

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
1985-01

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**Perturbations des communications
radiotéléphoniques mobiles en présence de bruit
impulsif; méthodes d'appréciation de la dégradation
et méthodes pour améliorer le fonctionnement**

**Interference to mobile radiocommunications
in the presence of impulsive noise; methods of
judging degradation and measures to improve
performance**



Numéro de référence
Reference number
CISPR 21: 1985

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI et du CISPR est constamment revu par la Commission et par le CISPR afin qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

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

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

Terminologie 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 CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Pour les termes concernant les perturbations radio-électriques, voir le chapitre 902.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*;

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027 ou CEI 60617, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

* «Site web» de la CEI <http://www.iec.ch>

Revision of this publication

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

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

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

Terminology 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 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

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 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*;

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027 or IEC 60617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

* IEC web site <http://www.iec.ch>

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
1985-01

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**Perturbations des communications
radiotéléphoniques mobiles en présence de bruit
impulsif; méthodes d'appréciation de la dégradation
et méthodes pour améliorer le fonctionnement**

**Interference to mobile radiocommunications
in the presence of impulsive noise; methods of
judging degradation and measures to improve
performance**

© IEC 1985 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

G

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**PERTURBATIONS DES COMMUNICATIONS
RADIOTÉLÉPHONIQUES MOBILES EN PRÉSENCE DE BRUIT IMPULSIF;
MÉTHODES D'APPRÉCIATION DE LA DÉGRADATION,
ET MÉTHODES POUR AMÉLIORER LE FONCTIONNEMENT**

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 des recommandations du C.I.S.P.R., dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre les recommandations 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 et a reçu le statut de Rapport du C.I.S.P.R. qui, conformément aux définitions de la Publication 10 du C.I.S.P.R., est «un exposé donné pour information indiquant les résultats d'études portant sur des sujets techniques concernant le C.I.S.P.R.».

Cette publication devient donc le Rapport n° 57 du C.I.S.P.R.

Article ou paragraphe	Statut	Document C.I.S.P.R./D (Secrétariat)...	Notes: approuvé
all	Rapport n° 57	30	Paris, 1984

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente publication:

- Publication n° 489-3 (1979): Méthodes de mesure applicables au matériel de radiocommunication utilisé dans les services mobiles, Troisième partie: Récepteurs conçus pour les émissions A3 ou F3.
- Publication du C.I.S.P.R. n° 12 (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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**INTERFERENCE TO MOBILE RADIOCOMMUNICATIONS
IN THE PRESENCE OF IMPULSIVE NOISE;
METHODS OF JUDGING DEGRADATION
AND MEASURES TO IMPROVE PERFORMANCE**

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. recommendation 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 and was given the status of a C.I.S.P.R. Report which according to the definitions of C.I.S.P.R. Publication 10 is "A statement issued for information giving results of studies on technical matters relating to the C.I.S.P.R."

Consequently this publication is C.I.S.P.R. Report No. 57.

Clause or sub-clause	Status	Document C.I.S.P.R./D (Secretariat)...	Notes: Approved
all	Report No. 57	30	Paris, 1984

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications No. 489-3 (1979): Methods of Measurement for Radio Equipment Used in the Mobile Services, Part 3: Receivers for A3 or F3 Emissions.
- C.I.S.P.R. Publication No. 12 (1978): Limits and Methods of Measurement of Radio Interference Characteristics of Vehicles, Motor Boats, and Spark Ignited Engine-drive Devices.

PERTURBATIONS DES COMMUNICATIONS RADIOTÉLÉPHONIQUES MOBILES EN PRÉSENCE DE BRUIT IMPULSIF; MÉTHODES D'APPRÉCIATION DE LA DÉGRADATION, ET MÉTHODES POUR AMÉLIORER LE FONCTIONNEMENT

1. Domaine d'application

La présente contribution du Sous-Comité D du C.I.S.P.R est une réponse partielle à la Question d'Etude 86: Perturbation des communications radiotéléphoniques mobiles par le système d'allumage d'un seul véhicule et d'un groupe de véhicules.

