

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**  
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**  
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**C.I.S.P.R.**

**Publication 12**

Deuxième édition — Second edition  
1978

---

**Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des véhicules,  
des bateaux à moteur et des dispositifs entraînés par des moteurs à allumage  
commandé, relatives aux perturbations radioélectriques**

---

---

**Limits and methods of measurement of radio interference characteristics  
of vehicles, motor boats, and spark-ignited engine-driven devices**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI et du C.I.S.P.R. est constamment revu par la Commission et par le C.I.S.P.R. 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**
- **Rapport d'activité de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

## Terminologie utilisée dans la présente publication

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

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (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.

Pour les termes concernant les perturbations radioélectriques, voir le chapitre 902.

## 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.

## Autres publications du C.I.S.P.R.

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère d'autres publications du C.I.S.P.R.

## Revision of this publication

The technical content of IEC and C.I.S.P.R. publications is kept under constant review by the IEC and the C.I.S.P.R., 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**
- **Report on IEC Activities**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology used in this publication

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

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (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.

For terms on radio interference, see Chapter 902.

## 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.

## Other C.I.S.P.R. publications

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other C.I.S.P.R. publications.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**C.I.S.P.R.**

**Publication 12**

Deuxième édition — Second edition  
1978

---

**Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des véhicules,  
des bateaux à moteur et des dispositifs entraînés par des moteurs à allumage  
commandé, relatives aux perturbations radioélectriques**

---

**Limits and methods of measurement of radio interference characteristics  
of vehicles, motor boats, and spark-ignited engine-driven devices**

---

**Descripteurs :** perturbations radioélectriques dues aux équipements électriques, mesure, conditions et exigences, réduction des perturbations, allumage par procédés électriques de moteurs à combustion interne, véhicules.

**Descriptors :** radio-interference due to electrical equipment, measurement, requirements, interference suppression, electrical ignition devices of internal combustion engines, vehicles.



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                               | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| PRÉAMBULE .....                                                                                                                                                                                               | 4     |
| PRÉFACE .....                                                                                                                                                                                                 | 4     |
| Articles                                                                                                                                                                                                      |       |
| 1. Domaine d'application .....                                                                                                                                                                                | 6     |
| 2. Objet .....                                                                                                                                                                                                | 6     |
| 3. Définitions .....                                                                                                                                                                                          | 6     |
| 4. Limites de perturbation .....                                                                                                                                                                              | 6     |
| 5. Méthodes de mesure .....                                                                                                                                                                                   | 8     |
| 5.1 Appareil de mesure .....                                                                                                                                                                                  | 8     |
| 5.2 Expression des résultats .....                                                                                                                                                                            | 8     |
| 5.3 Emplacement de mesure .....                                                                                                                                                                               | 8     |
| 5.4 Véhicules et dispositifs .....                                                                                                                                                                            | 8     |
| 5.5 Antenne .....                                                                                                                                                                                             | 10    |
| 5.6 Fréquences .....                                                                                                                                                                                          | 12    |
| 6. Méthodes de contrôle de la conformité aux exigences du C.I.S.P.R. ....                                                                                                                                     | 12    |
| 6.1 Pour homologation .....                                                                                                                                                                                   | 12    |
| 6.2 Pour la production en série d'un type de véhicule ou dispositif homologué .....                                                                                                                           | 12    |
| 7. Mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage pour l'allumage .....                                                                                                                  | 12    |
| 7.1 Méthode normalisée de 50 (75) $\Omega$ en laboratoire en ce qui concerne la mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage d'allumage (méthode de la boîte d'essai C.I.S.P.R.) ..... | 14    |
| 7.2 Méthode de l'installation d'un modèle en laboratoire en ce qui concerne la mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage d'allumage (méthode du courant de terre) .....             | 16    |
| 7.3 Exemples de corrélation entre les résultats de mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage d'allumage (comparaison des trois méthodes) .....                                      | 18    |
| ANNEXE A — Analyse statistique des résultats de mesure .....                                                                                                                                                  | 24    |
| ANNEXE B — Guide pour l'équipement d'antiparasitage .....                                                                                                                                                     | 26    |
| ANNEXE C — Différences de conception de véhicules à moteur influençant le rayonnement parasite .....                                                                                                          | 28    |
| FIGURES .....                                                                                                                                                                                                 | 30    |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                | Page |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                                                                                                 | 5    |
| PREFACE .....                                                                                                                                  | 5    |
| Clause                                                                                                                                         |      |
| 1. Scope .....                                                                                                                                 | 7    |
| 2. Object .....                                                                                                                                | 7    |
| 3. Definitions .....                                                                                                                           | 7    |
| 4. Limits of interference .....                                                                                                                | 7    |
| 5. Methods of measurement .....                                                                                                                | 9    |
| 5.1 Measuring apparatus .....                                                                                                                  | 9    |
| 5.2 Expression of results .....                                                                                                                | 9    |
| 5.3 Measuring site .....                                                                                                                       | 9    |
| 5.4 Vehicles and devices .....                                                                                                                 | 9    |
| 5.5 Antenna .....                                                                                                                              | 11   |
| 5.6 Frequencies .....                                                                                                                          | 13   |
| 6. Methods of checking for compliance with C.I.S.P.R. requirements .....                                                                       | 13   |
| 6.1 For type approval .....                                                                                                                    | 13   |
| 6.2 For series production of type approved vehicles or devices .....                                                                           | 13   |
| 7. Measurement of the insertion loss of ignition interference suppressors .....                                                                | 13   |
| 7.1 Standard 50 (75) $\Omega$ laboratory method of measurement of insertion loss of ignition suppressors (C.I.S.P.R. box method) .....         | 15   |
| 7.2 Model installation laboratory method of measurement of insertion loss of ignition suppressors (earth current method) .....                 | 17   |
| 7.3 Examples of correlation between the results of insertion loss measurements of ignition suppressors (comparison of the three methods) ..... | 19   |
| APPENDIX A — Statistical analysis of the results of measurement .....                                                                          | 25   |
| APPENDIX B — Guidance for suppression equipment .....                                                                                          | 27   |
| APPENDIX C — Construction features of motor vehicles affecting the radiation of interference .....                                             | 29   |
| FIGURES .....                                                                                                                                  | 30   |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES  
DES VÉHICULES, DES BATEAUX À MOTEUR ET DES DISPOSITIFS  
ENTRAÎNÉS PAR DES MOTEURS À ALLUMAGE COMMANDÉ,  
RELATIVES AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels du C.I.S.P.R. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des sous-comités où sont représentés tous les Comités nationaux et les autres organisations membres du C.I.S.P.R. 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 et les autres organisations membres du C.I.S.P.R.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, le C.I.S.P.R. exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation du C.I.S.P.R., dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation du C.I.S.P.R. et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité D du C.I.S.P.R.: Perturbations relatives aux véhicules à moteur et aux moteurs à combustion interne.

La première édition, publiée en 1975, traitait des limites et méthodes de mesure des caractéristiques des systèmes d'allumage de véhicules à moteur et autres engins, relatives aux perturbations radioélectriques.

Cette deuxième édition incorpore les modifications qui ont été approuvées pendant la réunion tenue à Dubrovnik en 1977.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT  
OF RADIO INTERFERENCE CHARACTERISTICS  
OF VEHICLES, MOTOR BOATS, AND SPARK-IGNITED ENGINE-DRIVEN  
DEVICES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the C.I.S.P.R. on technical matters, prepared by Sub-Committees on which all the National Committees and other Member Organizations of the C.I.S.P.R. 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 and other Member Organizations of the C.I.S.P.R. in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the C.I.S.P.R. expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the C.I.S.P.R. recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the C.I.S.P.R. recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication was prepared by C.I.S.P.R. Sub-Committee D, Interference Relating to Motor Vehicles and Internal Combustion Engines.

The first edition, published in 1975, dealt with the limits and methods of measurement of radio interference characteristics of ignition systems of motor vehicles and other devices.

This second edition incorporates the amendments which were agreed upon during the meeting held in Dubrovnik in 1977.

# LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES DES VÉHICULES, DES BATEAUX À MOTEUR ET DES DISPOSITIFS ENTRAÎNÉS PAR DES MOTEURS À ALLUMAGE COMMANDÉ, RELATIVES AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

## 1. Domaine d'application

La présente publication concerne le rayonnement d'énergie électromagnétique susceptible de brouiller la réception des radiocommunications et qui est produit par:

- a) des véhicules entraînés par un moteur à combustion interne, par des moyens électriques ou par les deux;
- b) des bateaux à moteurs entraînés par un moteur à combustion interne, par des moyens électriques ou par les deux;
- c) des dispositifs équipés de moteurs à combustion interne et à allumage commandé.

La présente publication ne s'applique pas aux aéronefs, aux systèmes de traction sur rails, ni à des véhicules incomplets.

*Notes 1.* — Les véhicules comprennent, sans se limiter à ceux-ci, les cyclomoteurs, les tracteurs agricoles et les snowmobiles.

Les dispositifs comprennent, sans se limiter à ceux-ci, les scies à chaîne, les pompes d'irrigation, les compresseurs à air, les tondeuses et les mélangeurs à béton, à poste fixe ou mobile.

2. — Les bateaux à moteur qui sont trop grands pour l'emplacement de mesure C.I.S.P.R. exigent des techniques spéciales de mesure qui sont à l'étude.

## 2. Objet

Etablir des exigences uniformes pour l'antiparasitage des véhicules, des bateaux à moteur et des dispositifs, fixer des limites pour le niveau perturbateur, décrire des méthodes de mesure et donner un guide relatif aux méthodes d'antiparasitage.

## 3. Définitions

Au sens de la présente publication, les définitions figurant dans la Publication 50(902) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), chapitre 902: Perturbations radioélectriques, sont applicables.

