

RAPPORT 485-1

CONTRIBUTION A LA PLANIFICATION DES SERVICES DE
RADIODIFFUSION (SONORE ET TÉLÉVISION)

(Question 4/11 et Programme d'études 4B/11)

(1970-1982)

PARTIE I

STATISTIQUES DE SERVICE

1. Le rapport de protection est une grandeur souvent utilisée dans les questions de planification des services de télévision et de radiodiffusion ainsi que dans l'assignation des fréquences aux stations de ces services. On le définit généralement comme la valeur minimale admissible du rapport des puissances du signal utile et du signal brouilleur à l'entrée du récepteur, nécessaire pour obtenir la qualité de service voulue. Etant donné les variations temporelles et spatiales des champs qui donnent lieu à des signaux à l'entrée du récepteur, il convient d'inclure certaines données statistiques concernant ces variations dans la description de la qualité de service et de la protection à lui assurer.

Lorsqu'il s'agit d'une zone de service relativement restreinte et qu'il n'existe qu'une source de brouillage, on peut décrire la qualité d'un service de télévision ou de radiodiffusion à modulation de fréquence à l'aide de l'équation d'algèbre statistique (1). Par zone relativement restreinte, on entend une zone où les variations de la nature du terrain et de la distance aux antennes d'émission n'ont qu'un effet négligeable sur la détermination des valeurs médianes des champs.

$$R(Q) = E_d(50,50) - E_u(50,50) + G_d - G_u - H(T) - H(L) \quad (1)$$

où:

$$H(T) = k(T) \sqrt{\sigma_{td}^2 + \sigma_{tu}^2}$$

$$H(L) = k(L) \sqrt{\sigma_{ld}^2 + \sigma_{lu}^2}$$

$R(Q)$: rapport de protection (dB) signal utile/signal brouilleur à l'entrée du récepteur, nécessaire pour qu'on ait un service de qualité Q dans des conditions stables. Les lettres d et u indiquent respectivement le signal utile (desired: d) et le signal brouilleur (unwanted: u);

$E(L', T')$: niveau du champ dépassé pendant T' % du temps en au moins L' % des emplacements (dB) par rapport à $1 \mu\text{V/m}$);

$E(50,50)$: champ médian dans le temps et dans l'espace (dB par rapport à $1 \mu\text{V/m}$);

G : gain équivalent de l'antenne de réception dans la direction intéressée (dB);

$k(X)$: variate-loi normale dont les valeurs sont citées dans de nombreux manuels de statistiques:

$$k(50) = 0; k(70) = -0,525; k(90) = -1,282; k(99) = -2,326;$$

σ_t : écart type de la variation du champ en fonction du temps (dB);

σ_l : écart type de la variation du champ en fonction du lieu (dB).

En vue de décrire la qualité de service, on peut interpréter l'équation (1) comme suit: si l'on admet qu'un service de qualité Q n'existe en un lieu donné que si le rapport de protection à l'entrée du récepteur dépasse $R(Q)$ (c'est-à-dire le rapport de protection dans des conditions stables) pendant T' % du temps, il s'ensuit que, dans la zone où l'équation (1) est valable, L' % au moins des lieux auront cette qualité de service, $Q \cdot H(T)$ et $H(L)$ étant des facteurs représentant respectivement l'influence exercée sur la qualité du service fourni dans cette zone par les fluctuations temporelles et spatiales du signal.

L'équation (1) est fondée sur les hypothèses suivantes:

- les différents champs sont répartis dans le temps et dans l'espace de façon à peu près gaussienne. L'expérience [Etats-Unis d'Amérique] montre que cette hypothèse est satisfaisante pour les niveaux compris entre 5% et 95%;

- la corrélation, tant temporelle que spatiale, entre les signaux utile et brouilleur est négligeable. Des termes destinés à tenir compte de cette corrélation peuvent, le cas échéant, être inclus dans les radicaux de $H(T)$ et de $H(L)$;
- les variations du gain d'antenne sont négligeables dans la zone restreinte dont il est question dans le présent document. Des termes destinés à tenir compte de ces variations peuvent être inclus dans le radical de $H(L)$ mais ils doivent, dans le cas des installations extérieures, être de faible importance vis-à-vis des variations du champ en fonction des emplacements.

