

RAPPORT 358-5

**RAPPORTS DE PROTECTION ET CHAMPS MINIMAUX
NÉCESSAIRES DANS LES SERVICES MOBILES**

(Question 1/8)

(1966-1970-1974-1978-1982-1986)

1. Services mobiles terrestre et maritime en ondes métriques et décimétriques

1.1 Rapports de protection fondés sur le bruit interne et la distorsion du récepteur

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications, Genève, 1979, a défini le rapport de protection comme la valeur minimale généralement exprimée en décibels du rapport signal utile/signal brouilleur à l'entrée d'un récepteur, déterminé dans des conditions spécifiées, permettant d'obtenir une qualité de réception donnée du signal utile à la sortie du récepteur (numéro 164 du Règlement des radiocommunications). Pour de plus amples renseignements relatifs à cette définition, voir le Rapport 525. Ce rapport peut avoir des valeurs différentes selon le type de service considéré.

Toutefois, étant donné qu'il n'a été soumis à la Commission d'études 8 aucun renseignement sur les mesures subjectives faites dans les services mobiles terrestre et maritime en ondes métriques et décimétriques, plusieurs administrations ont fourni les résultats des mesures, faites en laboratoire à l'aide de signaux d'essai convenables, de la dégradation du rapport signal/bruit obtenu avec le seul signal utile, lorsqu'on superpose à ce dernier un signal brouilleur sur le même canal. On prend comme critère la dégradation d'un rapport signal/bruit initial de 20 dB qui se transforme en un rapport signal/(bruit + brouillage) de 14 dB. Pour certains systèmes, cette qualité d'écoulement du trafic est acceptable.

Dans les essais décrits par les diverses administrations, les excursions de fréquence sont égales à 70% ou 60% des excursions maximales spécifiées et, dans le cas de la modulation d'amplitude, les taux de modulation sont de 70% ou 60% aussi bien pour le signal utile que pour le signal brouilleur. Après examen des documents présentés, on peut arriver à la conclusion que les légères différences dans les conditions de mesure et dans les caractéristiques des récepteurs utilisés au cours des divers essais peuvent donner lieu à des écarts d'environ ± 3 dB entre les rapports de protection mesurés des récepteurs.

Une administration a procédé à des essais afin de déterminer le rapport de protection nécessaire lorsqu'un signal utile à bande étroite G3E est brouillé par le signal d'un système à impression directe F2B (voir la Recommandation 476) [CCIR, 1978-82]. A l'entrée du récepteur, la f.é.m. du signal utile était de 2 μ V. Pour ces essais, le niveau du signal F2B brouilleur dans le même canal a été réglé de manière que l'effet subjectif sur le signal utile soit le même que celui d'un signal G3E à bande étroite causant un brouillage dans le même canal mais affaibli par le rapport de protection de 8 dB spécifié en pareil cas dans le Tableau I ci-dessous. Pour le signal F2B, l'excursion de fréquence maximale était respectivement de ± 1 , ± 3 et ± 5 kHz, la sous-porteuse était de 1500 Hz et le déplacement de fréquence de 170 Hz. Il a été constaté que 12 dB constitue une valeur représentative pour le rapport de protection et cette valeur a été inscrite dans le Tableau I.

Bien que la capacité du récepteur de recevoir le signal utile dépende des caractéristiques de la bande passante des récepteurs, de la différence de fréquence entre le signal utile et le signal brouilleur dans le même canal, de l'excursion de fréquence, etc., les rapports de protection des récepteurs donnés dans le Tableau I peuvent servir de base au calcul des rapports de protection des systèmes pour des réseaux mobiles présentant une qualité minimale. Une protection supplémentaire devrait être prévue pour tenir compte des effets de la propagation par trajets multiples, du bruit artificiel, des irrégularités du terrain et, dans le cas d'assignations très rapprochées, du brouillage par le canal adjacent (voir le Rapport 319).

En modulation de fréquence, l'«effet de capture» s'accroît à mesure que l'excursion de fréquence du signal utile augmente; c'est pourquoi, pour les systèmes F3E et G3E à large bande, on peut se contenter d'un rapport de protection moins élevé que pour les systèmes F3E et G3E à bande étroite pour le même type de source de brouillage.

Si une qualité de service plus élevée est nécessaire, il conviendra d'adopter des valeurs plus élevées du rapport de protection, notamment dans le cas où l'émission utile est modulée en amplitude.

1.2 Bruit artificiel

Le bruit artificiel dégrade les qualités d'un système mobile. Pour maintenir la qualité de service voulue, en présence de bruit artificiel, il est nécessaire d'accroître le niveau du champ de signal utile. Des mesures [US Advisory Committee, 1967] ont montré que sur les fréquences supérieures à 30 MHz, ce sont les véhicules à moteur qui constituent la principale source de bruit artificiel. Les autres sources de bruit sont moins nombreuses et rayonnent généralement à partir d'emplacements fixes.

