station secondaire	3.3.1, 3.3.2.3
9	Interférences quasi synchrones dans les bandes voisines	Fréquences F1 (impaires) et F2 (paires) appliquées simultanément	3.3.1, 3.3.2.1
10	Interférences non synchrones dans les bandes voisines		3.3.1, 3.3.2.2
11	Interférences non synchrones en dehors de la bande 70-130 kHz	Fréquences F1, F2 et F3 appliquées simultanément	3.3.1, 3.3.2.2

Table 1 - Radio signal receiving and processing tests

Test No.	GRI	Ground-wave signal (dB/ 1µV/m)			Sky-wave signal (dB/ 1µV/m) and delay						Noise dB/ 1µV/m	ECD (µs)			CRI		CW interference					
		M	X	Y	M dB	M µs	X dB	X µs	Y dB	Y µs		M	X	Y	dB/ 1µV/m	GRI	F1 kHz	dB/ 1µV/m	F2 kHz	dB/ 1µV/m	F3 kHz	dB/ 1µV/m
1	7 980	50	50	50							50	0	0	0								
2	7 980	110	50	50							50	+2,4	-2,4	0								
3	7 980	35	35	95	+12	37,5	+12	37,5			35	0	-2,4	+2,4								
4	9 960	95	35	35			+16	45	+16	45	35	0	0	-2,4								
5	9 960	35	95	35	+16	45			+16	45	35	-2,4	0	0								
6	9 960	35	35	95	+26	60	+26	60			35	0	-2,4	+2,4								
7	9 960	25	85	25							25	0	+2,4	0	85	7 980						
8	7 980	50	110	50							50	0	+2,4	-2,4	110	9 960						
9	9 960	50	110	50							50	0	+2,4	-2,4			88,00	50	113,0	50		
10	9 940	50	50	110							50	-2,4	0	+2,4			113,85	70				
11	9 960	50	50	110							50	0	-2,4	+2,4			49,5	110	214,0	110	164,0	115

NOTES

- The testing authority may choose GRI's other than those indicated in the second column of table 1. In that case it shall calculate and use the near synchronous interference frequencies appropriate to the chosen GRI's.
- Test 1 is a basic test with equal ground-wave signals, 0 dB signal-to-noise ratio, and no ECD or interference.
- All other tests have:
 - two equal ground-wave signals with 0 dB signal-to-noise ratio;
 - the third ground-wave signal with maximum specified differential level (± 80 dB) relative to the other two ground-wave signals;
 - maximum specified ECD ($\pm 2,4$ µs) on one or two ground-wave signals;
 - interference as specified in the following table, all interfering signals being applied simultaneously.
- This table provides amplifying notes for a better understanding of the objective and specific characteristics of each of the 11 tests of table 1.

Test No.	Interference	Remarks	Subclauses checked
1	None		
2	None		3.3.1
3	Sky-wave on two ground-wave signals, minimum level and delay		3.3.1, 3.3.3
4	Sky-wave on two ground-wave signals, medium level and delay		3.3.1, 3.3.3
5	Sky-wave on two ground-wave signals, medium level and delay		3.3.1, 3.3.3
6	Sky-wave on two ground-wave signals, maximum level and delay		3.3.1, 3.3.3
7	Cross rate interference (CRI) (complement to test 8)	CRI signal is a Master phase code	3.3.1, 3.3.2.3
8	Cross rate interference (CRI) (complement to test 7)	CRI signal is a secondary phase code	3.3.1, 3.3.2.3
9	Near synchronous near band interference	Frequencies F1 (odd), F2 (even) applied simultaneously	3.3.1, 3.3.2.1
10	Non-synchronous near band interference		3.3.1, 3.3.2.2
11	Non-synchronous out of band interference	Frequencies F1, F2 and F3 applied simultaneously	3.3.1, 3.3.2.2

Annexe A **(normative)**

Définitions et informations complémentaires

A.1 Intervalle de répétition des groupes d'impulsions (GRI)

L'intervalle de répétition des groupes d'impulsions est caractéristique de chaque chaîne et le récepteur y est synchronisé. La désignation numérique par quatre chiffres de 4000 à 9999 est le temps, en dizaines de microsecondes, entre les émissions successives de la station maître du groupe, c'est-à-dire que la chaîne Loran-C 9930 répète ses émissions à des intervalles de 99 300 μ s.

