

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
489-6

1987

AMENDEMENT 2  
AMENDMENT 2

1991-05

---

---

Amendement 2

**Méthodes de mesure applicables au matériel  
de radiocommunication utilisé dans les  
services mobiles**

**Sixième partie:  
Matériel d'appel sélectif et matériel numérique**

Amendment 2

**Methods of measurement for radio equipment  
used in the mobile services**

**Part 6:  
Selective-calling and data equipment**

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le Sous-Comité 12F: Matériels utilisés dans les services mobiles, du Comité d'Etudes n° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote
12F(BC)136 12F(BC)138	12F(BC)143 12F(BC)145

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Page 60

SECTION QUATRE - MESURES DES PARAMETRES A FREQUENCE  
RADIOELECTRIQUE DES RECEPTEURS-DECODEURS (DONNEES)

Ajouter les nouveaux paragraphes 23.6, 24.6, 25.6, 28.6, 29.6 et 30.6 suivants:

23.6 Méthode d'essai de conformité - Sensibilité (données)

- a) Raccorder le matériel comme représenté à la figure 3, les commutateurs étant en position b, en disposant du matériel d'essai (1) et (2) ainsi que d'un comparateur (voir 22.7).
- b) Régler la fréquence du générateur (2) à l'une des fréquences nominales spécifiées.
- c) A l'aide du codeur (1), moduler le générateur (2) avec la série normalisée de signal codé d'essai (données) ou avec le message spécifié de façon à produire le SCEN (données) (voir 22.14, 22.18, 22.19 et 22.20).
- d) Régler le niveau de signal d'entrée du récepteur-décodeur à la valeur de la sensibilité de référence (données) spécifiée.
- e) Emettre la série normalisée de SCEN pour la suite de bits ou la chaîne de caractères (voir 22.20), ou 18 messages spécifiés.
- f) S'il y a 25 erreurs ou moins pour la suite de bits ou la chaîne de caractères, ou trois erreurs ou moins pour le message, noter que le récepteur-décodeur est conforme à la spécification de sensibilité (données), sinon noter qu'il n'y est pas conforme.
- g) Noter le montage de signal d'entrée utilisé, les caractéristiques du SCEN (données) et la sensibilité (données) spécifiée.

## FOREWORD

This amendment has been prepared by Sub-Committee 12F: Equipment used in the mobile services, of IEC Technical Committee No. 12: Radio-communications.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting
12F(C0)136 12F(C0)138	12F(C0)143 12F(C0)145

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

Page 61

#### SECTION FOUR - MEASUREMENTS OF RECEIVER-DECODER RADIO-FREQUENCY PARAMETERS (DATA)

*Add the following new sub-clauses 23.6, 24.6, 25.6, 28.6, 29.6 and 30.6:*

##### *23.6 Compliance test method - Sensitivity (data)*

- a) Connect the equipment as illustrated in figure 3 with the switches in position b, using test equipment items (1) and (2) and a comparator (see 22.7).
- b) Adjust the frequency of the radio-frequency signal generator (2) to one of the specified nominal frequencies.
- c) Using encoder (1), modulate radio-frequency signal generator (2) with the standard train of coded test signal (data) or with the specified message to generate the standard coded test signal (data) (SCTS) (see 22.14, 22.18, 22.19 and 22.20).
- d) Adjust the level of the input signal to the receiver-decoder to the specified value of reference sensitivity (data).
- e) Transmit the standard train of SCTS's for bit stream or character string (see 22.20), or 18 specified messages.
- f) If there are 25 or less errors for bit stream or character string, or three or less errors for message, record that the receiver-decoder does comply with the sensitivity (data) specification, otherwise record that it does not comply.
- g) Record the input signal arrangement used, characteristics of the SCTS (data) and the specified sensitivity (data).

#### 24.6 Méthode d'essai de conformité - Déplacement de fréquence radio-électrique acceptable (données)

*Note.*- Cette mesure nécessite la connaissance de la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5.

- a) Raccorder le matériel comme représenté à la figure 3, les commutateurs étant en position b, en disposant du matériel d'essai (1) et (2) ainsi que d'un comparateur (voir 22.7).
- b) Régler la fréquence du générateur (2) à l'une des fréquences nominales spécifiées.
- c) A l'aide du codeur (1), moduler le générateur (2) avec la série normalisée de signal codé d'essai (données) ou avec le message spécifié, de façon à produire le SCEN (données) (voir 22.14, 22.18, 22.19 et 22.20).
- d) Régler le niveau de signal d'entrée du récepteur-décodeur à une valeur supérieure de 6 dB à la sensibilité de référence (données) spécifiée en 23.3 ou 23.5.
- e) Régler le déplacement de la fréquence du signal d'entrée à la valeur supérieure spécifiée du déplacement de fréquence radio-électrique acceptable (données).
- f) Emettre la série normalisée de SCEN pour la suite de bits ou la chaîne de caractères (voir 22.20), ou 33 messages spécifiés.
- g) S'il y a 25 erreurs ou moins pour la suite de bits ou la chaîne de caractères, ou six erreurs ou moins pour le message, noter que pour ce déplacement le récepteur-décodeur est conforme à la spécification de sensibilité de référence (données), sinon noter qu'il n'y est pas conforme.
- h) Reprendre les points e) à g) pour le déplacement de fréquence situé de l'autre côté de la fréquence nominale.
- i) Si l'on a noté au point g) que le récepteur-décodeur est conforme à la spécification pour les deux déplacements de fréquence, noter qu'il est conforme à la spécification de déplacement de fréquence radioélectrique acceptable (données), sinon noter qu'il n'y est pas conforme.
- j) Noter le montage de signal d'entrée utilisé, les caractéristiques du SCEN (données) et la valeur spécifiée du déplacement de fréquence radioélectrique acceptable (données).

#### 25.6 Méthode d'essai de conformité - Sélectivité relative à un signal adjacent (données)

*Note.*- Cette mesure nécessite la connaissance de la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5.

- a) Raccorder le matériel comme représenté à la figure 3, les commutateurs étant en position b, en disposant du matériel d'essai (1), (2), (4), (5) et (6) ainsi que d'un comparateur (voir 22.7). Remplacer le générateur (5) par un codeur de signal indésirable.

#### 24.6 Compliance test method - Acceptable radio-frequency displacement (data)

*Note.*- The value of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5 is required for this measurement.

- a) Connect the equipment as illustrated in figure 3 with the switches in position b, using test equipment items (1) and (2) and a comparator (see 22.7).
- b) Adjust the frequency of the radio-frequency signal generator (2) to one of the specified nominal frequencies.
- c) Using encoder (1), modulate radio-frequency signal generator (2) with the standard train of coded test signal (data) or with the specified message to generate the standard coded test signal (data) (SCTS) (see 22.14, 22.18, 22.19 and 22.20).
- d) Adjust the level of the input signal to the receiver-decoder to a value 6 dB in excess of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5.
- e) Adjust the input signal frequency displacement to the upper specified value of the acceptable radio-frequency displacement (data).
- f) Transmit the standard train of SCTS's for bit stream or character string (see 22.20), or 33 specified messages.
- g) If there are 25 or less errors for bit stream or character string, or six or less errors for message, record that for this displacement the receiver-decoder does comply with the upper specified acceptable radio-frequency displacement (data) specification, otherwise record that it does not comply.
- h) Repeat steps e) through g) for the frequency displacement on the lower side of the specified nominal frequency.
- i) If it was recorded in step g) that the receiver-decoder does comply for both frequency displacements, then record that it does comply with the acceptable radio-frequency displacement (data) specification, otherwise record that it does not comply.
- j) Record the input signal arrangement used, characteristics of the SCTS (data) and the specified value of the acceptable radio-frequency displacement (data).

#### 25.6 Compliance test method - Adjacent radio-frequency signal selectivity (data)

*Note.*- The value of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5 is required for this measurement.

- a) Connect the equipment as illustrated in figure 3 with the switches in position b. Test equipment items (1), (2), (4), (5), (6) and a comparator are required (see 22.7). Item (5) is replaced with an unwanted signal encoder.

- b) Régler la fréquence du générateur (2) à l'une des fréquences nominales spécifiées.
- c) A l'aide du codeur (1), moduler le générateur (2) avec la série normalisée de signal codé d'essai (données) ou avec le message spécifié de façon à produire le SCEN (données) (voir 22.14, 22.18, 22.19 et 22.20).
- d) Régler le niveau de signal utile à l'entrée du réseau d'adaptation et d'addition (4) à une valeur de 3 dB plus grande que la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5, majorée de la perte du réseau d'adaptation et d'addition (4). Noter cette valeur en dB( $\mu$ V).
- e) A l'aide du codeur (5) moduler le générateur (6) avec le signal indésirable normalisé (données) de façon à produire le signal indésirable à la fréquence supérieure spécifiée du signal adjacent (voir 22.21).
- f) Régler le niveau du signal indésirable à l'entrée du réseau d'adaptation et d'addition (4) à la valeur de la sensibilité de référence (données) déterminée au paragraphe 23.3 ou 23.5, majorée de la valeur spécifiée de sélectivité relative à un signal adjacent (données), plus de la perte due au réseau d'adaptation et d'addition (4).
- g) Emettre la série normalisée de SCEN pour la suite de bits ou la chaîne de caractères (voir 22.20), ou 33 messages spécifiés.
- h) S'il y a 25 erreurs ou moins pour la suite de bits ou la chaîne de caractères, ou six erreurs ou moins pour le message, noter que pour la fréquence supérieure spécifiée le récepteur-décodeur est conforme à la spécification de sélectivité relative à un signal adjacent (données).
- i) Reprendre les points e) à h) pour la fréquence adjacente inférieure spécifiée.
- j) Si l'on a noté au point h) que le récepteur-décodeur est conforme pour les deux fréquences spécifiées, noter qu'il est conforme à la spécification de sélectivité relative à un signal adjacent (données), sinon noter qu'il n'y est pas conforme.
- k) Noter le montage de signal d'entrée utilisé, les caractéristiques du SCEN (données), la sensibilité de référence (données) et la sélectivité relative à un signal adjacent (données) spécifié.

#### 28.6 Méthode d'essai de conformité - Protection contre les réponses parasites (données)

*Note.*- Cette mesure nécessite la connaissance de la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5.

- a) Raccorder le matériel comme représenté à la figure 3, les commutateurs étant en position b, en disposant du matériel d'essai (1), (2), (4) et (6) ainsi que d'un comparateur (voir 22.7).

- b) Adjust the frequency of the radio-frequency signal generator (2) to one of the specified nominal frequencies.
- c) Using encoder (1), modulate radio-frequency signal generator (2) with the standard train of coded test signal (data) or with the specified message to generate the standard test signal (data) (SCTS) (see 22.14, 22.18, 22.19 and 22.20).
- d) Adjust the wanted signal level at the input of the matching and combining network (4) to be 3 dB in excess of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5, plus the loss of the matching and combining network (4). Record this value in dB( $\mu$ V).
- e) Using encoder (5), modulate radio-frequency generator (6) with the standard unwanted signal (data) to generate the unwanted signal at the upper specified adjacent frequency (see 22.21).
- f) Adjust the unwanted signal level at the input of the matching and combining network (4) to equal the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5, increased by the specified value of the adjacent radio-frequency signal selectivity (data) plus the loss of the matching and combining network (4).
- g) Transmit the standard train of SCTS's for bit stream or character string (see 22.20), or 33 specified messages.
- h) If there are 25 or less errors for bit stream or character string, or six or less errors for message, record that for the upper specified frequency the receiver-decoder does comply with the adjacent radio-frequency signal selectivity (data) specification.
- i) Repeat steps e) through h) for the lower specified adjacent frequency.
- j) If it was recorded in step h) that the receiver-decoder does comply for both specified frequencies, then record that it does comply with the adjacent radio-frequency signal selectivity (data) specification, otherwise record that it does not comply.
- k) Record the input signal arrangement used, characteristics of the SCTS (data), the reference sensitivity (data) and the specified adjacent radio-frequency signal selectivity (data).

#### 28.6 Compliance test method - Spurious response immunity (data)

*Note.*- The value of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5 is required for this measurement.

- a) Connect the equipment as illustrated in figure 3 with the switches in position b, using test equipment items (1), (2), (4) and (6) and a comparator (see 22.7).

- b) Régler la fréquence du générateur (2) à l'une des fréquences nominales spécifiées.
- c) A l'aide du codeur (1), moduler le générateur (2) avec la série normalisée de signal codé d'essai (données) ou avec le message spécifié de façon à produire le SCEN (données) (voir 22.14, 22.18, 22.19 et 22.20).
- d) Régler le niveau de signal utile à l'entrée du réseau d'adaptation et d'addition (4) à une valeur de 3 dB plus grande que la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5, majorée de la perte du réseau d'adaptation et d'addition (4). Noter cette valeur en dB( $\mu$ V).
- e) Régler le générateur (6) à une fréquence susceptible de dégrader la réponse du récepteur-décodeur. Noter la fréquence de ce signal indésirable (voir 22.21).

*Note.*- La méthode de mesure de la protection contre les réponses parasites nécessite la recherche préalable des fréquences indésirables susceptibles de dégrader le signal de sortie du récepteur (par exemple, le rapport signal sur bruit ou le taux d'erreur). Quand le récepteur comporte une sortie à fréquence acoustique, cette recherche est généralement effectuée en appliquant un signal indésirable à fort niveau à l'entrée du récepteur. On fait alors varier la fréquence lentement sur tout le domaine de fréquences d'intérêt et on note toutes les valeurs qui correspondent à une modification du rapport signal sur bruit. Ces valeurs de fréquence sont ensuite utilisées pour la mesure de la protection contre les réponses parasites.

Si le récepteur-décodeur n'a pas de sortie à fréquence acoustique, d'autres méthodes de recherche doivent être utilisées. Une méthode consiste à utiliser un détecteur sensible (par exemple un récepteur de communication accordé sur la fréquence intermédiaire du récepteur-décodeur) et une sonde (antenne) accordée également sur la fréquence intermédiaire. En plaçant la sonde près des derniers étages de l'amplificateur à fréquence intermédiaire, l'activité de cet amplificateur peut être contrôlée. Par ce moyen, des changements dans le signal à fréquence intermédiaire peuvent être détectés et la fréquence correspondante du signal indésirable peut être notée.

- f) Régler le niveau du signal indésirable à l'entrée du réseau d'adaptation et d'addition (4) à la valeur de la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5, majorée de la protection contre les réponses parasites (données) spécifiée, plus la perte due au réseau d'adaptation et d'addition (4).
- g) Emettre la série normalisée de SCEN pour la suite de bits ou la chaîne de caractères (voir 22.20), ou 33 messages spécifiés.
- h) S'il y a 25 erreurs ou moins pour la suite de bits ou la chaîne de caractères, ou six erreurs ou moins pour le message, noter que pour cette fréquence indésirable le récepteur-décodeur est conforme à la spécification de protection contre les réponses parasites (données).

- b) Adjust the frequency of the radio-frequency signal generator (2) to one of the specified nominal frequencies.
- c) Using encoder (1), modulate radio-frequency signal generator (2) with the standard train of coded test signal (data) or with the specified message to generate the standard coded test signal (data) (SCTS) (see 22.14, 22.18, 22.19 and 22.20).
- d) Adjust the wanted signal level at the input of the matching and combining network (4) to be 3 dB in excess of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5, plus the loss of the matching and combining network (4). Record this value in dB( $\mu$ V).
- e) Adjust radio-frequency generator (6) to a frequency that may degrade the response of the receiver-decoder. Note the unwanted signal frequency (see 22.21).

*Note.*- The method of measurement of spurious response immunity requires that the operator search for the frequencies of the unwanted signals which may degrade the output of the receiver (e.g. signal-to-noise ratio or error ratio). When the receiver has an audio output, this is normally done by applying only the unwanted signal to the receiver at a high level. Then the frequency of the unwanted signal is slowly moved across the frequency band of interest and the frequencies that produce a change in the signal-to-noise ratio are noted. These frequencies are then used in the spurious response immunity method of measurement.

If the receiver-decoder does not have an audio output, other methods for making the search shall be used. One method of making the search is to use a sensitive detector (e.g. a communication receiver tuned to the IF frequency of the receiver) and a pickup (antenna) which may also be tuned to the IF frequency. By placing the pickup near the later stages of the IF amplifier, the activity of the IF amplifier can be monitored. When the above procedure is used, changes in the signal in the IF amplifier can be detected and the frequency of the unwanted signal noted.

- f) Adjust the unwanted signal level at the input of the matching and combining network (4) to equal the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5, increased by the specified value of the spurious response immunity data plus the loss of the matching and combining network (4).
- g) Transmit the standard train of SCTS's for bit stream or character string (see 22.20), or 33 specified messages.
- h) If there are 25 or less errors for bit stream or character string, or six or less errors for message, record that the receiver-decoder does comply for this unwanted frequency with the spurious response immunity (data) specification.

- i)* Reprendre les points *e)* à *h)* pour les autres fréquences indésirables susceptibles de dégrader la réponse du récepteur-décodeur.
- j)* Si l'on a noté au point *h)* que le récepteur-décodeur est conforme à la spécification pour toutes les fréquences indésirables sélectionnées au point *e)*, noter qu'il est conforme à la spécification de protection contre les réponses parasites (données), sinon noter qu'il n'y est pas conforme.
- k)* Noter le montage de signal d'entrée utilisé, les caractéristiques du SCEN (données), la sensibilité de référence (données) et la protection contre les réponses parasites (données) spécifiée.

#### 29.6 Méthode d'essai de conformité - Protection contre l'intermodulation (données)

*Note.*- Cette mesure nécessite la connaissance de la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5.

- a)* Raccorder le matériel comme représenté à la figure 3, les commutateurs étant en position *b*, en disposant du matériel d'essai (1), (2), (4), (6), (7) et (8) ainsi que d'un comparateur (voir 22.7).

*Note.*- Les réseaux d'adaptation et d'addition (4) et (7) ont deux entrées et peuvent ne pas avoir des pertes identiques pour chacune des entrées. Si ces pertes sont différentes, il faut en tenir compte dans la détermination des niveaux des signaux indésirables.

- b)* Régler la fréquence du générateur (2) à l'une des fréquences nominales spécifiées.
- c)* A l'aide du codeur (1), moduler le générateur (2) avec la série normalisée du signal codé d'essai (données) ou avec le message spécifié de façon à produire le SCEN (données) (voir 22.14, 22.18, 22.19 et 22.20).
- d)* Régler le niveau de signal utile à l'entrée du réseau d'adaptation et d'addition (4) à une valeur de 3 dB plus grande que la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5, majorée de la perte du réseau d'adaptation et d'addition (4). Noter cette valeur en dB( $\mu$ V).
- e)* Choisir un couple de fréquences  $f_n$  et  $f_r$  susceptibles de produire une réponse d'intermodulation (voir annexe D). Noter ces fréquences.
- f)* Régler le générateur (6) à la fréquence  $f_n$  et le générateur (8) à la fréquence  $f_r$ .
- g)* Régler les niveaux des signaux indésirables de fréquences  $f_n$  et  $f_r$  à l'entrée du réseau d'adaptation et d'addition (7) à la valeur de la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5, majorée de la protection contre l'intermodulation (données) spécifiée, plus des pertes dues aux réseaux d'addition et d'adaptation (7) et (4). Noter cette valeur en dB( $\mu$ V).

- i) Repeat steps e) through h) for other unwanted signal frequencies that may degrade the response of the receiver-decoder.
- j) If it was recorded in step h) for all of the unwanted frequencies selected in step e) that the receiver-decoder did comply, then record that the receiver-decoder does comply with the spurious response immunity (data) specification, otherwise record that it does not comply.
- k) Record the input signal arrangement used, characteristics of the SCTS (data), reference sensitivity (data) and specified spurious response immunity (data).

#### 29.6 Compliance test method - Intermodulation immunity (data)

Note.- The value of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5 is required for this measurement.

- a) Connect the equipment as illustrated in figure 3 with the switches in position b, using test equipment items (1), (2), (4), (6), (7) and (8), and a comparator (see 22.7).

Note.- Matching and combining networks (4) and (7) have two inputs and may not have identical losses for each of the inputs. If there is a difference in the losses it should be accounted for in determining the levels of the unwanted signals.

- b) Adjust the frequency of the radio-frequency signal generator (2) to one of the specified nominal frequencies.
- c) Using encoder (1), modulate radio-frequency generator (2) with the standard train of coded test signal (data) or with the specified message to generate the standard coded test signal (data) (SCTS) (see 22.14, 22.18, 22.19 and 22.20).
- d) Adjust the wanted signal level at the input of the matching and combining network (4) to be 3 dB in excess of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5 plus the loss of the matching and combining network (4). Record this value in dB( $\mu$ V).
- e) Choose a pair of frequencies,  $f_n$  and  $f_r$ , that may produce an intermodulation response (see Appendix D). Record these frequencies.
- f) Adjust the frequency of radio-frequency generator (6) to  $f_n$  and radio-frequency generator (8) to  $f_r$ .
- g) Adjust the unwanted signal levels of  $f_n$  and  $f_r$  at the input of matching and combining network (7) to equal the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5, increased by the specified value of the intermodulation immunity (data), plus the losses of matching and combining networks (7) and (4). Record this value in dB( $\mu$ V).

