

RECOMMANDATION UIT-R SM.326-7*

**DÉTERMINATION ET MESURE DE LA PUISSANCE DES ÉMETTEURS
RADIOÉLECTRIQUES À MODULATION D'AMPLITUDE**

(1951-1959-1963-1966-1974-1978-1982-1986-1990-1998)

Domaine d'application

La présente Recommandation fournit des méthodes et des considérations générales pour la détermination et la mesure de la puissance des émetteurs radioélectriques à modulation d'amplitude, ainsi que pour le calcul à l'aide des facteurs de conversion entre la puissance en crête, la puissance moyenne et la puissance de la porteuse d'un émetteur radioélectrique.

Mots clés

Émetteurs radioélectriques à modulation d'amplitude, mesure de la puissance, détermination de la puissance

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'Article S1 du Règlement des radiocommunications (RR) contient les définitions des différentes expressions de puissance;
- b) que l'Article S1, numéro S1.156, du RR stipule que, chaque fois qu'on mentionne la puissance d'un émetteur radioélectrique, cette puissance doit être exprimée, selon la classe d'émission, sous l'une des formes suivantes, en utilisant les symboles arbitraires indiqués ci-après:
- puissance en crête (PX ou pX),
 - puissance moyenne (PY ou pY),
 - puissance de la porteuse (PZ ou pZ),

mais que la seule donnée d'une valeur de l'une de ces puissances n'est suffisante que pour certaines classes d'émission et pour certaines applications, l'expression de la puissance d'un émetteur sous d'autres formes étant souhaitable dans de nombreux cas (voir l'Appendice 1 du RR).

Aux fins d'utilisation dans les formules, le symbole p désigne la puissance exprimée en watts et P la puissance exprimée en décibels par rapport à un niveau de référence;

- c) que la mesure directe de chacune de ces puissances, ou le calcul de la valeur de l'une d'elles à partir des résultats d'une mesure portant sur une autre, ne peuvent être effectués que dans des conditions de fonctionnement définies avec précision;
- d) que la Recommandation UIT-R SM.329 définit les limites et les méthodes de mesure des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels,

recommande

1 que la détermination et la mesure de la puissance d'un émetteur radioélectrique en modulation d'amplitude soient faites en tenant compte des considérations et en appliquant les méthodes suivantes:

1.1 Considérations générales

Pour les émetteurs à modulation d'amplitude, il n'est pas toujours possible de mesurer directement la puissance en crête de modulation. Dans un émetteur idéal, parfaitement linéaire, cette puissance peut être calculée théoriquement à partir des résultats d'une mesure de la puissance moyenne de l'émission modulée ou de la puissance de l'onde porteuse, mais la différence, entre la valeur vraie de la puissance en crête et la valeur ainsi calculée, dépend en premier lieu du degré de non-linéarité d'un émetteur réel.

De plus, la coïncidence des valeurs mesurées du rapport de la puissance moyenne à la puissance de l'onde porteuse, avec les valeurs théoriques, n'est pas un critère certain de la linéarité de l'émetteur en raison des distorsions qui peuvent, en

* La Commission d'études 1 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation en 2016 et en 2019 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

fonction du niveau d'entrée, augmenter linéairement la puissance moyenne sans augmenter proportionnellement la puissance en crête.

La puissance en crête d'un émetteur à double bande latérale et à porteuse complète (A2A, A2B, A3C ou A3E) qui serait parfaitement linéaire et modulée au taux de 100%, serait quatre fois plus grande que la puissance de l'onde porteuse. Mais tout émetteur présente une certaine non-linéarité et ce défaut produit, d'une part une distorsion du signal, et d'autre part une augmentation des rayonnements hors bande. On est conduit, pour limiter l'importance de ces effets indésirables, à limiter la puissance en crête de modulation à une valeur utile, ce qui équivaut pour un émetteur à double bande latérale et à porteuse complète à limiter le taux de modulation à une valeur inférieure à 100%.

La puissance en crête de modulation est limitée par la distorsion d'intermodulation acceptable. La méthode recommandée pour définir et mesurer cette puissance en crête pour les émetteurs à bande latérale unique ou à bandes latérales indépendantes (émissions R3E, B8E, etc.), est décrite ci-dessous. La même méthode peut aussi s'appliquer aux émetteurs à double bande latérale (émission A3E).

1.2 Intermodulation

1.2.1 Principe des mesures de distorsion d'intermodulation

L'imperfection de la linéarité des émetteurs radiotéléphoniques à modulation d'amplitude peut être exprimée à l'aide du niveau des produits d'intermodulation. Il est commode, pour déterminer ce niveau, de mesurer séparément l'amplitude de chacune des oscillations d'intermodulation résultant de l'application, à l'entrée de l'émetteur, de deux oscillations périodiques sinusoïdales modulantes de fréquences f_1 et f_2 .