## 4. Limites de perturbation

Les valeurs limites applicables au rayonnement, basées sur des mesures de quasi-crête, sont  $50 \mu\text{V/m}$  dans la gamme de fréquences de 40 MHz à 75 MHz et  $50 \mu\text{V/m}$  à  $120 \mu\text{V/m}$  dans la gamme de fréquences de 75 MHz à 250 MHz, cette valeur limite croissant linéairement avec la fréquence au-dessus de 75 MHz.

Lorsque les mesures sont effectuées avec un appareil de mesure de crête, les valeurs limites correspondantes sont de 20 dB plus élevées.

*Notes 1.* — Pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 40 MHz, on admet qu'une protection suffisante est assurée par la conformité aux valeurs limites dans la gamme de 40 MHz à 250 MHz.

2. — Pour la gamme de fréquences de 250 MHz à 1000 MHz, il est considéré qu'une certaine protection peut résulter de la conformité aux limites dans la gamme de 40 MHz à 250 MHz.

Pour apporter une aide dans les études, les limites suivantes devraient être utilisées: valeur de champ de  $120 \mu\text{V/m}$  à 250 MHz croissant linéairement avec la fréquence jusqu'à 400 MHz et restant ensuite constante et égale à  $180 \mu\text{V/m}$  jusqu'à 1000 MHz. Les mesures sont faites de la même manière que pour la gamme de 40 MHz à 250 MHz. Dans le cas où l'on utilise un appareil mesurant la valeur de crête, les valeurs correspondantes sont de 20 dB plus élevées.

3. — Les limites pour des véhicules et des bateaux à entraînement par moteurs électriques sont à l'étude.

# LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT OF RADIO INTERFERENCE CHARACTERISTICS OF VEHICLES, MOTOR BOATS, AND SPARK-IGNITED ENGINE-DRIVEN DEVICES

## 1. Scope

This publication applies to the radiation of electromagnetic energy which may cause interference to radio reception and which is emitted from:

- a) vehicles propelled by an internal combustion engine, electrical means or both;
- b) motor boats propelled by an internal combustion engine, electrical means or both;
- c) devices equipped with spark-ignited internal combustion engines.

This publication does not apply to aircraft, railway traction systems, nor to incomplete vehicles.

*Notes 1.* — Vehicles include, but are not limited to, mopeds, agricultural tractors, and snowmobiles.

Devices include, but are not limited to, chain saws, irrigation pumps, air compressors, lawn mowers, and stationary or mobile concrete mixers.

- 2. — Motor boats too large for the C.I.S.P.R. measuring site require special measuring techniques which are under consideration.

## 2. Object

To establish uniform requirements for radio interference suppression of vehicles, motor boats, and devices, to fix limits of interference, to describe methods of measurement and to give guidance for suppression methods.

## 3. Definitions

For the purpose of this publication, the definitions contained in IEC Publication 50(902), International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), Chapter 902, Radio Interference, apply.

## 4. Limits of interference

The limits for radiation based on quasi-peak measurements are 50  $\mu\text{V/m}$  in the frequency range 40 MHz to 75 MHz, and 50  $\mu\text{V/m}$  to 120  $\mu\text{V/m}$  in the frequency range 75 MHz to 250 MHz, this limit increasing linearly with frequency above 75 MHz.

For peak-type measuring equipment, the corresponding limit values are 20 dB higher.

*Notes 1.* — For the frequency range 30 MHz to 40 MHz, it is considered that adequate protection will result from compliance with the limits for the range 40 MHz to 250 MHz.

- 2. — For the frequency range 250 MHz to 1000 MHz, it is considered that some protection will result from compliance with the limits for the range 40 MHz to 250 MHz.

As a guidance in design, the following limits should be used: field strength of 120  $\mu\text{V/m}$  at 250 MHz increasing linearly with frequency up to 400 MHz, then remaining constant at 180  $\mu\text{V/m}$  up to 1000 MHz; measurements are to be made as for the frequency range 40 MHz to 250 MHz. For peak-type measuring equipment, the corresponding values are 20 dB higher.

- 3. — Limits for electrically propelled vehicles and electrically propelled motor boats are under consideration.

## 5. Méthodes de mesure

### 5.1 Appareil de mesure

L'appareil de mesure doit être conforme aux spécifications de la Publication 2 du C.I.S.P.R.: Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 25 MHz et 300 MHz, et de la Publication 4 du C.I.S.P.R.: Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 300 MHz et 1000 MHz, ou aux spécifications applicables à l'appareil de mesure du type «crête» indiquées dans la Publication 5 du C.I.S.P.R.: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques comportant un détecteur autre qu'un détecteur de quasi-crête.

### 5.2 Expression des résultats

Les résultats des mesures doivent être exprimés en microvolts par mètre ( $\mu\text{V/m}$ ) pour une largeur de bande de 120 kHz. Pour l'évaluation statistique, l'unité logarithmique dB ( $1 \mu\text{V/m}$ ) doit être utilisée. Si, pour certaines fréquences, la largeur de bande réelle B (exprimée en kilohertz [kHz]) de l'appareil de mesure est légèrement différente de 120 kHz, les valeurs lues seront rapportées à la largeur de bande de 120 kHz en les multipliant par le facteur 120/B.

### 5.3 Emplacement de mesure

L'emplacement de mesure doit être un terrain horizontal ne contenant pas, à l'intérieur d'une ellipse ayant un grand axe de 20 m et un petit axe de 17,3 m, de surfaces dont le pouvoir réfléchissant des ondes soit appréciable.

L'antenne et le centre du moteur d'un véhicule ou d'un dispositif sont placés sur le grand axe de l'ellipse et, dans le cas d'un véhicule, le plan médian longitudinal du véhicule est parallèle au petit axe. L'antenne et la partie métallique du véhicule ou dispositif se trouvant le plus proche de l'antenne sont placés chacun à un foyer de l'ellipse. L'appareil de mesure ou la cabine ou le véhicule le contenant peut se trouver à l'intérieur de l'ellipse, à condition d'être à une distance horizontale de l'antenne d'au moins 3 m et, par rapport à celle-ci, du côté opposé au véhicule ou du dispositif soumis aux mesures.

On doit, en outre, s'assurer qu'il n'y a ni perturbation ni signal étrangers aux mesures capables d'affecter celles-ci sensiblement; à cet effet, on procède à un contrôle avant et après la mesure principale, le moteur à essayer étant à l'arrêt. La mesure principale ne peut être considérée comme n'étant pas sensiblement affectée par une perturbation ou un signal étranger que si elle dépasse d'au moins 10 dB la plus grande valeur lue lors des contrôles antérieur et postérieur.

### 5.4 Véhicules et dispositifs

Seuls les appareils électriques auxiliaires nécessaires à la marche du moteur doivent être en fonctionnement.

Le moteur doit avoir sa température normale de fonctionnement.

#### 5.4.1 Pour les véhicules autopropulsés et équipés d'un moteur à combustion interne, le régime du moteur doit être le suivant:

| Nombre de cylindres | Méthode de mesure       |                      |
|---------------------|-------------------------|----------------------|
|                     | Quasi-crête             | Crête                |
|                     | Vitesse moteur          |                      |
| Un                  | 2 500 $\text{min}^{-1}$ | Au-dessus du ralenti |
| Deux ou plus        | 1 500 $\text{min}^{-1}$ | Au-dessus du ralenti |

*Note.* — Les conditions de mesure pour les véhicules autopropulsés équipés d'un moteur électrique sont à l'étude.

## 5. Methods of measurement

### 5.1 Measuring apparatus

The measuring apparatus shall comply with the requirements of C.I.S.P.R. Publication 2, Specification for C.I.S.P.R. Radio Interference Measuring Apparatus for the Frequency Range 25 MHz to 300 MHz, and C.I.S.P.R. Publication 4, C.I.S.P.R. Measuring Set Specification for the Frequency Range 300 MHz to 1000 MHz, or with the specifications applicable to peak-type measuring apparatus given in C.I.S.P.R. Publication 5, Radio Interference Measuring Apparatus having Detectors Other than Quasi-peak.

### 5.2 Expression of results

The results of measurements shall be expressed in microvolts per meter ( $\mu\text{V/m}$ ) for 120 kHz bandwidth. For statistical evaluation, the logarithmic unit dB ( $1\mu\text{V/m}$ ) shall be used. If the actual bandwidth B (expressed in kilohertz [kHz]) of the measuring apparatus is just outside 120 kHz for certain frequencies, the results measured shall be related to the 120 kHz-bandwidth by applying the factor  $120/B$ .

### 5.3 Measuring site

The measuring site shall be a level area free from appreciable wave-reflecting surfaces within an ellipse having a major axis of 20 m and a minor axis of 17.3 m.

The antenna and the centre of the engine of a vehicle or device shall be located in the major axis of the ellipse and, in the case of a vehicle, the longitudinal median plane of the vehicle shall be parallel to the minor axis. The antenna and the metal part of the vehicle or device nearest to the antenna shall each be located at the focal points. The measuring set, or the test hut or vehicle in which the set is located, may be within the ellipse but horizontally not closer than 3 m to the antenna, and in a direction opposite to the vehicle or device being measured.

To ensure that there is no extraneous noise or signal of a magnitude sufficient to affect materially the measurement, measurements shall be taken before and after the main test, but without the engine under test running. If the maximum reading obtained on the main test exceeds the maximum reading on either of these check tests by at least 10 dB, the maximum reading on the main test is to be regarded as being not materially affected by extraneous noise or signal.

### 5.4 Vehicles and devices

Only the ancillary electrical equipment necessary to run the engine shall be operating.

The engine shall be at normal operating temperature.