En examinant l'équation (1), on note l'existence de trois paramètres interdépendants nécessaires à la description de la qualité de service dans la zone intéressée. Ce sont les paramètres Q , L et T . Pour des raisons de commodité, les paramètres Q et T sont généralement normalisés, ce qui permet de calculer la valeur du paramètre L à partir de l'équation (1). Par exemple, on peut choisir une valeur de Q correspondant à un service «satisfaisant» et une valeur de T égale à 90% ou 99%. Lorsqu'il existe dans la zone étudiée plusieurs sources i de brouillage (y compris le bruit), on peut calculer la valeur de L_i pour chaque source de brouillage indépendante prise isolément. La valeur résultante de L sera le produit des différentes valeurs de L_i , à condition que les paramètres Q et T conservent la même valeur au cours des calculs individuels de L_i [Etats-Unis d'Amérique].

$$L = \prod_{i=1}^{i=n} L_i = L_1 L_2 \dots L_n \quad (2)$$

On estime que cette valeur de L est raisonnablement exacte lorsqu'elle est égale ou supérieure à 50%.

L'équation (1) peut s'écrire d'une autre façon:

$$R(Q) + H(T) + H(L) = E_d(50,50) - E_u(50,50) + G_d - G_u \quad (3)$$

On admet que le second membre de l'équation (3) est égal au rapport des puissances médianes du signal utile et du signal brouilleur à l'entrée du récepteur. Lorsque les signaux sont de type constant, $H(T)$ et $H(L)$ sont nuls et le rapport des valeurs médianes des puissances à l'entrée du récepteur est égal à $R(Q)$. Par contre, lorsqu'on observe des variations dans le temps et dans l'espace (T ou L dépassent 50%), la valeur du rapport entre les puissances médianes à l'entrée du récepteur devra être plus élevée pour obtenir la qualité de service Q . L'accroissement est représenté, en ce qui concerne respectivement la variation des champs en fonction du temps et du lieu, par $H(T)$ et par $H(L)$. On peut en fait donner au membre de gauche de l'équation (3) la forme d'un rapport de protection statistique et multidimensionnel.

Aux fins des calculs relatifs à la répartition et à l'établissement des stations, on peut combiner $R(Q)$ avec $H(L)$, et parfois avec $H(T)$, pour obtenir un nouveau rapport statistique et multidimensionnel entre les puissances à l'entrée, rapport plus facile à utiliser avec ses données existantes concernant la propagation. On a souvent confondu ce rapport avec le rapport de protection constant. On combinera, si c'est possible, $H(T)$ avec les valeurs médianes du champ de façon à ne pas créer de rapport de protection statistique qui varie en fonction de la distance.

En ce qui concerne la protection des zones de service, on a tracé les contours des zones où la qualité est identique, avec une égale probabilité de L (Q et T étant déterminés à l'avance), afin de décrire la couverture de la station de radiodiffusion; ces contours sont protégés. Il est nécessaire que le CCIR adopte des valeurs normalisées de L , en plus des normes aujourd'hui admises pour T et pour Q , en vue d'établir des normes de protection pour les contours définissant les zones où la qualité de service est identique, lorsque les signaux varient selon le temps et le lieu.

2. Brouillage dans un même canal en télévision

Pour ce type de protection, $H(L)$ est combiné avec $R(Q)$ et $H(T)$ est implicitement contenu dans $E_u(50,50)$. Ainsi, en supposant que les durées d'évanouissement des champs brouilleurs sont au moins deux fois plus grandes que celles des champs utiles, on a:

$$R(L, Q) = R(Q) + H(L) \approx E_d(50,50) - E_u(50,100 - T) + G_d - G_u \quad (4)$$

$$E_u(50,50) + H(T) \approx E_u(50,100 - T)$$

Il est commode d'utiliser l'expression $R(L, Q)$ dans les calculs relatifs à la protection du service d'une station donnée, surtout parce que sa valeur ne dépend pas de la distance. Cependant, la valeur de $R(L, Q)$ peut dépendre de la fréquence, puisque $H(L)$ en dépend, comme le montre le Tableau I. Ce tableau est donné seulement à titre d'exemple et pour de nombreux types de terrains, les valeurs de σ pouvant être supérieures ou inférieures à celles indiquées.