A.2 Différence de temps (TD)

La différence de temps est la différence entre le temps d'arrivée du signal d'une station secondaire et le temps d'arrivée du signal de la station maître.

A.3 Différence de l'enveloppe au cycle (ECD)

L'enveloppe des impulsions Loran-C émises est une courbe soigneusement contrôlée de son début à sa crête. Cette enveloppe est seulement liée au temps, en respectant un cycle particulier de la fréquence porteuse à 100 kHz.

Les circonstances peuvent causer une variation dans la position par rapport au temps ou à la forme de la courbe de l'enveloppe; celle-ci peut affecter la possibilité du récepteur de choisir le point d'échantillonnage correct. Cette dérive dans la position par rapport au temps de l'enveloppe en avant ou en arrière du point d'échantillonnage nominal est connu sous le nom de différence de l'enveloppe au cycle (ECD).

Une différence égale à 0 est définie mathématiquement comme des conditions de signal telles que le point de l'enveloppe des impulsions Loran-C, à 25 μ s, coïncide dans le temps avec le troisième passage à zéro vers les valeurs négatives (passage à zéro de référence) de la fréquence porteuse à 100 kHz, pour un signal codé en phase positive (le passage à zéro de référence est le troisième passage à zéro vers les valeurs positives pour un signal codé en phase négative). L'ECD est positive quand le point à 25 μ s de l'enveloppe des impulsions Loran-C est en retard sur le passage à zéro de référence et est négative quand le point à 25 μ s de l'enveloppe des impulsions Loran-C est en avance sur le passage à zéro de référence. La valeur de l'ECD est le montant de l'avance ou du retard en microsecondes.

A.4 Niveau du signal Loran-C

Dans la présente norme, le niveau du signal Loran-C est la valeur efficace d'un signal en ondes entretenues pures ayant la même amplitude maximale que l'amplitude de crête de l'enveloppe des impulsions Loran-C, 25 μ s après le commencement des impulsions. Ce point à 25 μ s est pris comme référence en tant que point d'échantillonnage nominal (SSP).

Annex A

(normative)

Definitions and additional information

A.1 Group repetition interval (GRI)

The GRI designates the particular chain to which the receiver is adjusted. The four digit numerical designation from 4000 to 9999 is the time in tens of microseconds between successive Master group transmissions i.e. Loran-C chain 9930 repeats the transmissions at 99 300 μ s intervals.

A.2 Time difference (TD)

Time difference is the time of arrival of a secondary signal minus the time of arrival of the Master signal.

A.3 Envelope-to-cycle difference (ECD)

The transmitted Loran-C pulse envelope is a carefully controlled shape from the beginning to the peak of the pulse. This envelope is uniquely related in time with respect to a particular cycle of the 100 kHz carrier frequency.

Conditions may cause a change in the time position or shape of the envelope, which may affect the ability of the receiver to select the proper sampling point. This effective shift in the time position of the envelope ahead or behind the standard sampling point is known as envelope-to-cycle difference (ECD).

An $ECD = 0$ is mathematically defined as the signal conditions occurring when the 25 μ s point of the Loran-C pulse envelope is in time coincidence with the third negative going zero crossing (reference zero crossing) of the 100 kHz radio-frequency carrier for a positive phase coded signal (the reference zero crossing is the third positive going crossing for a negative phase coded signal). ECD is positive when the 25 μ s point of the Loran-C pulse envelope lags the reference zero crossing, and ECD is negative when the 25 μ s point of the Loran-C pulse envelope leads the reference zero crossing. The ECD magnitude is the amount of lag or lead in microseconds.

A.4 Loran-C signal level

In this standard, the level of Loran-C signal is the RMS level of a CW signal having the same peak to peak amplitude as the Loran-C pulse envelope 25 μ s after the beginning of the pulse. The 25 μ s point is referred to as the standard sampling point (SSP).