5.4.1 For self-propelled vehicles equipped with an internal combustion engine, the engine shall be operated during each measurement as follows:

| Number of cylinders | Method of measurement   |              |
|---------------------|-------------------------|--------------|
|                     | Quasi-peak              | Peak         |
|                     | Engine speed            |              |
| One                 | 2 500 min <sup>-1</sup> | Above idling |
| More than one       | 1 500 min <sup>-1</sup> | Above idling |

Note. — The measuring conditions for self-propelled vehicles equipped with an electric motor are under consideration.

5.4.2 Les bateaux à moteur intérieur doivent être essayés sur une surface d'eau salée ou non salée ayant une grandeur appropriée et conforme aux dimensions spécifiées au paragraphe 5.3. Le moteur doit fonctionner dans les conditions spécifiées au paragraphe 5.4.1.

5.4.3 Les moteurs hors-bord doivent être montés sur un bateau non métallique ou sur un bâti d'essai non métallique et essayés d'une manière similaire à celle appliquée aux bateaux à moteur intérieur.

5.4.4 Pour les dispositifs, les mesures sont effectuées en position(s) et hauteur(s) normale(s) d'opération et sans charge au ralenti et en direction de la radiation perturbatrice maximale à chacune des fréquences de mesure et dans un plan de polarisation horizontal et vertical.

Selon le cas, les conditions suivantes doivent, en outre, être prises en considération:

5.4.4.1 Si la position de fonctionnement et la hauteur sont variables, le dispositif à essayer doit être placé de telle façon que la bougie d'allumage se trouve à  $1 \pm 0,2$  m au-dessus du sol.

5.4.4.2 Aucune personne ne doit être présente, mais, si nécessaire, un montage mécanique doit être construit, en utilisant des matériaux non métalliques dans la mesure du possible, pour maintenir les dispositifs dans la ou les positions normales et à la vitesse spécifiée pour le moteur.

5.4.4.3 Pour autant que les instructions de fonctionnement ou l'utilisation normale ne restreignent pas la position du dispositif à essayer, celui-ci doit être mesuré en trois positions, d'abord de façon qu'un axe le long de sa dimension principale soit horizontal, et ensuite de façon que les deux axes perpendiculaires au premier, et chacun des axes mutuellement perpendiculaires, soient successivement portés dans une position horizontale.

5.4.4.4 Des mesures ne doivent pas être faites quand il pleut sur le véhicule ou bateau, ni pendant les 10 min qui suivent l'arrêt de la pluie. Pour les moteurs hors-bord et les dispositifs, toutes les surfaces autres que celles qui sont normalement en contact avec l'eau doivent être sèches.

## 5.5 Antenne

### 5.5.1 Hauteur

Le centre de l'antenne doit être à 3 m au-dessus du sol ou de la surface d'eau.

### 5.5.2 Distance de mesure

La distance horizontale de l'antenne à la partie métallique la plus rapprochée du véhicule ou du dispositif doit être de 10 m.

### 5.5.3 Position de l'antenne par rapport au véhicule ou au dispositif à essayer

#### 5.5.3.1 Véhicules

Les mesures doivent être faites à gauche et à droite du véhicule (voir la figure 1, page 30).

#### 5.5.3.2 Dispositifs

Les mesures doivent être faites dans le sens du rayonnement maximal des perturbations.

### 5.5.4 Polarisation de l'antenne

Pour chaque fréquence de mesure, les mesures doivent être effectuées en polarisation horizontale et en polarisation verticale (voir la figure 1).

5.4.2 Inboard motor boats shall be tested in salt or non-salt water with a surface area of a size consistent with the intent of the dimensions specified in Sub-clause 5.3. The engine shall run under the conditions specified in Sub-clause 5.4.1.

5.4.3 Outboard engines shall be attached to a non-metallic boat or non-metallic test fixture and tested in a similar way to inboard motor boats.

5.4.4 For devices, measurements shall be made in normal operation position(s) and height(s) and without load at idle speed and in the direction of the maximum interference radiation at each measuring frequency and in a horizontal and vertical polarization plane.

As the case may be, the following conditions shall additionally be taken into account:

5.4.4.1 If the operating position and height are variable, the device to be tested shall be so positioned that the spark plug is  $1 \pm 0.2$  m above the ground.

5.4.4.2 No operator shall be present, but, if necessary, a mechanical arrangement shall be made, using non-metallic material as far as possible, to keep the device in normal position(s) and at the specified engine speed.

5.4.4.3 In so far as the operating instructions or normal use do not restrict the position of the device under test, it shall be measured in three positions, first so that an axis along its main extension is horizontal, and thereafter so that two axes perpendicular to the first axis and each perpendicular to the other, are successively brought into a horizontal position.

5.4.4.4 Measurements shall not be made while rain is falling on a vehicle or boat, nor within 10 min after the rain has stopped. For outboard engines and devices, all surfaces other than those normally in contact with water shall be dry.

## 5.5 *Antenna*

### 5.5.1 *Height*

The centre of the antenna shall be 3 m above the ground or water surface.

### 5.5.2 *Distance of measurement*

The horizontal distance of the antenna to the nearest metal part of the vehicle or device shall be 10 m.

### 5.5.3 *Antenna location relative to the vehicle or device to be tested*

#### 5.5.3.1 *Vehicles*

Measurements shall be taken on the left and right sides of the vehicle (see Figure 1, page 30).

#### 5.5.3.2 *Devices*

Measurements shall be taken in the direction of the maximum interference radiation.

### 5.5.4 *Antenna polarization*

At each measuring frequency, measurements shall be taken for horizontal and vertical polarization (see Figure 1).

#### 5.5.5 Niveau caractéristique

La valeur maximale des valeurs mesurées doit être prise comme niveau caractéristique pour chacune des fréquences de mesure.

#### 5.6 Fréquences

Les mesures doivent être faites dans la gamme de 40 MHz à 250 MHz. On estime qu'un véhicule ou dispositif satisfera très probablement aux valeurs limites prescrites dans la gamme de fréquences s'il y satisfait pour les six valeurs de fréquences suivantes:

45 MHz, 65 MHz, 90 MHz, 150 MHz, 180 MHz et 220 MHz ( $\pm 5$  MHz).

(La tolérance de  $\pm 5$  MHz applicable aux six valeurs de fréquences choisies doit permettre de s'affranchir, le cas échéant, d'une perturbation provoquée par des émissions situées sur la valeur nominale de la fréquence pendant la mesure.)

### 6. Méthodes de contrôle de la conformité aux exigences du C.I.S.P.R.

#### 6.1 Pour homologation

La conformité aux exigences figurant à l'article 4 peut être contrôlée comme suit:

6.1.1 Les mesures sont effectuées sur un prototype ou un véhicule ou dispositif d'une série de production; les valeurs caractéristiques obtenues doivent être d'au moins 2 dB au-dessous des limites spécifiées à l'article 4. Les mesures peuvent être effectuées en variante, sur un échantillon de six véhicules ou dispositifs ou plus; dans ce cas, les valeurs caractéristiques obtenues sont alors évaluées comme indiqué à l'annexe A, et les limites spécifiées à l'article 4 s'appliquent directement.

6.1.2 Certaines différences de conception des véhicules ou des dispositifs n'ont pas une influence significative sur le rayonnement perturbateur dû à l'allumage. Pour des véhicules routiers, des exemples de telles différences sont données à l'annexe C.

*Note.* — Pour les véhicules à moteur à combustion interne et à allumage commandé en service et pas encore antiparasités, des méthodes d'antiparasitage conformément à l'annexe B sont suggérées. Ces méthodes doivent permettre de satisfaire efficacement aux exigences du C.I.S.P.R. dans la majorité des cas. Pour les dispositifs, des méthodes d'antiparasitage similaires sont suggérées.

#### 6.2 Pour la production en série d'un type de véhicule ou dispositif homologué

Les résultats des mesures effectuées sur un seul véhicule ou dispositif peuvent être supérieurs de 2 dB aux valeurs limites spécifiées à l'article 4. En variante, six échantillons ou plus peuvent être prélevés et les résultats évalués par la méthode statistique donnée à l'annexe A, les limites spécifiées à l'article 4 devant être respectées.

### 7. Mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage pour l'allumage

Trois méthodes de mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage sont utilisées:

I) La méthode normalisée de 50 (75)  $\Omega$  en laboratoire («méthode de la boîte d'essai C.I.S.P.R.») décrite au paragraphe 7.1.

II) La méthode de l'installation d'un modèle en laboratoire («méthode du courant de terre») décrite au paragraphe 7.2.

### 5.5.5 Characteristic level

The maximum of the measured values shall be taken as the characteristic level at each measuring frequency.

### 5.6 Frequencies

Measurements shall be made within the range 40 MHz to 250 MHz. It is considered that a vehicle or device will most probably meet the required suppression limits over the whole frequency range if it meets them for the following six spot frequencies:

45 MHz, 65 MHz, 90 MHz, 150 MHz, 180 MHz and 220 MHz ( $\pm 5$  MHz)

(The  $\pm 5$  MHz applies to all six frequencies quoted and is intended to avoid interference from transmissions operating on the nominal spot frequencies during the time of measurement.)

## 6. Methods of checking for compliance with C.I.S.P.R. requirements

### 6.1 For type approval

Compliance with the requirements given in Clause 4 may be checked as follows:

6.1.1. Measurements are made on a prototype or one vehicle or device of a production series; the characteristic readings shall be at least 2 dB below the limits specified in Clause 4. Measurements may instead be made on a sample of six or more vehicles or devices; in this case, the characteristic readings shall be evaluated as given in Appendix A and the limits specified in Clause 4 apply directly.

6.1.2 Some differences in the construction of vehicles or devices are unlikely to have a significant effect on the ignition interference radiation. For road vehicles, examples of such differences are given in Appendix C.

*Note.* — For vehicles with spark-ignited internal combustion engines already in service and not yet radio interference suppressed, suppression methods as shown in Appendix B are suggested. These methods can be expected to give effective compliance with C.I.S.P.R. requirements in the majority of cases. For devices, similar suppression methods are suggested.