**TABLEAU I — Rapports de protection types des récepteurs.
à utiliser dans le calcul des rapports de protection des systèmes**

Emission utile (Note 1)	Emission brouilleuse (Note 1)	Rapport de protection des récepteurs (dB)
F3E, G3E à large bande	F3E, G3E à large bande	Voir le Rapport 319
F3E, G3E à bande étroite	F3E, G3E à bande étroite	Voir le Rapport 319
F3E, G3E à large bande	A3E	8
F3E, G3E à bande étroite	A3E	10
F3E, G3E à bande étroite	F2B impression directe	12
A3E	F3E, G3E à large bande	8-17 (Note 2)
A3E	F3E, G3E à bande étroite	8-17 (Note 2)
A3E	A3E	17

Note 1. — Les systèmes F3E et G3E à large bande utilisent généralement des excursions de fréquence dont la valeur maximale est comprise entre ± 12 et ± 15 kHz.

Les systèmes F3E et G3E à bande étroite considérés utilisent généralement des excursions de fréquence dont la valeur maximale est de ± 4 ou de ± 5 kHz.

Dans le cas des émissions F2B, le rapport de protection est applicable avec une excursion de fréquence maximale de ± 5 kHz. Les excursions de fréquence de ± 3 et ± 1 kHz ne diminuent pas notablement cette valeur.

Note 2. — Le rapport de protection des récepteurs peut varier, dans les limites de la gamme indiquée, selon la différence de fréquence entre la porteuse de l'émission utile et celle de l'émission brouilleuse et selon l'excursion de fréquence de l'émission brouilleuse. En règle générale, le rapport de protection varie en raison inverse de l'excursion de fréquence de l'émission brouilleuse.

Pour évaluer plus facilement la dégradation des qualités d'un récepteur de station de base, on a classé les sources de bruit comme suit:

- emplacements à niveau de bruit élevé — densité de circulation: 100 véhicules/km² à un instant donné;
- emplacements à niveau de bruit modéré — densité de circulation: 10 véhicules/km² à un instant donné;
- emplacements à faible niveau de bruit — densité de circulation: 1 véhicule/km² à un instant donné;
- sources de bruit concentrées (points critiques) — bruit rayonné par des sources isolées ou par des sources multiples peu espacées, situées généralement dans un rayon de 500 m de l'antenne de réception, telles que: fortes concentrations de véhicules, usines, lignes de transmission d'énergie défectueuses.

Des données concernant le bruit dans des stations de base situées en des emplacements à niveau de bruit élevé, modéré ou faible sont représentées par une courbe de répartition de l'amplitude du bruit (en abscisse est donné le nombre d'impulsions par seconde dont l'amplitude est égale ou supérieure à la valeur donnée et ordonnée), comme indiqué sur la Fig. 1. Pour 10 impulsions par seconde, l'amplitude A (en dB au-dessus de 1 $\mu\text{V}/\text{MHz}$) des impulsions de bruit, a pour valeur:

$$A = C + 10 \log V - 28 \log f$$

où

C : constante (valeur provisoire: 106 dB($\mu\text{V}/\text{MHz}$))

V : densité de la circulation (nombre de véhicules/km²)

f : fréquence de transmission (MHz).

Les données de bruit correspondant aux points de concentration des sources de bruit peuvent aussi être présentées sous la forme d'une courbe de répartition. Toutefois, en raison de la grande diversité des sources de bruit il n'est pas encore possible, dans la pratique, d'établir une classification.

La constante C dépend de l'antiparasitage des véhicules; elle peut varier aussi selon la proportion de camions et d'automobiles de tourisme, si l'antiparasitage qui leur est appliqué n'est pas le même. On a indiqué, à titre provisoire, une valeur de 106 dB($\mu\text{V}/\text{MHz}$), mais cette valeur pourra être révisée lorsqu'on disposera de renseignements complémentaires.

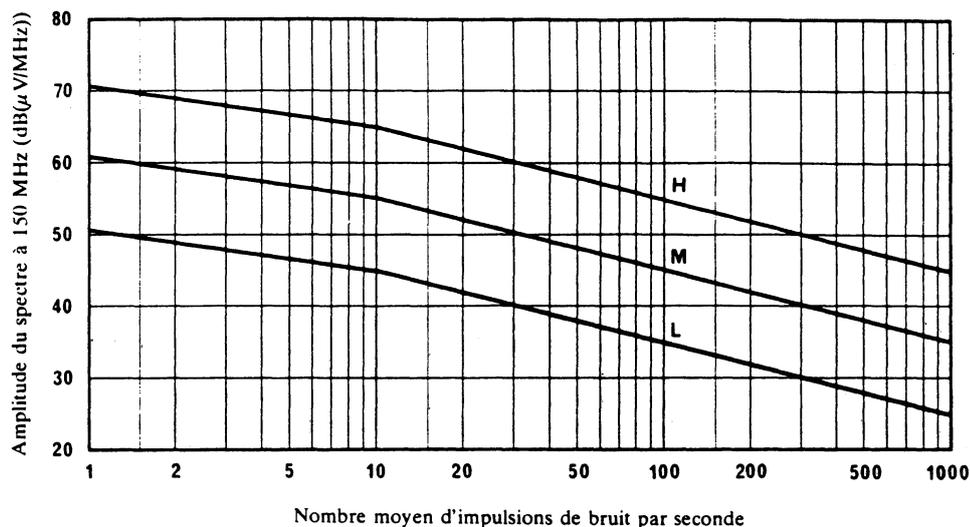


FIGURE 1 – Répartition de l'amplitude du bruit dans une station de base (150 MHz)