2. Introduction

Pendant de nombreuses années, le Sous-Comité D du C.I.S.P.R a poursuivi activement l'étude des problèmes liés aux perturbations du système d'allumage. De nombreux programmes d'essai utilisant la transmission de la parole ont été menés aux Etats-Unis d'Amérique pour tenter de mettre au point une méthode de mesure objective qui permettrait d'obtenir une bonne corrélation avec les effets subjectifs de dégradation en radiocommunication mobile; les résultats ont été une réussite partielle. Le Rapport du C.I.S.P.R. résume les conclusions auxquelles on est parvenu, donne des indications pour la conception des récepteurs de service mobile et suggère le besoin de spécifications mondiales pour l'immunité au bruit des récepteurs.

Les essais subjectifs se sont montrés efficaces pour évaluer la dégradation de la réception. Des deux méthodes utilisées, celle qui se réfère à l'intelligibilité s'est montrée supérieure à celle qui se réfère à la gêne pour caractériser l'effet du bruit radioélectrique sur une liaison de radiocommunication. Cependant la corrélation avec la plupart des mesures effectuées (essais objectifs) pendant les essais subjectifs était mauvaise. La méthode de codage linéaire prédictif (LPC) donnait une bonne corrélation avec les essais d'intelligibilité (méthode subjective). Toutefois, les essais subjectifs sont préférés en raison de leur moindre complexité et du moindre coût qui en résulte.

3. Méthode d'appréciation de la dégradation d'une voie radioélectrique

3.1 Introduction

La sous-question 6 de la Question d'Etude 86 demande «Quelles sont les méthodes connues actuellement pour déterminer la détérioration et quelle est l'exactitude d'une prédiction se fondant sur ces méthodes?»

Des programmes d'essais ont été conduits aux Etats-Unis d'Amérique par la Federal Communications Commission (FCC) [1]* et la Motor Vehicle Manufacturers Association (MVMA) [2]. Ces programmes d'essais ont été orientés vers la recherche d'une meilleure compréhension de l'influence des véhicules à moteur sur la réception des radiocommunications.

La dégradation des systèmes de radiocommunications fut évaluée dans ces essais subjectivement et objectivement à de nombreuses fréquences de réception en utilisant plusieurs types de sources de bruit d'allumage d'automobile, telles que flux de circulation ou groupe de véhicules à emplacement contrôlé, pour les essais. La corrélation entre diverses valeurs de dégradation obtenues par essais objectifs ou subjectifs fut étudiée en utilisant les échelles de notation utilisées par la FCC et la MVMA pour l'évaluation de la qualité de la communication.

* S'applique à l'article 6: Références.

INTERFERENCE TO MOBILE RADIOCOMMUNICATIONS IN THE PRESENCE OF IMPULSIVE NOISE; METHODS OF JUDGING DEGRADATION AND MEASURES TO IMPROVE PERFORMANCE

1. Scope

This contribution by C.I.S.P.R. Sub-Committee D is a partial answer to Study Question 86: Interference to Mobile Radio Communications by Ignition Systems of Individual and Groups of Vehicles.

2. Introduction

For many years, C.I.S.P.R. Sub-Committee D has actively pursued the problems associated with ignition system interference. Numerous test programmes have been conducted in the United States of America using voice transmissions in an attempt to develop a simple, objective measurement which would correlate well with the subjective effects of mobile radio degradation; the results have been partially successful. This C.I.S.P.R. Report summarizes the conclusions which have been reached, gives suggestions for mobile receiver design, and proposes the need for world-wide receiver noise immunity specifications.

Subjective tests have proved to be effective in rating mobile receiver degradation. Of the two subjective rating methods in use, intelligibility was determined to be superior to annoyance in characterizing the effect of radio noise on a communication link. Most objective measurements taken during the subjective testing, however, showed poor correlation. The Linear Predictive Coding (LPC) method showed good correlation with the subjective intelligibility test method. Subjective tests are preferred, however, because of their reduced complexity and resulting lesser cost.

3. Survey of methods of judging degradation to a radio channel

3.1 Introduction

Sub-question 6 of Study Question 86 asks, "What are the presently known methods for determining degradation and what is the predictive accuracy of these methods?"

Test programmes have been conducted in the United States of America by the Federal Communications Commission (FCC) [1]* and the Motor Vehicle Manufacturers Association (MVMA) [2]. These test programmes have been directed toward providing a better understanding of the effects of motor vehicles on mobile communications reception.

The tests measured the degradation to communications systems subjectively and objectively at numerous receiver frequencies using several classes of automotive ignition noise sources such as a traffic stream and a controlled matrix of vehicles. Correlation between various objective and subjective measures of degradation was studied using rating scales employed by the FCC and MVMA for grading communication quality.