3. Brouillage par le canal adjacent

Lorsque l'évanouissement du signal brouilleur est beaucoup moins grand que celui du signal utile, on peut combiner $H(T)$ avec $E_d(50,50)$. Tel serait le cas pour le système M, en cas de brouillage par le canal adjacent, si l'on adoptait, comme le propose le Doc. [CCIR, 1966-69], une valeur de -20 dB pour $R(Q)$. Dans ces conditions:

$$\begin{aligned} R(L, Q) &= R(Q) + H(L) \approx E_d(50, T) - E_u(50, 50) + G_d - G_u \\ E_d(50, 50) - H(T) &\approx E_d(50, T) \end{aligned} \quad (5)$$

Lorsque les évanouissements des signaux utile et brouilleur sont à peu près les mêmes, on ne peut commodément combiner $H(T)$ avec l'une des valeurs médianes des champs. On admet alors que $H(T)$ a une valeur type, indépendante de la distance et on combine $H(T)$ avec $R(Q)$ et $H(L)$.

$$R(L, T, Q) = R(Q) + H(L) + H(T) \approx E_d(50, 50) - E_u(50, 50) + G_d - G_u \quad (6)$$

4. Conclusions

Définir uniquement le rapport de protection constant pour les services de radiodiffusion ne suffit pas à déterminer la qualité d'un service ni les exigences relatives à la protection de ce service. Il faut, de plus, définir le pourcentage de temps T pendant lequel la valeur de ce rapport doit être dépassée, ainsi que le pourcentage d'emplacements L où l'on désire obtenir la qualité de service Q . En disposant ainsi d'une valeur statistique de la qualité de service plus complètement spécifiée, on pourra employer les données concernant la propagation et les diagrammes d'antenne pour calculer le rapport signal utile/signal brouilleur qui peut être nécessaire en vue d'assurer la protection requise. On pourra ensuite déterminer, à partir de ces champs, les contours voulus de la zone de service et l'espacement entre les stations.

TABLEAU I - Exemples de valeurs de $H(L)$

| Fréquence (MHz) | | 70 | 100 | 200 | 700 |
|----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| $\sigma_d = \sigma_u = \sigma_l$ | (dB) | 7 | 7 | 8 | 12 |
| $H(50)$ | (dB) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $H(70)$ | (dB) | -5 | -5 | -6 | -9 |
| $H(90)$ | (dB) | -12 | -12 | -15 | -22 |
| $H(99)$ | (dB) | -23 | -23 | -26 | -39 |

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE Report of the *ad hoc* Committee for the evaluation of the radio propagation factors concerning the TV and FM broadcasting services in the frequency range between 50 and 250 Mc. Vols. I and II - Available from Clearing-house for Federal Scientific and Technical Information, National Bureau of Standards, US Department of Commerce, Vol. I PB 166696, Vol. II PB 166697.

Documents du CCIR

[1966-69]: XI/35 (Etats-Unis d'Amérique).

BIBLIOGRAPHIE

Documents du CCIR

[1966-69]: XI/143 (Etats-Unis d'Amérique).

PARTIE II

DÉFINITION DE LA QUALITÉ DE SERVICE
EN RADIODIFFUSION TÉLÉVISUELLE**1. Introduction**

La Partie I indique que trois paramètres interdépendants, à savoir la qualité de service, le lieu et le temps, sont nécessaires à la description du service assuré dans une région donnée. Il est indispensable de normaliser ces paramètres pour la planification afin de protéger le service de télévision et une méthode en ce sens est esquissée dans le texte ci-après.

2. Echelles d'évaluation

Pour pouvoir parvenir à un accord sur la qualité de service qui devrait être retenue comme norme, il faut auparavant se mettre d'accord sur le système de classification à utiliser. A cette fin, l'échelle à 5 notes spécifiée dans la Recommandation 500 semble satisfaisante. Il serait toutefois utile que la qualité de service soit donnée en tant que valeur médiane, ainsi que l'exigent les méthodes de calcul proposées dans la Partie I, § 1. L'Annexe II au Rapport 405 indique bien des méthodes permettant d'évaluer l'influence de signaux brouilleurs supplémentaires sur la qualité de service, mais ces méthodes ne tiennent pas compte des paramètres relatifs au lieu.