Pour deux oscillations sinusoïdales modulantes de fréquences f_1 et f_2 , la fréquence de l'oscillation d'intermodulation, à la sortie de l'émetteur, est donnée par la formule:

$$F = p(F_0 \pm f_1) \pm q(F_0 \pm f_2) \text{ avec } p, q = 1, 2, 3, \text{ etc.} \quad (1)$$

où:

F_0 : fréquence porteuse

f_1 et f_2 : fréquences des oscillations modulantes.

Le signe positif entre les deux termes de cette somme correspond à des oscillations de fréquence très élevée et, en général, d'amplitude extrêmement faible; ce cas n'offre que peu d'intérêt pour le sujet traité dans la présente Recommandation.

1.2.2 Choix des fréquences des oscillations modulantes

Pour mesurer l'amplitude des oscillations d'intermodulation, il est désirable d'utiliser des oscillations modulantes dont les fréquences se trouvent proches des limites de la bande passante à fréquence acoustique. La bande passante à fréquence acoustique à considérer ici est la bande de fréquences à l'entrée de l'émetteur qui correspond, à la sortie, à la totalité d'une bande latérale de l'émission.

Les harmoniques et produits d'intermodulation, surtout d'ordre pair des oscillations modulantes, peuvent prendre naissance dans les appareils à basse fréquence à l'entrée d'un émetteur, ou pendant les processus de modulation. Pour empêcher des coïncidences ou des interférences entre ceux-ci et les produits d'intermodulation du troisième et du cinquième ordre qu'il s'agit de mesurer à la sortie d'un émetteur, les fréquences de modulation doivent être choisies avec discernement.

Il y a lieu d'éviter que les fréquences de modulation f_1 et f_2 ne soient en relation harmonique et que le rapport f_1/f_2 ne prenne une valeur voisine de l'une quelconque des valeurs $2/3$, $2/5$, $2/7$, $3/4$, $3/5$, $3/7$ ou $4/5$. En ce qui concerne cette dernière condition, on admet que, dans la plupart des cas pratiques, les produits d'intermodulation d'ordre supérieur au cinquième peuvent être négligés.

Pour une bande passante à fréquence acoustique comprise entre 300 Hz et 3000 Hz, on peut prendre par exemple pour f_1 une valeur voisine de 700 ou 1100 Hz et pour f_2 une valeur voisine de 1700 ou 2500 Hz, ce qui satisfait la condition posée dans l'alinéa ci-dessus.

1.2.3 Niveau d'intermodulation admissible

La Recommandation UIT-R SM.329 définit les limites et les méthodes de mesure des rayonnements non désirés dans le domaine des rayonnements non essentiels alors que dans les paragraphes qui suivent, les limites des produits d'intermodulation sont considérées comme permettant normalement la transmission du signal dans de bonnes conditions ainsi que la mesure de la puissance en crête à l'aide de la méthode décrite au § 1.3.

Le niveau d'intermodulation considéré ici est mesuré par le rapport, généralement exprimé en décibels, de la puissance de l'oscillation d'intermodulation à fréquence radioélectrique, $p(F_0 \pm f_1) - q(F_0 \pm f_2)$ ayant la puissance la plus élevée, à la

puissance de la composante fondamentale à fréquence radioélectrique ($F_0 \pm f_1$ ou $F_0 \pm f_2$) produite par l'une ou l'autre des deux oscillations modulantes de fréquences f_1 et f_2 appliquées simultanément à l'entrée d'un émetteur, et dont les amplitudes ont été réglées comme il a été indiqué plus haut (§ 1.2.1, 2^e alinéa).

Le niveau d'intermodulation que l'on peut considérer comme admissible dépend de la classe de l'émission et du service auquel est destiné l'émetteur. On peut, à ce point de vue, considérer trois catégories principales d'émissions:

Première catégorie

- Emissions radiotéléphoniques à une voie à bande latérale unique (R3E, J3E, H3E), employées sans dispositif de secret commercial.

Pour ces classes d'émission, la plus grande partie de l'énergie du signal modulant est concentrée dans la partie du spectre concernant les fréquences audibles relativement basses. Si, après modulation, les composantes de grande énergie restent proches en fréquence de la porteuse, on peut admettre des signaux d'intermodulation relativement élevés sans qu'il en résulte une augmentation importante des rayonnements hors bande, ni une distorsion notable.

Le niveau d'intermodulation admissible peut être pris inférieur ou égal à -25 dB.

Si une émission des mêmes classes est employée avec un dispositif de secret commercial qui est susceptible de transposer les composantes de grande énergie dans une position quelconque de la bande nécessaire, la condition précédente n'est plus remplie, et l'émission doit être transférée dans la deuxième catégorie.