- h) Emettre la série normalisée de SCEN pour la suite de bits ou la chaîne de caractères (voir 22.20), ou 33 messages spécifiés.
- i) S'il y a 25 erreurs ou moins pour la suite de bits ou la chaîne de caractères, ou six erreurs ou moins pour le message, noter que pour ce couple de fréquences indésirables le récepteur-décodeur est conforme à la spécification de protection contre l'intermodulation (données).
- j) Reprendre les points e) à i) pour d'autres couples de fréquences indésirables susceptibles de dégrader la réponse du récepteur-décodeur.
- k) Si l'on a noté au point j) que le récepteur-décodeur est conforme à la spécification pour tous les couples de fréquences indésirables sélectionnés au point e), noter qu'il est conforme à la spécification de protection contre l'intermodulation (données), sinon noter qu'il n'y est pas conforme.
- l) Noter le montage de signal d'entrée utilisé, les caractéristiques du SCEN (données), la sensibilité de référence (données) et la protection contre l'intermodulation (données) spécifiée.

### 30.6 Méthode d'essai de conformité - Réduction de la sensibilité due à la propagation par trajets multiples (données)

*Note.*- Cette mesure nécessite la connaissance de la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5.

- a) Raccorder le matériel comme représenté à la figure 4, y compris un comparateur (voir à l'annexe C les détails sur le simulateur d'évanouissements de Rayleigh et voir en 22.7 pour le comparateur).
- b) Régler la fréquence du générateur (2) à l'une des fréquences nominales spécifiées.
- c) A l'aide du codeur (1), moduler le générateur (2) avec la série normalisée du signal codé d'essai (données) ou avec le message spécifié de façon à produire le SCEN (données) (voir 22.14, 22.18, 22.19 et 22.20).
- d) Régler le simulateur d'évanouissements de Rayleigh (3) à une vitesse de 100 km/h si le récepteur-décodeur à l'essai est un matériel de station mobile ou 10 km/h s'il est un matériel portatif.
- e) Noter la valeur efficace  $J$  du signal de sortie du simulateur d'évanouissements de Rayleigh en dB( $\mu$ V).
- f) Régler l'affaiblisseur (4) de façon à produire un niveau de signal à fréquence radioélectrique à l'entrée du récepteur-décodeur égal à la sensibilité de référence (données) déterminée en 23.3 ou 23.5, majorée de la valeur spécifiée de la réduction de la sensibilité due à la propagation par trajets multiples (données). Noter la sensibilité de référence (données).

- h) Transmit the standard train of SCTS's for bit stream or character string (see 22.20), or 33 specified messages.
- i) If there are 25 or less errors for bit stream or character string, or six or less errors for message, record that the receiver-decoder for this pair of unwanted frequencies does comply with the intermodulation immunity (data) specification.
- j) Repeat steps e) through i) for other unwanted frequency pairs that may degrade the response of the receiver-decoder.
- k) If it was recorded in step j) for all of the unwanted frequency pairs selected in step e) that the receiver-decoder did comply, then record that the receiver-decoder does comply with the intermodulation immunity (data) specification, otherwise record that it does not comply.
- l) Record the input signal arrangement used, characteristics of the SCTS (data), the reference sensitivity (data) and the specified intermodulation immunity (data).

### 30.6 Compliance test method - Sensitivity reduction under multipath propagation conditions (data)

Note.- The value of the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5 is required for this measurement.

- a) Connect the equipment as illustrated in Figure 4 and include a comparator (see appendix C for details of the Rayleigh fading simulator and 22.7 for the comparator).
- b) Adjust the frequency of the radio-frequency signal generator (2) to one of the specified nominal frequencies.
- c) Using encoder (1), modulate radio-frequency signal generator (2) with the standard train of coded test signal (data) or with the specified message to generate the standard coded test signal (data) (SCTS) (see 22.14, 22.18, 22.19 and 22.20).
- d) Adjust the Rayleigh fading simulator (3) for a velocity of 100 km/h if the receiver-decoder under test is a mobile or 10 km/h if the receiver-decoder under test is a portable.
- e) Record the r.m.s. value of the output signal,  $J$ , of the Rayleigh fading simulator in dB( $\mu$ V).
- f) Adjust the attenuator (4) to produce a radio-frequency input level at the input of the receiver-decoder, equal to the reference sensitivity (data) determined in 23.3 or 23.5, increased by the specified value of the sensitivity reduction under multipath propagation conditions (data). Record the reference sensitivity (data).

- g) Emettre la série normalisée de SCEN pour la suite de bits ou la chaîne de caractères (voir 22.20), ou 78 messages spécifiés.
- h) S'il y a 25 erreurs ou moins pour la suite de bits ou la chaîne de caractères, ou 15 erreurs ou moins pour le message, noter que pour cette vitesse le récepteur-décodeur est conforme à la spécification de réduction de sensibilité due à la propagation par trajets multiples (données).
- i) Reprendre les points d) à h) pour des vitesses de 50, 20 et 10 km/h si le récepteur-décodeur à l'essai est un matériel de station mobile, ou 5, 2 et 1 km/h si le récepteur-décodeur à l'essai est un matériel portatif.
- j) Si l'on a noté au point h) que le récepteur-décodeur est conforme à la spécification pour toutes les vitesses sélectionnées au point d), noter qu'il est conforme à la spécification de réduction de la sensibilité due à la propagation par trajets multiples (données), sinon noter qu'il n'y est pas conforme.
- k) Noter les caractéristiques du SCEN (données), la sensibilité de référence (données) et la valeur spécifiée de la réduction de la sensibilité due à la propagation par trajets multiples (données).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60246-19:1991/AM2:1997

Without watermark

---

- g)* Transmit the standard train of SCTS's for bit stream or character string (see 22.20), or 78 specified messages.
- h)* If there are 25 or less errors for bit stream or character string, or 15 or less errors for message, record that the receiver-decoder does comply for this velocity with the specified sensitivity reduction under multipath propagation conditions (data) specification.
- i)* Repeat steps *d)* through *h)* for velocities of 50, 20 and 10 km/h if the receiver-decoder under test is a mobile, or 5, 2 and 1 km/h if the receiver-decoder under test is a portable.
- j)* If it was recorded in step *h)* for all the velocities selected in step *d)* that the receiver-decoder did comply, then record that the receiver-decoder does comply with the specified sensitivity reduction under multipath propagation conditions (data) specification, otherwise record that it does not comply.
- k)* Record the characteristics of the SCTS (data), the reference sensitivity (data) and the specified sensitivity reduction under multipath propagation conditions (data).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60436:1997/AM2:1997

Without

---

Page 118

ANNEXE F

Remplacer l'annexe F par la suivante:

## ANNEXE F

### PRECISION ET DISPERSION DES METHODES DE MESURE ET DES ESSAIS DE CONFORMITE POUR LA SENSIBILITE (DONNEES ET APPEL SELECTIF) ET LES MESURES DE DEGRADATION (DONNEES ET APPEL SELECTIF)

#### F1. Introduction

On présente ci-après, au moyen d'exemples, les bases fondamentales servant à déterminer la précision et la dispersion des méthodes de mesure et des essais de conformité utilisés dans la présente norme. Les exemples de courbes de taux d'erreur choisis sont typiques des récepteurs-décodeurs mesurés à l'aide des méthodes décrites dans cette norme.

Les méthodes de mesure et les essais de conformité ont été étudiés de façon à fournir le degré requis de précision et de dispersion pour des matériels possédant des courbes de taux d'erreur en fonction du niveau de signal d'entrée dont la pente est nettement inférieure à celle des exemples choisis ici.

A partir de l'analyse fournie dans cette annexe, il est possible d'utiliser d'autres exemples de courbes de taux d'erreur pour évaluer les méthodes de mesure ou les essais de conformité utilisés dans la présente norme.

Dans cette norme, on décrit des mesures des paramètres radioélectriques des récepteurs pour plusieurs types de signaux, chacune d'elles ayant un taux d'erreur de référence normalisé. Les paramètres radioélectriques se rangent en trois classes: sensibilité, réduction de la sensibilité due à la propagation par trajets multiples et dégradation. Dans la présente annexe, la réduction de la sensibilité due à la propagation par trajets multiples sera désignée par le terme d'évanouissements.

La sensibilité est le niveau de signal d'entrée à fréquence radioélectrique nécessaire pour produire le taux d'erreur de référence.

Dans cette norme les mesures d'évanouissements sont effectuées à partir d'un simulateur d'évanouissements de Rayleigh. Cependant, la plupart des mesures sont effectuées dans des conditions *statiques* et dans cette annexe, sauf mention contraire, les conditions statiques seront supposées.

La marge d'évanouissement est le rapport du niveau de signal d'entrée à fréquence radioélectrique (en statique) nécessaire pour produire le taux d'erreur de référence au même niveau (avec évanouissements) nécessaire pour produire le taux d'erreur de référence.

## APPENDIX F

Replace Appendix F by the following:

## APPENDIX F

ACCURACY AND DISPERSION OF METHODS OF MEASUREMENTS AND COMPLIANCE TESTS FOR SENSITIVITY (DATA AND SELECTIVE CALLING) AND DEGRADATION MEASUREMENTS (DATA AND SELECTIVE CALLING)

## F1. Introduction

This discussion will show, by analysis of examples, the underlying basis for determining the accuracy and dispersion for the methods of measurement and compliance tests used in this standard. The examples of error ratio curves selected are typical for receiver-decoders that will be measured using the methods in this standard.

The methods of measurement and compliance tests have been designed to provide the desired degree of accuracy and dispersion for equipments that have error ratio versus input signal level curves that have significantly less slope than the examples used in this discussion.

The analysis given in this appendix will allow one to use other examples of error ratio curves to evaluate the methods of measurement or compliance tests used in this standard.

In this standard, there are measurements of receiver r.f. parameters for several types of signals each having a standardized reference error ratio. The r.f. parameters fall into three classes: sensitivity, sensitivity reduction under multipath propagation conditions and degradation. In this appendix sensitivity reduction under multipath propagation conditions will be referred to as fading.

Sensitivity is the level of r.f. input signal required to produce the reference error ratio.

In this standard, the fading measurements are made using a Rayleigh fading simulator. However, most of the measurements are made in the *static* condition and in this appendix, unless otherwise stated, the static condition is implied.

The fading margin is the ratio of r.f. input signal level (static) required to produce the reference error ratio to the r.f. input signal level (faded) required to produce the reference error ratio.

Dans les mesures de dégradation, il s'agit de trouver le niveau de signal d'entrée indésirable qui produit le taux d'erreur de référence pour un signal d'entrée utile d'un niveau supérieur de 3 dB à la sensibilité de référence.

Des méthodes de mesure différentes sont utilisées pour les différents signaux. Les deux méthodes de mesure utilisées dans la présente norme sont dénommées méthode par alternance et méthode par encadrement. Un résumé des types de paramètres et de signaux ainsi que le taux d'erreur de référence et la méthode utilisée sont indiqués dans le tableau F1.

*Note.-* Dans le titre de quelques-unes des figures, le mot "bit" remplace *suite de bits* et le mot "caractère" remplace *chaîne de caractères*. Le mot "évanouissements" remplace *sensibilité (avec évanouissements)*.

TABLEAU F1

Paramètre du récepteur	Type de signal	Taux d'erreur de référence	Méthode de mesure utilisée
Sensibilité	Appel sélectif	0,20 <sup>1)</sup>	Alternance <sup>2)</sup>
Sensibilité	Données (suite de bits)	0,01	Encadrement
Sensibilité	Données (chaîne de caractères)	0,01	Encadrement
Sensibilité	Données (message)	0,20	Alternance <sup>2)</sup>
Sensibilité (avec évanouissements)	Appel sélectif	0,20 <sup>1)</sup>	Alternance <sup>2)</sup>
Sensibilité (avec évanouissements)	Données (suite de bits)	0,01	Encadrement
Sensibilité (avec évanouissements)	Données (chaîne de caractères)	0,01	Encadrement
Sensibilité (avec évanouissements)	Données (message)	0,20	Alternance <sup>2)</sup>
Dégradation	Appel sélectif	0,20 <sup>1)</sup>	Alternance <sup>2)</sup>
Dégradation	Données (suite de bits)	0,01	Encadrement
Dégradation	Données (chaîne de caractères)	0,01	Encadrement
Dégradation	Données (message)	0,20	Alternance <sup>2)</sup>

1) L'appel sélectif utilise comme référence une probabilité d'appel de 80%. Pour cette discussion, le taux d'erreur de référence pour l'appel sélectif est  $1 - 0,80$  ou 0,20.

2) La méthode de mesure des messages utilisée dans cette norme est basée sur la méthode par alternance. Cette méthode recherche un niveau de signal des signaux désirables ou indésirables de façon que la séquence de messages ait un taux d'erreur de 50%.

In the degradation measurements, the requirement is to find the level of the unwanted input signal that causes a wanted input signal which is 3 dB in excess of the reference sensitivity that will produce the reference error ratio.

Different methods of measurements are used for the different signals. The two methods of measurement used in this standard are named the up/down method and the straddle method. A summary of the types of parameters, signals, the reference error ratio and the method of measurement used are shown in table F1.

*Note.*- In the title of some of the figures the word "bit" has been used for *bit stream* and "character" has been used for *character string*. The word "fading" has been used for *sensitivity (fading)*.

TABLE F1

Receiver parameter	Type of signal	Reference error ratio	Method of measurement used
Sensitivity	Selective calling	0.20 <sup>1)</sup>	Up/down <sup>2)</sup>
Sensitivity	Data (bit stream)	0.01	Straddle
Sensitivity	Data (character string)	0.01	Straddle
Sensitivity	Data (message)	0.20	Up/down <sup>2)</sup>
Sensitivity (fading)	Selective calling	0.20 <sup>1)</sup>	Up/down <sup>2)</sup>
Sensitivity (fading)	Data (bit stream)	0.01	Straddle
Sensitivity (fading)	Data (character string)	0.01	Straddle
Sensitivity (fading)	Data (message)	0.20	Up/down <sup>2)</sup>
Degradation	Selective calling	0.20 <sup>1)</sup>	Up/down <sup>2)</sup>
Degradation	Data (bit stream)	0.01	Straddle
Degradation	Data (character string)	0.01	Straddle
Degradation	Data (message)	0.20	Up/down <sup>2)</sup>

1) Selective calling uses the reference of 80% calling probability. For this discussion, the selective calling reference error ratio is  $1 - 0.80$  or 0.20.

2) The method of measurement for messages used in this standard is based on the up/down method. This method seeks a signal level of wanted or unwanted signals so that the message sequence will have an error ratio of 50%.

La relation entre le nombre des messages dans une séquence et le taux d'erreur de la séquence est:

$$(1-P_m)^N = 0,5$$

où

$P_m$  est le taux d'erreur de message de la séquence de messages

$N$  est le nombre de messages de chaque séquence

Par exemple, pour  $P_m$  égal à 0,2,  $N$  est presque égal à 3, valeur qui est utilisée dans les mesures de message. La méthode par alternance suppose que les erreurs se produisent indépendamment d'un message à l'autre, ce qui est, en effet, le cas. Cependant, cette méthode ne s'emploie pas pour les mesures de suites de bits ou de chaînes de caractères, parce que pour ceux-ci, cette supposition n'est pas toujours valable.

Il convient de noter que les mesures d'un paramètre à fréquence radioélectrique, par exemple la sensibilité de référence sur le même récepteur-décodeur pour une suite de bits, une chaîne de caractères ou un message, ne donneront probablement pas le même résultat.

## F2. Mesure et essai de conformité

Dans cette norme il y a deux types de méthodes de mesure. Les deux sont décrits car ils servent à des usages différents.

### F2.1 *Mesure*

Le premier type de mesure concerne le paramètre qui est le niveau de signal d'entrée ou le niveau de signal indésirable qui produit le taux d'erreur de référence. Puisque cette méthode fournit une estimée du paramètre, c'est un essai effectué de part et d'autre de la valeur de celui-ci; cet essai nécessite habituellement une mesure plus longue que l'essai de conformité. Dans cette discussion, le terme méthode de *mesure* lui est réservé.

### F2.2 *Essai de conformité*

Le second type de mesure est l'essai de conformité qui détermine seulement si le taux d'erreur est supérieur ou inférieur au taux d'erreur de référence pour un niveau spécifié du signal d'entrée et du signal ou des signaux indésirables. C'est un essai effectué d'un seul côté de la valeur du paramètre; dans la plupart des cas il exige moins de temps. Une caractéristique importante d'une méthode d'essai de conformité est sa courbe de risque (voir F8.4). Le concept de courbe de risque correspond à celui de dispersion pour les méthodes de mesure.

## F3. Dispersion

La dispersion d'une mesure est caractérisée par la fonction de distribution des résultats de la mesure à laquelle on peut s'attendre lorsque la mesure est effectuée plusieurs fois sur le même matériel, dans les mêmes conditions.

The relationship between the number of messages in a sequence and the error ratio for the sequence is:

$$(1-P_m)^N = 0.5$$

where

$P_m$  is the message error rate of the message sequence;

$N$  is the number of messages in each sequence.

For example, for a  $P_m$  of 0.2,  $N$  is very nearly 3, which is used in the message measurements. The up/down method of measurement assumes that the errors occur independently from one message to the next, which is indeed the case. However, this method is not used for bit stream or character string measurements, because for these, the assumption does not always hold.

It should be noted that measurements of a radio-frequency parameter, for example reference sensitivity on the same receiver-decoder for bit stream, character string or message, will probably not give the same result.

## F2. Measurement and compliance test

In this standard there are two types of methods of measurement. Both types are included because they serve different purposes.

### F2.1 Measurement

The first type of measurement measures the parameter which is the input signal level or the unwanted signal level that produces the reference error ratio. Since this method provides an estimate of the parameter, it is a two-sided test and usually requires a longer measurement than the compliance test. This method of measurement in this discussion is referred to as a method of *measurement*.

### F2.2 Compliance test

The second type of measurement is the compliance test which only determines if the error ratio is greater or smaller than the reference error ratio for a specified level of input signal and unwanted signal(s). This is a one-sided test and in many cases can be performed in less time. An important characteristic of a compliance test method is its risk curve (see F8.4). The concept of the risk curve has a correspondence to the concept of dispersion for methods of measurement.

## F3. Dispersion

Dispersion of a measurement is characterized by a probability distribution of the results of the measurement that can be expected when the measurement is performed many times on the same equipment under the same conditions.

### F3.1 Définition de la dispersion

La dispersion varie avec le matériel en essai, avec l'opérateur et, pour la mesure des récepteurs d'appel sélectif et de données, avec le processus statistique utilisé pour la mesure. Dans cette annexe, seul cet aspect est examiné pour les mesures de sensibilité, d'évanouissements et de dégradation.

Les mesures fournissent des valeurs (ou estimées) dont la fonction de distribution a une forme de courbe en cloche pour un niveau d'entrée exprimé en décibels. Puisque la fonction de distribution peut être différente pour chaque récepteur-décodeur mesuré, la dispersion est définie comme étant la plage de niveaux du signal d'entrée comprise entre le niveau pour lequel la fonction de répartition vaut 0,05 et celui pour lequel elle vaut 0,95 (par exemple -1,2 à 0,9 dB).

Pour les essais de conformité, la dispersion est définie comme étant la différence entre la valeur du paramètre du récepteur-décodeur correspondant à une probabilité de succès de 0,95 et celle correspondant à une probabilité d'échec de 0,05 (voir F8.4):

### F3.2 Valeur de la dispersion

Les objectifs des méthodes de mesure et d'essai de conformité dans la présente norme sont tenus d'avoir les valeurs de dispersion et de risque suivantes:

±1 dB ou moins pour la sensibilité;

±2 dB ou moins pour la dégradation (par exemple sélectivité ou intermodulation);

±2 dB ou moins pour les évanouissements.

Ce résultat a été obtenu en supposant la plus faible pente des courbes de taux d'erreur généralement rencontrée dans les récepteurs-décodeurs courants et en choisissant le nombre d'éléments (tons, bits, caractères ou messages) utilisé dans la méthode de mesure ou d'essais de conformité.

Bien que les exemples utilisés dans cette discussion soient typiques, ils présentent une marge considérable par rapport aux objectifs de dispersion et de risque ci-dessus. Les méthodes de mesure et d'essai de conformité ont été développées en tenant compte de cela, car on peut mesurer des récepteurs-décodeurs dont les courbes de taux d'erreur diffèrent de façon significative des exemples donnés.

Le nombre d'éléments choisis pour les méthodes de mesure ou d'essais de conformité a été réduit au minimum compatible avec les objectifs ci-dessus.

Bien qu'il y ait plusieurs méthodes pratiques possibles pour effectuer ces mesures et essais de conformité, les méthodes retenues pour normalisation dans la présente norme produiront la valeur désirée de dispersion et de risque.

### F3.1 *Definition of dispersion*

Dispersion varies with test equipment, with operator and, in the measurement of selective call and data receivers, with the statistical process used in the measurement. In this appendix, only the latter is discussed for measuring sensitivity, fading and degradation.

The measurements will produce values (estimates) which have a probability distribution that has a bell shape for units of input signal level in decibels. Since the probability distribution can be different for each receiver-decoder measured, the dispersion is defined as the range of input signal levels from the level where the cumulative probability distribution equals 0.05 probability to where it equals 0.95 probability (e.g. -1.2 to 0.9 dB).