* Applies to Clause 6: References.

3.2 Essais subjectifs de gêne

Les essais subjectifs de dégradation furent conduits par la FCC en utilisant un seul véhicule et des groupes de véhicules simulant des cas de circulation. La FCC proposa et utilisa une échelle de notation de la gêne traditionnellement utilisée pour déterminer l'influence du bruit ambiant sur: l'efficacité du travail, les taux d'accident et la fatigue du personnel:

Grade	L'effet perturbateur était:
5	imperceptible
4	perceptible
3	gênant
2	très gênant
1	si mauvais que la présence de la parole est à peine discernable

Le système de notation précédent est très proche de celui défini dans la Recommandation 562-1 du CCIR qu'il convient d'utiliser dans les travaux futurs relatifs aux essais de gêne.

Qualité	Dégradation
5 excellente	5 imperceptible
4 bonne	4 perceptible, mais non gênante
3 assez bonne	3 perceptible, légèrement gênante
2 médiocre	2 gênante
1 mauvaise	1 très gênante

La gêne est de nature extrêmement subjective [3]. On a trouvé que le degré de gêne dépend d'un grand nombre de facteurs physiques et psychologiques variables (comprenant la maladie, la fatigue, les rapports entre personnes, les problèmes familiaux).

3.3 Essais subjectifs d'intelligibilité

Les systèmes de radiocommunication de service mobile étant utilisés en premier lieu pour transmettre des messages parlés, les caractéristiques fonctionnelles de tels systèmes devraient être fondées en premier lieu sur l'intelligibilité du signal reçu en présence de bruit d'allumage.

Le procédé le plus ordinaire pour déterminer l'intelligibilité d'une voie téléphonique est une méthode subjective nécessitant un jury de locuteurs et d'auditeurs entraînés qui définissent directement le pourcentage de paroles intelligibles. Ces procédures ont le mérite de pouvoir produire des résultats répétitifs. Malheureusement cette méthode est coûteuse et longue. Il en résulte qu'elle n'est pas largement utilisée [4].

L'échelle subjective d'intelligibilité proposée par la MVMA est:

Grade	Définition
5	message très bien compris
4	message assez bien compris
3	pense avoir compris mais en devinant quelques mots
2	message à peine discernable
1	impossible de déceler la parole

3.4 Méthode d'essai d'intelligibilité

En commençant au niveau du signal d'entrée correspondant à une réduction du bruit de 20 dB en présence de bruit impulsif mais la source de bruit d'allumage du véhicule étant inactive, le niveau du signal d'entrée fut réduit par décrets de 1 dB, la qualité étant notée par le jury après chaque diminution jusqu'à ce qu'un niveau correspondant à la note 1 (la plus mauvaise) soit atteint. Le niveau d'entrée à fréquence radioélectrique fut ensuite augmenté par accroissement de 1 dB jusqu'à ce que le niveau du signal d'entrée correspondant à une réduction du bruit de 20 dB en présence de bruit impulsif soit à nouveau atteint.

3.2 Subjective tests of annoyance

Subjective degradation tests were conducted by the FCC using a single vehicle and groups of vehicles simulating traffic patterns. The FCC proposed and used a Subjective Jury rating scale based upon annoyance which had been used traditionally to determine the effects of ambient noise on job performance, accident rate, and fatigue of personnel:

Grade	Interfering effect was:
5	almost nil
4	noticeable
3	annoying
2	very annoying
1	so bad that the presence of speech is barely discernible

This grade system is very nearly the same as that given in CCIR Recommendation 562-1 which should be used for future work if annoyance testing is conducted.

Quality	Impairment
5 excellent	5 imperceptible
4 good	4 perceptible, but not annoying
3 fair	3 slightly annoying
2 poor	2 annoying
1 bad	1 very annoying

Annoyance is a highly subjective psychological reaction [3]. The degree of annoyance caused by audible noise has been found to be influenced by a large number of variable physical and psychological factors (including illness, fatigue, status of interpersonal relations, and family problems).

3.3 Subjective tests of intelligibility

Since land mobile communication systems are used primarily to transmit voice messages, the performance of such systems should be based primarily on the intelligibility of the received signal in the presence of ignition noise.