### 6.2 For series production of type approved vehicles or devices

The results of the measurements on one vehicle or device may be 2 dB above the specified limits given in Clause 4. Alternatively, six or more samples may be taken and the results evaluated statistically as given in Appendix A; the limits specified in Clause 4 shall be met.

## 7. Measurement of the insertion loss of ignition interference suppressors

Three methods of measurement of the insertion loss of ignition suppressors are used:

- I) Standard 50 (75)  $\Omega$  laboratory method ("C.I.S.P.R. box method") described in Sub-clause 7.1.
- II) Model installation laboratory method ("earth current method") described in Sub-clause 7.2.

- III) La méthode de comparaison du champ. Par cette méthode, l'affaiblissement d'insertion de l'élément d'antiparasitage (ou d'un jeu d'éléments d'antiparasitage) est déterminé par la mesure de l'intensité du champ parasite causée par le véhicule réel sur l'emplacement d'essai en plein air. Il est évalué conformément à la formule:

$$A = E_1 - E_2$$

où:

$E_1$  = intensité du champ causée par le système d'allumage sans les éléments d'antiparasitage, exprimée en dB (1  $\mu\text{V/m}$ )

$E_2$  = intensité du champ causée par le même système d'allumage, mais avec des éléments d'antiparasitage (ou avec un jeu d'éléments d'antiparasitage), exprimée en dB (1  $\mu\text{V/m}$ )

Note. — L'intensité du champ doit être mesurée conformément à l'article 5.

A l'aide de la «méthode de la boîte d'essai C.I.S.P.R.», il est possible de comparer seulement les caractéristiques d'éléments d'antiparasitage individuels du même genre dans des conditions normalisées en laboratoire. Actuellement, cette méthode est utilisée dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 300 MHz. Les résultats obtenus n'ont pas une corrélation significative avec l'efficacité d'éléments d'antiparasitage observée en pratique sur un véhicule réel (voir le paragraphe 7.3). Cette méthode ne permet pas la mesure d'un jeu d'éléments d'antiparasitage composé par exemple de quatre résistances et cinq câbles ayant un affaiblissement réparti. Néanmoins, elle constitue un moyen de contrôle rapide, par exemple des éléments d'antiparasitage pendant la fabrication, après avoir vérifié leur efficacité dans des conditions pratiques au préalable.

A l'aide de la méthode de l'installation d'un modèle, il est possible de comparer les caractéristiques d'éléments d'antiparasitage individuels ainsi que de jeux d'éléments d'antiparasitage, compte tenu de l'influence de facteurs d'environnement comme la haute tension, plus facilement que par la méthode de la boîte. La méthode peut être utilisée dans un laboratoire comme ceci est le cas pour la méthode de la boîte d'essai C.I.S.P.R., mais les résultats obtenus ont une meilleure corrélation avec l'efficacité d'éléments d'antiparasitage observée en pratique sur un véhicule réel (voir le paragraphe 7.3). A présent, cette méthode est utilisée dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 300 MHz.

La méthode de comparaison du champ peut être considérée comme la méthode de référence, parce que les résultats obtenus avec elle donnent l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage observé en pratique sur le véhicule réel. Automatiquement, cette méthode tient compte de tous les facteurs ayant une influence sur l'affaiblissement d'insertion et elle n'a aucune limitation en qui concerne la gamme de fréquences. Ses inconvénients principaux résident dans la nécessité de conduire les mesures sur un emplacement d'essai en plein air (ou dans un grand hall de construction spéciale) et dans la nécessité d'essayer le véhicule entier et complet.

En considérant les coûts pour les instruments, l'équipement additionnel nécessité et le temps consommé pour chacune des méthodes de mesure, il peut être constaté ce qui suit: «En somme, la méthode de comparaison du champ est la plus onéreuse, la méthode de la boîte et la méthode de l'installation d'un modèle étant bien meilleur marché. Toutefois, la méthode de comparaison du champ doit être considérée comme la méthode de référence. Les autres méthodes peuvent être utilisées seulement comme un guide pour la conception ou pour un contrôle de qualité de pièces individuelles au cours de la fabrication.»

#### 7.1 Méthode normalisée de 50 (75) $\Omega$ en laboratoire en ce qui concerne la mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage d'allumage (méthode de la boîte d'essai C.I.S.P.R.)

L'affaiblissement d'insertion d'un élément d'antiparasitage d'allumage est mesuré à l'aide du circuit d'essai représenté à la figure 3, page 32.

- III) Field comparison method. In this method, the insertion loss of the suppressor (or set of suppressors) is determined from the measurement of interference field intensity caused by the real car on the open test-site. It is evaluated according to the formula:

$$A = E_1 - E_2$$

where:

$E_1$  = intensity of the field caused by the ignition system without suppressors, expressed in dB (1  $\mu$ V/m)

$E_2$  = intensity of the field caused by the same ignition system but with suppressors (or set of suppressors), expressed in dB (1  $\mu$ V/m)

Note. — Field intensity is to be measured in accordance with Clause 5.

With the help of the "C.I.S.P.R. box method", it is possible to compare only the characteristics of single suppressors of the same kind under standard laboratory conditions. At present, this method is used in the frequency range from 30 MHz to 300 MHz. Results obtained have no significant correlation with the efficiency of suppressors observed in practice on the real car (see Sub-clause 7.3). This method does not allow measurement of a set of suppressors consisting, for example, of four resistors and five cables with distributed attenuation. Nevertheless, it provides a means of quick control, for instance of suppressors during manufacture after previous verification of their effectiveness in actual conditions.

With the help of the model installation method, it is possible to compare the characteristics both of single suppressors and of sets of suppressors, taking into account the influence of environmental factors, for example high voltage, more easily than in the box method. As with the C.I.S.P.R. box method, it may be used in a laboratory but results obtained have better correlation with the efficiency of suppressors observed in practice on the actual car (see Sub-clause 7.3). At present, this method is used in the frequency range from 30 MHz to 300 MHz.

The field comparison method may be considered as the reference method, because the results obtained by it give the insertion loss of suppressors observed in practice on the actual car. It automatically takes into account all the factors influencing the insertion loss and it has no limitations in frequency range. Its main disadvantages lie in the necessity of performing measurements on an open test-site (or in a big hall of special construction) and in the necessity of testing the complete car as a whole.

Assessing the cost of instrumentation, additional equipment involved and time consumed in each method of measurement, it can be stated that: "In summary, the field comparison method is the most expensive, the box method and model installation method being much cheaper. The field comparison method is, however, to be considered as the reference method. The remaining methods may be used only for guidance in design or for quality control of individual parts during production processing."

#### 7.1 Standard 50 (75) $\Omega$ laboratory method of measurement of insertion loss of ignition suppressors (C.I.S.P.R. box method)

The insertion loss of an ignition suppressor is measured with the test circuit shown in Figure 3, page 32.

Les commutateurs coaxiaux (2) sont réglés de façon que le signal du générateur de signaux (1) passe par la boîte d'essai (4) et par le spécimen en essai (5); ce signal donne une indication sur l'indicateur de sortie (7). Les atténuateurs fixes en T (3) ont un affaiblissement de 10 dB.

Les commutateurs coaxiaux (2) sont alors commutés de façon que le signal passe par l'atténuateur variable étalonné (6) qui doit être ajusté pour donner la même indication sur l'indicateur de sortie (7). L'affaiblissement d'insertion «a» d'éléments d'antiparasitage d'allumage est alors donné par la lecture sur l'atténuateur variable étalonné (6) moins l'affaiblissement des atténuateurs fixes (3).

Des détails sur la boîte d'essai sont indiqués sur les figures 4 à 6, pages 31 et 33. La disposition des éléments d'antiparasitage dans la boîte d'essai est donnée dans les figures 7 à 13, pages 34 à 37.

Des valeurs pour l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage d'allumage sont à l'étude.

*Notes 1.* — Pour des éléments d'antiparasitage d'allumage ayant une impédance élevée, l'affaiblissement d'insertion  $a_1$  dans un circuit ayant une impédance caractéristique  $z_1$  doit être transformé en affaiblissement d'insertion  $a_2$  dans un circuit ayant une impédance caractéristique  $z_2$ ; dans ce cas, la formule suivante s'applique:

$$a_2 = a_1 + 20 \log_{10} \frac{z_1}{z_2}$$

2. — Cette méthode est destinée à être appliquée uniquement comme méthode de comparaison pour des éléments d'antiparasitage du même type; elle ne peut pas donner une corrélation directe avec des mesures de rayonnement. Le mot «type» signifie tous les éléments d'antiparasitage appartenant à la même case de la figure 2, page 31.

## 7.2 Méthode de l'installation d'un modèle en laboratoire en ce qui concerne la mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage d'allumage (méthode du courant de terre)

### 7.2.1 Conditions générales de mesure

Les mesures d'un élément d'antiparasitage (ou d'éléments d'antiparasitage) sont exécutées en fonctionnement dans une installation d'un modèle d'un système d'allumage du type pour lequel l'élément d'antiparasitage doit être employé en pratique.

La tension proportionnelle au courant de terre total, induite par le champ parasite rayonné par l'installation, est mesurée.

### 7.2.2 Installation d'essai

Un exemple de l'installation d'essai pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 300 MHz est représenté dans les figures 14 et 15, pages 37 et 38.

La méthode de montage d'une installation de modèle est représentée à la figure 16, page 39.

*Note.* — Les dimensions, les matériaux et la conception indiqués sur les figures ne sont pas critiques; ils doivent toutefois être choisis de façon que, dans la gamme de fréquences intéressée, l'installation d'essai n'ait pas de résonances.

Le paragraphe 7.2.4 spécifie la méthode de vérification de l'absence de résonances dans une installation d'essai.