For compliance tests, dispersion is defined as the difference between the receiver-decoder parameter that has a 0.95 probability of passing and one that has a 0.05 probability of failing (see F8.4).

### F3.2 *Magnitude of dispersion*

The design goals for the methods of measurement and compliance test methods in this standard are to have a dispersion and risk of:

±1 dB or less for sensitivity.

±2 dB or less for degradation (e.g. selectivity or intermodulation),

±2 dB or less for fading.

This was done by assuming the lowest slope of the error ratio curves generally experienced in current receiver-decoders and by selecting the number of elements (tones, bits, characters or messages) used in the method of measurement or compliance test method.

While the examples used in this discussion are typical, they have considerable margin to the above goals in their dispersion and risk. The methods of measurement and compliance test methods have been designed with this in mind, as there may be receiver-decoders measured that have error ratio curves that are significantly different from those in the examples.

The number of elements selected for the methods of measurement or compliance test methods have been reduced to the minimum, consistent with the above goals.

While there are many useful methods available for making these measurements and compliance tests, the methods chosen to be standardized for this standard will produce the desired dispersion and risk.

#### F4. Précision

La précision des méthodes de mesure, dans cette annexe, est caractérisée par la différence entre l'estimée moyenne obtenue par la mesure et la valeur théorique que l'on s'attendrait à obtenir. Par exemple, si la valeur théorique pour une méthode de mesure est zéro dB et la moyenne des estimées obtenues par la méthode de mesure est -0,08 dB, la précision de la méthode de mesure est -0,08 dB. Il convient de ne pas confondre la précision avec la plage de dispersion. Une méthode de mesure peut présenter une dispersion faible et une grande imprécision, ou l'inverse. Idéalement il convient que la méthode de mesure ait des valeurs faibles à la fois pour la dispersion et la précision.

La précision pour les méthodes d'essai de conformité est la différence entre le niveau de signal d'entrée concerné qui produit une probabilité de succès de 0,5 et la valeur théorique.

#### F5. Formes des courbes de taux d'erreur

Les facteurs importants qui déterminent la dispersion d'une méthode de mesure ou le risque des méthodes d'essai de conformité sont le taux d'erreur de référence, la forme de la courbe de taux d'erreur du matériel en essai et le nombre d'éléments utilisés dans la méthode de mesure ou d'essai de conformité.

La forme de la courbe de taux d'erreur d'un récepteur-décodeur peut être déterminée par le procédé laborieux consistant à mesurer le taux d'erreur pour différents niveaux du signal d'entrée et à tracer la courbe résultante. Dans la présente norme, on suppose que la courbe de taux d'erreur est inconnue de l'opérateur, à l'exception de quelques bornes générales, et qu'elle n'est pas nécessaire pour la méthode de mesure ou d'essai de conformité. Dans cette annexe, cependant, les exemples utilisés fournissent un modèle qui permet de déterminer la courbe de taux d'erreur correspondante, et ceux-ci servent à la discussion.

Toutes les courbes de taux d'erreur de cette annexe, pour les exemples, ont été normalisées de façon que zéro dB présente le taux d'erreur de référence. L'analyse exploite seulement la forme des courbes de taux d'erreur. Les récepteurs-décodeurs qui nécessitent un plus grand rapport signal sur bruit auront leurs courbes de taux d'erreur décalées vers la droite et si le rapport signal sur bruit nécessaire est inférieur, les courbes de taux d'erreur seront décalées vers la gauche.

##### F5.1 Formes des courbes de taux d'erreur pour une suite de bits

###### F5.1.1 Pour les mesures de sensibilité

Pour les données (suite de bits) des exemples fréquents de fonctions de taux d'erreur (voir page 406 de la référence [1]\*) employées pour les récepteurs-décodeurs (en statique) sont:

$$Err_{\text{bit}} = 0,5 [1 - \text{erf}(\sqrt{CTA})] \quad (1)$$

\* Les chiffres entre crochets se rapportent à l'article F9.

#### F4. Accuracy

Accuracy for methods of measurement, in this appendix, is characterized by the difference between the average estimate obtained from the measurement and the theoretical value that one would expect to obtain. For example, if the theoretical value for a method of measurement is zero dB, and the average of the estimates obtained from the method of measurement is -0.08 dB, the accuracy of the method of measurement is -0.08 dB. Accuracy should not be confused with the range of dispersion. A method of measurement could have a small dispersion and a high inaccuracy or the opposite. Ideally, the method of measurement should have low values for both dispersion and accuracy.

Accuracy for compliance test methods is the difference between the relative input signal level that produces 0.5 probability of passing and the theoretical value.

#### F5. Shapes of error ratio curves

Important factors that determine the dispersion of a method of measurement or the risk of compliance test methods are the reference error ratio, the shape of the error ratio curve of the equipment under test and the number of elements used in the method of measurement or compliance test method.

The shape of the error ratio curve for a receiver-decoder can be determined by the lengthy process of measuring the error ratio for different input signal levels and plotting the result. In this standard, it is assumed that the error ratio curve is not known to the operator except for some general bounds and is not required by the method of measurement or the compliance test method. In this appendix, however, the examples used provide a model that allows the error ratio curve to be determined for the examples which are used in this discussion.

All of the error ratio curves for the examples used in this appendix have been normalized so that zero dB is at the reference error ratio. The analysis only makes use of the shape of the error ratio curves. Receiver-decoders that require a greater signal-to-noise ratio will have their error ratio curves shifted to the right and if the required signal-to-noise ratio is less, the error ratio curves will be shifted to the left.

##### F5.1 Shapes of bit stream error ratio curves

###### F5.1.1 For sensitivity measurements

For data (bit stream), common examples of error ratio functions (see page 406 of reference [1])\* used for receiver-decoders (static) are:

$$Err_{\text{bit}} = 0.5 [1 - \text{erf}(\sqrt{C/A})] \quad (1)$$

\* The figures in square brackets refer to Clause F9.

où

$Err_{bit}$  est le taux d'erreur par bit

$erf$  est la fonction d'erreur

$C$  est le rapport de la puissance de porteuse à celle de bruit

$A = 1$  pour la modulation par déplacement de phase cohérente idéale (signaux opposés)

$A = 2$  pour la modulation par déplacement de fréquence cohérente (signaux orthogonaux)

La valeur de  $A$  varie avec le système de modulation utilisé mais il n'affecte pas la forme de la courbe du taux d'erreur. Voir la courbe 1 de la figure F1.

D'autres exemples de fonction de taux d'erreur sont (voir page 406 de la référence [1]):

$$Err_{bit} = 0,5 \exp(-C/A) \quad (2)$$

où

$C$  est le rapport de la puissance de porteuse à celle de bruit

$A = 1$  pour la modulation par déplacement de phase cohérente différentielle

$A = 2$  pour la modulation par déplacement de fréquence non cohérente

Voir la courbe 2 de la figure F1. On suppose aussi dans cette annexe que la puissance de porteuse est directement proportionnelle au niveau du signal d'entrée.

Les courbes de taux d'erreur sont le plus souvent représentées sous la forme du logarithme du taux d'erreur en fonction du niveau de signal d'entrée en dB.

Les courbes de taux d'erreur mesurées sur les récepteurs-décodeurs peuvent différer de celles de la figure F1, mais la plupart seront assez semblables à ce modèle. Puisque la courbe de l'équation (1) a la plus faible pente dans la région d'un taux d'erreur de 0,01, on l'utilisera comme courbe de taux d'erreur par bit pour le reste de cette discussion. La courbe de taux d'erreur d'un récepteur-décodeur n'est pas connue de l'expérimentateur et peut s'écarter de cet exemple de façon significative. Il convient que la dispersion et le risque obtenus à partir de cette courbe de taux d'erreur soient environ la moitié de ceux définis en F3.2 de sorte que les méthodes de mesure et d'essai de conformité soient valables pour des récepteurs-décodeurs ayant des courbes de taux d'erreur de pentes d'environ la moitié de celles des exemples.

where

$Err_{bit}$  is the bit error ratio

$erf$  is the error function

$C$  is the ratio of the carrier to noise power

$A = 1$  for ideal coherent PSK (antipodal signalling)

$A = 2$  for coherent FSK (orthogonal signalling)

The value of  $A$  varies with the modulation system used but it does not affect the shape of the error ratio curve. See curve 1 of figure F1.

Other examples of error ratio function are (see page 406 of reference [1]):

$$Err_{bit} = 0.5 \exp(-C/A) \quad (2)$$

where

$C$  is the ratio of the carrier to noise power

$A = 1$  for differentially coherent PSK

$A = 2$  for non-coherent FSK

See curve 2 of figure F1. It is also assumed in this appendix that the carrier power is directly proportional to the input signal level.

Error ratio curves are most often presented in the format of log error ratio versus input signal level in dB.

Error ratio curves measured on receiver-decoders may differ from those in figure F1, but most will be sufficiently similar to this model. Since the curve for equation 1 has the least slope in the region of 0.01 error ratio, it will be used as the bit error ratio curve for the remainder of this discussion. The error ratio curve of a receiver-decoder is not known by the experimenter and can vary significantly from this example. The dispersion and risk obtained using this error ratio curve should be about one-half that stated in F3.2 so that the methods of measurement and compliance test methods are viable for measuring receiver-decoders that have error ratio curves with slopes of about one-half that of the examples.

### F5.1.2 Pour les mesures de dégradation

La sélectivité, la protection contre les réponses parasites, la protection contre l'intermodulation et la tolérance au bruit impulsif sont des mesures de dégradation car elles mesurent le niveau de signaux indésirables. Dans cette discussion, le modèle suivant sera utilisé pour les mesures de dégradation; il est aussi applicable aux méthodes d'essai de conformité.

Dans ces méthodes de mesure, le niveau de signal utile est d'abord réglé à la sensibilité de référence, en l'absence du signal indésirable à l'entrée du récepteur. Puis le niveau de signal utile est augmenté de 3 dB (puissance double) ce qui explique le facteur 2 au numérateur de l'équation ci-après. Le même taux d'erreur de référence (le même rapport signal sur bruit) est reproduit en appliquant la puissance indésirable.

$$\text{Rapport signal sur bruit} = 2S/(N + U) \quad (3)$$

où

$S$  est la puissance de signal utile correspondant à la sensibilité de référence du récepteur-décodeur

$N$  est la puissance de bruit du récepteur, supposée constante

$U$  est la puissance de signal indésirable ou la puissance de la réponse d'intermodulation dans le canal pour les mesures de protection contre les réponses parasites et contre l'intermodulation

$U$  est la puissance indésirable dans le récepteur (par exemple au détecteur), atténuée par le récepteur. Le niveau de signal indésirable d'entrée noté dans les mesures de dégradation sera une fonction de l'atténuation du récepteur et d'un coefficient non linéaire.

Dans cette discussion, pour la sélectivité, la protection contre les réponses parasites et la tolérance au bruit impulsif, on suppose que  $U$  est proportionnel au niveau d'entrée du ou des signaux indésirables. Si la puissance indésirable est produite par un processus d'intermodulation,  $U$  peut varier exponentiellement avec la puissance du ou des signaux indésirables. Dans ce cas, la courbe de taux d'erreur par bit pour la dégradation aura une pente plus prononcée.

Si le rapport signal sur bruit de l'équation (3) est appliqué à l'équation (1) en  $C$ , le résultat est la courbe 3 de la figure F1. Sur le diagramme, le niveau de signal d'entrée est  $U$ , de telle sorte que le taux d'erreur par bit augmente avec  $U$  et que la pente de la courbe au voisinage du taux d'erreur de référence soit plus faible que celle de la courbe du taux d'erreur par bit.

### F5.1.3 Impact de la mesure de sensibilité sur les mesures de dégradation et sur les essais de conformité

La courbe 3 de la figure F1 est basée sur l'hypothèse que la valeur  $S$  est remplacée par  $2S$  dans l'équation (3). Dans la méthode de mesure de dégradation, la valeur de  $S$  utilisée est une estimée obtenue par la mesure de sensibilité et a une distribution. Si la valeur de  $S$

### F5.1.2 For degradation measurements

Selectivity, spurious response immunity, intermodulation response immunity and impulsive noise tolerance are degradation measurements as they measure the level of unwanted signals. In this discussion, the following model for degradation measurements will be used; it is also applicable to the compliance test methods.

In these methods of measurement, the wanted signal level is first set at the reference sensitivity without the unwanted power applied to the input of the receiver. Then the wanted signal level is increased 3 dB (twice the power) which accounts for the factor 2 in the numerator in the following equation. The same reference error ratio (the same signal-to-noise ratio) is reproduced by applying the unwanted power.

$$\text{Signal-to-noise ratio} = 2S/(N + U) \quad (3)$$

where

$S$  is the wanted signal power corresponding to the receiver-decoder reference sensitivity

$N$  is the noise power of the receiver and is assumed to be constant

$U$  is the unwanted signal power or the power of the on channel intermodulation response for spurious and intermodulation immunity measurements

$U$  is the unwanted power in the receiver (e.g. at the detector) and has been attenuated by the receiver. The input unwanted signal level recorded in the degradation measurements will be a function of the receiver attenuation and of a non-linear coefficient.

In this discussion, for selectivity, spurious response immunity and impulsive noise tolerance, it is assumed that  $U$  is proportional to the input level of the unwanted signal(s). If the unwanted power is generated by an intermodulation process then  $U$  may vary exponentially as a power of the unwanted signal(s). In this case, the degradation bit error ratio curve will have a steeper slope.

If the signal-to-noise ratio from equation (3) is applied to equation (1) as  $C$ , the result is curve 3 in figure F1. In the graph the input signal level is  $U$ , so the bit error ratio increases as  $U$  increases and the slope of the curve near the reference error ratio is less steep than the bit error ratio curve.

### F5.1.3 Sensitivity measurement impact on degradation measurements and compliance tests

Curve 3 in figure F1 is based on the assumption that the value  $S$  is replaced by  $2S$  in equation (3). In the degradation method of measurement, the value of  $S$  used is an estimate obtained from the sensitivity measurement and has a distribution. If the value of  $S$  used

utilisée n'est pas la valeur exacte de la sensibilité du récepteur-décodeur, la forme de la courbe de taux d'erreur pour la dégradation se déplacera vers la droite ou vers la gauche tout en changeant de pente. En conséquence, la dispersion et le risque sont plus grands qu'ils ne le seraient si la sensibilité exacte était connue et utilisée pour les mesures de dégradation et les essais de conformité.

## F5.2 Forme des courbes de taux d'erreur pour une chaîne de caractères

Pour les caractères qui sont constitués d'un certain nombre de bits, la forme des courbes de taux d'erreur se déduit de la courbe de taux d'erreur par bit. Cette forme est fonction du nombre de bits du caractère et de l'emploi éventuel de codes correcteurs d'erreurs.

Par exemple, la courbe 1 de la figure F2 est la courbe de taux d'erreur par caractère pour un caractère de huit bits sans correction d'erreur et la courbe 2 correspond à un caractère de 15 bits avec une capacité de correction d'un bit erroné.

La différence principale entre les courbes de taux d'erreur pour une suite de bits et une chaîne de caractères est que le taux d'erreur maximal pour une suite de bits est 0,5 tandis que le taux maximal pour une chaîne de caractère peut être pratiquement 1,0. En général, mais pas toujours, la pente de la courbe au voisinage du taux d'erreur de référence de 0,01 est plus prononcée pour les chaînes de caractères que pour les suites de bits.

Pour le reste de cette discussion, on a utilisé un caractère de 8 bits sans correction d'erreur; ainsi le taux d'erreur par caractère est:

$$Err_{car} = 1 - (1 - Err_{bit})^8 \quad (4)$$

où  $Err_{bit}$  est le taux d'erreur par bit donné par l'équation (1).

*Note.*- L'équation ci-dessus est correcte dans l'hypothèse où les erreurs de bits sont indépendantes. Cette hypothèse est utilisée dans cette annexe. Cependant, il existe de nombreux cas où elle n'est pas valable. Par exemple, avec certaines modulations à codage différentiel (par exemple modulation par déplacement de phase avec détection cohérente différentielle) les erreurs de bits se produisent par paires. Dans ce cas, pour les taux d'erreur par bit faibles:

$$Err_{car} = 1 - (1 - Err_{bit}/2)^8$$

D'autres types de modulation, de décodeurs et de propagation qui tendent à rendre les erreurs par bit corrélées, peuvent produire des relations différentes qui changeraient la forme des courbes de taux d'erreur utilisées dans les exemples de cette annexe.

La courbe de dégradation 3 de la figure F2 a été obtenue de la même manière (voir F5.1.1) que la courbe de dégradation 3 de la figure F1.

Des codes qui emploient plus de bits par caractère et des codes correcteurs d'erreur ont en général des pentes plus prononcées au voisinage du taux d'erreur de référence.

is not exactly the value for the receiver-decoder sensitivity, the shape of the degradation error ratio curve will move either to the right or to the left as well to change its slope. The result of this effect is that the dispersion and risk are greater than they would be if the exact sensitivity were known and used in the degradation measurements and compliance tests.

### F5.2 Shape of character string error ratio curves

For characters which are composed of a number of bits, the shape of the error ratio curves is derived from the bit error ratio curve. The shape is a function of the number of bits in the character and whether error correction codes are used.

For example, curve 1 of figure F2 is the character error ratio curve for an 8-bit character with no error correction and curve 2 is for a 15-bit character with one bit of error correction capability.

The main difference between bit stream and character string error ratio curves is that while the maximum error ratio for bit stream is 0.5, the maximum ratio for character string can be almost 1.0. Generally, but not always, the slope of the curve near the reference error ratio of 0.01 is steeper for character strings than for bit streams.

For the remainder of this discussion, a character of 8 bits with no error correction has been used, so the character error ratio is:

$$Err_{char} = 1 - (1 - Err_{bit})^8 \quad (4)$$

where  $Err_{bit}$  is the bit error ratio from equation (1).

*Note.*- The equation above is correct with the assumption that the bit errors are independent. This assumption is used in this appendix. However, there are many cases where this assumption does not hold. For example, in some modulations with differential encoding (e.g. PSK modulation with differentially coherent detection) bit errors occur in pairs. In this case for low bit error ratios:

$$Err_{char} = 1 - (1 - Err_{bit}^2)^8$$

Other types of modulation, decoders and propagation which tend to have the bit errors correlated may have different relationships which would change the shape of the error ratio curves used in the examples in this appendix.

Degradation curve 3 of figure F2 was derived using the same procedure (see F5.1.1) as for degradation curve 3 of figure F1.

Codes that use more bits per character and use error correcting codes generally will have steeper slopes near the reference error ratio.

### F5.3 Forme des courbes de taux d'erreur pour les messages

Les messages peuvent prendre beaucoup de configurations; c'est pourquoi les courbes de taux d'erreur varient beaucoup. L'exemple choisi pour cette discussion consiste en 128 bits (par exemple 16 caractères de huit bits) sans correction d'erreur; il est indiqué à la figure F3. Tandis que cette longueur de message n'est pas inhabituelle, la plupart des systèmes auront quelque forme de correction d'erreur qui, en général, rendent la pente de la courbe de taux d'erreur plus grande au voisinage du taux d'erreur de référence de 0,2. La courbe d' $Err_{\text{mess}}$  se déduit de la courbe du taux d'erreur par bit donnée à la courbe 1 de la figure F1 à l'aide de l'expression suivante:

$$Err_{\text{mess}} = 1 - (1 - Err_{\text{bit}})^{128} \quad (5)$$

où  $Err_{\text{bit}}$  est le taux d'erreur par bit donné par l'équation (1).

Pour cet exemple, un taux d'erreur par message de 0,2 correspond à un taux d'erreur par bit de 0,0017.

*Note.* - L'équation ci-dessus est correcte dans l'hypothèse où les erreurs de bits sont indépendantes. Cette hypothèse est utilisée dans cette annexe. Cependant, il existe de nombreux cas où cette hypothèse n'est pas valable. Par exemple, avec certaines modulations à codage différentiel (par exemple modulation par déplacement de phase avec détection cohérente différentielle) les erreurs de bits se produisent par paires. Dans ce cas, pour les taux d'erreur par bit faibles:

$$Err_{\text{mess}} = 1 - (1 - Err_{\text{bit}}/2)^{128}$$

D'autres types de modulation, de décodeurs et de propagation qui tendent à rendre les erreurs par bit corrélées, peuvent produire des relations différentes qui changeraient la forme des courbes de taux d'erreur utilisées dans les exemples de cette annexe.

La courbe de dégradation 2 de la figure F3 a été obtenue de la même manière (voir F5.1.1) que la courbe de dégradation 3 de la figure F1.

Des codes qui emploient plus de bits par messages et des codes correcteurs d'erreur ont en général des pentes plus prononcées au voisinage du taux d'erreur de référence par message de 0,2.

### F5.4 Forme des courbes de taux d'erreur pour l'appel sélectif

#### F5.4.1 Pour la modulation numérique

Lorsque l'émission d'appel sélectif est sous forme numérique, les résultats sont très semblables à ceux du message (voir ci-dessus) et pour cette discussion ils seront supposés identiques pour les mesures de sensibilité et de dégradation.