A.5 Niveau de bruit

Dans la présente norme, le bruit doit être considéré comme ayant une densité spectrale uniforme avant filtrage. Il doit être filtré par un filtre simple résonant LC ayant sa fréquence centrale à 100 kHz et une largeur de bande de 3 dB à 30 kHz alimentant une charge de 50 Ω . Le niveau de bruit ainsi défini est le niveau efficace mesuré à la sortie du filtre.

A.6 Interférences

Les interférences peuvent être synchrones, quasi synchrones ou non synchrones.

Les signaux interférents synchrones ou quasi synchrones d'une amplitude suffisante causeront des augmentations dans l'erreur moyenne des différences de temps du récepteur. Les signaux interférents non synchrones augmenteront l'écart type des différences de temps (oscillations) du récepteur.

Un récepteur Loran-C est plus sensible aux signaux interférents synchrones ou quasi synchrones parce que ces signaux ont des fréquences porteuses très proches des réponses en fréquence du "filtre combiné" du récepteur Loran-C (c'est-à-dire des fréquences liées à l'échantillonnage des signaux). A ces fréquences, l'interférence causera des problèmes quand leur niveau, comparé à celui des signaux Loran-C souhaités, est assez grand pour entraîner un fonctionnement incorrect des circuits de poursuite dans le récepteur.

Les effets des signaux de niveau élevé, synchrones ou non synchrones, peuvent être facilement réduits avec des filtres de réjection.

Les signaux non synchrones de bas niveau ne causent habituellement pas de difficultés et les signaux synchrones de bas niveau peuvent être rendus non synchrones en changeant les fréquences combinées de la réponse du récepteur.

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes sont appliquées:

- 1) Interférences dans la bande: interférences dont les fréquences porteuses sont dans la bande 90 kHz à 110 kHz.
- 2) Interférences dans les bandes voisines: interférences dont les fréquences porteuses sont dans les bandes 70 kHz à 90 kHz et 110 kHz à 130 kHz.
- 3) Interférences hors bande: interférences dont les fréquences porteuses sont en dehors de la bande 70 kHz à 130 kHz.
- 4) Interférences synchrones: interférences dans les bandes voisines dont la fréquence porteuse (f_c) est déterminée par la formule:

$$f_c = \frac{N}{2 \text{ GRI}}$$

où:

$N = 1, 2, 3 \dots$

A.5 Noise level

In this standard, the noise shall be considered to have a uniform spectral density prior to filtering. It shall be filtered by a single resonator LC filter having a centre frequency of 100 kHz and a 3 dB bandwidth of 30 kHz feeding a load of 50 Ω . The defined noise level is the true RMS level measured at the filter output.

A.6 Interference

Interference may be synchronous, near synchronous or non-synchronous.

Synchronous and near synchronous interfering signals of sufficient amplitude will cause an increase in the mean time difference error of the receiver. Non-synchronous interference will generally increase the time difference standard deviation (jitter) of the receiver.

The receiver is more sensitive to synchronous or near synchronous interfering signals because such signals are at carrier frequencies close to the "comb filter" frequency responses of the receiver i.e. frequencies related to the receiver signal sampling rate. At these frequencies, interference will cause problems when the magnitude is so great, compared to the level of the desired signals, that it causes the signal tracking circuits in the receiver to operate improperly.

The effects of such high level interfering signals, whether synchronous or non-synchronous can usually be most easily reduced by the use of notch filters.

Low level non-synchronous signals do not usually cause difficulty, and low level synchronous signals can be made non-synchronous by changing the comb frequencies of the receiver response.

For the purpose of this standard the following interference definitions are used:

- 1) In-band: Interference in which the carrier frequency lies within the band 90 kHz to 110 kHz,
- 2) Near-band: Interference in which the carrier frequency lies within the bands 70 kHz to 90 kHz and 110 kHz to 130 kHz.
- 3) Out-of-band: Interference in which the carrier frequency lies in the bands either below 70 kHz or above 130 kHz.
- 4) Synchronous: Near-band interference whose carrier frequency (f_c) is determined by the following equation:

$$f_c = \frac{N}{2 \text{ GRI}}$$

where

$N = 1, 2, 3 \dots$

- 5) Interférence synchrone impaire: interférence synchrone pour laquelle N est pair.
- 6) Interférence synchrone paire: interférence synchrone pour laquelle N est impair.
- 7) Interférences quasi synchrones: interférences dans les bandes voisines dont la fréquence porteuse (f_c) satisfait à l'équation:

$$f_c = \frac{N}{2 \text{ GRI}} < f_b$$

où f_b est la largeur de la bande de poursuite du récepteur (liée au délai de réponse).