### 7.2.3 Modalités d'essai

Les essais sont conduits en deux étapes:

1. Dans la première étape, la tension de l'installation de modèle est mesurée sans les éléments d'antiparasitage. (Les résistances sont remplacées par des connecteurs à court-circuit et les câbles à impédance répartie par des câbles ordinaires sans affaiblissement.)

The coaxial switches (2) are adjusted so that the signal from the signal generator (1) is passed through the test box (4) and the specimen under test (5) giving an indication on the output indicator (7). Fixed “T” attenuators (3) have a loss of 10 dB.

The coaxial switches (2) are then turned so that the signal passes through the calibrated variable attenuator (6) which is adjusted to give the same indication on the output indicator (7). The insertion loss “*a*” of the ignition suppressor is then given by the reading on the calibrated variable attenuator (6) minus the attenuation of the fixed attenuators (3).

Details of the test box are shown in Figures 4 to 6, pages 32 and 33. The arrangement of the suppressors in the test box is shown in Figures 7 to 13, pages 34 and 37.

Values for the insertion loss of ignition suppressors are under consideration.

*Notes 1.* — For ignition suppressors having a high impedance, the insertion loss  $a_1$  in a circuit having a characteristic impedance  $z_1$  is to be converted to the insertion loss  $a_2$  in a circuit having a characteristic impedance  $z_2$ , then the following formula applies:

$$a_2 = a_1 + 20 \log_{10} \frac{z_1}{z_2}$$

2. — This method is intended to be used only as a comparative method for suppression devices of the same type and is not intended to give direct correlation with radiation measurements. The word “type” is understood to mean all suppression devices belonging to the same case of Figure 2, page 31.

## 7.2 *Model installation laboratory method of measurement of insertion loss of ignition suppressors (earth current method)*

### 7.2.1 *General conditions of measurement*

Measurements of a suppressor (or suppressors) are performed during its operation in a model installation of an ignition system of the type in which the suppressor shall be applied in practice.

The voltage proportional to the total earth current, induced by the interference field radiated by the installation, is measured.

### 7.2.2 *Test set-up*

An example of the test stand construction for the frequency range 30 MHz to 300 MHz is shown in Figures 14 and 15, pages 37 and 38.

The method of mounting of a model installation is shown in Figure 16, page 39.

*Note.* — Dimensions, materials and construction shown in the figures are not critical, but they shall be chosen so that in the frequency range of interest the test stand does not have self-resonances.

The method of checking the test stand for the absence of resonances is given in Sub-clause 7.2.4.

### 7.2.3 *Test procedure*

Tests are performed in two stages:

1. In the first stage, the voltage in the model installation without suppressors is measured. (Resistors are replaced by shorting connectors and cables with distributed impedance by ordinary non-lossy cables.)

2. Dans la seconde étape, la tension est mesurée pour la même installation de modèle toutefois avec des éléments d'antiparasitage.

L'affaiblissement d'insertion des éléments d'antiparasitage est déterminé conformément à la formule:

$$A = U_1 - U_2$$

où:

$U_1$  = tension parasite mesurée pour l'installation de modèle *sans* les éléments d'antiparasitage, exprimée en dB (1  $\mu$ V)

$U_2$  = tension parasite mesurée pour l'installation de modèle *avec* les éléments d'antiparasitage à essayer, exprimée en dB (1  $\mu$ V)

*Note.* — Pendant les mesures dans les deux étapes, les conditions doivent être les mêmes en ce qui concerne:

- la longueur et la géométrie des câbles d'allumage;
- la vitesse du distributeur;
- la pression dans la chambre de pression avec les bougies d'allumage.

#### 7.2.4 Méthode de vérification de l'absence de résonances dans l'installation d'essai

Des résonances peuvent être détectées à partir de la forme de la caractéristique de fréquence de l'installation d'essai, c'est-à-dire de la forme de la courbe de la tension de sortie en fonction de la fréquence lorsque l'énergie de rayonnement est maintenue constante.

Le contrôle est effectué par le circuit donné dans la figure 17, page 39. L'installation de modèle est remplacée par une antenne à tige en quart d'onde alimentée par le générateur de signaux. L'énergie de rayonnement est donnée par:

$$P = \left( \frac{E}{R_g + R_a} \right)^2 \cdot R_a$$

où:

$R_g$  = résistance de sortie du générateur (égale à l'impédance caractéristique du câble alimentant l'antenne)

$R_a$  = résistance d'entrée de l'antenne

$E$  = force électromotrice du générateur

Pour chacune des fréquences contrôlées, la longueur de l'antenne est changée de façon que son impédance d'entrée soit une résistance pure. Puis, connaissant la résistance d'entrée de l'antenne, la force électromotrice du générateur est réglée de façon que l'énergie rayonnée soit la même pour chacune des fréquences.

L'absence d'une variation dans la courbe de tension en fonction de la fréquence indique l'absence de résonances.

#### 7.3 Exemples de corrélation entre les résultats de mesure de l'affaiblissement d'insertion d'éléments d'antiparasitage d'allumage (comparaison des trois méthodes)

##### 7.3.1 Corrélation entre les résultats obtenus par la méthode de comparaison du champ et par la méthode normalisée de 50 (75) $\Omega$ en laboratoire

Les coefficients de corrélation sont donnés dans le tableau I.

TABLEAU I

| Désignation de la résistance | Coefficient de corrélation |
|------------------------------|----------------------------|
| A                            | – 0,070                    |
| B                            | + 0,431                    |
| C                            | + 0,410                    |

2. In the second stage, the voltage is measured in the same model installation but with suppressors.

The insertion loss of the suppressors is determined according to the formula:

$$A = U_1 - U_2$$

where:

$U_1$  = interference voltage measured in the model installation *without* suppressors, expressed in dB (1  $\mu$ V)

$U_2$  = interference voltage measured in the model installation *with* suppressors investigated, expressed in dB (1  $\mu$ V)

*Note.* — During the measurements in both stages, conditions must be the same in respect of:

- length and geometry of the ignition cables;
- distributor speed;
- pressure in the pressure box with the spark plugs.

#### 7.2.4 Method of checking the test stand for absence of self-resonances

Resonances can be detected from the shape of the frequency characteristic of the stand, i.e. from the shape of the curve of output voltage as a function of frequency when radiated power is maintained constant.

Checking is performed in the circuit given in Figure 17, page 39. The model installation is replaced by a quaterwave rod antenna fed from the signal generator. Radiated power is given by:

$$P = \left( \frac{E}{R_g + R_a} \right)^2 \cdot R_a$$

where:

$R_g$  = output resistance of the generator (equal to the characteristic impedance of the cable feeding the antenna)

$R_a$  = input resistance of the antenna

$E$  = e.m.f. of the generator

For each frequency checked, the antenna length is changed so that its input impedance is resistive. Then, knowing the input resistance of the antenna, the e.m.f. of the generator is regulated so that the radiated power is the same for each frequency.

Absence of variation in the curve of voltage as a function of frequency indicates the absence of resonances.

#### 7.3 Examples of correlation between the results of insertion loss measurements of ignition suppressors (comparison of the three methods)

##### 7.3.1 Correlation between the results obtained with the field comparison method and the standard 50 (75) $\Omega$ laboratory method.

Correlation coefficients are given in Table I.

TABLE I

| Resistor designation | Correlation coefficient |
|----------------------|-------------------------|
| A                    | –0.070                  |
| B                    | +0.431                  |
| C                    | +0.410                  |

Les résistances utilisées sont décrites dans le tableau II.

TABLEAU II

| Désignation de la résistance | Type de résistance | Valeur nominale de la résistance | Dimensions en millimètres | Nombre d'échantillons |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| A                            | Bobine             | 8 kΩ                             | Ø 4,0 × 17                | 5                     |
| B                            | Masse moulée       | 7,7 kΩ                           | Ø 3,5 × 17                | 5                     |
| C                            | Spécial            | 5 kΩ/5 kV                        | Ø 4,0 × 17                | 5                     |

### 7.3.2 Corrélation entre les résultats obtenus par la méthode d'installation de modèle en laboratoire et par la méthode de comparaison du champ

#### 7.3.2.1 Système d'allumage d'un moteur à un cylindre

Les coefficients de corrélation sont donnés dans le tableau III.

TABLEAU III

| Désignation de la résistance | Coefficient de corrélation |
|------------------------------|----------------------------|
| A                            | +0,643                     |
| B                            | +0,844                     |
| C                            | +0,605                     |

Les types de résistances sont donnés dans le tableau II.

Pour les mesures de comparaison du champ, un motorcycle a été utilisé avec le même système d'allumage et avec les mêmes éléments d'antiparasitage que dans l'installation de modèle.

#### 7.3.2.2 Système d'allumage d'un moteur à quatre cylindres

Les coefficients de corrélation sont donnés dans le tableau IV.

TABLEAU IV

| Symbole de la variante | Coefficients de corrélation pour des positions différentes de l'antenne par rapport au véhicule et pour différentes polarisations mesurées |          |             |          |                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|----------|----------------------------------------------|
|                        | Côté droit                                                                                                                                 |          | Côté gauche |          | Les deux positions et polarisations ensemble |
|                        | Horizontal                                                                                                                                 | Vertical | Horizontal  | Vertical |                                              |
| A                      | 0,778                                                                                                                                      | 0,807    | 0,824       | 0,718    | 0,732                                        |
| B                      | 0,914                                                                                                                                      | 0,618    | 0,819       | 0,775    | 0,812                                        |
| C                      | 0,284                                                                                                                                      | 0,668    | 0,662       | 0,417    | 0,515                                        |
| D                      | 0,540                                                                                                                                      | 0,872    | 0,654       | 0,538    | 0,617                                        |
| E                      | 0,593                                                                                                                                      | 0,852    | 0,761       | 0,697    | 0,706                                        |

A, B, C, D et E désignent les variantes de jeux d'éléments d'antiparasitage décrites dans le tableau V.