### F5.3 Shape of message error ratio curves

Messages can take on many configurations and therefore the error ratio curves will vary a great deal. The example chosen for this discussion consists of 128 bits (e.g. 16 8-bit characters) with no error correction and is shown in figure F3. While the length of the message is not uncommon, most systems would have some form of error control which generally would make the slope of the error ratio curve greater near the reference error ratio of 0.2. The curve of  $Err_{\text{mess}}$  is derived from the bit error ratio curve given in curve 1 of figure F1 using the following function:

$$Err_{\text{mess}} = 1 - (1 - Err_{\text{bit}})^{128} \quad (5)$$

where  $Err_{\text{bit}}$  is the bit error ratio from equation (1).

For this example, a 0.2 message error ratio corresponds to a 0.0017 bit error ratio.

*Note.*- The equation above is correct with the assumption that the bit errors are independent. This assumption is used in this appendix. However, there are many cases where this assumption does not hold. For example, in some modulations with differential encoding (e.g. PSK modulation with differentially coherent detection) bit errors occur in pairs. In this case for low bit error ratios:

$$Err_{\text{mess}} = 1 - (1 - Err_{\text{bit}}/2)^{128}$$

Other types of modulation, decoders and propagation which tend to have the bit errors correlated may have different relationships which would change the shape of the error ratio curves used in the examples in this appendix.

Degradation curve 2 of figure F3 was derived using the same procedures (see F5.1.1) as for degradation curve 3 of figure F1.

Codes that use more bits in the message and use error correcting codes generally will have steeper slopes near the reference message error ratio of 0.2.

### F5.4 Shape of selective calling error ratio curves

#### F5.4.1 For digital modulation

When the selective call transmission has a digital form, the results will be very similar to that of message (see above) and for this discussion will be assumed to be the same for both sensitivity and degradation measurements.

### F5.4.2 Pour la modulation analogique

Pour la MdA et la BLU, lorsque l'émission d'appel sélectif consiste en plusieurs tonalités à fréquence acoustique transmises simultanément ou séquentiellement, la courbe de taux d'erreur pour l'appel sélectif peut être de forme semblable à celle du taux d'erreur par caractère. Pour la MdF et la MdP, les courbes de taux d'erreur peuvent présenter une pente bien plus accentuée. Tandis que le taux d'erreur de chaque détecteur de tonalité peut avoir une allure qui ne diffère pas de celle de l'équation (1), plusieurs réalisations ont un niveau de détection de tonalité situé sur la portion abrupte de la courbe de seuil en MdF (c'est-à-dire en dessous du coude du seuil). Dans ce cas, le rapport signal sur bruit  $C$  dans l'équation (1) peut varier beaucoup plus vite que le niveau de signal d'entrée et le taux d'erreur pour l'appel sélectif peut varier de 0,9 à 0,1 pour une variation du niveau d'entrée de un ou deux dB.

### F5.5 Forme des courbes de taux d'erreur pour les signaux avec évanouissements

La mesure de la sensibilité avec évanouissements utilise un signal d'entrée produit par un simulateur d'évanouissements de Rayleigh (voir annexe C). Les courbes de taux d'erreur pour la suite de bits, la chaîne de caractères et le message résultant de l'emploi de ce signal diffèrent considérablement de celles obtenues en condition statique.

#### F5.5.1 Forme de la courbe de taux d'erreur pour la suite de bits

Pour cette discussion, on utilisera le taux d'erreur en fonction du rapport de la puissance moyenne de porteuse à celle de bruit correspondant à la modulation par déplacement de fréquence non cohérente (voir page 407 de la référence [1]) qui vaut:

$$E_{\text{bit}} = 1/(2 + \bar{C}/A) \quad (6)$$

où

$\bar{C}$  est le rapport de la puissance moyenne de porteuse à celle de bruit

$A = 1$  pour la modulation à déplacement de phase cohérente différentielle

$A = 2$  pour la modulation à déplacement de fréquence non cohérente

Une courbe de cette fonction est indiquée à la figure F4, courbe 1. Elle a été normalisée pour qu'un niveau de signal d'entrée de zéro dB produise un taux d'erreur par bit de 0,01 et elle est représentée jusqu'à  $\pm 6$  dB de part et d'autre de ce niveau. En outre, on suppose que la puissance moyenne de porteuse est proportionnelle au niveau moyen de signal d'entrée.

#### F5.5.2 Forme de la courbe de taux d'erreur pour la chaîne de caractères

En utilisant l'exemple d'un caractère de F5.2 appliqué à l'équation (6), la courbe normalisée est presque identique à la courbe de taux d'erreur pour la suite de bits; elle est indiquée à la figure F4, courbe 2.

#### F5.4.2 *For analog modulation*

For AM and SSB, when the selective call transmission consists of several audio frequency tones transmitted simultaneously or in sequence, the selective calling error ratio curve may be similar in shape to the character error ratio curve. For FM and PM, the error ratio curves may have a considerably steeper slope. While the error ratio of each tone detector may have a shape not unlike that of equation (1), many designs have the tone detect level located on the steep portion of the FM threshold curve (i.e. below the threshold knee). In this case, the signal-to-noise ratio  $C$  in equation (1) may vary much faster than the input signal level and the selective calling error ratio may vary from 0.9 to 0.1 for a one or two dB change in input level.

#### F5.5 *Shape of error ratio curves for fading signals*

The measurement of sensitivity fading uses an input signal that is produced by a Rayleigh fading simulator (see appendix C). The bit stream, character string and message error ratio curves that result from using this signal differ considerably from those obtained from the static condition.

##### F5.5.1 *Shape of bit stream error ratio curve*

For this discussion, the error ratio versus the mean carrier to noise power ratio function that models noncoherent FSK (see page 407 of reference [1]) will be used and is:

$$Err_{bit} = 1/(2 + \bar{C}/A) \quad (6)$$

where

$\bar{C}$  is the mean carrier to noise power ratio

$A = 1$  for differentially coherent PSK

$A = 2$  for non-coherent FSK

A curve of this function is shown in figure F4, curve 1. It has been normalized to have a zero dB input signal level produce a 0.01 bit error ratio and is shown for  $\pm 6$  dB about this level. Again it is assumed that the mean carrier power is proportional to the mean input signal level.

##### F5.5.2 *Shape of character string error ratio curve*

Using the example of a character in F5.2 applied to equation (6), the normalized curve is almost identical to the bit stream error ratio curve and is shown in figure F4, curve 2.

### F5.5.3 Forme de la courbe de taux d'erreur pour le message

En utilisant l'exemple d'un message du paragraphe F5.3 appliqué à l'équation (6), la courbe normalisée pour que zéro dB produise un taux d'erreur de 0,2 est indiquée à la figure F4, courbe 3.

## F6. Modèles pour la méthode de mesure par encadrement

La méthode de mesure par encadrement est utilisée dans la présente norme pour les mesures de sensibilité, évanouissements et dégradation pour la suite de bits et la chaîne de caractères. Les méthodes de mesure de sensibilité et d'évanouissements et les méthodes d'essai de conformité ont été analysées de façon à déterminer la dispersion et le risque attendus sur les exemples utilisés. Pour la suite de bits seulement, la mesure de dégradation a été analysée avec l'hypothèse que la sensibilité était connue. Cependant, pour simuler la méthode de mesure de dégradation telle qu'on l'utilise, on a effectué des simulations de Monte Carlo pour obtenir les estimées de la dispersion et du risque.

### F6.1 Modèle pour la mesure de sensibilité pour la suite de bits

Pour cette discussion, on suppose que la courbe de taux d'erreur par bit est donnée par l'équation (1) et que la sensibilité connue est zéro dB. Tous les autres niveaux d'entrée sont repérés par rapport à zéro dB. Voir la figure F1, courbe 1.

La méthode de mesure indique de démarrer la mesure à un niveau de signal d'entrée correspondant à la sensibilité de référence spécifiée. Supposons, par exemple, que ce niveau de départ  $L_1$  corresponde à un taux d'erreur par bit supérieur à 1%. Les niveaux de signal d'entrée successifs  $L_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) seront augmentés par pas de 0,5 dB. (Une analyse similaire peut être effectuée pour un taux d'erreur initial par bit inférieur à 1%.)

Lorsque 2 500 bits sont émis avec le niveau  $L_i$ , l'un des événements suivants se produit:

- Événement X: il y a plus de 25 bits erronés. Alors on augmente le niveau de signal d'entrée de 0,5 dB et  $L_{i+1} = L_i + 0,5$ .
- Événement Y: il y a juste 25 bits erronés. Alors la mesure est achevée ( $L_i = L_n$ ). On note la sensibilité de bit comme étant  $S = L_n$ . Les niveaux précédents essayés comme valeurs possibles de  $S$  ont été  $L_1, \dots, L_i, \dots, L_n = S$  (appelée "série un").

### F5.5.3 *Shape of message error ratio curve*

Using the example of a message in F5.3 applied to equation (6), the normalized curve for zero dB to produce 0.2 error ratio is shown in figure F4, curve 3.

## F6. Models for the straddle method of measurement

The straddle method of measurement is used in this standard for bit stream and character string measurements of sensitivity, fading and degradation. The sensitivity and fading methods of measurement and compliance test methods have been analyzed to determine the expected dispersion and risk of the examples used. For the bit stream only, the degradation measurement has been analyzed using the assumption that the sensitivity is known. However, to simulate the degradation method of measurement as it is used, Monte Carlo simulations were used to obtain estimates of the dispersion and risk.

### F6.1 *Model for bit stream sensitivity measurement*

For this discussion, a bit error ratio curve given by equation (1) is assumed and the known sensitivity is zero dB. All other input levels are referenced to zero dB. See figure F1, curve 1.

The method of measurement says to start the measurement at an input signal level corresponding to the specified reference sensitivity. Let us assume, for example, that this starting level  $L_1$  corresponds to a bit error ratio higher than 1%. The successive input signal levels  $L_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) will be increased by steps of 0.5 dB. (A similar analysis could be performed if the initial bit error ratio was lower than 1%.)

When 2 500 bits are transmitted with level  $L_i$ , one of the following events occurs:

- Event X: there are more than 25 bits in error. Then increase the input signal level by 0.5 dB and  $L_{i+1} = L_i + 0.5$ .
- Event Y: there are exactly 25 bits in error. Then the measurement is terminated ( $L_i = L_n$ ). Record the bit sensitivity as  $S = L_n$ . The preceding levels tested as possible values of  $S$  have been  $L_1, \dots, L_i, \dots, L_n = S$  (called "series one").

- Événement Z: il y a (pour la première fois) moins de 25 bits erronés. Alors la mesure est terminée ( $L_i = L_n$ ). On note la sensibilité de bit comme étant  $S = L_n - 0,25$  dB (ou  $L_{n-1} + 0,25$  dB). Les niveaux précédents essayés comme valeurs possibles de  $S$  ont été  $(L_1 - 0,25), \dots, (L_i - 0,25), \dots, (L_n - 0,25 = S)$  (appelée "série deux") mais les niveaux de signal d'entrée correspondants sont supérieurs de 0,25 dB à  $S$  ou égaux à  $L_1, \dots, L_i, \dots, L_n$ .

L'événement Y se produit avec une probabilité:

$$p_Y (S = L_i) = \frac{2500! (1-Err_{bit})^{2475} Err_{bit}^{25}}{25! 2745!} \quad (7)$$

où  $Err_{bit}$  est le taux d'erreur par bit correspondant au niveau  $L_i$  (voir figure F1).

L'événement Z se produit avec une probabilité:

$$p_Z (S = L_i - 0,25) = \sum_{k=0}^{k=24} \frac{2500! (1-Err_{bit})^{2500-k} Err_{bit}^k}{k! (2500-k)!} \quad (8)$$

où  $Err_{bit}$  est le taux d'erreur par bit correspondant au niveau  $L_i$  (voir figure F1).

Evidemment la probabilité que l'événement X se produise pour un niveau de signal d'entrée égal à  $L_i$  est:

$$p_X (L_i) = 1 - p_Y (S = L_i) - p_Z (S = L_i - 0,25) \quad (9)$$

La probabilité  $p(L_i)$  qu'un niveau  $L_i$  de la "série un" soit noté comme étant la sensibilité correspond à la probabilité de l'événement Y multipliée par toutes les probabilités des événements X précédents; c'est-à-dire:

$$p (S = L_i) = p_Y (S = L_i) \times \prod_{j=1}^{j=i-1} p_X (S = L_j) \quad (10)$$

La probabilité  $p(L_i - 0,25)$  qu'un niveau  $(L_i - 0,25)$  de la "série deux" soit noté comme étant la sensibilité correspond à la probabilité de l'événement Z multipliée par toutes les probabilités des événements X précédents, c'est-à-dire:

$$p (S = L_i - 0,25) = p_Z (S = L_i - 0,25) \times \prod_{j=1}^{j=i-1} p_X (S = L_j) \quad (11)$$

- Event Z: there are (for the first time) less than 25 bits in error. Then the measurement is terminated ( $L_i = L_n$ ). Record the bit sensitivity as  $S = L_n - 0.25$  dB (or  $L_{n-1} + 0.25$  dB). The preceding levels tested as possible values of  $S$  have been  $(L_1 - 0.25)$ , ...,  $(L_i - 0.25)$ , ...,  $(L_n - 0.25 = S)$  (called "series two") but the corresponding input signal levels are 0.25 dB higher than  $S$  or equal to  $L_1, \dots, L_i, \dots, L_n$ .

Event Y occurs with a probability:

$$p_Y (S = L_i) = \frac{2500! (1 - \text{Err}_{\text{bit}})^{2475} \text{Err}_{\text{bit}}^{25}}{25! 2745!} \quad (7)$$

where  $\text{Err}_{\text{bit}}$  is the bit error ratio corresponding to level  $L_i$  (see figure F1).

Event Z occurs with a probability:

$$p_Z (S = L_i - 0,25) = \sum_{k=0}^{k=24} \frac{2500! (1 - \text{Err}_{\text{bit}})^{2500-k} \text{Err}_{\text{bit}}^k}{k! (2500-k)!} \quad (8)$$

where  $\text{Err}_{\text{bit}}$  is the bit error ratio corresponding to level  $L_i$  (see figure F1).

Obviously the probability of having event X for an input signal level equal to  $L_i$  is:

$$p_X (L_i) = 1 - p_Y (S = L_i) - p_Z (S = L_i - 0.25) \quad (9)$$

The probability  $p(L_i)$  that a level  $L_i$  of the "series one" be recorded as the sensitivity corresponds to the probability of event Y multiplied by all the probabilities of preceding events X, i.e.:

$$p (S = L_i) = p_Y (S = L_i) \times \prod_{j=1}^{j=i-1} p_X (S = L_j) \quad (10)$$

The probability  $p(L_i - 0.25)$  that a level  $(L_i - 0.25)$  of the "series two" be recorded as the sensitivity corresponds to the probability of event Z multiplied by all the probabilities of preceding events X, i.e.:

$$p (S = L_i - 0.25) = p_Z (S = L_i - 0.25) \times \prod_{j=1}^{j=i-1} p_X (S = L_j) \quad (11)$$

Par exemple, la mesure démarre à un niveau de signal d'entrée  $L_i = -2,8$  dB, correspondant à un taux d'erreur par bit de 0,06 (voir figure F1). La probabilité de se trouver au niveau de départ est 1, et:

$$p(S = -2,8) = p_Y(S = -2,8)$$

$$p(S = -2,55) = p_Z(S = -2,55)$$

Si les événements Y et Z ne se produisent pas, le niveau est augmenté de 0,5 dB et  $L_2 = -2,3$  dB.

Alors, avec l'équation (9) et en utilisant les équations (10) et (11) alternativement:

$$p(S = -2,3) = p_Y(S = -2,3) [1 - p_Y(S = -2,8) - p_Z(S = -2,55)]$$

$$p(S = -2,05) = p_Z(S = -2,05) [1 - p_Y(S = -2,8) - p_Z(S = -2,55)]$$

et ainsi de suite.

Pour cet exemple, les différentes valeurs obtenues sont tracées dans la figure F5, et les valeurs supérieures à  $10^{-6}$  et la fonction de répartition sont données dans le tableau F2.

TABLEAU F2

Valeur de S en dB	$p(S)$	Fonction de répartition $P(S)$
-0,8	0,001 15	0,001 15
-0,55	0,001 45	0,002 60
-0,3	0,044 14	0,046 74
-0,05	0,123 93	0,170 67
0,2	0,051 53	0,222 20
0,45	0,612 96	0,835 16
0,7	0,000 62	0,835 78
0,95	0,163 49	0,999 27
1,2	$<10^{-6}$	0,999 27
1,45	0,000 73	1,000 00

Les résultats obtenus pour cet exemple sont fonction du niveau de départ de -2,8 dB et un autre niveau de départ conduirait à des résultats légèrement différents. En répétant le calcul pour plusieurs niveaux de départ (par exemple -3 à -2,5 dB) on peut tracer une enveloppe de  $p(S)$ . On peut la considérer comme étant la fonction de distribution de  $p(S)$  pour cet exemple; c'est la courbe 1 de la figure F6. Dans cet exemple, la précision pour tout niveau faible de départ est -0,014 dB.

For example, the measurement starts at an input signal level  $L_1 = -2.8$  dB, corresponding to a bit error ratio of 0.06 (see figure F1). The probability of being at the start level is 1, and:

$$p(S = -2.8) = p_Y(S = -2.8)$$

$$p(S = -2.55) = p_Z(S = -2.55)$$

If events Y and Z do not occur, the level is increased by 0.5 dB and  $L_2 = -2.3$  dB.

Then, from equation (9) and using equations (10) and (11) alternately:

$$p(S = -2.3) = p_Y(S = -2.3) [1 - p_Y(S = -2.8) - p_Z(S = -2.55)]$$

$$p(S = -2.05) = p_Z(S = -2.05) [1 - p_Y(S = -2.8) - p_Z(S = -2.55)]$$

and so on.

For this example, the different values obtained are plotted in figure F5 and the values greater than  $10^{-6}$  and the cumulative probability are given in table F2.

TABLE F2

Value of S in dB	$P(S)$	Cumulative probability $P(S)$
-0.8	0.001 15	0.001 15
-0.55	0.001 45	0.002 60
-0.3	0.044 14	0.046 74
-0.05	0.123 93	0.170 67
0.2	0.051 53	0.222 20
0.45	0.612 96	0.835 16
0.7	0.000 62	0.835 78
0.95	0.163 49	0.999 27
1.2	$<10^{-6}$	0.999 27
1.45	0.000 73	1.000 00

The results obtained for the example are related to the starting level of -2.8 dB and other starting levels would have slightly different results. By repeating the calculation for many starting levels (e.g. -3 to -2.5 dB) an envelope of  $p(S)$  can be plotted. This can be considered the probability distribution of  $p(S)$  for this example and is curve 1 in figure F6. The accuracy for this example, at any low starting level, is -0.014 dB.

La fonction de répartition  $P(S)$  est la courbe 2 de la figure F6; elle indique que 90% des résultats seront entre -0,5 et 0,4 dB (niveaux pour lesquels  $P(S)$  vaut 0,05 et 0,95), ce qui est, dans cet exemple, la dispersion pour tout niveau faible de départ.

### F6.2 Mesure de dégradation pour la suite de bits

L'analyse pour les mesures de dégradation est semblable à celle de la mesure de sensibilité sauf sur deux points.

Le premier est que  $U$ , le niveau de signal indésirable, est utilisé (voir F5.1.2) et pour cet exemple on emploie la courbe 3 de la figure F1.

La méthode de mesure utilise les mêmes événements X, Y et Z mentionnés en F6.1 excepté que "signal d'entrée" est remplacé par "signal d'entrée indésirable" et que tous les mots "diminuer", "augmenter", "soustraire" et "additionner" sont inversés.

Le second est que le niveau de signal d'entrée indésirable qui entraîne un taux d'erreur initial élevé sera fort (par exemple on a supposé 3,4 dB dans cet exemple) et la méthode de mesure diminuera progressivement le niveau de signal d'entrée indésirable.

La fonction de distribution résultante  $p(S)$  pour une mesure de dégradation pour une suite de bits est la courbe 3 de la figure F6. La précision de cet exemple est 0,112 dB.

La courbe 4 de la figure F6 est la fonction de répartition  $p(S)$ ; elle indique qu'avec ce modèle simplifié pour cet exemple la dispersion sur la dégradation est -0,6 à 0,9 dB.

Les courbes 3 et 4, qui aident à comprendre les méthodes de mesure, sont basées sur l'hypothèse simplificatrice que l'estimée de la sensibilité pour les bits est exactement connue et utilisée dans la mesure. Il résulte de la discussion de F5.1.3 que ce n'est pas le cas. Comme indiqué à la figure F6, courbe 1, l'estimée de la sensibilité pour les bits a une distribution. Lorsque cette distribution est appliquée à  $S$  de l'équation (3), la dispersion résultante sur la dégradation est plus grande. Un moyen facile d'estimer la dispersion pour cette mesure consiste à employer une simulation de Monte Carlo de la mesure de dégradation. Dans la simulation, la mesure de sensibilité est d'abord simulée et le résultat obtenu utilisé pour la simulation de la dégradation. De cette façon, la variation de sensibilité est incluse dans la simulation d'ensemble. Dans la simulation comme dans la mesure, qui est une mesure de rapport, l'estimée de la dégradation est obtenue en soustrayant les résultats de la mesure de dégradation de l'estimée de la sensibilité. Puisqu'il y a une corrélation positive (pour cet exemple le coefficient de corrélation déterminé pour la simulation de Monte Carlo est égal à 0,52) entre l'estimée de la sensibilité et la dégradation, cela réduit la dispersion. Il est intéressant de noter que pour cet exemple les courbes 3 et 5 sont à peu près les mêmes. La courbe 5 de la figure F6 est un histogramme de probabilité résultant de 5 000 mesures simulées et la courbe 6 est la fonction de répartition. Les résultats de la simulation indiquent une précision de la mesure de dégradation de 0,09 dB et une dispersion de -0,6 à 1,0 dB.