The most common procedure for determining the intelligibility of a voice channel is a subjective method involving trained speakers and listener jury panels that directly score the percentage of speech that is intelligible. These schemes have the desirable property that they produce repeatable results. Unfortunately, subjective scoring methods are expensive and time consuming. As a result, they are not widely used [4].

The subjective scale for intelligibility proposed by the MVMA is:

Grade	Description
5	could understand the message extremely well
4	could understand the message fairly well
3	think I understood, but had to guess at some words
2	could barely discern the message
1	couldn't detect speech at all

3.4 Intelligibility test method

Beginning at 20 dB quieting with the vehicle ignition noise source off, the radio frequency input level was reduced by 1 dB decrements and scored at each decrement by the jury until the jury reached level "1" (worst). Then the radio frequency input level was increased by 1 dB increments until the 20 dB quieting level was again reached.

Le niveau d'entrée à fréquence radioélectrique fut ensuite augmenté par accroissement de 3 dB jusqu'à ce que le jury attribue la note 5 (la meilleure). Le niveau d'entrée à fréquence radioélectrique fut ensuite diminué par décrets de 3 dB jusqu'à ce que le niveau du signal d'entrée correspondant à une réduction du bruit de 20 dB en présence de bruit impulsif soit atteint. Le processus complet fut répété, la source de bruit provenant du véhicule étant active.

Les résultats des deux essais furent ensuite comparés et la différence de niveau (en décibels) pour une note de qualité particulière fut indiquée comme degré subjectif de dégradation.

L'ensemble des caractéristiques objectives de dégradation inclut la sensibilité de référence (SINAD de la CEI) ainsi que le niveau du signal d'entrée correspondant à une réduction de 20 dB en présence de bruit impulsif. Les procédures d'essais objectifs utilisées dans les essais de la MVMA étaient conformes à la Publication 489-3 de la CEI: Méthodes de mesure applicables au matériel de radiocommunication utilisé dans les services mobiles, Troisième partie: Récepteurs conçus pour les émissions A3 ou F3.

3.5 Essais objectifs

Les incertitudes des essais subjectifs proviennent de l'ambiguïté de la définition de l'échelle de notation et du jugement variable des membres du jury. Cette dernière cause d'erreur est due en grande partie à des facteurs psychologiques. Les incertitudes des essais objectifs devraient être moindres que celles des essais subjectifs.

L'étude [5] d'un Institut d'étude des télécommunications, «Objective Measurement of Voice Channel Intelligibility», développe une méthode (objective) de mesure de l'intelligibilité donnant de bons résultats pour la parole transmise par des voies numériques ou analogiques de télécommunication en présence de bruit. La mesure de «l'altération» est obtenue en utilisant le codage linéaire prédictif (LPC), technique mathématique largement connue dans ses applications à l'analyse et à la synthèse de la parole.

3.6 Méthode d'essai objective

Pour établir une méthode (objective) de mesure de l'intelligibilité, il faut faire une comparaison entre la parole «altérée» et la parole d'origine non altérée par le bruit. On doit aussi disposer d'une méthode subjective de «mesure» de l'intelligibilité afin de juger la qualité de la méthode objective utilisée. Ces deux exigences sont satisfaites en établissant d'abord une bande de référence enregistrée avec un signal de parole choisi au préalable et sans bruit puis en transmettant ce signal par la voie de télécommunication à essayer et en enregistrant le signal de parole à la sortie de cette voie. L'intelligibilité de ce dernier enregistrement peut être évaluée et comparée avec celle du signal original par une méthode mathématique pour obtenir une évaluation objective [6].

Le signal de parole préalablement choisi, afin de le transmettre pour l'essai d'intelligibilité caractérisant la voie de télécommunication, consiste en des groupes phonétiquement équilibrés de mots indépendants et non en des phrases complètes ou des syllabes dépourvues de sens. Ces mots phonétiquement équilibrés furent utilisés parce que l'on constata la bonne répétabilité des évaluations subjectives ce qui est un critère nécessaire pour cette étude. (Une bonne corrélation a été obtenue entre les évaluations par méthode objective et les évaluations par méthode subjective faites par des jurys d'auditeurs pendant les essais utilisant des véhicules comme source de bruit.)