The resistors used are described in Table II.

TABLE II

| Resistor designation | Resistor type | Rated resistance | Dimensions in millimetres | Sample size |
|----------------------|---------------|------------------|---------------------------|-------------|
| A                    | Wire-wound    | 8 kΩ             | ∅ 4.0 × 17                | 5           |
| B                    | Composition   | 7.7 kΩ           | ∅ 3.5 × 17                | 5           |
| C                    | Special       | 5 kΩ/5 kV        | ∅ 4.0 × 17                | 5           |

### 7.3.2 Correlation between the results obtained with the model installation laboratory method and the field comparison method

#### 7.3.2.1 Ignition system of a single-cylinder engine

Correlation coefficients are given in Table III.

TABLE III

| Resistor designation | Correlation coefficient |
|----------------------|-------------------------|
| A                    | +0.643                  |
| B                    | +0.844                  |
| C                    | +0.605                  |

Resistor types are given in Table II.

For field comparison measurements, a motor-cycle was used with the same ignition system and suppressors as in the model installation.

#### 7.3.2.2 Ignition system of a four-cylinder engine

Correlation coefficients are given in Table IV.

TABLE IV

| Variant symbol | Correlation coefficients for various positions of the antenna in relation to the car and for various polarizations measured |          |                |          |                                           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|----------|-------------------------------------------|
|                | Right-hand side                                                                                                             |          | Left-hand side |          | Both positions and polarizations together |
|                | Horizontal                                                                                                                  | Vertical | Horizontal     | Vertical |                                           |
| A              | 0.778                                                                                                                       | 0.807    | 0.824          | 0.718    | 0.732                                     |
| B              | 0.914                                                                                                                       | 0.618    | 0.819          | 0.775    | 0.812                                     |
| C              | 0.284                                                                                                                       | 0.668    | 0.662          | 0.417    | 0.515                                     |
| D              | 0.540                                                                                                                       | 0.872    | 0.654          | 0.538    | 0.617                                     |
| E              | 0.593                                                                                                                       | 0.852    | 0.761          | 0.697    | 0.706                                     |

A, B, C, D and E designate variants of the sets of suppressors as described in Table V.

TABLEAU V

| Symbole de la variante | Type du câble d'allumage | Type de la résistance      |                           | Remarques                |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                        |                          | Sur la bougie d'allumage   | Sur le distributeur       |                          |
| O                      | Sans résistance          | Court-circuité             | Court-circuité            | Disposition de référence |
| A                      | Sans résistance          | 9 k $\Omega$ bobiné        | Court-circuité            |                          |
| B                      | Sans résistance          | 10 k $\Omega$ masse moulée | Court-circuité            |                          |
| C                      | Sans résistance          | 9 k $\Omega$ bobiné        | 5 k $\Omega$ masse moulée |                          |
| D                      | Sans résistance          | 10 k $\Omega$ masse moulée | 5 k $\Omega$ masse moulée |                          |
| E                      | Câble résistant          | Court-circuité             | Court-circuité            |                          |

Dans chaque cas, des jeux d'éléments d'antiparasitage identiques ont été utilisés, c'est-à-dire les résistances sur les bougies d'allumage et les cinq câbles résistants étaient identiques.

Pour les mesures, un véhicule muni d'un moteur de 1300 cm<sup>3</sup> était utilisé.

### 7.3.3 Exemples de résultats de mesures

Dans les figures 18 et 19, page 40, sont représentés des exemples de résultats de mesure de l'affaiblissement d'insertion obtenus avec les trois méthodes décrites.

Pour un système à plusieurs cylindres (figure 19), seuls les résultats obtenus par la méthode d'installation de modèle et par la méthode de comparaison du champ sont comparés parce que la méthode normalisée de 50 (75)  $\Omega$  en laboratoire ne permet pas la mesure de jeux d'éléments d'antiparasitage.

TABLE V

| Variant symbol | Type of ignition cable | Resistor type             |                          | Remarks               |
|----------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                |                        | At the spark-plug         | At the distributor       |                       |
| O              | Without resistance     | Short-circuited           | Short-circuited          | Reference arrangement |
| A              | Without resistance     | 9 k $\Omega$ wire-wound   | Short-circuited          |                       |
| B              | Without resistance     | 10 k $\Omega$ composition | Short-circuited          |                       |
| C              | Without resistance     | 9 k $\Omega$ wire-wound   | 5 k $\Omega$ composition |                       |
| D              | Without resistance     | 10 k $\Omega$ composition | 5 k $\Omega$ composition |                       |
| E              | Resistive cable        | Short-circuited           | Short-circuited          |                       |

In each case, identical sets of elements were used, i.e. the resistors at the spark-plugs and the five resistive cables were identical.

For the measurements, a car with an engine of 1300 cm<sup>3</sup> was used.

### 7.3.3 Examples of the results of measurements

In Figures 18 and 19, page 40, examples of results of insertion loss measurements with the three methods described are shown.

For a multi-cylinder system (Figure 19), only results obtained with the model installation method and the field comparison method are compared, because the standard 50 (75)  $\Omega$  laboratory method does not allow measurements of sets of suppressors.

## ANNEXE A

### ANALYSE STATISTIQUE DES RÉSULTATS DE MESURE

La condition qui suit doit être remplie pour permettre d'assurer, avec une probabilité de 80 %, que 80% des véhicules construits en série sont conformes à la limite spécifiée  $L$ .

$$\bar{x} + kS_n \leq L$$

où:

$\bar{x}$  = moyenne arithmétique des résultats sur  $n$  véhicules

$k$  = facteur statistique dépendant de  $n$  extrait du tableau ci-dessous:

| $n = 6$    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| $k = 1,42$ | 1,35 | 1,30 | 1,27 | 1,24 | 1,21 | 1,20 |

$S_n$  = écart type des résultats sur  $n$  véhicules

$$S_n^2 = \Sigma (x - \bar{x})^2 / (n - 1)$$

$x$  = résultat individuel

$L$  = limite spécifiée

$S_n$ ,  $x$ ,  $\bar{x}$  et  $L$  sont exprimés en dB (1  $\mu\text{V/m}$ ).

Si le premier échantillon de  $n$  véhicules ne satisfait pas aux spécifications, un deuxième échantillon de  $n$  véhicules doit être soumis à l'essai et tous les résultats sont considérés comme venant d'un lot de  $2n$  véhicules.

## APPENDIX A

### STATISTICAL ANALYSIS OF THE RESULTS OF MEASUREMENT

The following condition must be fulfilled in order to ensure, with an 80% degree of confidence, that 80% of mass-produced vehicles conform to a specified limit  $L$ .

$$\bar{x} + kS_n \leq L$$

where:

$\bar{x}$  = arithmetical mean of the results on  $n$  vehicles

$k$  = statistical factor dependent on  $n$  given by the following table:

|            |      |      |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| $n = 6$    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| $k = 1.42$ | 1.35 | 1.30 | 1.27 | 1.24 | 1.21 | 1.20 |

$S_n$  = standard deviation of the results on  $n$  vehicles

$$S_n^2 = \Sigma (x - \bar{x})^2 / (n - 1)$$

$x$  = individual result

$L$  = specified limit

$S_n$ ,  $x$ ,  $\bar{x}$  and  $L$  are expressed in dB (1  $\mu$ V/m).

If a first sample of  $n$  vehicles does not meet the specifications, a second sample of  $n$  vehicles shall be tested and all results are assessed as coming from a sample of  $2n$  vehicles.

## ANNEXE B

### GUIDE POUR L'ÉQUIPEMENT D'ANTIPARASITAGE

La présente annexe donne, à titre indicatif, des exemples d'équipements d'antiparasitage, qui ont donné satisfaction pour de nombreux véhicules dans un grand nombre de pays (voir la figure 2, page 31). Ces procédés n'ont pas été vérifiés dans tous les cas dans d'autres pays. Il n'est pas possible de spécifier des méthodes précises d'antiparasitage qui seraient satisfaisantes pour tous les types de véhicules à moteur, parce que la conception de chaque véhicule ou de chaque moteur a un grand effet sur l'amplitude de la perturbation engendrée ou rayonnée. Par exemple, le niveau de perturbation dépend de la disposition des composants du système d'allumage et des longueurs des conducteurs de connexion. De tels conducteurs ne doivent pas être proches des tôles de capots, dans lesquelles des courants créant des perturbations peuvent être induits. Les conducteurs doivent, autant que possible, suivre des trajets proches du bloc-moteur.

Dans le tableau suivant, les véhicules et les moteurs sont divisés en deux groupes, les méthodes d'antiparasitage pouvant différer suivant que la présence ou l'absence d'une carrosserie métallique contribue ou non à limiter le rayonnement.

#### Exemples d'équipement d'antiparasitage

Les lettres et les chiffres ci-après se réfèrent à la figure 2.

|                                                                                                           | Moteurs avec distributeur                                                                                                                                                                                                  | Moteurs sans distributeur |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Véhicules à capot de moteur métallique ou possédant un système d'allumage sous boîtier métallique spécial | A avec 2 ou 3 ou 4<br>ou B avec 1 ou 2 ou 3 ou 4<br>ou C avec 1 ou 2 ou 3 ou 4<br>ou D (tous les fils de bougie) avec 1 ou 2<br>ou D (tous les fils)<br>ou E (tous les fils de bougie) avec 1 ou 2<br>ou E (tous les fils) | A ou B ou C<br>ou D ou E  |
| Véhicules sans capot de moteur métallique, motocycles, vélomoteurs                                        | B avec 3 ou 4<br>ou C avec 3 ou 4<br>ou B avec D (tous les fils)<br>ou B avec E (tous les fils)<br>ou C avec D (tous les fils)<br>ou C avec E (tous les fils)                                                              | B ou C                    |

Le blindage des embouts de bougie (B) doit être en bon contact électrique avec le corps de la bougie.