The cumulative probability  $P(S)$  is curve 2 of figure F6 and shows that 90% of the results will be between -0.5 and 0.4 dB (levels for which  $P(S)$  equals 0.05 and 0.95) which is the dispersion for this example for any low starting level.

## F6.2 Bit stream degradation measurement

The analysis for the degradation measurements is similar to that for the sensitivity measurement except for two items.

The first is that  $U$ , the unwanted signal level, is used (see F5.1.2) and, for this example, curve 3 of figure F1 is used.

The method of measurement uses the same events X, Y and Z mentioned in F6.1 except that "input signal" is replaced by "unwanted input signal" and all the words "decrease", "increase", "subtract" and "add" are reversed.

The second is that the unwanted input signal level that results in an initial high error ratio will be high (e.g. 3.4 dB is assumed in this example) and the measurement method will progressively lower the unwanted input signal level.

The resultant probability distribution,  $p(S)$ , for a bit stream degradation measurement is curve 3 of figure F6. The accuracy of this example is 0.112 dB.

Curve 4 of figure F6 is the cumulative probability of  $p(S)$  and shows that for this simplified model given in this example the degradation dispersion is -0.6 to 0.9 dB.

Curves 3 and 4, which are helpful in obtaining an understanding of the methods of measurement, are based on the simplifying assumption that the estimate of the bit sensitivity is exactly *known and used* in the measurement. As discussed in F5.1.3, this is not the case. As shown in figure F6, curve 1, the bit sensitivity estimate has a distribution. When this distribution is applied to  $S$  of equation (3), the resultant degradation dispersion is greater. An easy way to estimate the dispersion for this measurement is to use a Monte Carlo simulation of the degradation measurement. In the simulation, the sensitivity measurement is first simulated and the result obtained is used in the degradation simulation. In this way, the sensitivity variation is included in the all over simulation. In the simulation as in the measurement, which is a ratio measurement, the degradation estimate is obtained by subtracting the results of the degradation measurement from the estimate of the sensitivity. Since there is a positive correlation (for this example, the correlation coefficient is 0.52 as determined by the Monte Carlo simulation) between the sensitivity estimate and the degradation, this reduces the dispersion. It is interesting to note that for this example curves 3 and 5 are nearly the same. Curve 5 of figure F6 is a probability histogram of the result of 5 000 simulated measurements, and curve 6 is the cumulative probability. The results of the simulation indicate an accuracy of the degradation measurement of 0.09 dB and a dispersion of -0.6 to 1.0 dB.

Puisque la simulation de Monte Carlo est plus représentative de la méthode de mesure, pour la suite de cette annexe les valeurs de dispersion sur la dégradation fournies résulteront des simulations de Monte Carlo. Cependant, l'analyse effectuée en F6.1 et F6.2 fournit une bonne compréhension du processus de la méthode de mesure.

### F6.3 *Mesure de la sensibilité pour la chaîne de caractères*

La seule différence par rapport à l'analyse de la sensibilité pour la suite de bits (voir F5.5.1) pour la mesure de sensibilité pour les chaînes de caractères est que  $Err_{car}$  est substitué à  $Err_{bit}$  dans les équations (7) et (8). Pour cet exemple,  $Err_{car}$  est donné par l'équation (4) et les résultats sont indiqués à la figure F7, courbes 1 et 2. Puisque la courbe de taux d'erreur par caractère (voir figure F2, courbe 1) est plus abrupte que la courbe de taux d'erreur par bit, la dispersion sera moindre. La précision de cet exemple est -0,003 dB et la dispersion environ de -0,35 à 0,3 dB.

### F6.4 *Mesure de dégradation pour la chaîne de caractères*

L'affirmation ci-dessus est également vraie pour l'analyse de la chaîne de caractères (voir F5.5.2). Pour cet exemple, les résultats de la simulation de Monte Carlo sont indiqués à la figure F7, courbes 3 et 4. La précision pour cet exemple est 0,015 dB et la dispersion environ de -0,8 à 0,9 dB.

### F7. **Modèle pour la méthode de mesure par alternance de la sensibilité pour l'appel sélectif et pour les messages**

Pour cette discussion, le message est conforme à la discussion de F5.3. Un examen attentif de la figure F8 facilite la compréhension du processus d'alternance. Cette discussion s'applique également à l'appel sélectif, cependant les courbes de taux d'erreur pour l'appel sélectif sont souvent plus abruptes que celles de l'exemple utilisé ici.

La méthode par alternance diffère de la méthode par encadrement en ce que le niveau de signal d'entrée peut être augmenté ou diminué selon le résultat de chaque émission. Puisque le changement du niveau de signal dépend seulement de l'étape qui précède, la méthode de mesure par alternance peut être représentée par une simple chaîne de Markov.

Un exemple d'une des équations de Markov est donné ci-dessous; il indique que la probabilité d'être à un niveau  $n+1$  dB est la somme de deux probabilités:

- 1) la probabilité d'être au niveau  $n$  dB multipliée par la probabilité de ne pas avoir trois succès consécutifs,
- 2) la probabilité d'être au niveau  $n+2$  dB multipliée par la probabilité d'avoir trois décodages successifs réussis.

$$P_{n+1} = P_n [1 - (1 - Err_n)^3] + P_{n+2} (1 - Err_{n+2})^3 \quad (12)$$

Since the Monte Carlo simulation is more representative of the method of measurement, for the rest of this appendix the degradation dispersion values stated will be from Monte Carlo simulations. However, the analysis given in F6.1 and F6.2 provides a good insight into the process of the method of measurement.

### F6.3 Character string sensitivity measurement

The only difference from the bit stream sensitivity analysis (see F5.5.1) for character string sensitivity measurement is that  $Err_{char}$  is substituted for  $Err_{bit}$  in equations (7) and (8). For this example  $Err_{char}$  is given in equation (4) and the results are shown in figure F7, curves 1 and 2. Since the character error ratio curve (see figure F2, curve 1) is steeper than the bit error ratio curve, the dispersion will be less. The accuracy of this example is  $-0.003$  dB and the dispersion is about  $-0.35$  to  $0.3$  dB.

### F6.4 Character string degradation measurement

The above statement is also true for the character string analysis (see F5.5.2). For this example, the Monte Carlo simulation results are shown in figure F7, curves 3 and 4. The accuracy for this example is  $0.015$  dB and the dispersion is about  $-0.8$  to  $0.9$  dB.

### F7. Model for the up/down method of measurement of selective calling and message sensitivity

For this discussion, the message will be as discussed in F5.3. A careful review of figure F8 will help one to understand the up/down process. This discussion will also be applicable to selective calling, however many selective calling error ratio curves will be steeper than the example used here.

The up/down method differs from the straddle method because the input signal level can be either increased or decreased depending upon the outcome of each transmission. Since the change in signal level is depending upon the preceding step, the up/down method of measurement can be modelled as a simple Markov chain.

An example of one of the Markov equations is shown below and indicates that the probability of being at level  $n+1$  dB is the sum of two probabilities:

- 1) the probability of being at the  $n$  dB level, times the probability of not having three consecutive successes,
- 2) the probability of being at the  $n+2$  dB level, times the probability of three successful decodes.

$$P_{n+1} = P_n [1 - (1 - Err_n)^3] + P_{n+2} (1 - Err_{n+2})^3 \quad (12)$$

où

$P_n$ ,  $P_{n+1}$  et  $P_{n+2}$  sont les probabilités de se trouver aux niveaux  $n$ ,  $n+1$  et  $n+2$  dB;

$Err_n$  et  $Err_{n+2}$  sont les taux d'erreur aux niveaux  $n$  et  $n+2$  dB

les niveaux  $n$ ,  $n+1$  et  $n+2$  sont les niveaux du signal d'entrée en dB pour la courbe 1 de la figure F3

**Notes** 1.- Dans la méthode par alternance, les niveaux du signal d'entrée sont espacés avec des intervalles d'un dB.

2.- Par simplicité, le niveau du signal d'entrée du récepteur est utilisé dans cette discussion, mais plusieurs méthodes de mesure sont telles que le niveau du signal d'entrée est réglé au moyen d'un affaiblisseur.

Des équations semblables peuvent s'écrire pour chaque niveau du signal d'entrée.

Une autre équation qui exprime que la somme des probabilités de se trouver à un niveau donné est égale à un, est:

$$P_{n-6} + P_{n-5} + \dots + P_{n+6} = 1 \quad (13)$$

L'équation (13) jointe à l'équation (12) écrite pour chaque niveau, moins un, forme un ensemble d'équations simultanées que l'on peut résoudre par rapport aux valeurs de  $P_n$ . Puisque les valeurs de  $P_n$  seront différentes selon la valeur de départ, les valeurs de  $P_n$  pour plusieurs valeurs de départ ont été calculées et l'enveloppe des valeurs de  $P_n$  est indiquée à la figure F9, courbe 1.

#### F7.1 Précision pour le message et l'appel sélectif

Le premier moment de la courbe 1 fournit une valeur de la précision de la mesure de sensibilité pour le message; pour cet exemple, cette valeur est 0,02 dB. Cela indique que cette méthode de mesure pour cet exemple déterminera en moyenne le niveau de signal d'entrée qui produit un taux d'erreur de 0,2. Des résultats semblables sont obtenus pour les courbes de taux d'erreur qui diffèrent considérablement de l'exemple utilisé ici.

#### F7.2 Dispersion pour le message et l'appel sélectif

Il est un peu plus compliqué de déterminer la dispersion pour la méthode par alternance puisqu'elle est estimée à partir de statistiques d'échantillonnage.

L'écart moyen quadratique  $\sigma$  de la courbe 1 de la figure F9 est 0,94 dB. La fonction de distribution du résultat de la mesure est estimée à partir de la théorie de l'échantillonnage. Supposons que chaque niveau noté lors de la mesure soit un échantillon (il y en a dix

where

$P_n$ ,  $P_{n+1}$  and  $P_{n+2}$  are the probabilities of being at the  $n$ ,  $n+1$  and  $n+2$  dB levels

$Err_n$  and  $Err_{n+2}$  are error ratios at the  $n$  and  $n+2$  dB levels

the  $n$ ,  $n+1$  and  $n+2$  dB levels are the input signal levels in dB for curve 1 of figure F3

Notes 1.- In the up/down method of measurement, the input signal levels are spaced at one dB intervals.

2.- For simplicity, the input signal level to the receiver is used in this discussion, but many of the methods of measurement are written to adjust the input signal level using an attenuator.

Similar equations can be written for each input signal level.

Another equation which says that the sum of the probabilities of being at each level is one, is:

$$P_{n-6} + P_{n-5} + \dots + P_{n+6} = 1 \quad (13)$$

Equation (13) along with equation (12) for each level, less one, makes a set of simultaneous equations which can be solved for the values of  $P_n$ . Since the values of  $P_n$  will be different depending on the starting value, the  $P_n$  values for many starting values were calculated and the envelope of the  $P_n$  values is shown in figure F9, curve 1.

#### F7.1 Message and selective calling accuracy

The first moment of curve 1 will provide a value for the accuracy for the message sensitivity measurement and, for this example, it is 0.02 dB. This indicates that this method of measurement for this example will on the average find the input signal level that will produce an error ratio of 0.2. Similar results will be obtained for error ratio curves that differ considerably from the example used here.

#### F7.2 Message and selective calling dispersion

It is somewhat more involved to determine the dispersion for the up/down method as it is estimated using the statistics of sampling.

The standard deviation,  $\sigma$ , of curve 1 of figure F9 is 0.94 dB. The probability distribution of the result of the measurement is estimated using the sampling theory. Let each level recorded in the measurement be a sample (there are ten samples in figure F9) taken from the

dans la figure F9) extrait de la distribution de la courbe 1. Pour une mesure donnée, les échantillons seront toujours espacés avec des intervalles d'un dB, mais si l'on utilise plusieurs mesures démarrant à plusieurs niveaux différents, l'emploi d'une courbe continue est valable. Le résultat de la méthode de mesure est la moyenne de ces échantillons. La distribution des résultats de la mesure (les moyennes) auront une fonction de distribution normale [2] de moyenne égale à la moyenne de distribution et dont l'écart moyen quadratique est la précision. L'écart moyen quadratique des résultats des mesures,  $s$ , est le suivant:

$$s = \sigma/\sqrt{x} \quad (14)$$

où

$x$  est le nombre d'échantillons par mesure

$\sigma$  est l'écart moyen quadratique de chaque échantillon

Comme le nombre moyen d'émissions par changement de niveau observé,  $N$ , peut varier de 2 à 3 selon la pente de la courbe de taux d'erreur, la valeur de  $N$  pour cet exemple est environ 2,36. Pour des courbes de taux d'erreur très abruptes,  $N$  est voisin de 2.  $N$  s'obtient par l'expression suivante:

$$N = \sum_{n=-6}^{n=6} P_n [3(1-Err_n)^3 + 3(1-Err_n)^2 Err_n + 2(1-Err_n) Err_n + Err_n] \quad (15)$$

où

$P_n$  est la probabilité d'être au niveau  $n$  (voir article 7)

$Err_n$  est le taux d'erreur au niveau  $n$

De ce qui précède,  $x$  est égal au nombre  $T$  d'émissions lors de la mesure divisé par  $N$ . Pour la mesure de sensibilité  $T = 20$  et  $N = 2,35$ .

La valeur de la dispersion pour cet exemple est:

$$\text{dispersion} = \text{précision} \pm 1,645 \sigma/\sqrt{TN} = -0,024 \pm 0,532 \text{ dB} \quad (16)$$

La fonction de répartition d'une courbe de distribution normale pour une moyenne de 0,024 dB et une dispersion de  $\pm 0,53$  dB est indiquée à la courbe 2 de la figure F9.

Pour la méthode de mesure par alternance, la dispersion peut être réduite en augmentant le nombre d'émissions du message utilisé.

### F7.3 Mesures de dégradation pour le message et l'appel sélectif

L'analyse de la méthode de mesure par alternance utilisée pour les mesures de dégradation ressemble à celle utilisée pour la sensibilité à l'exception que, puisque c'est le signal indésirable qui varie, le sens de changement du signal d'entrée basé sur le résultat de l'émission est inversé (voir F5.1.2).

distribution of curve 1. For any one measurement, the samples will always be in intervals of one dB, but if many measurements starting at many different levels are used, the use of the continuous curve is valid. The result of the method of measurement is the average of these samples. The distribution of the results of the measurement (the averages) will have a normal probability distribution [2] with a mean equal to the mean of the distribution whose standard deviation is the accuracy. The standard deviation of the results of the measurements,  $s$ , will be as follows:

$$s = \sigma/\sqrt{x} \quad (14)$$

where

$x$  is the number of samples per measurement

$\sigma$  is the standard deviation of each sample

While the average number of transmissions per level change recorded,  $N$ , can vary from 2 to 3 depending on the slope of the error ratio curve, the value of  $N$  for this example is about 2.36. For very steep error ratio curves,  $N$  approaches the value of 2.  $N$  is obtained using the following relationship:

$$N = \sum_{n=-6}^{n=6} P_n [3(1-Err_n)^3 + 3(1-Err_n)^2 Err_n + 2(1-Err_n)Err_n + Err_n] \quad (15)$$

where

$P_n$  is the probability of being at level  $n$  (see clause 7)

$Err_n$  is the error ratio at level  $n$

From the above,  $x$  is the number of transmissions,  $T$ , in the measurement divided by  $N$ . For the sensitivity measurement  $T = 20$  and  $N = 2.35$ .

The value of the dispersion for this example is:

$$\text{dispersion} = \text{accuracy} \pm 1.645 \sigma/\sqrt{TN} = -0.024 \pm 0.532 \text{ dB} \quad (16)$$

The cumulative distribution of a normal distribution curve for a mean of 0.024 dB and a dispersion of  $\pm 0.53$  dB is shown in curve 2 of figure F9.

For the up/down method of measurement, the dispersion can be made smaller by increasing the number of transmissions of the message used.

### F7.3 Message and selective calling degradation measurements

The analysis of the up/down method of measurement used for degradation measurements is similar to that for sensitivity except that, since it is the unwanted signal that is varied, the direction to change the input signal based on the outcome of the transmission is reversed (see F5.1.2).

En utilisant pour cet exemple la courbe de taux d'erreur 3 de la figure F3 et une simulation de Monte Carlo, on obtient la courbe 3 de la figure F9. Il en résulte une précision calculée pour cet exemple d'environ 0,087 dB.

La fonction de répartition de la dégradation pour le message est indiquée sur la courbe 4 de la figure F9; elle présente une dispersion pour cet exemple de -1,9 à 1,7 dB. Cela est conforme à l'objectif défini en F3.2.

#### F7.4 *Modèle pour la mesure d'évanouissements*

##### F7.4.1 *Mesures d'évanouissements pour la suite de bits et la chaîne de caractères*

Puisque ces mesures utilisent la méthode par encadrement, l'analyse de l'exemple de la suite de bits et de la chaîne de caractères est semblable à la discussion de F6.1 et F6.3 à l'exception du taux d'erreur utilisé qui est celui de la courbe 1 de la figure F4; les résultats sont indiqués à la figure F10. Les courbes de taux d'erreur pour la suite de bits et la chaîne de caractères se ressemblent tellement que la précision et la dispersion pour ces mesures sont à peu près les mêmes. La précision est de -0,21 dB et la dispersion d'environ -1,5 à 0,6 dB.

##### F7.4.2 *Mesures d'évanouissements pour le message et l'appel sélectif*

Cette mesure utilise la méthode d'alternance comme indiqué à l'article F6 et en F6.1, F6.2 et F6.3. On utilise la courbe de taux d'erreur avec évanouissements pour le message de la figure F4, courbe 3 et les résultats sont présentés à la figure F11. Pour cet exemple, la précision est d'environ -0,09 dB et la dispersion d'environ -0,8 à 0,8 dB.

#### F8. *Essai de conformité*

##### F8.1 *Principe du risque partagé*

Lors de tout essai de conformité il y a un risque d'aboutir à une décision erronée. Pour cette raison, les essais de conformité définis par les personnes chargées de réceptionner ou certifier le matériel sont tels qu'il y a une probabilité élevée d'échec de l'essai de conformité si le matériel est un peu plus mauvais que ne l'exige la spécification. D'autre part, le constructeur aimerait voir les essais de conformité définis de telle façon qu'il y ait une probabilité élevée de subir l'essai de conformité avec succès si le matériel est un peu meilleur que ne l'exige la spécification.

Pour tenter de satisfaire à ces deux exigences, les essais de conformité de la présente norme sont définis de façon telle que, si un paramètre à fréquence radioélectrique d'un récepteur-décodeur satisfait exactement à sa spécification, il y a une probabilité de 0,5 pour que l'essai de conformité soit un succès ou un échec. C'est le principe du risque partagé. Dans ce cas, le taux d'erreur est le taux d'erreur de référence pour le niveau de signal d'entrée spécifié.

Using, for this example, the error ratio curve 3 of figure F3 and a Monte Carlo simulation, curve 3 of figure F9 is generated. From this the accuracy of this example is calculated to be about 0.087 dB.

The cumulative distribution of the message degradation is shown in curve 4 of figure F9 and shows a dispersion for this example of -1.9 to 1.7 dB. This is just within the goal given in F3.2.

#### F7.4 *Model for fading measurement*

##### F7.4.1 *Bit stream and character string fading measurements*

Since these measurements use the straddle method, the analysis of the example of the bit stream and character string is similar to the discussion in F6.1 and F6.3 except for using the error ratio curve 1 from figure F4; the results are shown in figure F10. Since the bit stream and character string error ratio curves are so similar, the accuracy and dispersion for these measurements are nearly the same. The accuracy is -0.21 dB and the dispersion is about -1.5 to 0.6 dB.

##### F7.4.2 *Message and selective calling fading measurements*

This measurement uses the up/down method as discussed in F6 and F6.1, F6.2 and F6.3. The faded message error ratio curve shown in figure F4, curve 3 is used and the results are shown in figure F11. For this example, the accuracy is about -0.09 dB and the dispersion is about -0.8 to 0.8 dB.

#### F8. **Compliance test**

##### F8.1 *Principle of shared risk*

In any compliance test there is a chance that the compliance test will give a wrong decision. Because of this, the compliance tests designed by those who will receive or certify the equipment are designed so there is a high probability of failing the compliance test if the equipment is a little worse than the specification limit. On the other hand, the manufacturer would like to see the compliance tests designed so that there is a high probability of passing the compliance test if the equipment is a little better than the specification limit.