Deuxième catégorie

- Emissions radiotéléphoniques à bandes latérales indépendantes (B8E).
- Emissions de télégraphie harmonique multivoie (R7B et B7B).
- Emissions multiplex à bandes latérales indépendantes (B7W).
- Emissions radiotéléphoniques à une voie, à double bande latérale ou bande latérale unique (A3E, R3E, J3E, H3E), employées avec un dispositif de secret commercial.

Pour ces classes d'émission, les oscillations d'intermodulation produisent des brouillages entre voies ou des rayonnements hors bande indésirables. Leur niveau doit être plus strictement limité.

Le niveau d'intermodulation admissible peut être pris inférieur ou égal à -35 dB.

Troisième catégorie

- Emissions à modulation d'amplitude à double bande latérale.

La puissance en crête de modulation des émetteurs à double bande latérale peut aussi être mesurée par la méthode recommandée au § 1.3. Celle-ci est surtout utile pour déterminer les rayonnements hors bande.

Quelques administrations préfèrent utiliser la méthode de mesure de distorsion harmonique avec une seule oscillation sinusoïdale modulante. Pour des conditions de fonctionnement acceptables, le taux de modulation ne dépasse généralement pas 90%.

1.3 Méthodes de mesure de la puissance en crête de modulation

Il résulte des considérations précédentes, qu'en raison de l'imparfaite linéarité des émetteurs à modulation d'amplitude, la mesure de la puissance en crête doit tenir compte du niveau d'intermodulation admis pour l'émetteur considéré et que différentes méthodes de mesure applicables peuvent donner des résultats discordants.

Il est donc désirable d'adopter une méthode de mesure unique aussi simple et aussi sûre que possible.

La méthode de mesure suivante est recommandée:

1.3.1 Emetteurs à modulation d'amplitude à bande latérale unique ou à bandes latérales indépendantes, à porteuses réduite ou supprimée

1.3.1.1 On connecte à la sortie de l'émetteur à la ligne d'alimentation de l'antenne ou à une charge d'essai dont l'impédance terminale a la valeur correcte.

Il convient de s'équiper pour mesurer la puissance moyenne. Cet équipement peut être constitué par tout instrument approprié à la mesure de la puissance moyenne d'une oscillation périodique sinusoïdale d'amplitude constante, à une fréquence radioélectrique.

1.3.1.2 On raccorde à la charge terminale un dispositif de mesure sélectif, par exemple un voltmètre HF sélectif ou un analyseur de spectre et un indicateur d'amplitude de crête du signal modulé, par exemple un oscilloscope.

Le dispositif de mesure sélectif sert à mesurer les amplitudes relatives des composantes spectrales du signal radio-électrique. L'indicateur de crête sert à déterminer la puissance en crête de modulation de ce signal.

1.3.1.3 On règle la commande de porteuse ou l'atténuateur de l'émetteur à la position correspondant au niveau de porteuse requis.

Le niveau adopté pour la porteuse est de préférence:

- pour les émissions à porteuse supprimée: –40 dB ou au-dessous;
- pour les émissions à porteuse réduite: entre –16 dB et –26 dB;
- pour les émissions à porteuse complète: –6 dB,

par rapport au niveau d'une oscillation sinusoïdale de référence. Le niveau de cette oscillation (0 dB) s'appelle niveau de référence.

1.3.1.4 Pour déterminer l'indication correspondant au niveau de référence sur l'indicateur de crête, on commence par régler la commande de porteuse ou l'atténuateur de l'émetteur à 0 dB (voir la Note 1).

NOTE 1— Cette méthode de mesure est applicable à un équipement muni d'une commande de porteuse. S'il n'en est pas ainsi, ou si la commande existante ne permet pas d'obtenir un réglage à 0 dB, la méthode est encore applicable à condition que l'on connaisse l'affaiblissement de la porteuse par rapport au niveau de référence et que l'on en tienne dûment compte.

1.3.1.5 Une fois que l'on connaît l'indication correspondant au niveau de référence et qu'on a réglé la commande de porteuse à la position précisée au § 1.3.1.3, on module l'émetteur par deux oscillations sinusoïdales, dont on a choisi les fréquences comme indiqué au § 1.2.2.

1.3.1.6 On règle les niveaux d'entrée de ces deux oscillations modulantes de façon que, à la sortie:

- les composantes fondamentales des oscillations radioélectriques correspondant au signal modulant soient d'amplitudes égales et que, simultanément,
- l'indication donnée par l'indicateur de crête pour le signal radioélectrique composite soit la même que l'indication correspondant à l'oscillation de référence, déterminée comme mentionné au § 1.3.1.4.

1.3.1.7 On ajuste ensuite le niveau du signal complet, y compris la porteuse, de façon que, à la sortie, la composante d'intermodulation la plus importante indiquée par le dispositif de mesure sélective atteigne le niveau d'intermodulation admissible défini au § 1.2.3.