3. Pourcentage du temps

Dans les Recommandations 417 et 418, il est précisé que le service de radiodiffusion devrait être protégé pendant une période allant de 90% à 99% du temps. Si l'on retient le pourcentage de 90% du temps, il s'ensuit que la qualité de service souhaitée ne sera pas assurée pendant 10% du temps. En outre, la qualité de service minimum à fournir pendant ces 10% du temps n'étant pas spécifiée, elle pourrait être inutilisable et satisfaire néanmoins à l'objectif fixé pour la radiodiffusion. La qualité de service pendant la période la plus défavorable comprise entre 1% et 10% du temps est donc un facteur qui, dans certaines conditions, doit être pris en considération.

Dans le cas de brouillage provenant d'autres stations de télévision, il n'est pas vraiment indispensable, vu la nature des variations de la propagation, de spécifier la qualité de service pendant la période la plus défavorable comprise entre 1% et 10% du temps; en effet, si la qualité est bonne pendant 90% du temps, elle ne tombera pas au point d'être inutilisable pendant les 10% restants du temps mais se détériorera plutôt progressivement pendant des intervalles de temps plus faibles. Supposons, en revanche que la source de brouillage est intermittente (par exemple, système mobile terrestre) et que l'on fait intervenir le pourcentage des périodes de brouillage dans les critères de protection pour la radiodiffusion; il est évident qu'on pourra être amené à étendre le temps de protection au-delà de 90% à 99% afin d'éviter le risque d'avoir des signaux inutilisables pendant 10% à 1% du temps. En outre, dans certains cas, l'intervalle de temps entre les périodes de brouillage est difficile à établir ou à maîtriser surtout si le brouillage peut venir de sources multiples. Il semble donc que de telles sources de brouillage doivent être considérées comme émettant de façon ininterrompue lorsqu'on veut évaluer leur influence sur la télévision.

4. Normalisation de Q et de T

L'équation (3) de la Partie I établit la relation entre la qualité de service Q , le pourcentage d'emplacements L et le pourcentage du temps T . Aux termes de la Recommandation 500, Q doit être interprété comme étant la note de *dégradation* imputable aussi bien au brouillage qu'au bruit.

Il est évidemment possible de décrire le même service d'une infinité de manières, en fonction des trois variables Q , T et L . Toutefois, si deux des paramètres sont fixés, la troisième variable peut servir à compléter la description du service. Par conséquent, si l'on fixe des valeurs appropriées pour Q et T , on peut décrire le service en fonction de la variable L correspondante.

Etant donné que Q et T peuvent prendre toute une gamme de valeurs, il est suggéré d'imposer des limites à ces valeurs. La Recommandation 417 laisse entendre qu'il faut au moins avoir une qualité de service satisfaisante en l'absence de brouillage, avant que l'on puisse envisager d'assurer une protection. Il est donc recommandé de retenir la note 3,5 comme limite inférieure. Dans la zone de couverture principale d'un émetteur de télévision, cependant, on souhaite généralement une qualité légèrement supérieure à la note 3,5 dans la plupart des emplacements. Etant donné que, pour diverses raisons, il est souvent impossible, dans la pratique, d'obtenir une qualité de note 5, il ne semble pas indiqué de retenir cette note comme base de normalisation. En revanche, une qualité de note 4,5, avec ses légères imperfections, peut généralement être atteinte avec des signaux d'intensité suffisante; c'est pourquoi il est recommandé de retenir la note 4,5 comme limite supérieure de dégradation de l'image, aux fins de normalisation.

Dans la Recommandation 417, il est précisé que le pourcentage du temps pendant lequel on peut être amené à prévoir une protection doit être compris entre 90 et 99%. Il est donc recommandé de retenir 90% et 99% comme limites inférieures et limites supérieures de temps pour normaliser la qualité de service en l'absence de signaux de brouillage.