3.7 Conclusions relatives au jugement de la dégradation

De nombreux travaux ont été conduits pendant des années pour étudier une méthode objective de mesure de la dégradation affectant les récepteurs de service mobile en présence de bruit d'allumage, qui soit simple et économique. Le codage linéaire prédictif (LPC) n'est ni simple ni économique (si on le compare au matériel utilisé pour les mesures selon la Publication 12 du C.I.S.P.R.: 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), mais, techniquement, c'est une bonne méthode objective de mesure de la dégradation affectant les récepteurs [7].

The radio frequency input level was then increased by 3 dB increments until the jury rated the quality as "5" (best). The radio frequency input level was then decreased by 3 dB decrements until the 20 dB quieting level was reached. The entire process was repeated with the vehicle noise source in operation.

The results of the two tests were then compared, and the difference in radio frequency level for a particular quality grade (in dB) was reported as the "Subjective Degradation".

The set of objective measurements of degradation included the IEC SINAD sensitivity as well as the 20 dB quieting sensitivity. The objective test procedures used in the MVMA tests complied with IEC Publication 489-3: Methods of Measurement for Radio Equipment Used in the Mobile Services, Part 3: Receivers for A3 or F3 Emissions.

3.5 *Objective tests*

Uncertainty in subjective measurements arises from ambiguity of the rating scale definition, and variability of juror judgement. The latter source of error is largely caused by psychological factors. Objective measurements should have uncertainties less than those obtained from subjective tests.

An Institute for Telecommunication Sciences study [5], "Objective Measurement of Voice Channel Intelligibility", develops a method of obtaining an objective intelligibility measure giving good results for speech sent through both analogue and digital noise-corrupted communication channels. The distortion measure is obtained using Linear Predictive Coding (LPC), a mathematical technique widely known for its application to the analysis and synthesis of speech.

3.6 *Objective test method*

To develop an objective intelligibility measure for corrupted speech, a comparison must be performed between the distorted speech and the original noise-free speech. A subjective intelligibility measure of the distorted speech must also be available in order to judge the quality of the objective measure being used. Both of these requirements are met by first making a noise-free master tape of preselected speech, then sending it through voice communication channels to be tested and making a recording of the speech at the channel output. The latter recording can be subjectively scored for intelligibility, and also compared with the original speech by a mathematical technique to obtain an objective score [6].

The preselected speech to be sent over a voice channel for intelligibility scoring consists of phonetically balanced groups of isolated words, as opposed to complete sentences or nonsense syllables. These phonetically balanced words were used because subjective scores have been shown to be repeatable, which is a necessary criterion for this study. (During tests employing vehicles as a noise source, subjective scoring by listener panels was conducted and compared to the objective scores, resulting in good correlation.)

3.7 *Conclusions relating to judgement of degradation*

Numerous studies have been conducted over the years to develop a simple, inexpensive, objective method of measuring land mobile receiver degradation in the presence of ignition noise. Linear Predictive Coding (LPC) is neither simple nor inexpensive (when compared to the equipment used in measurements of C.I.S.P.R. Publication 12: Limits and Methods of Measurement of Radio Interference Characteristics of Vehicles, Motor Boats, and Spark Ignited Engine-driven Devices), but it is technically a good objective method for measuring receiver degradation [7].

Considérant seulement le résultat des méthodes subjectives et comme résultat des nombreux essais effectués, il est recommandé d'utiliser l'intelligibilité pour caractériser le fonctionnement du système de télécommunication plutôt que la gêne.

Il n'y a pas une bonne corrélation entre les résultats des méthodes objectives et ceux des méthodes subjectives. Cependant la méthode subjective d'évaluation de la dégradation de l'intelligibilité fut estimée le moyen le plus précis et le plus économique de jugement du fonctionnement d'un système de télécommunication en considérant la relative complexibilité et le coût des matériels nécessaires pour le codage linéaire prédictif.

4. Effet du bruit radioélectrique d'un groupe de véhicules sur les radiocommunications de service mobile

La sous-question 5 de la Question d'Etude 86 cherche une réponse à la question «Quelle est l'influence d'un groupe de véhicules à moteur sur le niveau de la perturbation et de la détérioration de la communication radiotéléphonique mobile?» Pour fournir cette réponse, des groupes de véhicules satisfaisant au niveau SAE J551 (Publication 12 du C.I.S.P.R.) furent mis en fonctionnement dans les conditions les plus mauvaises (définies comme: *a*) niveau extrêmement faible de rayonnement ambiant, *b*) récepteurs de haute qualité soigneusement réglés à la sensibilité maximale, *c*) couplage maximal du rayonnement d'allumage au récepteur à l'essai) [2]. Diverses mesures du degré de perturbation furent aussi effectuées en comparant les valeurs de crête, quasi-crête et la distribution d'amplitude du bruit (en anglais NAD). La configuration du véhicule était celle utilisée par la FCC dans certaines de ses études [1].