1.3.1.8 On relève l'indication donnée par l'indicateur de crête pour le signal mentionné au § 1.3.1.7.

1.3.1.9 On étalonne l'indicateur de crête en fonction de la puissance en crête de modulation au moyen d'une seule oscillation périodique sinusoïdale.

On peut procéder à cet effet:

- en remplaçant les deux oscillations modulantes par une seule oscillation sinusoïdale et en supprimant la porteuse ou, si ce n'est pas possible,
- en supprimant les deux oscillations modulantes et en renforçant la porteuse. On règle le niveau d'entrée du signal modulant ou, le cas échéant, le niveau de la porteuse de façon que l'indicateur de crête donne une indication choisie arbitrairement, mais à laquelle on donne de préférence, pour que la précision globale de la mesure soit aussi bonne que possible, une valeur égale à celle de l'indication obtenue au § 1.3.1.8.

On relève l'indication et l'on mesure la puissance moyenne correspondante.

1.3.1.10 La puissance en crête de modulation se calcule par la formule:

$$\text{puissance en crête} = \text{puissance moyenne} \times \left[\frac{\text{indication obtenue au § 1.3.1.8 avec deux oscillations}}{\text{indication obtenue au § 1.3.1.9 avec une oscillation}} \right]^2 \quad (2)$$

1.3.2 Emetteurs à modulation d'amplitude à bande latérale unique ou à double bande latérale, à porteuse complète

Si l'émetteur peut fonctionner aussi avec porteuse supprimée ou réduite et qu'il est muni d'une commande de porteuse, il est préférable de suivre la méthode décrite au § 1.3.1.

Si l'émetteur est apte seulement à fonctionner avec porteuse complète, la mesure s'effectue comme suit:

1.3.2.1 comme au § 1.3.1;

1.3.2.2 comme au § 1.3.1;

1.3.2.3 on module l'émetteur par deux oscillations périodiques sinusoïdales, dont on a choisi les fréquences comme indiqué au § 1.2.2;

1.3.2.4 on règle les niveaux d'entrée de ces deux oscillations modulantes de façon que, à la sortie:

- les composantes fondamentales des oscillations radioélectriques correspondant au signal modulant soient d'amplitudes égales et que, simultanément,
- le niveau de la composante d'intermodulation la plus importante indiqué par le dispositif de mesure sélective atteigne le niveau d'intermodulation admissible défini au § 1.2.3.

1.3.2.5 On relève l'indication donnée par l'indicateur de crête pour le signal mentionné au § 1.3.2.4.

1.3.2.6 On supprime ensuite le signal modulant; on mesure la puissance porteuse et l'on relève l'indication correspondante donnée par l'indicateur de crête.

1.3.2.7 La puissance en crête de modulation se calcule par la formule:

$$\text{puissance en crête} = \text{puissance porteuse} \times \left[\frac{\text{indication obtenue au § 1.3.2.5 avec deux oscillations}}{\text{indication obtenue au § 1.3.2.6 pour l'amplitude porteuse}} \right]^2 \quad (3)$$

NOTE 1 – Le doc. [CCIR, 1970-74] donne la description générale d'une méthode pour mesurer la puissance en crête de modulation d'un émetteur, au moyen des facteurs de conversion figurant au Tableau 1 de la présente Recommandation. En toute rigueur, cette méthode n'est applicable qu'au cas théorique où la distorsion d'intermodulation est négligeable mais on peut l'appliquer en outre, avec des résultats entachés d'erreur inférieure à 5% environ, à un émetteur où le niveau d'intermodulation est d'au plus –40 dB par rapport au niveau de l'une ou l'autre composante fondamentale du signal radioélectrique.

2 que les rapports entre la puissance en crête, la puissance moyenne et la puissance de la porteuse d'un émetteur radioélectrique doivent être calculés en utilisant les facteurs de conversion donnés dans l'Annexe 1.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents de l'ex-CCIR

[1970-74]: 1/116 (Canada).

ANNEXE 1

Facteurs de conversion entre la puissance en crête, la puissance moyenne et la puissance de l'onde porteuse d'un émetteur radioélectrique

Les facteurs de conversion sont calculés en se fondant sur certaines hypothèses indiquées dans les notes du § 3 de la présente Annexe.

1 Facteurs de conversion à partir de la puissance en crête de modulation

1.1 Le Tableau 1 donne les facteurs de conversion applicables quand on prend la puissance en crête de modulation comme unité.

1.2 La colonne 5 donne les valeurs théoriques de la puissance moyenne, qui seraient obtenues, quand il s'agit de modulation d'amplitude, avec des émetteurs linéaires. Dans la pratique, l'imparfaite linéarité de l'émetteur ou d'autres causes peuvent augmenter la puissance moyenne au-dessus des valeurs indiquées dans le Tableau 1.