To attempt to meet both requirements, the compliance tests in this standard are designed so that, if a receiver-decoder has a radio-frequency parameter that exactly matches the parameter specification, there will be a 0.5 probability that it will pass or fail the compliance test. This is the principle of shared risk. In this circumstance, the error ratio will be the reference error ratio at the specified input signal level.

## F8.2 Objectifs recherchés

Le but recherché pour les essais de conformité de sensibilité est de satisfaire au principe du risque partagé, d'avoir une probabilité de 0,95 pour que l'essai de conformité soit un succès si le matériel est meilleur que la spécification d'un dB ou moins, et d'avoir une probabilité de 0,95 pour que l'essai de conformité soit un échec si le matériel est moins bon que la spécification d'un dB ou moins.

Pour les essais de conformité de dégradation et d'évanouissements, la probabilité de 0,95 que l'essai soit un succès ou un échec concerne les matériels meilleurs ou moins bons que la spécification de 2 dB ou moins.

## F8.3 Modèle d'essai de conformité

Pour les essais de conformité utilisés dans la présente norme, la probabilité pour que l'essai de conformité soit un succès est fonction du taux d'erreur du récepteur-décodeur pour le niveau de signal d'entrée spécifié; elle vaut:

$$P_{\text{succès}} = \sum_{k=0}^{k=f} \frac{t!(1-Err)^{(t-k)} Err^k}{k!(t-k)!} \quad (17)$$

où

$P_{\text{succès}}$  est la probabilité que l'essai de conformité soit un succès  
 $Err$  est le taux d'erreur lorsque le niveau de signal spécifié est appliqué au récepteur-décodeur  
 $t$  est le nombre d'émissions lors de l'essai de conformité (par exemple 18, 33, 78 ou 2 556)  
 $f$  est le nombre d'échecs autorisés lors de l'essai de conformité (par exemple 3, 6, 15 ou 25)

## F8.4 Courbe de risque

### F8.4.1 Courbe de risque pour les mesures de sensibilité

Dans l'équation (17),  $Err$  est fonction du niveau de signal d'entrée. Pour la mesure de sensibilité, si la sensibilité du récepteur-décodeur est meilleure (par exemple +2 dB) que la sensibilité spécifiée lorsque le niveau de signal spécifié est appliqué au récepteur-décodeur,  $Err$  sera plus faible et le récepteur-décodeur aura une plus forte probabilité de succès. L'inverse est vrai si la sensibilité est plus mauvaise que la sensibilité spécifiée. Pour cette discussion, zéro dB est le niveau de signal d'entrée spécifié.

Dans les exemples utilisés dans cette annexe,  $Err$  peut être déterminé en fonction du niveau de signal d'entrée à partir des équations appropriées (1) à (11), donc  $P_{\text{succès}}$  est une fonction du niveau de signal d'entrée.

## F8.2 Design objectives

The design goal for sensitivity compliance tests is to meet the principle of shared risk and to have a 0.95 probability of passing the compliance test if the equipment is one dB, or less, better than the specification limit, and to have a 0.95 probability of failing the compliance test if the equipment is one dB, or less, worse than the specification.

For degradation and fading compliance tests, the 0.95 probability of passing or failing are for equipments that are 2 dB, or less, better or worse than the specification.

## F8.3 Compliance test model

For the compliance tests used in this standard, the probability of passing the compliance test is a function of the receiver-decoder error ratio at the specified input signal level and is:

$$P_{\text{passing}} = \sum_{k=0}^{k=f} \frac{t!(1-Err)^{t-k} Err^k}{k!(t-k)!} \quad (17)$$

where

$P_{\text{passing}}$  is the probability of passing the compliance test

$Err$  is the error ratio when the specified signal level is applied to the receiver-decoder

$t$  is the number of transmissions in the compliance test (e.g. 18, 33, 78 or 2 556)

$f$  is the number of failures allowed in the compliance test (e.g. 3, 6, 15 or 25)

## F8.4 Risk curve

### F8.4.1 Risk curve for sensitivity measurements

In equation (17),  $Err$  is a function of the input signal level. For the sensitivity measurement, if the receiver-decoder sensitivity is better (e.g. +2 dB) than the specified sensitivity, then when the specified signal level is applied to the receiver-decoder,  $Err$  will be smaller and the receiver-decoder will have a higher probability of passing. The opposite is true if the sensitivity is worse than the specified sensitivity. For this discussion, zero dB is the specified input signal level.

In the examples used in this appendix,  $Err$  can be determined as a function of the input signal level from the appropriate equations (1) through (11), thus  $P_{\text{passing}}$  is a function of the input signal level.

Lorsque la fonction représentée par l'équation (17) est tracée à  $t$  et  $f$  fixés, et que le niveau de signal d'entrée varie avec la fonction de taux d'erreur du matériel en essai, la courbe résultante est appelée courbe de risque. On remarquera que le niveau du signal d'entrée est exprimé par le rapport du paramètre du récepteur-décodeur (par exemple sensibilité) à la valeur spécifiée de ce paramètre. La courbe (en trait plein) de la figure F12 se déduit des équations (1) pour l'essai de conformité du taux d'erreur de sensibilité pour la suite de bits; c'est la courbe de risque. La courbe en tirets longs est relative à la chaîne de caractères et la courbe en tirets courts est relative à l'appel sélectif et au message.

#### **F8.4.2 Courbe de risque pour les essais de conformité de dégradation pour la suite de bits**

Cet exemple est dérivé du modèle donné en F5.1.2. Le résultat d'une mesure de dégradation est le rapport du niveau de la sensibilité à celui du signal indésirable. En conséquence, si la valeur utilisée pour la sensibilité est erronée, elle affectera la forme de la courbe de risque. Si la sensibilité est faible, la courbe de risque se déplacera vers la gauche. Si elle est élevée, la courbe se déplacera vers la droite. La courbe 1 de la figure F13 a été calculée avec l'hypothèse d'une sensibilité inférieure de -0,5 dB. La courbe 2 a été calculée avec une sensibilité supérieure de 0,4 dB (voir figure F6 courbe 2). Puisque pour l'exemple utilisé dans cette annexe l'estimée de la sensibilité tombe entre ces points 90% du temps, il s'ensuit que la courbe de risque tombe entre les courbes 1 et 2 de la figure F13. La courbe 3 est la courbe de risque correspondant à la vraie sensibilité. La dispersion pour l'essai de conformité de dégradation est comprise entre le point à 95% de la courbe 1 et le point à 5% de la courbe 2, soit -2,2 à 1,6 dB.

#### **F8.4.3 Courbe de risque pour les essais de conformité de dégradation pour la chaîne de caractères**

La figure F14 indique les résultats des courbes de risque basés sur des valeurs de sensibilité de -0,4 et 0,3 dB (voir figure F7, courbe 2); la dispersion est de -1,5 à 1,2 dB.

#### **F8.4.4 Courbe de risque pour les essais de conformité de dégradation pour le message et l'appel sélectif**

La figure F15 indique les résultats des courbes de risque basés sur des valeurs de sensibilité de -0,55 et 0,5 dB (voir figure F9, courbe 2); la dispersion est de -2,7 à 1,9 dB.

#### **F8.4.5 Courbe de risque pour les essais de conformité avec évanouissements**

La figure F16 indique la courbe de risque pour ces exemples avec évanouissements. La suite de bits et la chaîne de caractères donnent des résultats presque identiques; c'est la courbe en traits pleins. La courbe correspondant au message et à l'appel sélectif est la courbe en tirets courts.

When the function in equation (17) is plotted with  $t$  and  $f$  fixed, and the input signal level is varied in accordance with the error ratio function of the equipment being tested, the resultant curve is called a risk curve. Note that the input signal level is given as the ratio of the receiver-decoder parameter (e.g. sensitivity) to the specified value of the parameter. The solid-line curve of figure F12 is derived from equations (1) for the sensitivity bit stream compliance test and is the risk curve. The long-dash curve is for character string and the short-dash curve is for selective calling and message.

#### F8.4.2 *Risk curve for bit stream degradation compliance tests*

This example is derived from the model given in F5.1.2. The result of a degradation measurement is the ratio of the level of the sensitivity, to the unwanted signal level. Therefore, if the sensitivity value used is in error, it will affect the shape of the risk curve. If the sensitivity is low, the risk curve will be shifted to the left, and, if it is high, the curve will be shifted to the right. Curve 1 of figure F13 was calculated on the basis that the sensitivity was low by -0.5 dB. Curve 2 was calculated using a sensitivity that was high by 0.4 dB (see figure F6, curve 2). Since for the example used in this appendix the estimate of the sensitivity will fall between these points 90% of the time, it follows that the risk curve will fall between curves 1 and 2 of figure F13. Curve 3 is the risk curve if the true sensitivity were used. The dispersion for the compliance test of degradation is the limits of the input signal levels between the 95% point of curve 1 and the 5% point of curve 2, or -2.2 to 1.6 dB.

#### F8.4.3 *Risk curve for character string degradation compliance tests*

Figure F14 shows the results of risk curves based on the sensitivity values of -0.4 and 0.3 dB (see figure F7, curve 2); the dispersion is -1.5 to 1.2 dB.

#### F8.4.4 *Risk curve for message and selective calling degradation compliance tests*

Figure F15 shows the results of risk curves based on the sensitivity values of -0.55 and 0.5 dB (see figure F9, curve 2); the dispersion is -2.7 to 1.9 dB.

#### F8.4.5 *Risk curve for fading compliance tests*

Figure F16 shows the risk curve for these examples for fading. The bit stream and character string are almost identical and are shown by the solid-line curve. The selective calling and message curve is the short dash-curve.

F9. Références

- [1] M. Schwartz et al. "Communication Systems and Techniques". McGraw-Hill Book Company, New York, 1966.
- [2] American Statistical Association, page 109, Volume 43, by W.J. Dixon and A.M. Mood.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1987/AMD2:1991

Withdrawn

**F9. References**

[1] M. Schwartz et al. "Communication Systems and Techniques". McGraw-Hill Book Company, New York, 1966.

[2] American Statistical Association, page 109, Volume 43, by W.J. Dixon and A.M. Mood.