## APPENDIX B

### GUIDANCE FOR SUPPRESSION EQUIPMENT

This appendix gives for guidance examples of suppression arrangements which have been found satisfactory for very many vehicles in a number of countries (see Figure 2, page 31). These devices have not in all cases been verified in other countries. It is not possible to specify precise methods of suppression which will be satisfactory for all types of motor vehicles because features in the design of a vehicle or engine have a great effect on the magnitude of the interference generated or radiated. For example, the level of interference is dependent on the disposition of the ignition components and the lengths of the connecting cables. Such cables should not run close to metallic bodywork in which interference currents may be induced. The cables should, as far as possible, follow paths close to the engine block.

In the following table, vehicles and engines are divided into two groups for the purpose of specifying suppression methods because some assistance in suppression is often given by the metal body of a vehicle and more suppression may be needed where no metal body exists.

#### *Examples of suppression equipment*

The letters and figures below are those shown in Figure 2.

|                                                                                  | Engines with distributor                                                                                                                                                                                     | Engines without distributor |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Vehicles with metallic engine enclosures or special metallic ignition enclosures | A with 2 or 3 or 4<br>or B with 1 or 2 or 3 or 4<br>or C with 1 or 2 or 3 or 4<br>or D (all spark plug leads) with 1 or 2<br>or D (all leads)<br>or E (all spark plug leads) with 1 or 2<br>or E (all leads) | A or B or C<br>or D or E    |
| Vehicles without metallic engine enclosures, motor-cycles, mopeds                | B with 3 or 4<br>or C with 3 or 4<br>or B with D (all leads)<br>or B with E (all leads)<br>or C with D (all leads)<br>or C with E (all leads)                                                                | B or C                      |

The metallic screen of screened plug suppressors (B) must make firm electrical contact with the body of the spark plug.

## ANNEXE C

### DIFFÉRENCES DE CONCEPTION DE VÉHICULES À MOTEUR INFLUENÇANT LE RAYONNEMENT PARASITE

Comme guide pour les essais et l'homologation, il devrait être noté que certaines différences dans la conception des véhicules n'ont pas une influence significative sur le rayonnement parasite de l'allumage. Pour cette raison, des mesures sur une seule variante peuvent avoir valeur d'exemple, et cette variante peut être utilisée comme base pour l'évaluation des caractéristiques de construction de véhicules routiers dans la mesure où celles-ci influent sur le rayonnement parasite.

Les différences de conception\* de véhicules routiers suivantes ont peu d'influence sur le rayonnement de l'allumage:

- a) Véhicules à deux portes ou à quatre portes, ou camionnettes de longueur hors tout similaire.
- b) Différences portant sur la conception de la calandre, pourvu que celle-ci soit en métal, qu'elle offre approximativement la même proportion d'ouvertures et qu'elle soit montée approximativement de la même façon.
- c) Forme des garde-boue ou contour du capot.
- d) Grandeur différente des roues ou pneus.
- e) Bougies d'allumage ordinaires du type non résistant de différentes provenances, pourvu que celles-ci aient des caractéristiques électriques équivalentes (capacité, inductance, résistance).
- f) Bobines et distributeurs de différentes provenances, pourvu que ces éléments aient des caractéristiques électriques équivalentes (capacité, inductance, résistance).
- g) Enjoliveurs, dispositifs de chauffage ou dispositifs de climatisation, occupant le même emplacement.

Les différences de conception\* suivantes peuvent avoir une influence significative sur le rayonnement de l'allumage:

- a) Différences significatives du taux de compression.
- b) Utilisation de garde-boue, de toits ou de panneaux de carrosserie en matière plastique ou métallique.
- c) Grandeur, forme et emplacement des filtres à air métalliques et utilisation de matière plastique à la place du métal pour les filtres à air ou inversement.
- d) Emplacement du distributeur et de la bobine sur le moteur ou dans le compartiment moteur.
- e) Grandeur et forme du compartiment moteur et emplacement du faisceau de câbles haute tension.
- f) Différences significatives dans l'ouverture du compartiment moteur autour des roues.
- g) Direction à droite ou à gauche si l'emplacement d'autres éléments ou pièces en est affecté.
- h) Véhicules équipés d'un ou de plusieurs moteurs auxiliaires pour des buts autres que la propulsion.

---

\* Cette liste ne comprend pas toutes les différences possibles; elle ne donne que des exemples.

## APPENDIX C

### CONSTRUCTION FEATURES OF MOTOR VEHICLES AFFECTING THE RADIATION OF INTERFERENCE

For guidance in testing and approval, it should be noted that some differences in vehicle construction are unlikely to have a significant effect on the ignition interference radiation. For this reason, measurements on one variant may be considered as being typical and such a variant may be used as the basis for the assessment of the design characteristics of road vehicles in so far as they affect the interference radiation.

The following construction differences\* have little effect on ignition radiation:

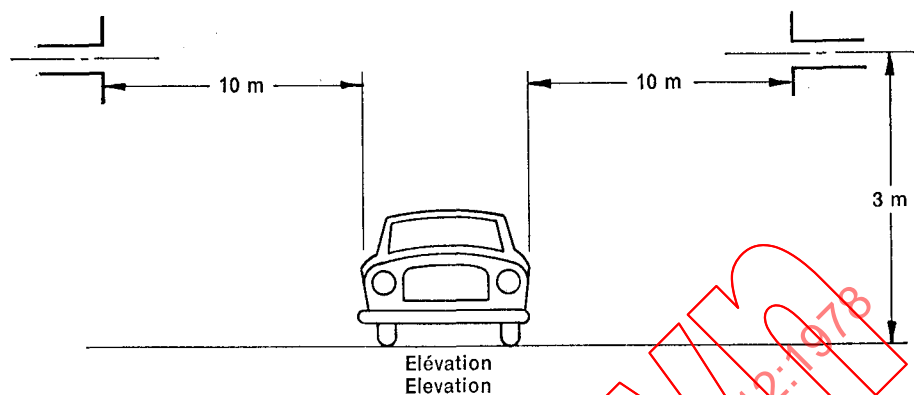
- a) Two-door or four-door vehicles or station-wagons of similar overall length.
- b) Differences in radiator grille construction provided that grilles are of metal, offer approximately the same proportion of clear opening and have approximately the same mounting.
- c) Shape of fenders or contour of hood/bonnet.
- d) Different size wheels or tyres.
- e) Ordinary non-resistive spark plugs of different makes, provided they have equivalent electrical characteristics (capacitance, inductance, resistance).
- f) Coils and distributors of different makes, provided they have equivalent electrical characteristics (capacitance, inductance, resistance).
- g) Decorative ornamentations, heaters or air conditioners, occupying the same location.

The following construction differences\* can be expected to have a significant effect on ignition radiation:

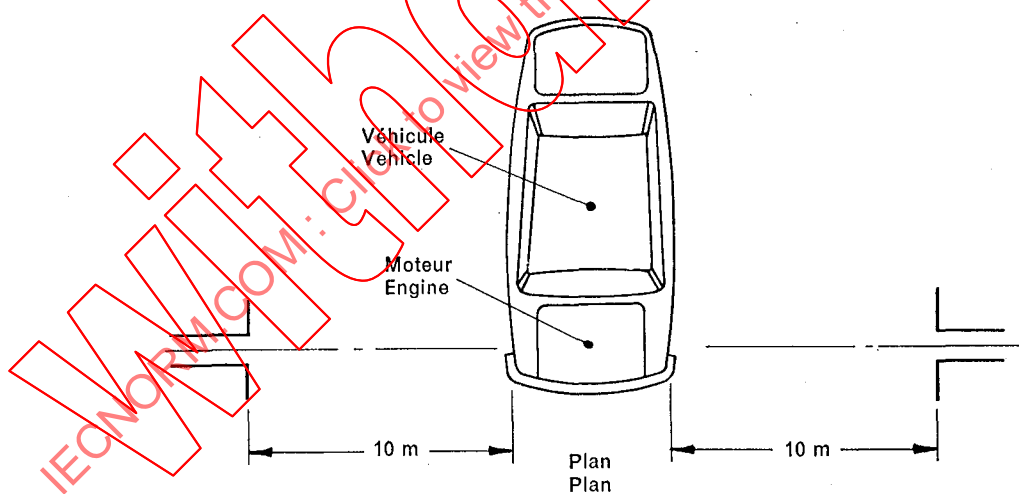
- a) Significant differences in compression ratio.
- b) Use of plastic or metallic fenders, roofs or body panels.
- c) Size, shape and location of metallic air cleaners and use of plastic rather than metallic air cleaners or vice-versa.
- d) Location of distributor and coil on the engine, or in the engine compartment.
- e) Size and shape of the engine compartment and location of the high-voltage harness.
- f) Significant differences in the clear opening of engine compartment around the wheels.
- g) Right or left hand steering as it may affect the position of the other components or parts.
- h) Vehicles having auxiliary engine(s) for purposes other than propulsion.

---

\* This list is not all-inclusive, it is a set of examples only.



Position de dipôle pour la mesure de la composante verticale du champ rayonné.  
Dipole antenna in position to measure vertical component of the radiation.



Position de dipôle pour la mesure de la composante horizontale du champ rayonné.  
Dipole antenna in position to measure horizontal component of the radiation.

FIG. 1. — Position de l'antenne par rapport à un véhicule (paragraphe 5.5.3).  
Position of antenna relative to a vehicle (Sub-clause 5.5.3).