1.3 Comme le facteur de conversion dépend du signal modulant, un ou plusieurs exemples, mentionnés dans la colonne 2, ont été choisis pour déterminer les facteurs de conversion indiqués dans la colonne 5.

1.4 De la même façon, la colonne 4 donne les valeurs théoriques de la puissance porteuse, dans des conditions déterminées d'absence de modulation décrites dans la colonne 3, et choisies de façon à rendre facilement mesurable cette puissance porteuse.

1.5 Sauf indication contraire dans cette Recommandation, l'expression «oscillation sinusoïdale» est prise dans le sens de «oscillation périodique sinusoïdale à fréquence acoustique».

TABLEAU 1

| Classe d'émission (1) | Signal modulant (2) | Condition d'absence de modulation (3) | Facteur de conversion | |
|--|--|---|--|--|
| | | | Puissance porteuse | Puissance moyenne |
| | | | Puissance en crête (4) | Puissance en crête (5) |
| <i>Modulation d'amplitude Double bande latérale</i> A1A, A1B Télégraphie sans modulation par une oscillation périodique | Série de points rectangulaires; signaux de travail et de repos alternés de durées égales; aucune émission pendant les périodes de repos (Note 1) | Emission continue | 1 | 0,500 (-3,0 dB) (Note 1) |
| D2A, D2B Télégraphie par manipulation par tout ou rien d'une porteuse modulée en fréquence par une oscillation périodique à basse fréquence | Série de points rectangulaires; signaux de travail et de repos alternés de durées égales; une seule oscillation sinusoïdale modulant la porteuse; aucune émission pendant les périodes de repos (Note 1) | Emission continue | 1 | 0,500 (-3,0 dB) (Note 1) |
| A2A, A2B Télégraphie par manipulation par tout ou rien d'une ou plusieurs oscillations périodiques à basse fréquence, modulant la porteuse en amplitude ou par manipulation de la porteuse modulée par ces oscillations (voir le Tableau 2) | Série de points rectangulaires; signaux de travail et de repos alternés de durées égales; une seule oscillation sinusoïdale modulant la porteuse à 100% a) manipulation de l'oscillation modulante b) manipulation de la porteuse modulée (Note 1) | Emission continue, oscillation modulante supprimée (porteuse seule) Emission continue avec oscillation modulante | 0,250 (-6,0 dB) 0,250 (-6,0 dB) | 0,312 (-5,1 dB) 0,187 (-7,3 dB) (Note 1) |
| A2N Porteuse continue modulée en amplitude par une oscillation périodique à basse fréquence (Ex: certains radiophares) | Une seule oscillation sinusoïdale modulant la porteuse à 100%; pas de manipulation | Emission continue, oscillation modulante supprimée (porteuse seule) | 0,250 (-6,0 dB) | 0,375 (-4,3 dB) |
| A3E Téléphonie à double bande latérale, porteuse complète (voir le Tableau 2) | a) une seule oscillation sinusoïdale modulant la porteuse à 100% b) texte lu d'une voix égale (Note 2) | Porteuse seule Porteuse seule | 0,250 (-6,0 dB) 0,250 (-6,0 dB) | 0,375 (-4,3 dB) 0,262 (-5,8 dB) |

TABLEAU 1 (suite)