---

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1987/AMD2:1991

Withdrawn

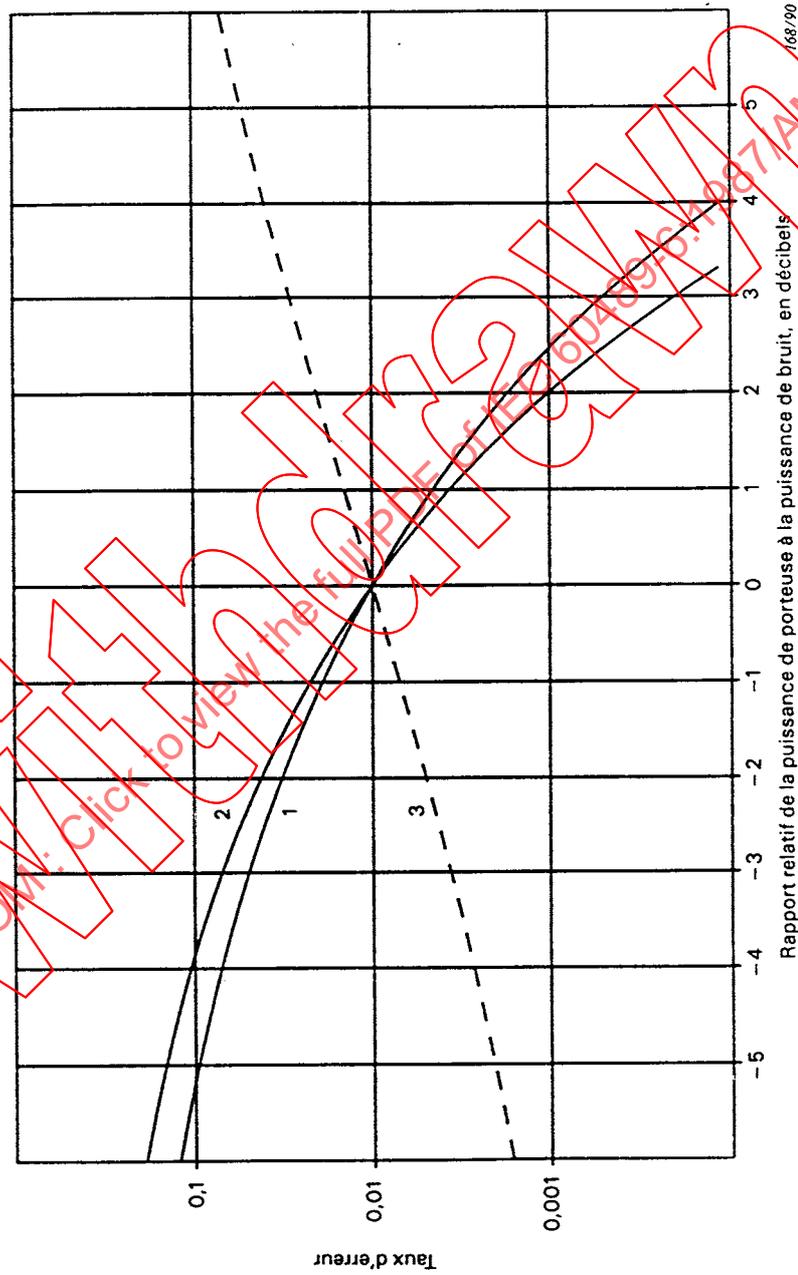


Figure F1 - Taux d'erreur par bit en fonction du niveau de signal d'entrée

IECNORM.COM; Click to view the full PDF of IEC 60409-6:1997 AMEND. 2:1997

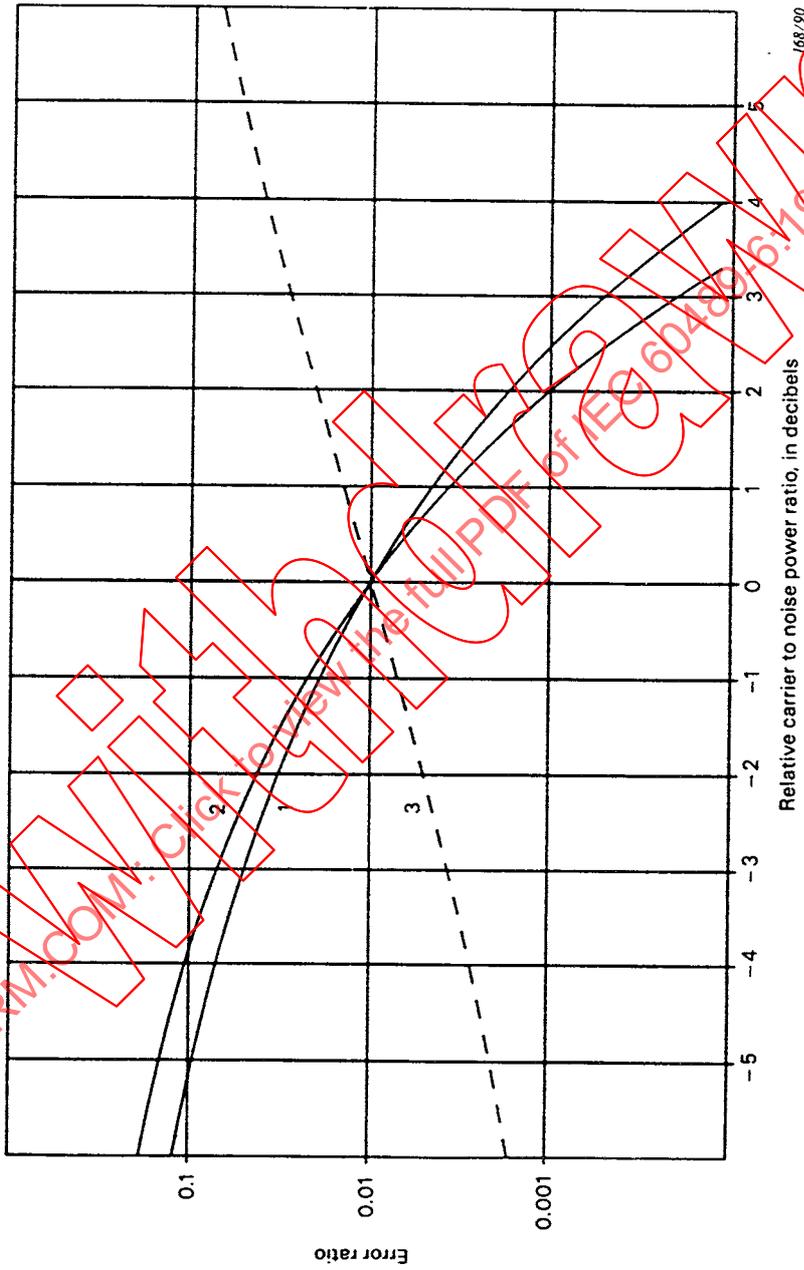


Figure F1 - Bit error ratio versus input signal level

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1987/AMD2:1997

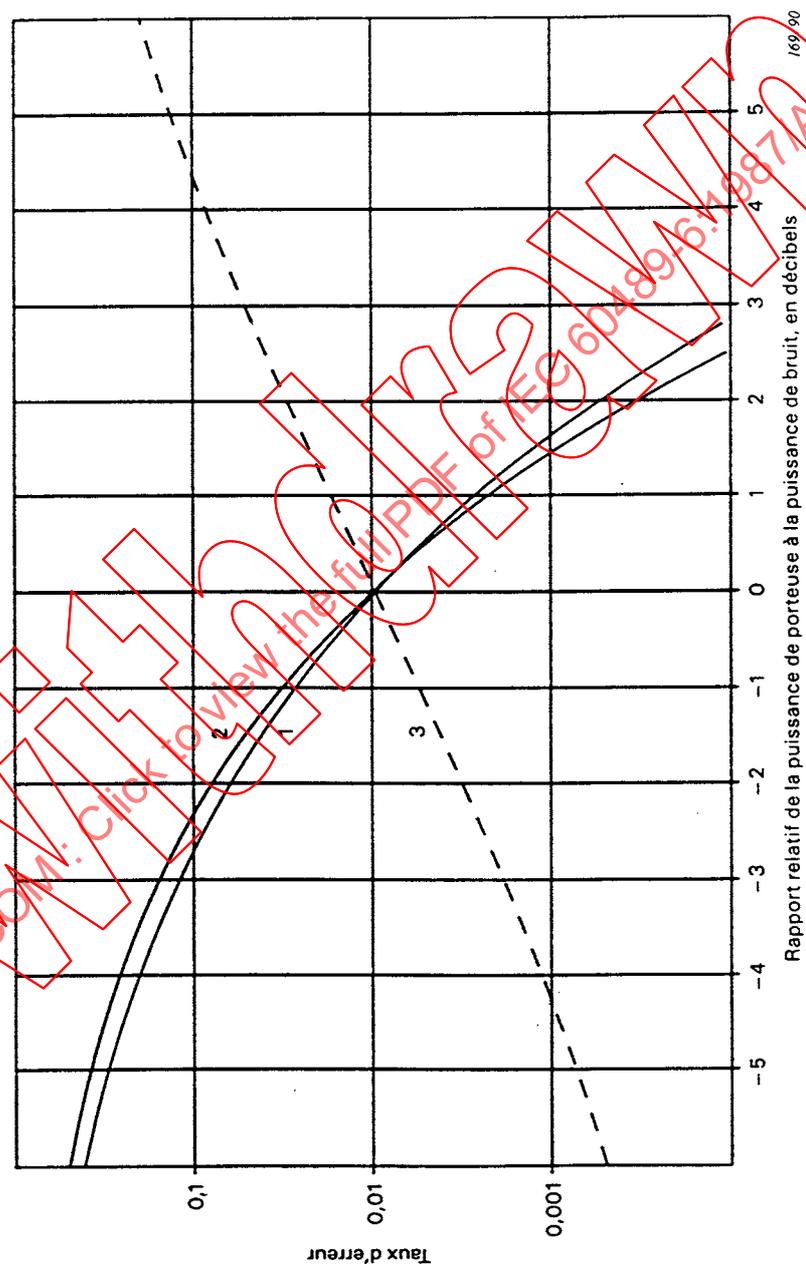


Figure F2 - Taux d'erreur par caractère en fonction du niveau de signal d'entrée

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1997 AMDE:1997

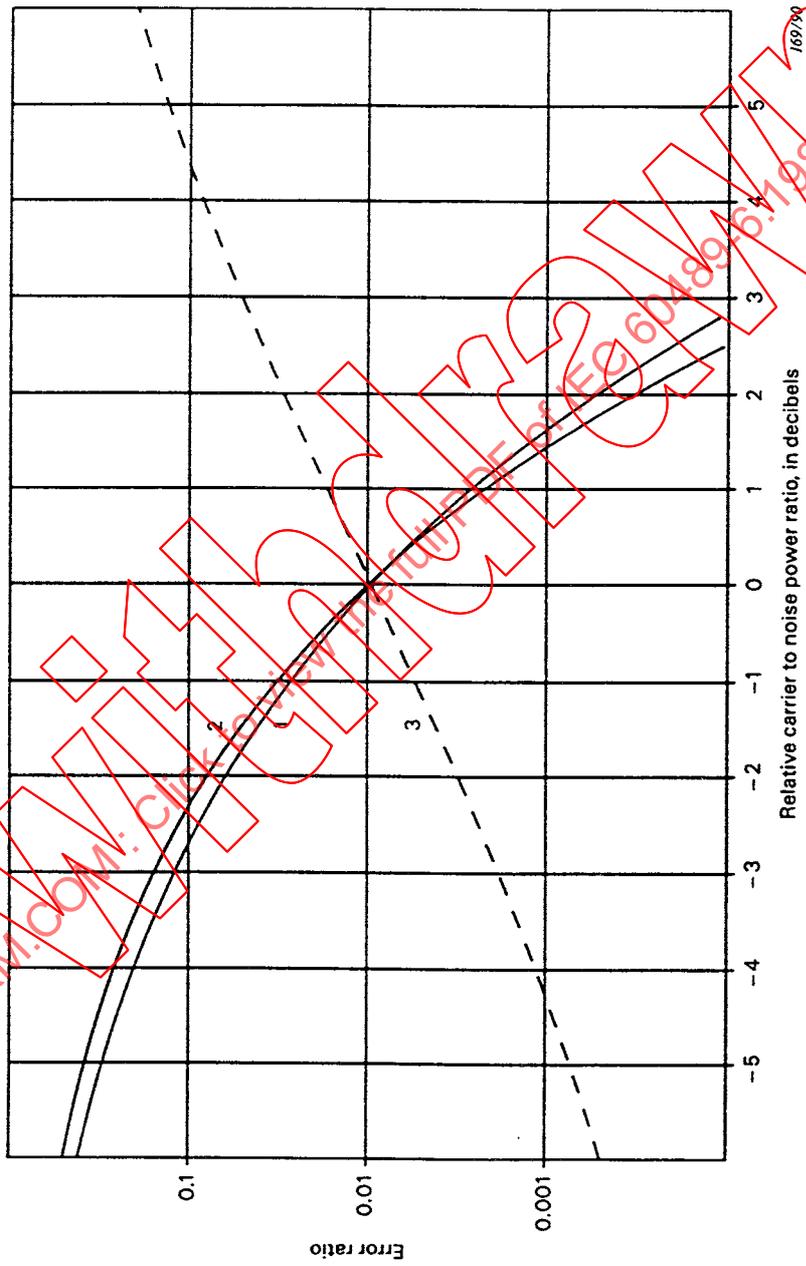


Figure F2 - Character error ratio versus input signal level

IECNORM.COM: Click to view the full text of IEC 60489-6:1987 AMD2:1997

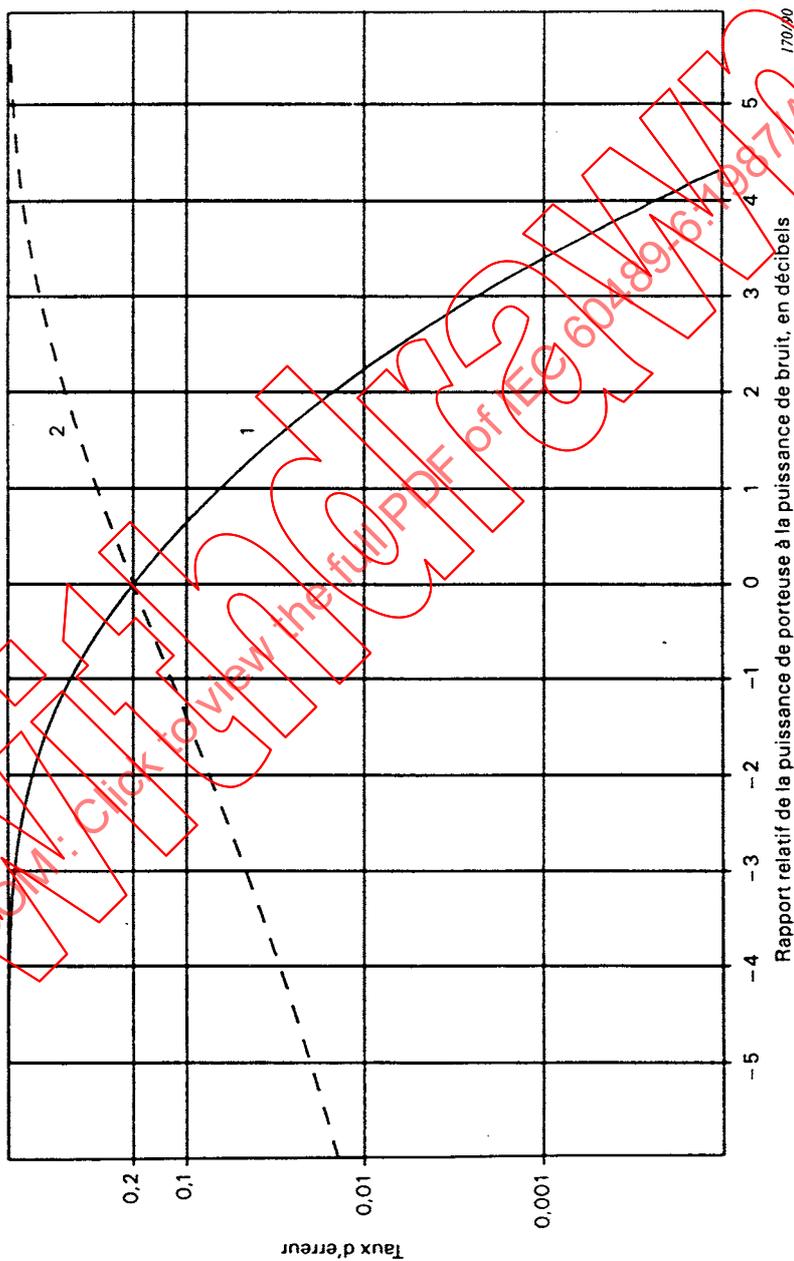


Figure F3 - Taux d'erreur par message en fonction du niveau de signal d'entrée

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1997/AM2:1997

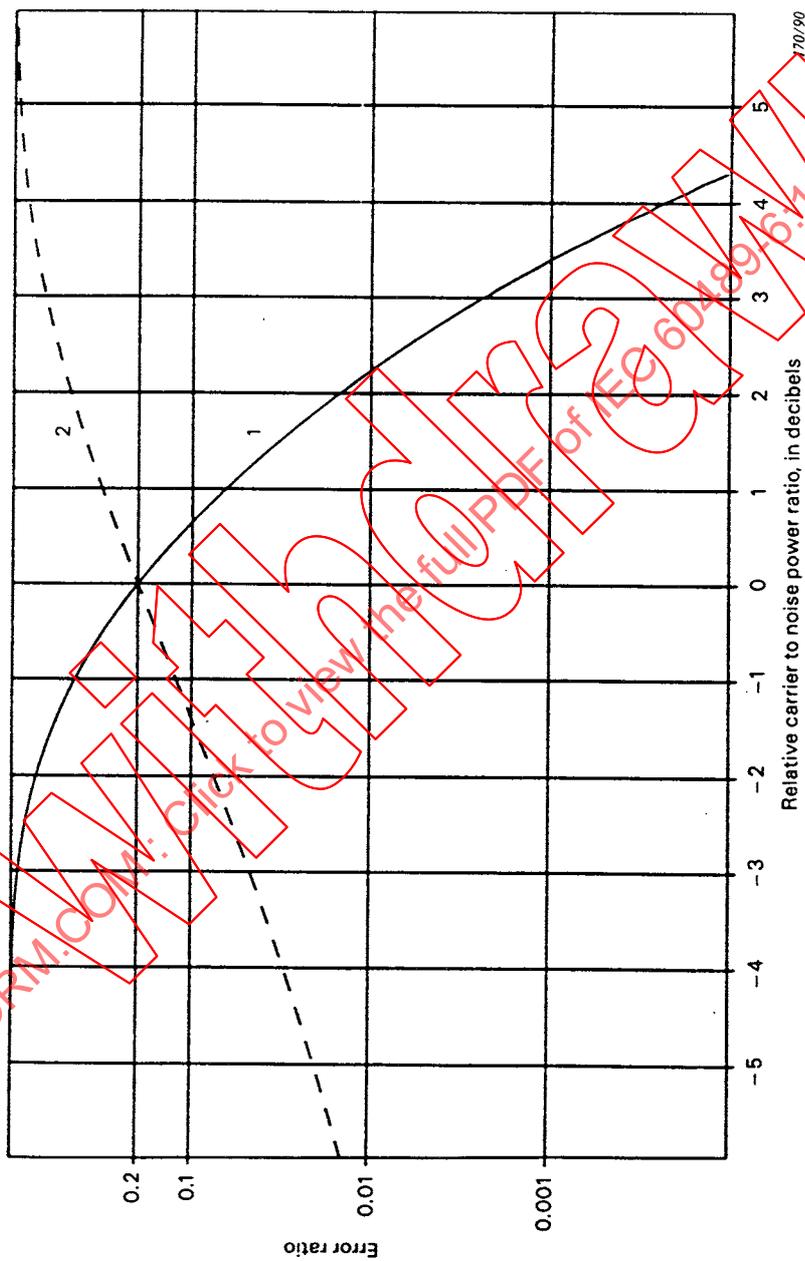


Figure F3 - Message error ratio versus input signal level

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1987 AMD2:1991

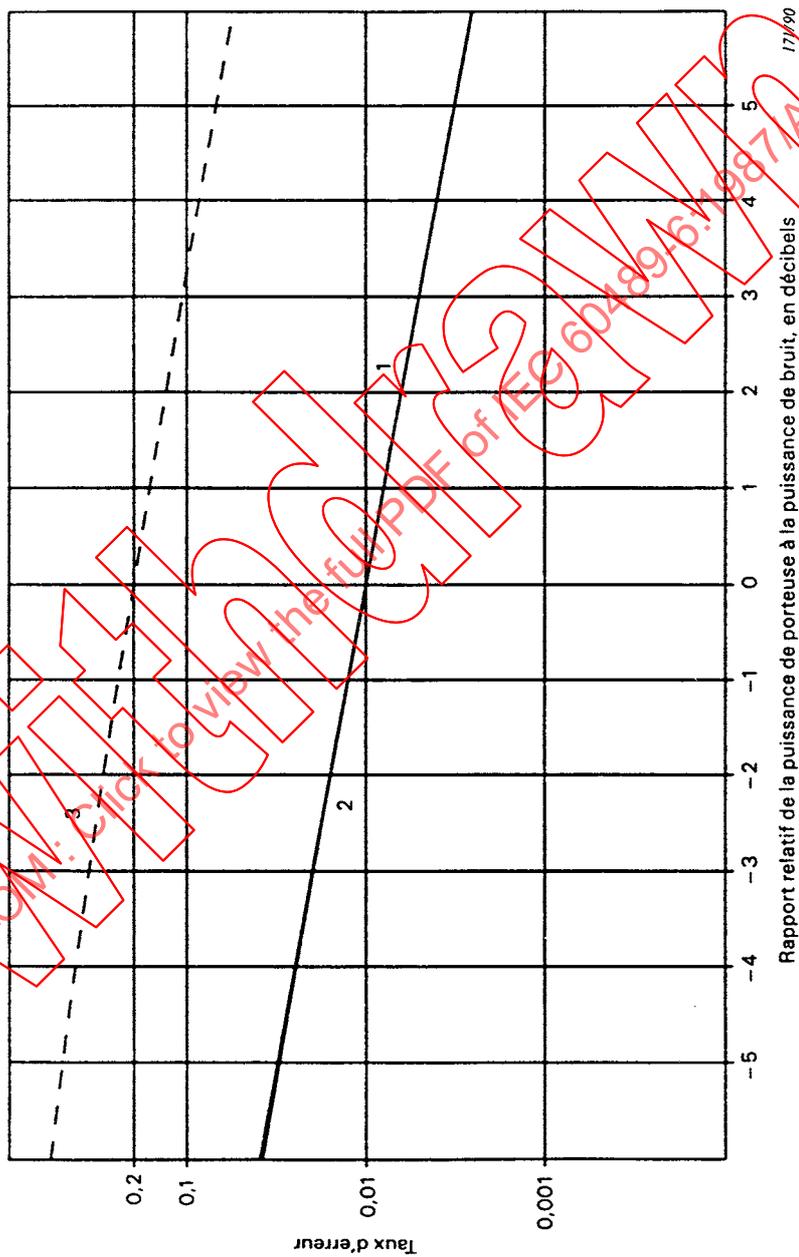


Figure F4 - Taux d'erreur par bit, caractère et message en fonction du niveau de signal d'entrée avec évanouissements

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1987 AM2:1997

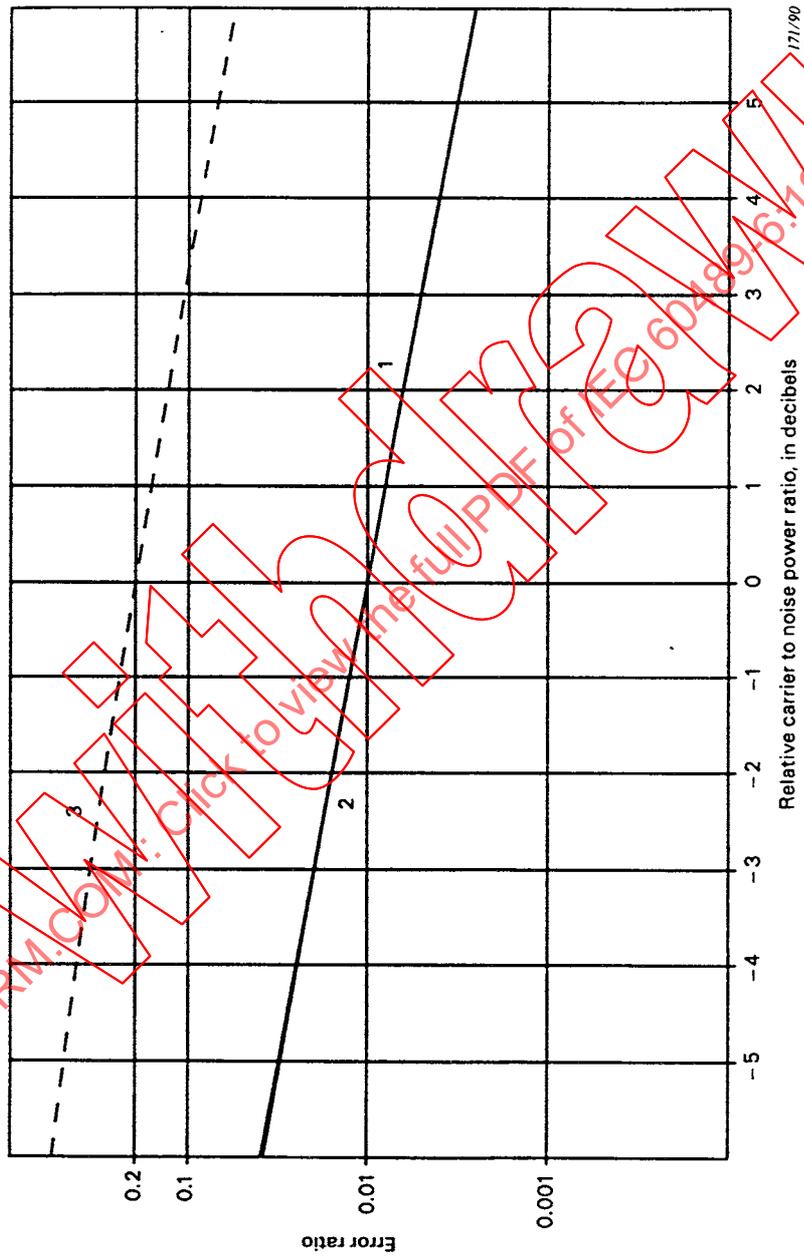


Figure F4 - Bit, character and message error ratio versus faded input signal level

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60489-6:1987 AMD2:1997

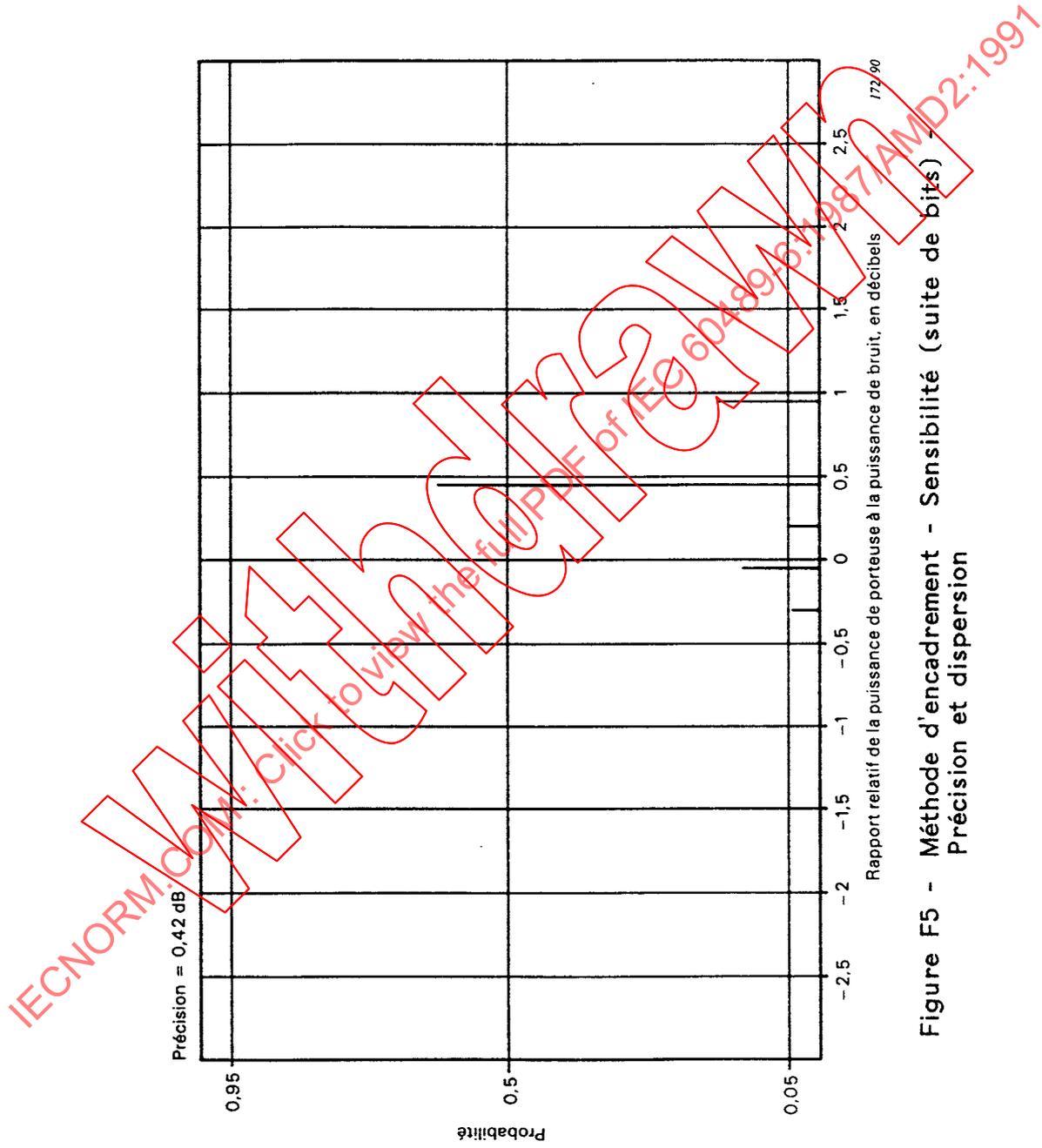


Figure F5 - Méthode d'encadrement - Sensibilité (suite de bits) - Précision et dispersion