Une méthode très réaliste d'évaluation de l'intelligibilité par un jury fut utilisée pour estimer la dégradation. Une diminution maximale de 8 dB fut notée en utilisant le degré 3 de l'échelle d'intelligibilité du MVMA, dans les conditions les plus mauvaises.

5. Amélioration de fonctionnement des communications mobiles

5.1 Introduction

La sous-question 2 de la Question d'Etude 86 demande «Quelles mesures peuvent être prises pour assurer les limites d'immunité et améliorer à cet égard les caractéristiques fonctionnelles des appareils de communications radiomobiles en présence de bruit d'allumage?»

Depuis la création du C.I.S.P.R. en 1934, on s'est efforcé dans le monde entier de mesurer et de maîtriser les perturbations dues à l'allumage. Ce travail a permis d'établir plusieurs normes qui (prises ensemble) limitent le rayonnement de la plupart des véhicules actuellement produits. Une expérience étendue à des millions de véhicules dans un large domaine de conditions d'environnement tend à montrer qu'une réduction des limites actuelles n'est pas nécessaire pour la protection des récepteurs de radiodiffusion (MF, MA et télévision) utilisés dans les bâtiments situés le long des routes.

Cependant, les systèmes de radiocommunications de service mobile terrestre actuels sont soumis à des perturbations de sources très diverses. On a traditionnellement utilisé un bruit blanc gaussien classique comme modèle lorsqu'on s'intéressait au fonctionnement avec bruit [8]. Toutefois, dans l'environnement radioélectrique des mobiles, le bruit impulsif est prépondérant. Des améliorations élémentaires de la conception des récepteurs ont été proposées [9] pour rendre optimal le fonctionnement en présence de bruit impulsif. La plupart des suggestions suivantes ont trouvé une application dans les matériels militaires haute fréquence et l'amélioration du fonctionnement a été prouvé, cependant elles n'ont pas été universellement utilisées dans les matériels mobiles commerciaux à modulation de fréquence d'ondes métriques.

5.2 Recommandations

Il y a place pour des améliorations dans presque chaque étage des parties à ondes métriques des récepteurs de modulation de fréquence:

Considering only the subjective test methods, and as a result of the numerous tests conducted, it is recommended that intelligibility be used as the index of communications system performance rather than annoyance.

Correlation between objective and subjective degradation measurement variables is poor. In consideration of the relative complexity and cost of the equipment needed for Linear Predictive Coding, however, subjective degradation based upon intelligibility was deemed to be the most accurate and cost-effective judge of communication system performance.

4. The effect of radio noise from a group of vehicles on mobile communications

Sub-question 5 of Study Question 86 seeks the answer to "What effect does a group of vehicles have on the level of interference and degradation to mobile radio communications?" To supply the answer groups of vehicles meeting SAE J551 (C.I.S.P.R. Publication 12) performance levels were operated under worst case conditions (defined as: *a*) extremely low level of background radiation, *b*) high quality receivers carefully aligned for maximum sensitivity, and *c*) maximum coupling of the ignition radiation to the test receiver) [2]. Various measurements were also made of interference amplitude comparing peak, quasi-peak, and noise amplitude distribution (NAD). Vehicle configuration was that used by the FCC in some of its studies [1].

A very realistic method of jury evaluation of intelligibility was used in judging degradation. A maximum of 8 dB degradation was noted using the MVMA intelligibility grade 3 under worst case conditions.

5. Improvement of performance of mobile radio communication

5.1 Introduction

Sub-question 2 of Study Question 86 requests "What measures can be taken to improve the performance of mobile radio communications in the presence of ignition noise?"

World-wide efforts to measure and control ignition interference have been undertaken since the foundation of C.I.S.P.R. in 1934. This work has resulted in the creation of several standards which, taken together, limit radiation from most of the vehicles currently being produced. Extensive experience with millions of these vehicles in a broad range of working environments tends to show that reduction in the present limit is not required for the protection of FM, AM and television broadcast receivers used in buildings along the roadside.