| Classe d'émission (1) | Signal modulant (2) | Condition d'absence de modulation (3) | Facteur de conversion | |
|---|---|--|---|--|
| | | | Puissance porteuse | Puissance moyenne |
| | | | Puissance en crête | Puissance en crête |
| | | | (4) | (5) |
| <i>Modulation d'amplitude Bande latérale unique</i> H2N Porteuse continue modulée en amplitude par une oscillation périodique, onde porteuse complète | Une seule oscillation sinusoïdale modulant la porteuse à 100%; pas de manipulation | Oscillation modulante supprimée (porteuse seule) | 0,250 (-6,0 dB) | 0,500 (-3,0 dB) |
| R3E Téléphonie à bande latérale unique, onde porteuse réduite | a) deux oscillations sinusoïdales modulant l'émetteur à sa puissance en crête b) texte lu d'une voix égale (Note 2) | Porteuse réduite seule Porteuse réduite seule | 0,025 (-16,0 dB) 0,0025 (-26,0 dB) 0,025 (-16,0 dB) 0,0025 (-26,0 dB) | 0,379 (-4,2 dB) 0,454 (-3,4 dB) 0,096 (-10,2 dB) 0,093 (-10,3 dB) |
| H3E Téléphonie à bande latérale unique, onde porteuse complète | a) une seule oscillation modulant la porteuse à 100% b) texte lu d'une voix égale (Note 2) | Porteuse seule Porteuse seule | 0,250 (-6,0 dB) 0,250 (-6,0 dB) | 0,500 (-3,0 dB) 0,275 (-5,6 dB) |
| J3E Téléphonie à bande latérale unique, onde porteuse supprimée | a) deux oscillations sinusoïdales modulant l'émetteur à sa puissance en crête b) texte lu d'une voix égale (Note 2) | Onde porteuse supprimée Onde porteuse supprimée | < 0,0001 (< -40 dB) < 0,0001 (< -40 dB) | 0,500 (-3,0 dB) 0,100 (-10 dB) |
| <i>Modulation d'amplitude Bandes latérales indépendantes</i> B8E Téléphonie à deux bandes latérales indépendantes, porteuse réduite ou supprimée | a) une seule oscillation sinusoïdale sur chaque bande latérale, modulant l'émetteur à sa puissance nominale en crête, les deux bandes étant modulées au même niveau b) texte lu d'une voix égale sur chacune des deux voies simultanément (une voie par bande latérale) (Notes 2 et 3) c) texte lu d'une voix égale sur chacune des quatre voies simultanément (deux par bande latérale) (Notes 2 et 3) | Porteuse réduite seule Porteuse supprimée Porteuse réduite seule Porteuse supprimée Porteuse réduite seule Porteuse supprimée | 0,025 (-16 dB) 0,0025 (-26 dB) < 0,0001 (< -40 dB) 0,025 (-16 dB) 0,0025 (-26 dB) < 0,0001 (< -40 dB) 0,025 (-16 dB) 0,0025 (-26 dB) < 0,0001 (< -40 dB) | 0,379 (-4,2 dB) 0,454 (-3,4 dB) 0,500 (-3,0 dB) 0,061 (-12,1 dB) 0,048 (-13,2 dB) 0,050 (-13 dB) 0,096 (-10,2 dB) 0,093 (-10,4 dB) 0,100 (-10 dB) |

TABLEAU 1 (suite)

| Classe d'émission (1) | Signal modulant (2) | Condition d'absence de modulation (3) | Facteur de conversion | |
|--|---|--|---|--|
| | | | Puissance porteuse | Puissance moyenne |
| | | | Puissance en crête | Puissance en crête |
| | | | (4) | (5) |
| <i>Modulation d'amplitude Télécopie</i> A1C Télécopie; modulation directe de l'onde porteuse principale par le signal d'image | Image en damier blanc et noir, signal de modulation carré, modulant l'onde porteuse comme en A1B | Emission continue | 1 | 0,500 (-3,0 dB) |
| A3C Télécopie; sous-porteuse modulée en fréquence par le signal d'image, et modulant en amplitude l'onde porteuse principale | Image quelconque, modulation en amplitude à 100% de l'onde porteuse principale (les facteurs de conversion sont indépendants de la forme du signal d'image) | Porteuse principale seule | 0,250 (-6,0 dB) | 0,375 (-4,3 dB) |
| R3C Télécopie; sous-porteuse modulée en fréquence par le signal d'image, et modulant en amplitude la porteuse principale; bande latérale unique, porteuse réduite | Pour cette classe d'émission, la modulation par le signal d'image modifie la répartition de la puissance dans la bande de fréquences occupée sans affecter la puissance totale | Porteuse réduite seule | 0,025 (-16,0 dB) 0,0025 (-26,0 dB) | 0,733 (-1,3 dB) 0,905 (-0,4 dB) |
| J3C Télécopie; sous-porteuse modulée en fréquence par le signal d'image, et modulant en amplitude la porteuse principale; bande latérale unique, porteuse supprimée | Pour cette classe d'émission, la modulation par le signal d'image modifie la répartition de la puissance de la bande de fréquences occupée sans affecter la puissance totale | Porteuse supprimée | < 0,0001 (< -40 dB) | 1 |
| <i>Modulation d'amplitude Télévision</i> C3F Télévision; bande latérale résiduelle, image seule | <p>a) <i>Image toute blanche</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 405 lignes, 50 trames, modulation positive - 525 lignes, 60 trames, modulation négative - 625 lignes, 50 trames, modulation négative - 819 lignes, 50 trames, modulation positive <p>b) <i>Image toute noire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 405 lignes, 50 trames, modulation positive - 525 lignes, 60 trames, modulation négative - 625 lignes, 50 trames, modulation négative - 819 lignes, 50 trames, modulation positive | (Note 4) | | 0,800 (-1,0 dB) 0,164 (-7,9 dB) 0,177 (-7,5 dB) 0,742 (-1,3 dB) 0,080 (-11,0 dB) 0,608 (-2,2 dB) 0,542 (-2,7 dB) 0,085 (-10,7 dB) |