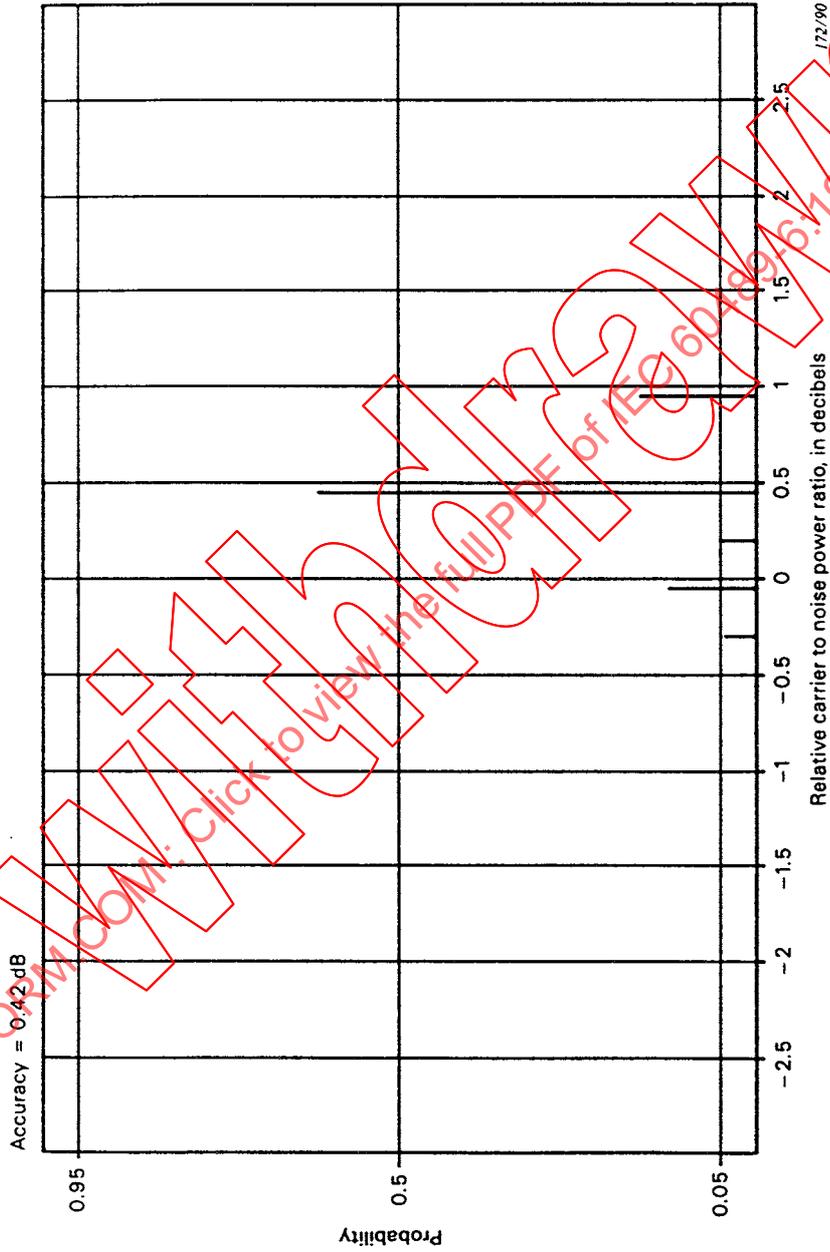


Figure F5 - Straddle method - Sensitivity (Bit stream) - Accuracy and dispersion

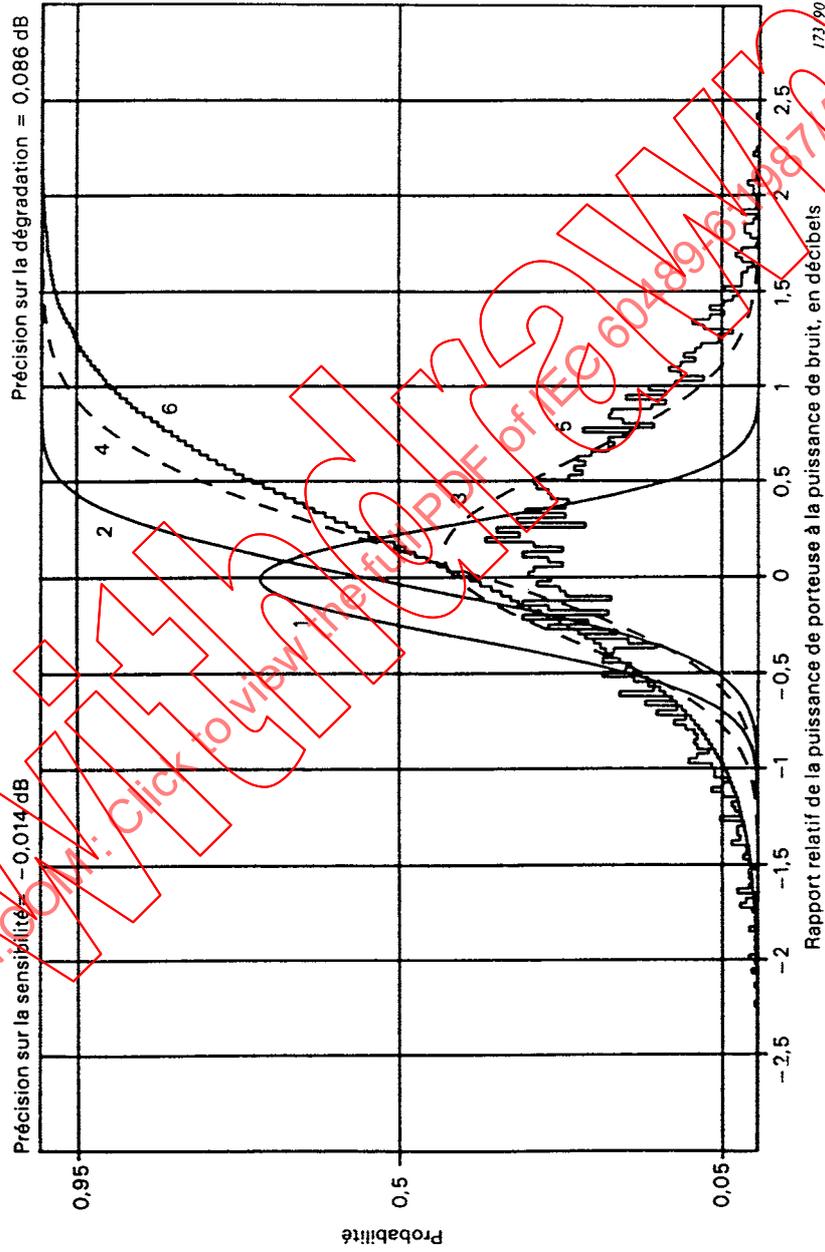


Figure F6 - Méthode d'encadrement - Suite de bits - Précision et dispersion

IECNORM.COM: Click to view the PDF of IEC 60489-6:1987 AME2:1997

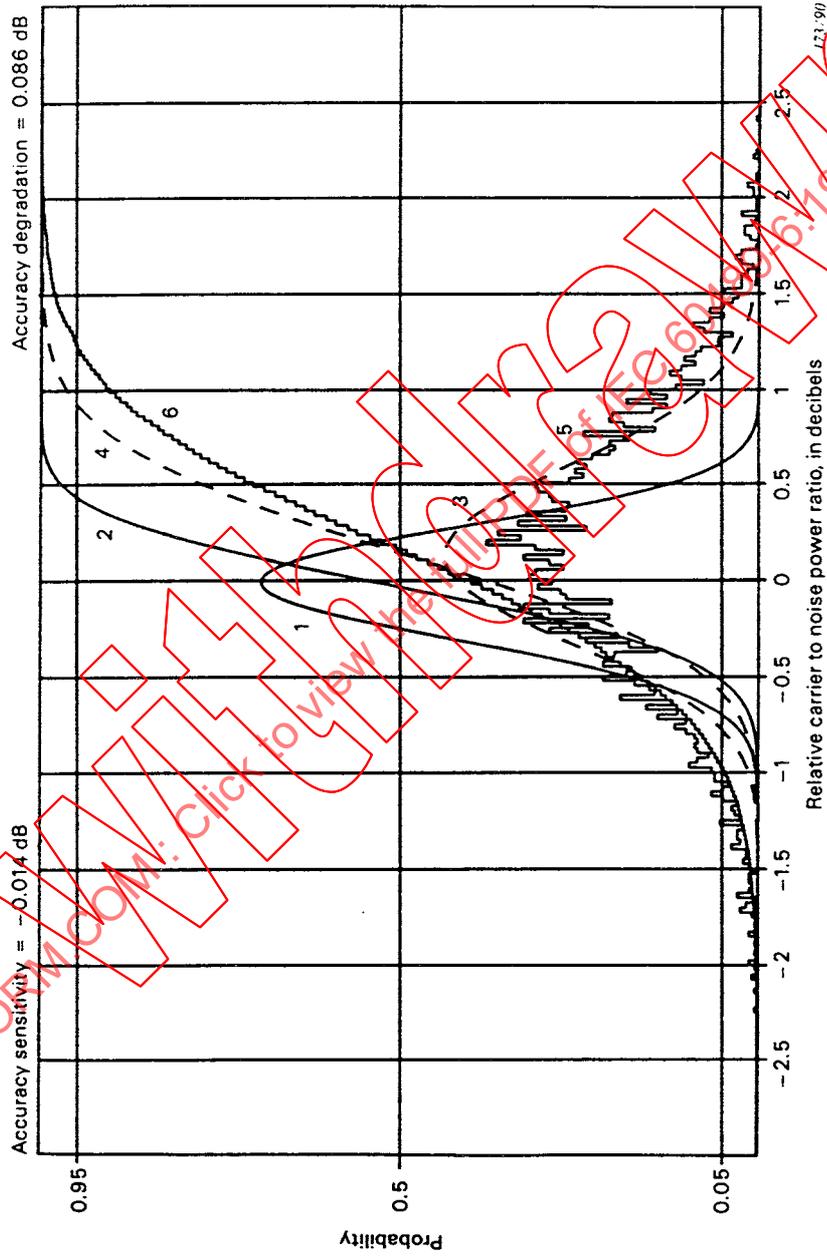


Figure F6 - Straddle method - Bit stream - Accuracy and dispersion

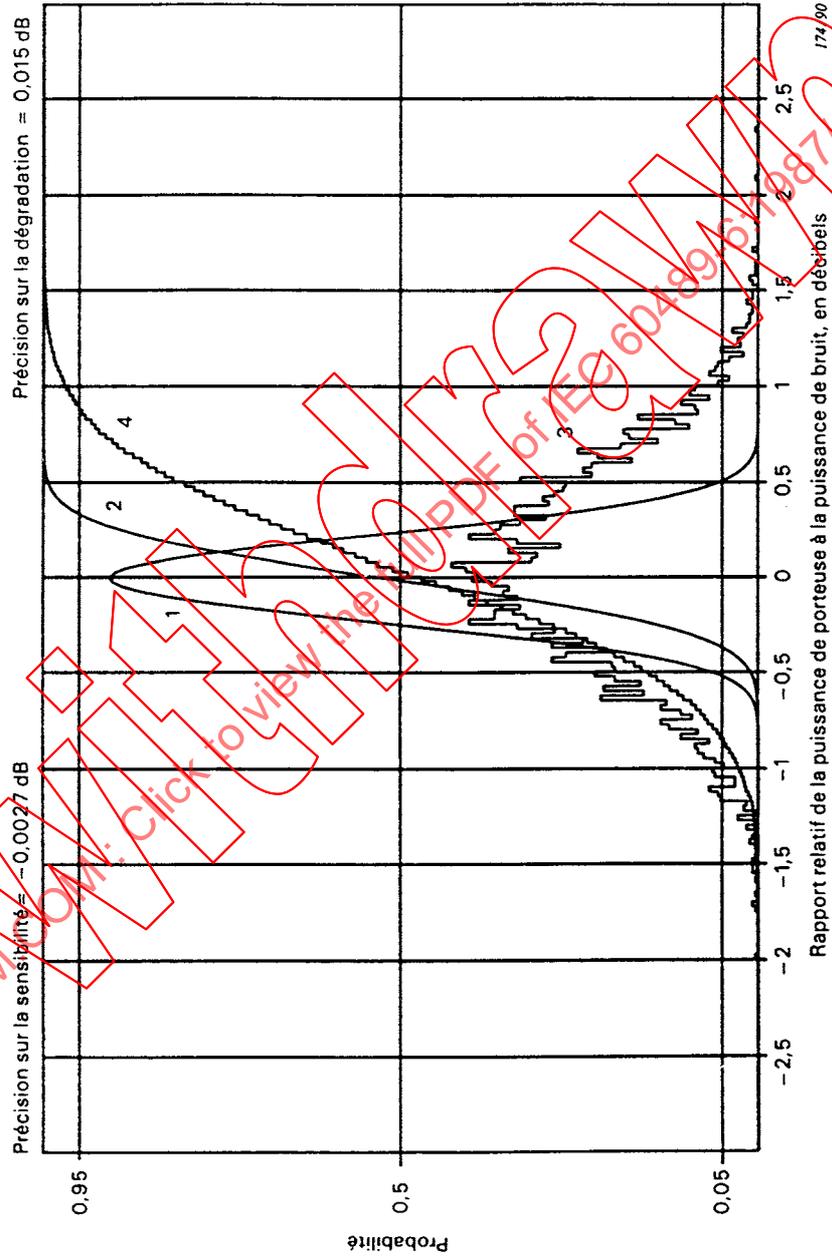


Figure F7 - Méthode d'encadrement - Suite de chaîne de caractères - Précision et dispersion

174/90

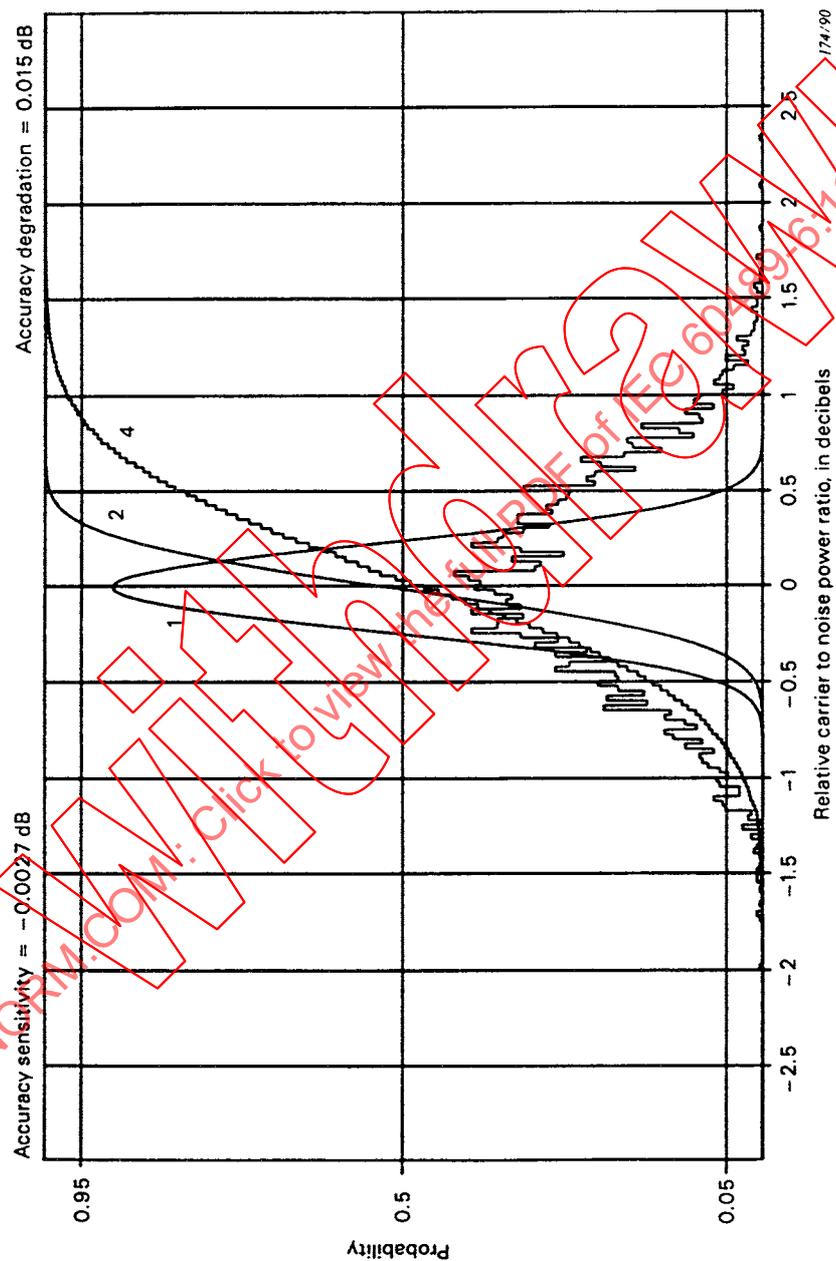


Figure F7 - Straddle method - Character string - Accuracy and dispersion

IECNG.COM: Click to view new IEC 60389:1996:7:1987 AMD2:1997

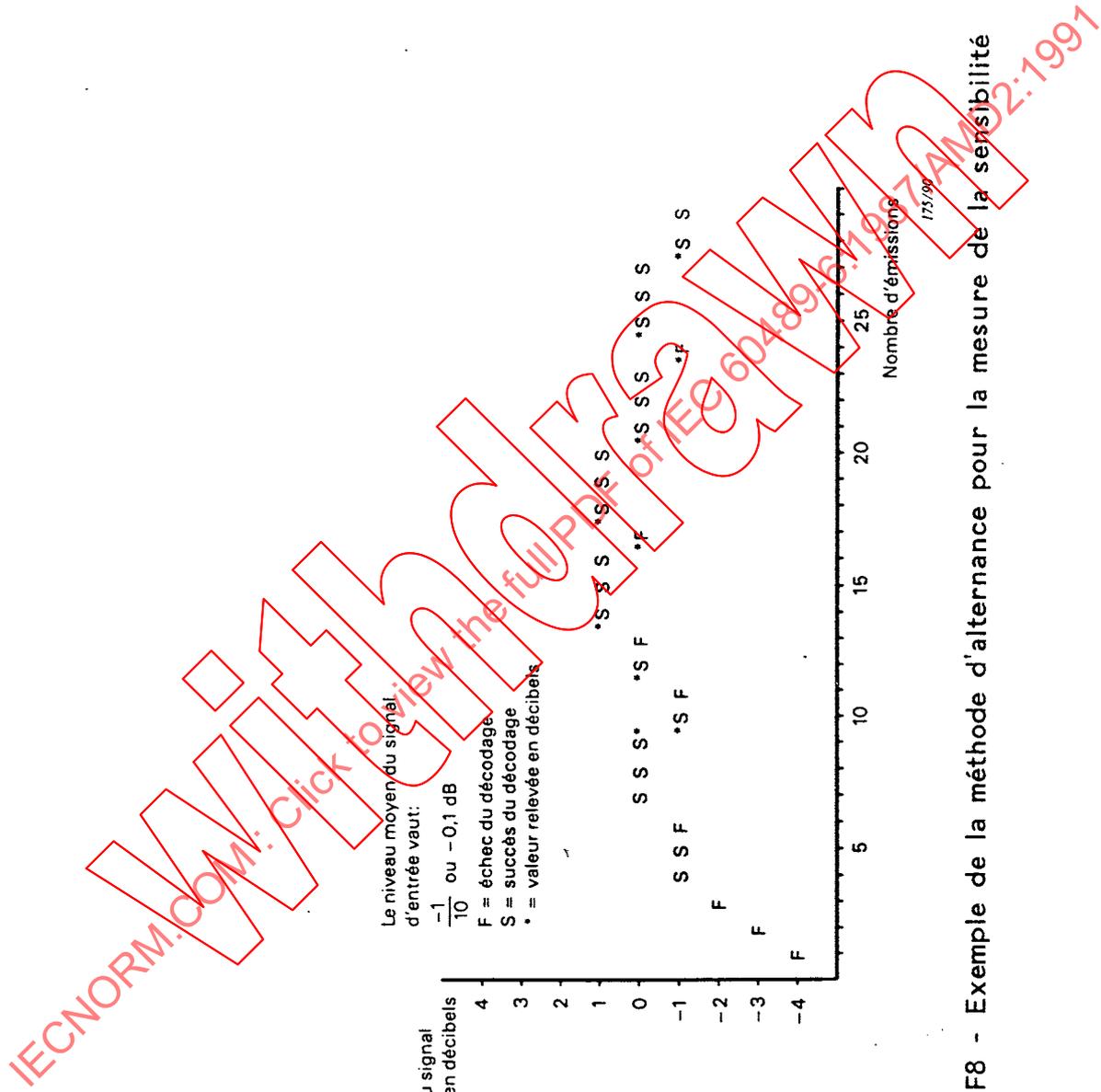


Figure F8 - Exemple de la méthode d'alternance pour la mesure de la sensibilité

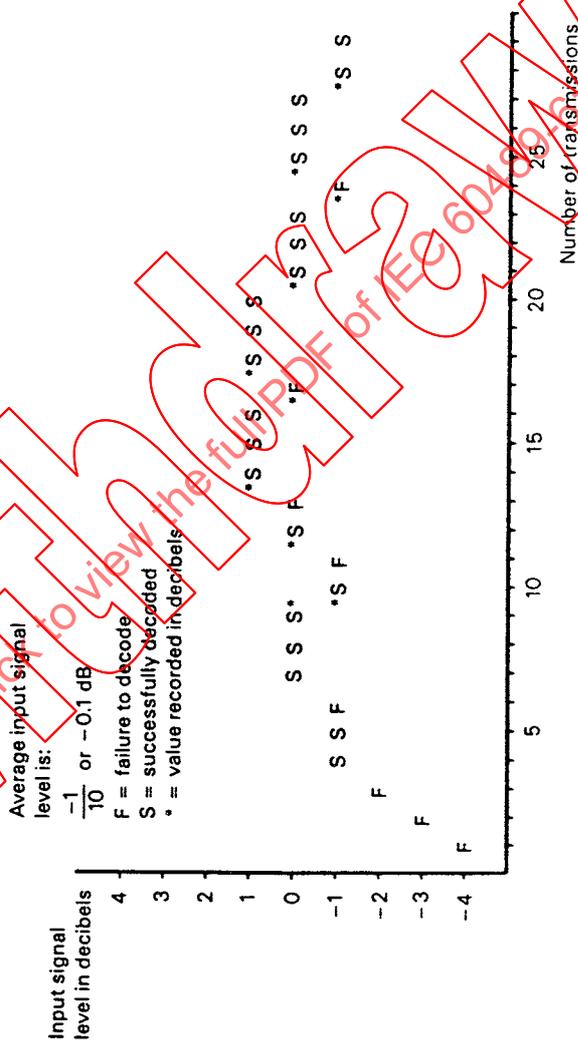


Figure F8 - Example of the up/down method of measurement of sensitivity

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60400-17:1997/AMD2:1997