Pour des fréquences autres que 150 MHz, relever ou abaisser les courbes H, M et L conformément à la formule qui suit :

Pour 10 impulsions par seconde :

$$A = C + 10 \log V - 28 \log f$$

expression dans laquelle A est exprimée en $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{MHz})$

Courbe H: emplacement à niveau de bruit élevé ($V = 100$)

Courbe M: emplacement à niveau de bruit modéré ($V = 10$)

Courbe L: emplacement à faible niveau de bruit ($V = 1$)

1.3 Détermination de la dégradation au moyen d'une courbe de répartition de l'amplitude du bruit

1.3.1 Définitions

1.3.1.1 Courbe de répartition de l'amplitude du bruit

Présentation des données sur le bruit impulsif, d'après ses paramètres fondamentaux d'amplitude du spectre et du taux d'impulsions.

1.3.1.2 Amplitude du spectre

Somme vectorielle des tensions produites par une impulsion dans une largeur de bande donnée, divisée par la largeur de bande.

1.3.1.3 Taux d'impulsions

Nombre d'impulsions qui dépassent une amplitude de spectre donnée pendant une période de temps donnée.

1.3.1.4 Tolérance de bruit impulsif

Amplitude du spectre des impulsions à une fréquence de répétition des impulsions données, pour laquelle le récepteur produit, avec un signal d'entrée appliqué à des niveaux donnés, des rapports signal/bruit normalisés aux extrémités de sortie.

1.3.2 Détermination de la dégradation

On peut déterminer la dégradation des récepteurs avec les méthodes suivantes:

1.3.2.1 en mesurant la tolérance de bruit impulsif de l'équipement de réception conformément aux normes pertinentes de la CEI;

1.3.2.2 en mesurant la répartition de l'amplitude du bruit conformément aux normes pertinentes de la CEI;

1.3.2.3 en superposant les graphiques représentant la tolérance de bruit impulsif du récepteur et la répartition de l'amplitude du bruit. On trouvera un exemple dans la Fig. 7.

1.4 Valeurs minimales du champ à protéger

Pour le service mobile terrestre et aux fréquences supérieures à 30 MHz, les valeurs minimales du champ à protéger sont déterminées par le bruit interne du récepteur, par le bruit artificiel (provenant habituellement de l'allumage des moteurs des véhicules automobiles) et par les effets de la propagation par trajets multiples aboutissant ou partant des véhicules en mouvement. On dispose de certains renseignements sur les effets de la densité de la circulation. Dans le cas du service mobile maritime, le niveau du bruit artificiel dépend du nombre et de la nature des sources à haut niveau de bruit existant à bord des navires.

Il est commode de mesurer le seuil de qualité des récepteurs à bande étroite par la valeur du rapport

$$\frac{\text{signal} + \text{bruit} + \text{distorsion}}{\text{bruit} + \text{distorsion}}$$

La valeur adoptée conventionnellement est de 12 dB (voir la Recommandation 331).

Elle définit le champ minimal utilisable pour toute installation particulière en l'absence de bruit artificiel.

La sensibilité des récepteurs types est telle qu'un signal d'entrée ayant une f.é.m. de 0,7 μ V (en supposant que l'impédance d'entrée du récepteur est de 50 Ω) donnerait un rapport

$$\frac{\text{signal} + \text{bruit} + \text{distorsion}}{\text{bruit} + \text{distorsion}}$$

de 12 dB à la sortie. Un service mobile est caractérisé par de fortes variations du champ dans l'espace et le temps. Ces variations peuvent être représentées par une répartition log-normale, avec un écart type de 8 dB en ondes métriques et de 10 dB en ondes décimétriques si les irrégularités du terrain sont de 50 m (Recommandation 370). Pour déterminer la valeur minimale du champ médian à protéger, il faut spécifier le pourcentage du temps pendant lequel le champ minimal utilisable doit être dépassé pour les différentes qualités de service. Pour la radiotéléphonie mobile terrestre de haute qualité, il faut prévoir que la valeur doit être dépassée pendant 99% du temps, mais pour un service de qualité moins élevée (qualité normale), il suffirait de prévoir un dépassement pendant 90% du temps.

Les valeurs minimales du champ à protéger peuvent être déterminées subjectivement compte tenu des bruits artificiels et la propagation par trajets multiples. C'est généralement l'allumage des véhicules à moteur qui constitue la principale source de bruits artificiels. La disparation du champ due à la propagation par trajets multiples produit une gêne à peu près comparable à celle provoquée par les allumages. Lorsqu'un véhicule muni d'une station de réception se déplace, ces deux gênes se produisent simultanément. Lorsque le véhicule est immobile, seuls les effets du bruit du récepteur et des bruits artificiels demeurent. Lorsque les véhicules circulent lentement ou sont arrêtés par des feux rouges, ils sont généralement plus rapprochés les uns des autres et, dans ces conditions, notamment sur les fréquences les plus basses, la dégradation causée à la réception par un véhicule immobile est encore plus forte que lorsqu'il est en mouvement.