TABLEAU 1 (suite)

| Classe d'émission (1) | Signal modulant (2) | Condition d'absence de modulation (3) | Facteur de conversion | |
|---|---|--|---|--|
| | | | Puissance porteuse | Puissance moyenne |
| | | | Puissance en crête | Puissance en crête |
| | | | (4) | (5) |
| <i>Télégraphie multivoie</i> R7B et B7B (Note 5) Télégraphie harmonique multivoie, bande latérale unique ou bandes latérales indépendantes, porteuse réduite | Télégraphie à déplacement de fréquence ou télégraphie harmonique à deux fréquences: 2 voies 3 voies 4 voies ou plus (Note 6) | Porteuse réduite seule | 0,025 (-16,0 dB) | 0,379 (-4,2 dB) |
| | | | 0,0025 (-26,0 dB) | 0,454 (-3,4 dB) |
| | | | 0,025 (-16,0 dB) 0,0025 (-26,0 dB) | 0,261 (-5,8 dB) 0,302 (-5,2 dB) |
| J7B Télégraphie harmonique multivoie, bande latérale unique, porteuse supprimée | Télégraphie à déplacement de fréquence ou télégraphie harmonique à deux fréquences: 2 voies 3 voies 4 voies ou plus (Note 6) | Porteuse supprimée | < 0,0001 (< -40 dB) | 0,500 (-3,0 dB) |
| | | | < 0,0001 (< -40 dB) | 0,333 (-4,8 dB) |
| | | | < 0,0001 (< -40 dB) | 0,250 (-6,0 dB) |
| B9W (Note 5) Combinaison de signaux téléphoniques et de télégraphie multivoie, bandes latérales indépendantes, porteuse réduite ou supprimée | Texte lu d'une voix égale sur une seule voie et un groupe de signaux de télégraphie multivoie (4 voies ou plus) (Notes 6 et 7) | Porteuse réduite seule | 0,025 (-16,0 dB) | 0,132 (-8,8 dB) |
| | | | 0,0025 (-26,0 dB) | 0,138 (-8,6 dB) |
| | | Porteuse supprimée | < 0,0001 (< -40 dB) | 0,151 (-8,2 dB) |
| | Texte lu d'une voix égale sur deux voies et un groupe de signaux de télégraphie multivoie; 4 voies ou plus (Notes 6 et 7) | Porteuse réduite seule | 0,025 (-16,0 dB) | 0,105 (-9,8 dB) |
| | | | 0,0025 (-26,0 dB) | 0,105 (-9,8 dB) |
| | | Porteuse supprimée | < 0,0001 (< -40 dB) | 0,113 (-9,5 dB) |

2 Facteurs de conversion à partir de la puissance porteuse

2.1 Le Tableau 2 donne les facteurs de conversion applicables quand on prend la puissance porteuse comme unité, suivant la pratique couramment suivie au moins pour les deux classes d'émission à modulation d'amplitude A2A, A2B et A3E.

2.2 La colonne 5 donne les valeurs théoriques de la puissance moyenne qui seraient obtenues, avec les signaux de modulation appliqués décrits dans la colonne 2 et avec des émetteurs pratiquement linéaires. Les facteurs de conversion indiqués sont les quotients des facteurs correspondants des colonnes 5 et 4 du Tableau 1.

2.3 De la même façon, la colonne 4 donne les valeurs théoriques de la puissance en crête de modulation. Les facteurs de conversion indiqués sont les inverses des facteurs correspondants de la colonne 4 du Tableau 1.

2.4 La colonne 3 donne les conditions d'absence de modulation permettant de déterminer et de mesurer la puissance porteuse choisie comme unité.

TABLEAU 2

| Classe d'émission (1) | Signal modulant (2) | Condition d'absence de modulation (3) | Facteur de conversion | |
|--|--|---|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | Puissance en crête | Puissance moyenne |
| | | | Puissance porteuse (4) | Puissance porteuse (5) |
| A2A, A2B Télégraphie par manipulation par tout ou rien d'une ou plusieurs oscillations périodiques modulant la porteuse à basse fréquence en amplitude, ou par manipulation de la porteuse modulée par ces oscillations | a) manipulation de l'oscillation modulante | Emission continue, oscillation modulante supprimée (porteuse seule) | 4 (+6,0 dB) | 1,25 (+1,0 dB) |
| | b) manipulation de la porteuse modulée (Note 1) | Emission continue avec oscillation modulante | 4 (+6,0 dB) | 0,75 (-1,3 dB) (Note 1) |
| A3E Téléphonie à double bande latérale, porteuse complète | a) une seule oscillation sinusoïdale modulant la porteuse à 100% | Porteuse seule | 4 (+6,0 dB) | 1,5 (+1,8 dB) |
| | b) texte lu d'une voix égale (Note 2) | Porteuse seule | 4 (+6,0 dB) | 1,05 (+0,2 dB) |

3 Notes explicatives

NOTE 1 – Lorsque, au lieu d'être constitué d'une suite de signaux de travail et de repos alternés et de durées égales, le signal modulant est codé à l'aide d'un alphabet télégraphique, les facteurs de conversion de la colonne 5 doivent être multipliés par les coefficients suivants:

- Alphabet morse: $0,49/0,50 = 0,98$ (-0,1 dB)
- Alphabet télégraphique international N° 2: $0,58/0,50 = 1,16$ (+0,6 dB)
- Alphabet à 7 moments de la Recommandation UIT-R F.342: $0,5/0,5 = 1$.