$f_b = 0,006$ Hz doit être considérée comme convenable pour un récepteur ayant un temps de réponse nominal de 15 s à 30 s.

A.7 Rapport signal à interférence

Les interférences peuvent être considérées comme contaminant le signal, provenant d'ondes entretenues pures, d'ondes réfléchies ou de signaux d'autres chaînes. Les rapports signal à interférence sont définis comme le rapport du niveau efficace du signal des impulsions Loran-C (voir A.4) au niveau efficace de l'interférence continue ou, dans le cas des signaux d'autres chaînes, au niveau efficace de son point d'échantillonnage nominal.

NOTE - L'amplitude des impulsions du signal Loran-C est définie à son point d'échantillonnage et non à la crête des impulsions. C'est pourquoi toutes les amplitudes des interférences sont rapportées à ce point d'échantillonnage des impulsions.

A.8 Verrouillage

Le verrouillage est l'état dans lequel le récepteur, après avoir acquis et positionné les stations, poursuit les stations choisies.

NOTE - On dit généralement en français que le récepteur est synchronisé sur la chaîne.

Le temps de verrouillage est l'intervalle de temps depuis la mise en service du récepteur, ou depuis un changement de la chaîne ou des stations choisies, jusqu'au moment où le verrouillage est achevé.

A.9 Précision combinée

La précision combinée est définie comme la somme quadratique de l'erreur sur la moyenne des différences de temps (MTDE) et de l'écart type des différences de temps (TDSD) exprimée en microsecondes:

$$\text{précision combinée} = [(MTDE)^2 + (TDSD)^2]^{1/2}$$

- 5) Odd synchronous: Synchronous interference for which N is an even number.
- 6) Even synchronous: Synchronous interference for which N is an odd number.
- 7) Near synchronous: Near-band interference whose carrier frequency (f_c) satisfies the following relationship:

$$f_c = \frac{N}{2 \text{ GRI}} < f_b$$

where f_b is the tracking bandwidth of the receiver (related to response time)

$f_b = 0,006$ Hz shall be considered adequate for a receiver with a nominal 15 s to 30 s response time.

A.7 Signal-to-interference ratio (SIR)

Interference may be considered as contamination resulting from CW, sky-waves or cross-rate signals. Signal-to-interference ratios are defined as the ratio of the RMS signal level of the Loran-C pulse (see A.4) to the RMS level of the continuous interference or, in the case of cross-rate, to the defined standard sampling point (SSP) level.

NOTE - The Loran-C pulse amplitude is defined at the sampling point, not at the peak of the pulse. All interference amplitudes are therefore referenced to the pulse sampling point.

A.8 Lock-on

Lock-on is the state of the receiver in which acquisition and settle have been completed and the receiver is tracking the selected stations.

Lock-on time is the time interval from receiver switch-on or a change of selected chain or stations, to the time that lock-on is achieved.

A.9 Combined accuracy

The combined accuracy is defined as the RSS of the mean time difference error (MTDE) and the time difference standard deviation (TDSD) expressed in microseconds:

$$\text{combined accuracy} = [(\text{MTDE})^2 + (\text{TDSD})^2]^{1/2}$$

La différence de temps moyenne (MTD) est la moyenne d'un nombre (n) de mesures statistiquement indépendantes (TD_i) de la différence de temps affichée par le récepteur:

$$MTD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TD_i$$

L'erreur moyenne sur les différences de temps (MTDE) est la moyenne de la différence entre la différence de temps affichée par le récepteur et la différence de temps vraie (TD_o) au moment de la mesure:

$$MTDE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (TD_i - TD_o)$$

Si la différence de temps vraie TD_o reste constante pendant les mesures: $MTDE = MTD - TD_o$.

L'écart type (TDSD) de la différence de temps est défini par la formule:

$$\sigma = TDSD = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n (TD_i - TD_o - MTDE)^2 \right]^{1/2}$$