On peut utiliser les Fig. 3 et 4 pour déterminer les effets de dégradation combinés du bruit artificiel et de la propagation par trajets multiples lorsque les véhicules circulent. Ces figures ont été tracées à la suite d'essais subjectifs, dans des conditions qui caractérisent aujourd'hui le rythme de la circulation de la plupart des véhicules à moteur [FCC, 1973]. Il s'agit plus précisément de trois conditions: véhicules se déplaçant dans une région où le niveau de bruit est faible, véhicule se déplaçant parmi d'autres véhicules en mouvement, véhicule immobilisé parmi d'autres véhicules en stationnement ou en mouvement.

La tendance des courbes des Fig. 3 et 4 à se confondre aux fréquences élevées s'explique par le fait que la dégradation due à la propagation par trajets multiples est quasiment indépendante de la fréquence, alors que la dégradation due au bruit artificiel décroît avec la fréquence.

On entend par dégradation l'augmentation qu'il faut donner au niveau d'entrée du signal utile pour faire recouvrer au signal reçu le degré de qualité imposé par la seule présence du bruit du récepteur.

L'échelle d'appréciation de la qualité du signal était la suivante:

Note	Effet de brouillage
5	Presque nul
4	Perceptible
3	Gênant
2	Très gênant
1	Si fort que la présence de la parole est à peine discernable

}	Parole intelligible mais avec un effort croissant à mesure que la qualité baisse
---	--

La Recommandation 370 donne quelques renseignements sur les valeurs des champs. Des renseignements complémentaires sont fournis dans le document du CCIR [1966-69], et dans l'article d'Okumura et autres [1968].

On trouvera également des renseignements sur les rapports de protection et le champ minimal à protéger dans «l'Accord particulier entre les Administrations de la Belgique, des Pays-Bas et de la République fédérale d'Allemagne relatif à l'utilisation des ondes métriques et décimétriques pour les services fixe et mobile dans les régions frontalières, Bruxelles, 1963», ainsi que dans les «Actes finals de la Conférence régionale spéciale, Genève, 1960». On trouvera des renseignements analogues dans l'Accord entre les Administrations des télécommunications d'Autriche, de République fédérale d'Allemagne, d'Italie et de Suisse, Vienne, 1969.

Le document du CCIR, [1963-66] traite de ces questions pour des valeurs du rapport signal/bruit de 30 dB et de 40 dB à la sortie du récepteur.

En attendant de disposer de valeurs fondées sur les effets du bruit artificiel et des trajets multiples, les valeurs calculées des intensités de champ minimales et médianes indiquées à la Fig. 2 peuvent être utilisées dans le cas des stations portatives.

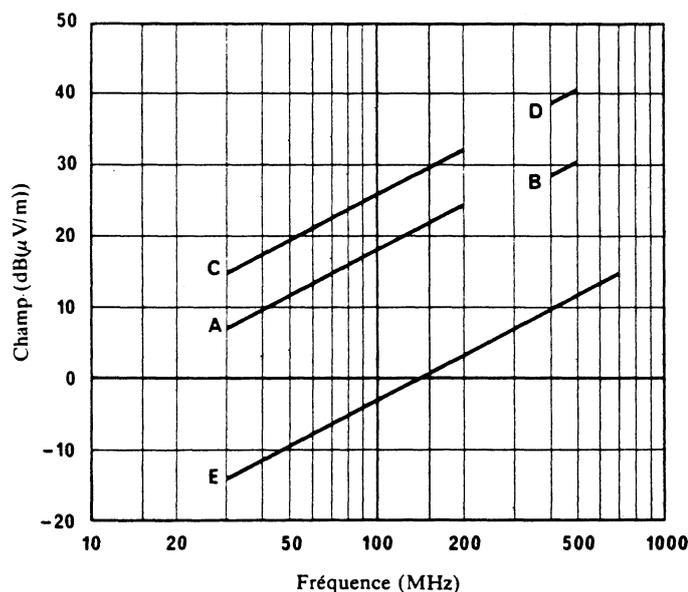


FIGURE 2 – Champ minimal utilisable et champ médian – Stations portatives
(En supposant une f.é.m. minimale utilisable de 0,7 μV à l'entrée, en l'absence de bruit artificiel)

Caractéristiques supposées: gain d'antenne (dB) $\left\{ \begin{array}{l} \text{A et C: } -9 \\ \text{B et D: } -6 \end{array} \right.$

A, B: valeur médiane, service de qualité normale
C, D: valeur médiane, service de haute qualité
E: champ minimal utilisable (antenne en doublet)