NOTE 2 – On suppose que, pour un texte lu d'une voix égale, la puissance de signal modulant est de 10 dB inférieure à celle d'une oscillation sinusoïdale de référence. Les facteurs de conversion de la colonne 5 sont basés sur ce rapport, qui peut être considéré comme une valeur pratique pour la téléphonie, à l'exception des émissions du service de radiodiffusion sonore.

Pour les classes d'émission auxquelles s'applique la présente Note, le niveau de référence de l'oscillation sinusoïdale est fixé comme suit:

- émissions A3E, H3E et R3E: niveau d'une oscillation sinusoïdale qui modulerait l'émetteur à un taux de 100%;
- émissions R3E et J3E à une seule voie: niveau d'une oscillation sinusoïdale qui modulerait l'émetteur à sa puissance en crête;
- émissions R3E, B8E et J3E multivoies: niveau d'une oscillation sinusoïdale qui modulerait l'émetteur au quart (–6 dB) de sa puissance en crête.

Bien que ces hypothèses ne correspondent pas dans tous les cas à la pratique suivie par certaines administrations, elles conduisent aux valeurs moyennes pratiques données dans la colonne 5.

NOTE 3 – Dans les cas des émissions à bandes latérales indépendantes (B8E) comprenant 3 ou 4 voies, on suppose que chaque voie comporte un signal modulant indépendant de celui des autres voies.

NOTE 4 – Les conditions de l'absence de modulation ne peuvent pas être définies exactement en raison de la nature extrêmement complexe et asymétrique de la modulation, et les valeurs données dans la colonne 5 sont des moyennes qui sont susceptibles de varier suivant la tolérance sur la largeur des impulsions de synchronisation et sur le niveau du noir.

NOTE 5 – Les rapports de puissance en télégraphie harmonique multivoie dépendent du nombre de voies, et non de la largeur de bande occupée par ces voies. Par conséquent, il peut y avoir une seule ou deux bandes latérales occupées et il n'y a aucune distinction à faire ici entre les émissions de la classe R7B et les émissions de la classe B7B.

Les signaux télégraphiques peuvent occuper toutes les voies de l'émission, comme en télégraphie R7B et B7B, ou encore occuper une ou plusieurs voies d'une émission mixte (B9W). Par conséquent, il est commode de considérer le groupe de voies de télégraphie harmonique comme équivalent à une ou plusieurs voies téléphoniques normales.

NOTE 6 – Les rapports indiqués dans le Tableau 1 reposent sur les conditions indiquées ci-dessous qui sont considérées comme caractéristiques actuellement:

- Quand on emploie de 1 à 4 voies télégraphiques, la puissance moyenne dans chaque voie est déterminée sur la base de l'addition des tensions. Ainsi, si n représente le nombre de voies de même niveau, la puissance moyenne dans chaque voie sera représentée par:

$$\frac{\text{Puissance en crête allouée au groupe de voies}}{n^2} \quad \text{avec } n = 1, 2, 3 \text{ ou } 4. \quad (4)$$

- Lorsqu'on emploie plus de 4 voies télégraphiques, il est d'usage de porter la puissance dans chaque voie à un niveau supérieur à celui pour lequel la puissance en crête allouée au groupe de voies ne serait jamais dépassée. Etant donné que l'on peut admettre que les phases des diverses sous-porteuses sont réparties de façon aléatoire, la puissance moyenne de l'émission peut être augmentée, sans cependant dépasser la puissance en crête allouée au groupe de voies pendant une fraction du temps supérieure à une certaine valeur faible et spécifiée.

Dans ce cas, la puissance moyenne de chaque voie est donnée par la relation:

$$\frac{\text{Puissance en crête allouée au groupe de voies}}{4n} \quad \text{avec } n > 4. \quad (5)$$

Dans ces conditions, la puissance en crête allouée au groupe de voies n'est pas dépassée pendant plus de 1% à 2% du temps.

NOTE 7 – Pour les émissions mixtes, on admet que les niveaux moyens dans les voies téléphoniques sont réglés aux valeurs indiquées dans la Note 2 pour les émissions B8E. Pour éviter les diaphonies provenant du groupe des voies télégraphiques, on admet que le niveau de ce groupe est réduit de 3 dB par rapport au niveau spécifié dans la Note 6, lorsqu'une seule voie téléphonique est utilisée et de 6 dB si plus d'une voie est ainsi utilisée.