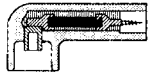
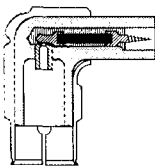
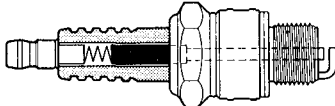
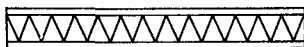
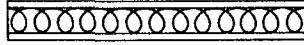
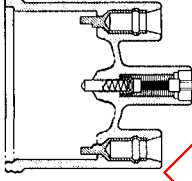
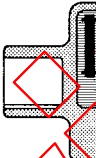
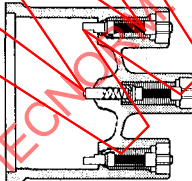
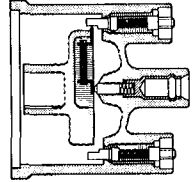
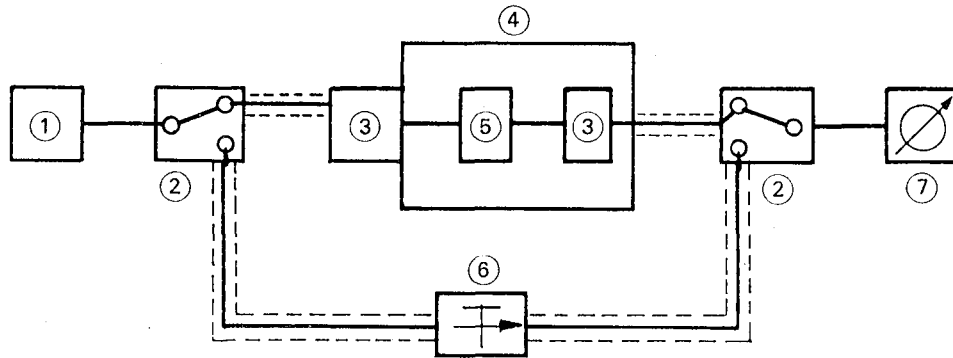
|          |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> |    | Embout résistant<br>Spark plug suppressor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>B</b> |    | Embout résistant blindé<br>Screened spark plug suppressor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>C</b> |    | Bougie d'allumage avec résistance incorporée<br>Suppressed spark plug or resistive spark plug                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>D</b> |    | Câble résistant<br>Resistive cable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>E</b> |    | Câble réactif<br>Reactive cable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>1</b> |   | Couvercle de distributeur avec résistance incorporée dans le balai central ou dans le plot central de sortie<br>Distributor cap with inbuilt central resistor (resistive brush or central plug-in or built-in resistor)                                                                                                                                                     |
| <b>2</b> |  | Rotor avec résistance incorporée<br>Resistive rotor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>3</b> |  | Couvercle de distributeur avec résistances incorporées dans les plots de sortie ou à l'extrémité des câbles près du couvercle de distributeur. La résistance centrale peut consister d'un balai résistant<br>Distributor cap with inbuilt resistors in the distributor cap outlets or in the cables near the distributor cap. The central resistor may be a resistive brush |
| <b>4</b> |  | Couvercle de distributeur avec rotor à résistance incorporée et résistances dans toutes les sorties pour les fils de bougie<br>Distributor cap with resistive rotor and resistors in all spark plug outlets                                                                                                                                                                 |

FIG. 2. — Equipements d'antiparasitage (paragraphe 6.1.2 note et annexe B).  
Suppression equipment (Sub-clause 6.1.2 note and Appendix B).



- |                                                                 |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| ① générateur de signaux<br>signal generator                     | ⑤ spécimen en essai<br>specimen under test                        |
| ② commutateur coaxial<br>coaxial switch                         | ⑥ atténuateur variable étalonné<br>calibrated variable attenuator |
| ③ atténuateur fixe en T (10 dB)<br>fixed "T" attenuator (10 dB) | ⑦ indicateur<br>output indicator                                  |
| ④ boîte d'essai<br>test box                                     |                                                                   |

*Note.* — ①, ②, ③, ④ et ⑤ doivent avoir la même impédance caractéristique.  
Items ①, ②, ③, ④ and ⑤ must have the same characteristic impedance.

FIG. 3. — Circuit d'essai (paragraphe 7.1).  
Test circuit (Sub-clause 7.1)

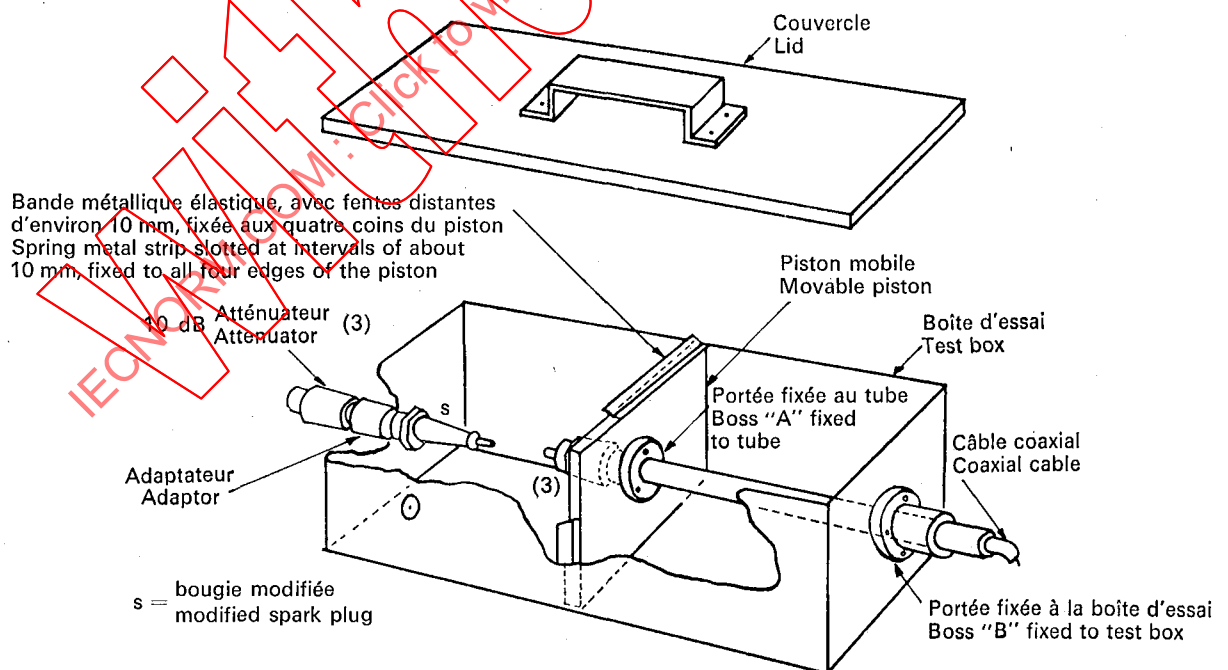
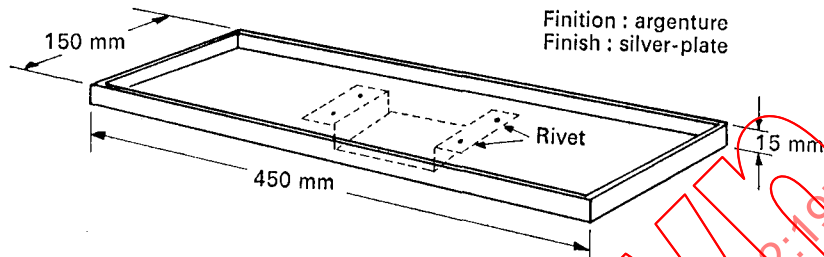


FIG. 4. — Disposition générale de la boîte d'essai (paragraphe 7.1).  
General arrangement of the test box (Sub-clause 7.1).



Note. — Couvercle à section droite en U destiné à obtenir un emboîtement serré sur la partie supérieure de la boîte d'essai.  
Lid made to give U-shaped overlapping push fit on to upper face of the test box.

FIG. 5. — Détails du couvercle de la boîte d'essai (paragraphe 7.1).  
Details of the test box lid (Sub-clause 7.1).

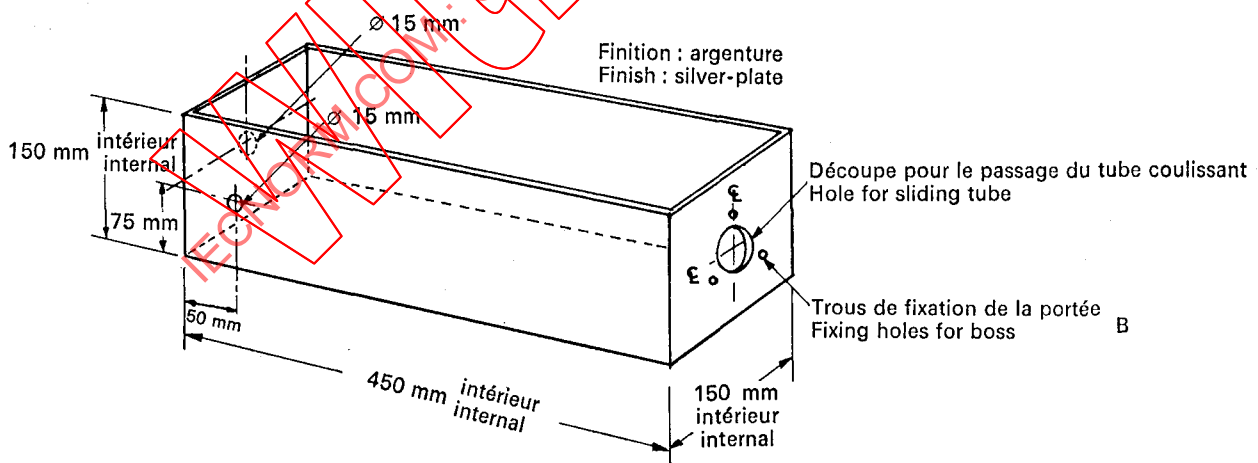


FIG. 6. — Détails de la boîte d'essai (paragraphe 7.1).  
Details of the test box (Sub-clause 7.1).