Present-day land mobile communications systems, however, are subject to interference from a variety of sources. Traditionally, these systems have employed a classical white Gaussian noise model when noise performance was considered [8]. The major contributor in the mobile radio environment is, however, impulse noise. Elementary improvements in receiver design have been proposed [9] to optimize performance under impulsive conditions. Most of the following suggestions have found application in military high frequency equipment and have proved to enhance receiver performance, yet they have not been universally utilized in frequency modulated very high frequency commercial mobile equipment.

5.2 Recommendations

There is room for improvement in nearly every stage of traditional frequency modulated very high frequency receiving sections:

- 1) Les amplificateurs et les mélangeurs à radiofréquence emploient des MOSFETS qui sont sujets à une compression de gain et à une distorsion du troisième ordre très élevée. L'utilisation d'amplificateur/radiofréquence à contre-réaction au courant et transistors bipolaires équilibrés et de mélangeurs passifs à haut niveau et double équilibrage offre une grande dynamique [10] et les bons points d'intersection du troisième ordre nécessaires au service mobile.
- 2) L'emploi de bouclage à verrouillage de phase pour engendrer les signaux d'injection haute fréquence réduit les produits de distorsion provenant du bruit de bande latérale des oscillateurs classiques à cristal.
- 3) Le fonctionnement à faible niveau peut être amélioré en utilisant des discriminateurs qui procurent une réjection accrue du bruit modulant en amplitude par comparaison avec les détecteurs quadratiques actuellement utilisés [11], [12], [13].
- 4) Le fonctionnement d'effaceurs de bruit peut être amélioré en les reportant des étages à fréquence intermédiaire aux étages à radiofréquence éliminant ainsi l'effet d'élargissement des impulsions des filtres passe-bande de l'amplificateur à fréquences intermédiaires.

5.3 Résumé

Il existe à présent des normes mondiales pour la mesure et la réduction du bruit d'allumage. De telles normes relatives aux critères de conception de réjecteurs de bruit pour récepteurs ou aux mesures correspondantes n'existent pas actuellement. L'étude de normes de réjection dans les récepteurs devrait être une exigence à haute priorité dans l'ensemble des études de détérioration des voies de radiocommunications.

6. Références

- [1] C.I.S.P.R./D/WG1 (Bauer-Dietz) 22, mai 1979 — Degradation... from 100 new vehicles...
- [2] C.I.S.P.R./D (USA) 10, février 1981 — SQ 86, question 5.
- [3] Robinette et Denny, *Interference Performance Descriptors*, juin 1978 — Rapport du Georgia Institute of Technology préparé pour la «Motor Vehicle Manufacturers Association (USA)» où l'on peut en obtenir, 320 New Center Building, Detroit, Michigan 48202, USA.
- [4] W. B. Ribbens, *A Report on the MVMA-Conducted Test Programs for the Purpose of Determining the Effects of Automotive Electromagnetic Radiation on Land Mobile Communication Systems*, août 1976; disponible à la «Motor Vehicle Manufacturers Association», 320 New Center Building, Detroit, Michigan 48202, USA.
- [5] K. J. Gamauf et W. J. Hartman, *Objective Measurement of Voice Channel Intelligibility*, octobre 1977, que l'on peut obtenir du «National Technical Information Services», Springfield, Virginia 22151, USA, numéro de référence FAA-RD-77-153.
- [6] C.I.S.P.R./D (USA) 11, février 1981 — SQ 86, question 6.
- [7] C.I.S.P.R./D (USA) 12, février 1981 — SQ 86, question 6.
- [8] Spaulding & Middleton, *IEEE Trans. on EMC*, Vol. EMC21, 3, août 1979.
- [9] C.I.S.P.R./D (USA) 9, février 1981 — SQ 86, question 2.
- [10] Skomal, N. Edward, *Man-Made Radio Noise*, van Nostrand Reinhold Co., New York 1978.
- [11] D. F. Foster et S. H. Seeley, *Proc. IRE*, 25, p. 289 (1937).
- [12] S. W. Seeley et J. Avins, *The Radio Detector*, *RCA Review*, 8, p. 289 (1947).
- [13] B. D. Loughlin, *The Theory of Amplitude Modulation Rejection in the Radio Detector*, *Proc. IRE*, 40, pp. 289-296 (mars 1952).