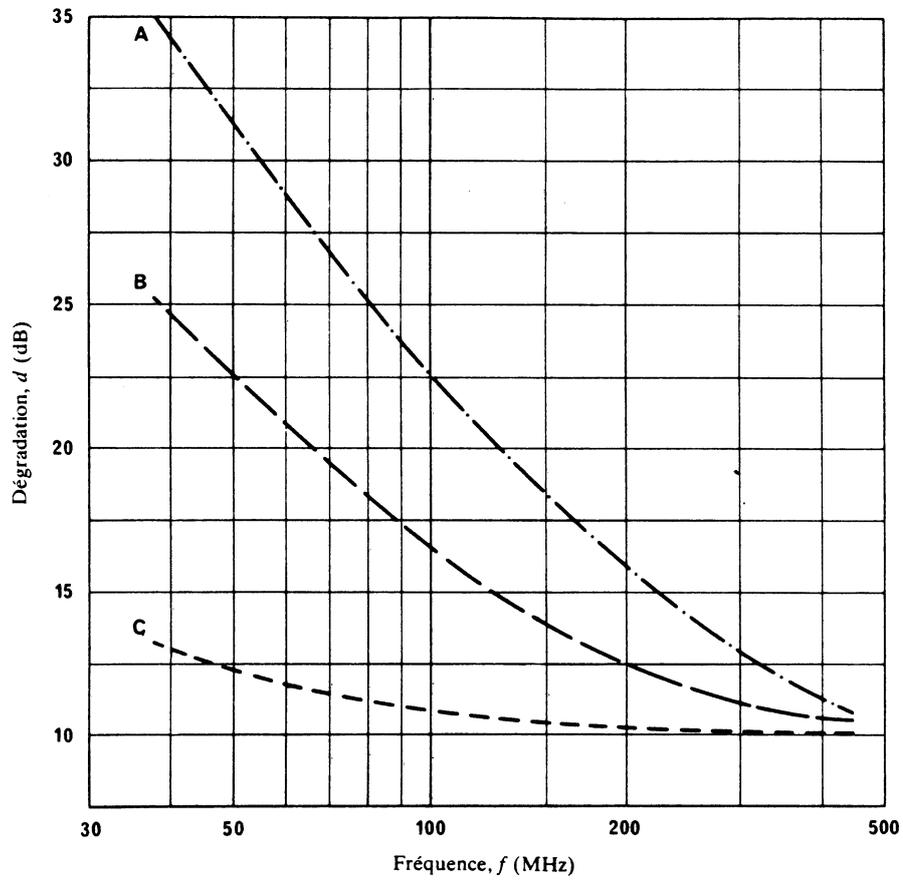


FIGURE 3 - Variation de la dégradation de la qualité de réception pour les véhicules en mouvement et valeurs minimales du champ à protéger pour un signal de qualité 4 et une sensibilité du récepteur de $0,7 \mu V$ (f.é.m.)

$$\text{Champ} = -41 + d + 20 \log f \quad \text{dB}(\mu V/m)$$

- A: véhicule en stationnement dans une région à niveau de bruit élevé
- B: véhicule se déplaçant dans une région à niveau de bruit élevé
- C: véhicule se déplaçant dans une région à faible niveau de bruit

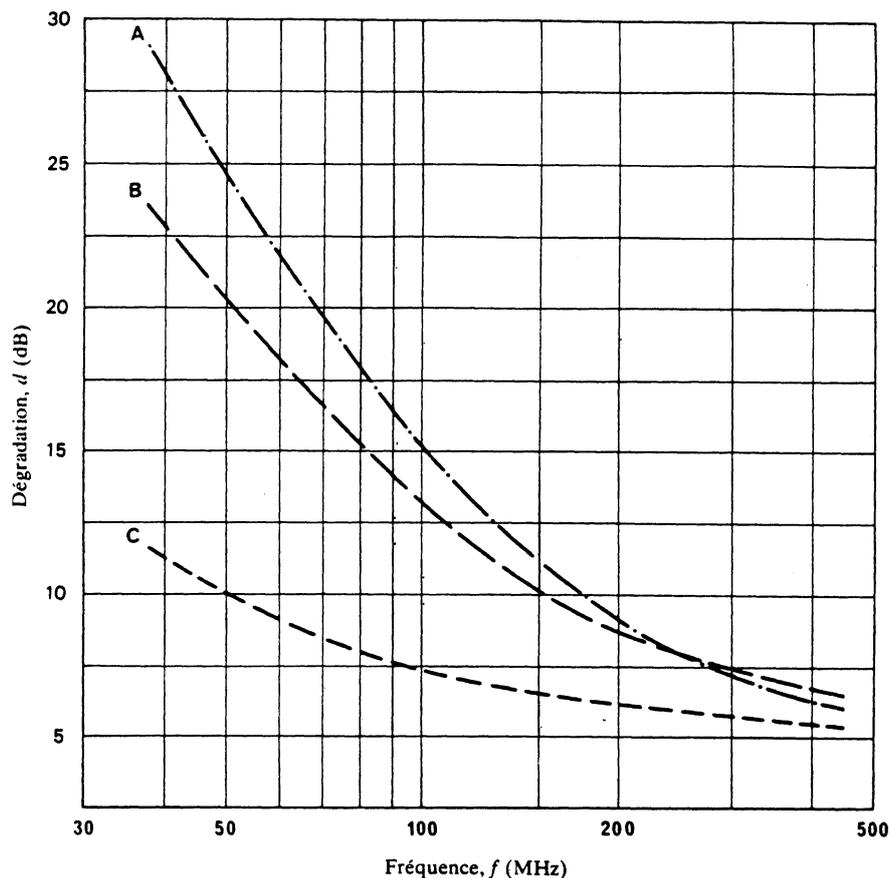


FIGURE 4 - Variation de la dégradation de la qualité de réception pour les véhicules en mouvement et valeurs minimales du champ à protéger pour un signal de qualité 3 et une sensibilité du récepteur de $0,7 \mu V$ (f.é.m.)

$$\text{Champ} = -41 + d + 20 \log f \quad \text{dB}(\mu V/m)$$

- A : véhicule en stationnement dans une région à niveau de bruit élevé
- B : véhicule se déplaçant dans une région à niveau de bruit élevé
- C : véhicule se déplaçant dans une région à faible niveau de bruit

Les Fig. 5 et 6 peuvent servir à déterminer la dégradation causée à la réception dans la station de base par les bruits d'allumage et par la propagation par trajets multiples.

Les courbes A et B des Fig. 5 et 6 montrent la dégradation conjuguée due à la propagation par trajets multiples et aux bruits d'allumage pour une circulation intense et pour une circulation modérée. La vitesse de la circulation était de quelque 80 km/heure. Les courbes D et E ne montrent que la dégradation causée par les bruits d'allumage tandis que la courbe C ne montre que la dégradation causée par la propagation par trajets multiples.

Les données illustrées par ces courbes ont été obtenues à 23,5 mètres de distance d'une rue très passante. A part les bruits d'allumage occasionnés par le passage des voitures, la station de réception qui a servi aux essais était située dans un endroit tranquille. On a obtenu les courbes A et B en émettant le signal utile à partir d'un véhicule en mouvement. Dans ce cas, l'évaluation de la dégradation est fondée sur les valeurs médianes de la tension aux bornes d'entrée du récepteur. Les courbes D et E montrent uniquement l'effet des bruits d'allumage pour le véhicule à l'arrêt. Dans ce cas, le signal utile provenait d'un émetteur de signaux. On a obtenu la courbe C en intercalant, aux bornes d'entrée du récepteur, un affaiblissement suffisant à éliminer les impulsions dues aux bruits d'allumage. L'affaiblissement étant plus marqué, on l'a compensé en faisant émettre par le véhicule un signal plus fort.

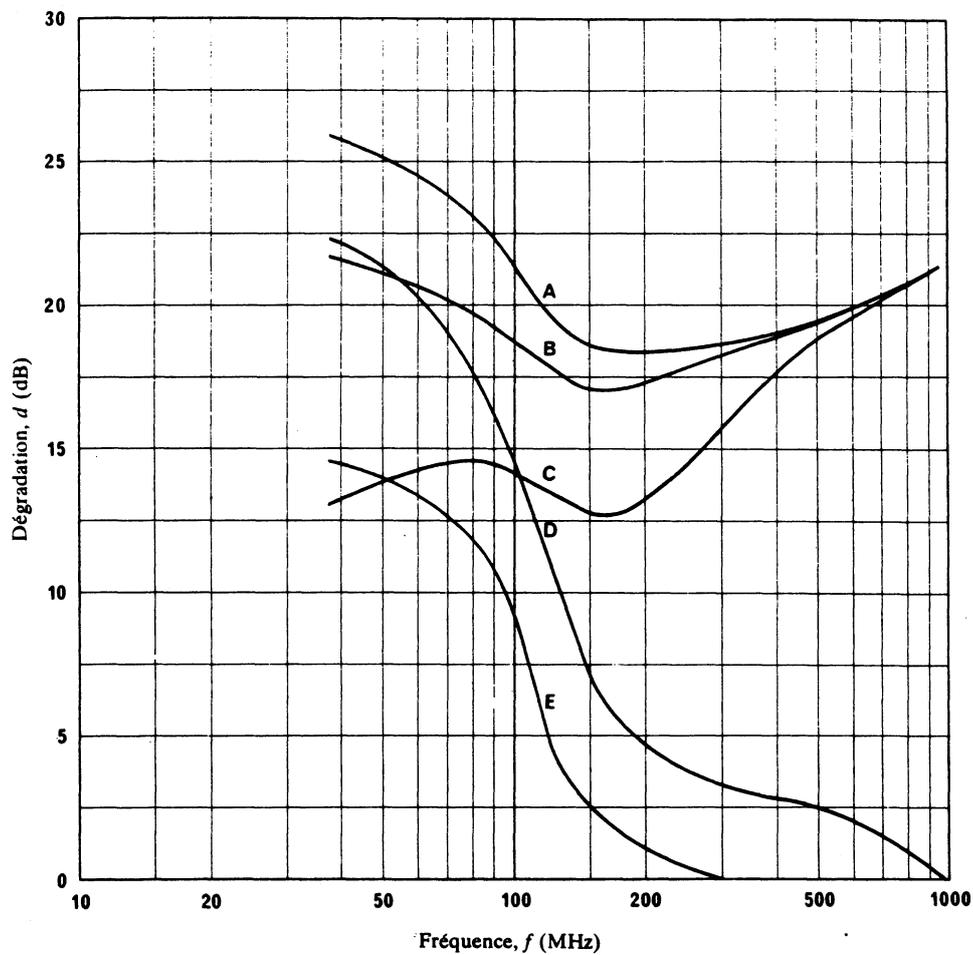


FIGURE 5 - Variation de la dégradation de la qualité de réception pour la station de base et valeurs minimales du champ à protéger pour un signal de qualité 4 et une sensibilité du récepteur de $0,7 \mu V$ (f.é.m.)

$$\text{Champ} = -41 + d + 20 \log f \quad \text{dB}(\mu V/m)$$

- A : véhicule en mouvement, intensité du trafic: 2 véhicules/s
- B : véhicule en mouvement, intensité du trafic: 1 véhicule/s
- C : véhicule en mouvement, absence de bruit d'allumage ou de bruit ambiant
- D : véhicule à l'arrêt, intensité du trafic: 2 véhicules/s
- E : véhicule à l'arrêt, intensité du trafic: 1 véhicule/s

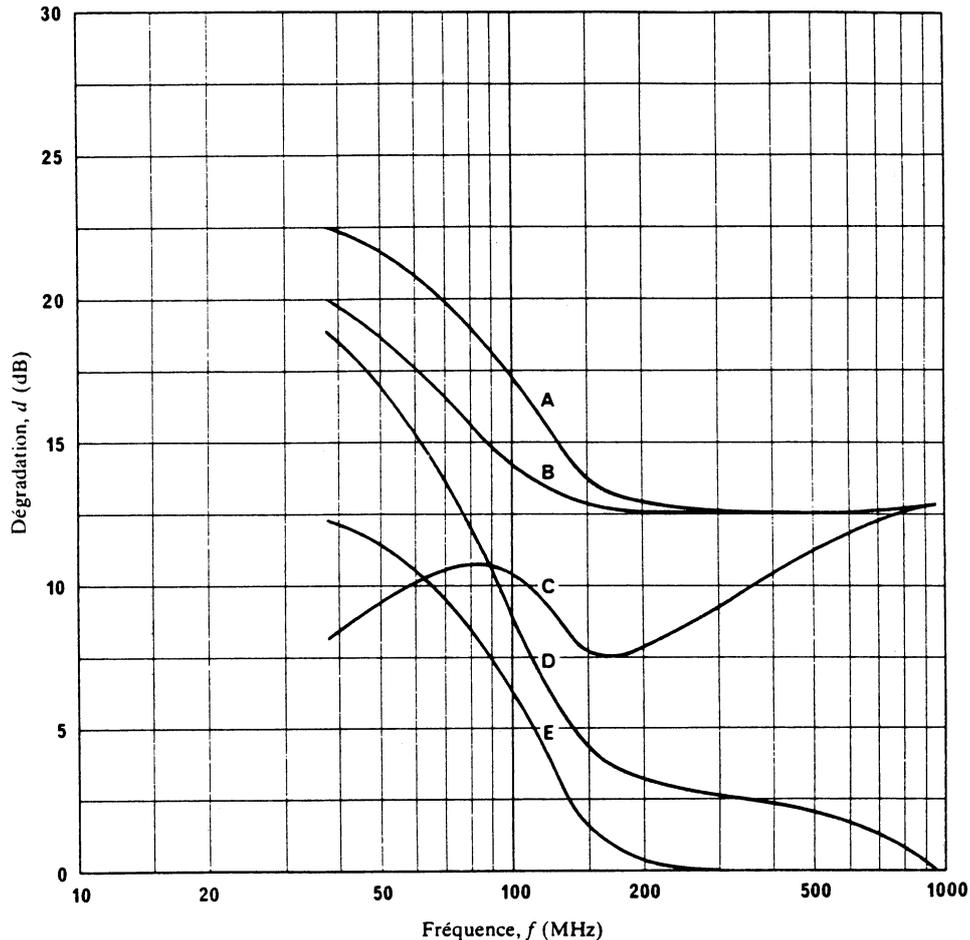


FIGURE 6 - Variation de la dégradation de la qualité de réception pour une station de base et valeurs minimales du champ à protéger pour un signal de qualité 3 et une sensibilité du récepteur de $0,7 \mu V$ (f.é.m.)

$$\text{Champ} = -41 + d + 20 \log f \quad \text{dB}(\mu V/m)$$

- A: véhicule en mouvement, le rythme de la circulation est de 2 véhicules/s
- B: véhicule en mouvement, le rythme de la circulation est de 1 véhicule/s
- C: véhicule en mouvement, on n'observe ni bruit d'allumage ni bruit ambiant
- D: véhicule à l'arrêt, le rythme de la circulation est de 2 véhicules/s
- E: véhicule à l'arrêt, le rythme de la circulation est de 1 véhicule/s

A environ 450 MHz, la dégradation due à la propagation par trajets multiples était plus marquée, à la réception, pour la station de base que pour la station mobile. Cela tient principalement au fait que, aux audiofréquences, le niveau de bruit ambiant était plus élevé pour la station mobile que pour la station de base. Aux audiofréquences, le bruit de la rue et du véhicule masque la dégradation due à la propagation par trajets multiples, diminuant ainsi, à l'entrée du récepteur, l'intensité de signal nécessaire pour obtenir une certaine qualité de service.

2. Service mobile maritime en ondes décimétriques

La question du rapport de protection et du champ minimal à protéger dans le service mobile maritime en ondes décimétriques, pour les diverses classes d'émission utilisées par ce service, doit être étudiée plus avant. La Commission d'études 8 a donné à l'IFRB des renseignements provisoires en ce qui concerne les paramètres ci-dessus pour la radiotéléphonie en ondes dam (voir le Rapport 748).

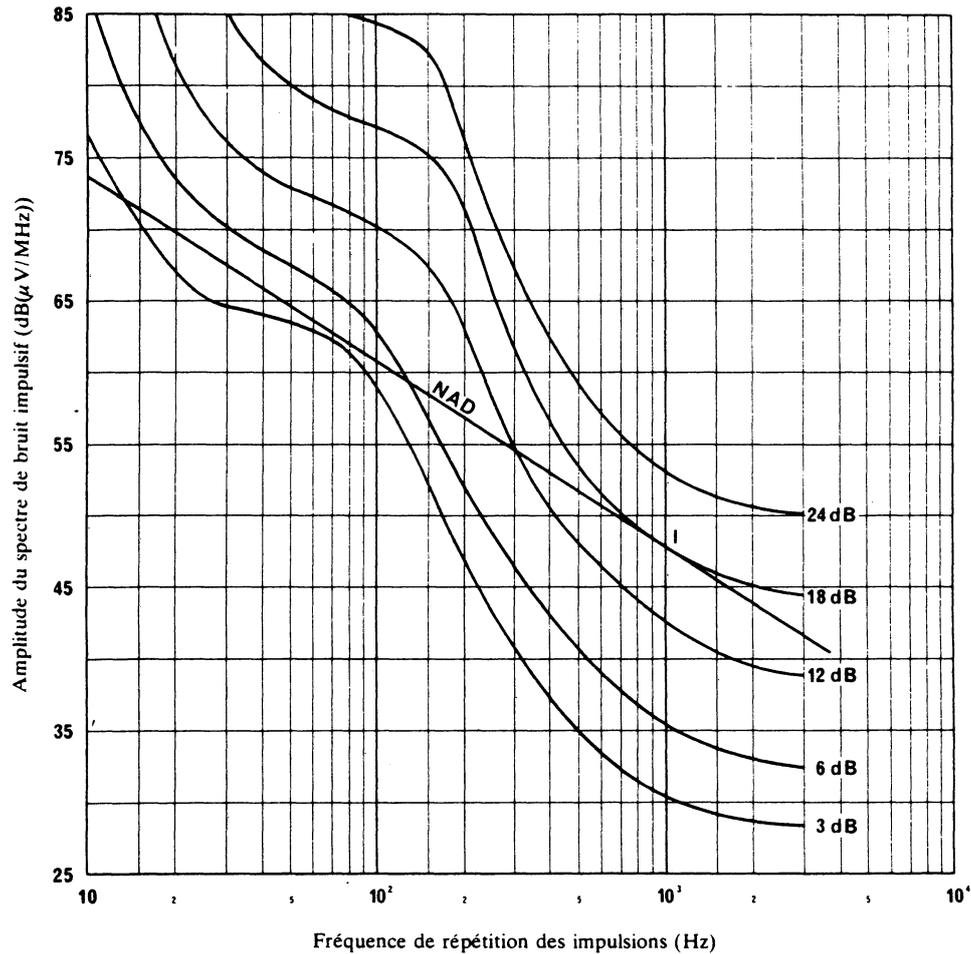


FIGURE 7 – Exemple montrant la dégradation à 18 dB
La courbe de répartition de l'amplitude de bruit (NAD) est tangente au point I à la courbe des 18 dB
du graphique représentant la tolérance de bruit impulsif du récepteur

3. Conclusions

D'importants travaux complémentaires concernant les § 1 et 2 ci-dessus demeurent nécessaires afin de mieux déterminer les rapports de protection et les valeurs des champs à protéger les plus convenables, et afin d'établir et de décrire les méthodes de mesure qu'il convient d'adopter.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FCC [août 1973] Degradation of mobile radio reception at UHF and VHF. Research Division, Rep. No. R-7302.
OKUMURA, Y., OHMORI, E., KAWANO, T. et FUKUDA, K. [septembre-octobre, 1968] Field Strength and its variability in VHF and UHF land-mobile radio service. *Rev. Elec. Comm. Lab., NTT*, Vol. 16, 9-10, 825-873.
US ADVISORY COMMITTEE [1967] Man-made noise; Report from Working Group 3 of the Advisory Committee for the Land Mobile Radio Services, Vol. 2, Partie 2, 0-281-851. US Govt, Printing Office, Washington, DC 20402, Etats-Unis d'Amérique.

Documents du CCIR

- [1963-66]: XIII/88 (Japon).
[1966-69]: XIII/146 (Japon); XIII/149 (Japon).
[1978-82]: 8/3 (Allemagne (République fédérale d')).