Il semble qu'en appliquant les deux limites inférieures (note 3,5 et 90% du temps) à l'extrémité de la zone de couverture et les deux limites supérieures (note 4,5 et 99% du temps) à la couverture primaire, on répondrait à l'attente générale des responsables de la planification du service de télévision.

5. Pourcentage d'emplacements

Bien que ce paramètre soit un facteur essentiel pour décrire la qualité des services de radiodiffusion, on n'a jamais essayé de le normaliser. Plusieurs solutions sont possibles et, dans le présent document, il est préconisé de rechercher une norme relative plutôt qu'une norme absolue. La dégradation de référence proposée ici est celle qui est due au bruit thermique considéré comme source unique de dégradation. Il s'agit donc de faire en sorte qu'un pourcentage important des téléspectateurs ne soient pas gênés par l'introduction de sources de brouillage.

Quant à la normalisation du pourcentage d'emplacements auxquels les valeurs normalisées de Q et de T devraient être attribuées, il existe deux possibilités. On peut spécifier le pourcentage d'emplacements directement et, en faisant des estimations concernant les installations réceptrices types, déterminer le champ médian correspondant. Inversement, on peut spécifier un champ médian et, en faisant des estimations concernant des installations réceptrices types, déterminer le pourcentage d'emplacements correspondant. De ces deux possibilités, la seconde est préférable, tout d'abord parce qu'il est plus facile de confirmer une valeur de champ qu'un pourcentage d'emplacements, ensuite parce qu'il n'est pas nécessaire de déterminer avec précision le pourcentage d'emplacements pour calculer la protection à assurer contre les sources de brouillage et enfin parce qu'une valeur déterminée de champ pour le signal désiré est le paramètre le plus utile aux fins du calcul des rapports de protection. La relation entre le champ, la qualité de service et les hypothèses est donnée ailleurs [O'Connor, 1968]. En l'absence de brouillage, les champs proches de ceux qui sont indiqués dans la Recommandation 417 peuvent permettre d'obtenir des qualités de service de note 3,5 pendant 90% du temps et cela, pour environ 60% des emplacements (échelles à 5 notes). Avec des champs supérieurs de quelque 17 dB, on peut parvenir à des qualités de service de note 4,5 pendant 99% du temps et cela, pour environ 75% des emplacements [CCIR, 1978-82].

6. Norme proposée

Il est donc proposé de se mettre d'accord sur l'adoption de la note de dégradation 3,5 pendant 90% du temps à l'extrémité de la zone protégée et de la note 4,5 pendant 99% du temps aux emplacements où les champs médians sont au moins supérieurs de 17 dB au champ à l'extrémité. Si un accord peut être conclu sur ces normes ou sur des critères analogues, on disposera alors d'une méthode simple pour évaluer l'influence des sources de brouillage sur la qualité de réception.

7. Source de brouillage

La Partie I montre que, s'il existe une source de brouillage et si le brouillage est exprimé avec les mêmes Q et T que le signal utile, le L résultant (à condition que L soit supérieur à 50%) peut être évalué comme le produit de L_d et L_i , où L_d est le pourcentage d'emplacements qui reçoivent avec la qualité souhaitée en l'absence de signaux brouilleurs et L_i le pourcentage d'emplacements qui recevraient avec la qualité souhaitée si le signal de brouillage était la seule source supplémentaire de dégradation. Il s'ensuit que L_i est proportionnel au nombre des emplacements qui continueraient à recevoir avec le Q et le T spécifiés après introduction du signal brouilleur. Ainsi, une fois que l'on se sera mis d'accord sur des valeurs normalisées de Q et de T , il sera possible d'évaluer simplement l'influence d'une source de brouillage, à condition de caractériser la source de brouillage par les mêmes Q et T et de spécifier ensuite la valeur de L_i . Par exemple, L_i devrait avoir une valeur de 90% si l'on souhaite faire en sorte que le service dans une zone de couverture ne soit pas dégradé dans plus de 10% des emplacements qui reçoivent avec la qualité souhaitée en l'absence de brouillage.

La valeur acceptable de L_i peut varier selon la nature du brouillage, l'emplacement dans la zone de couverture où l'on cherche à assurer la protection et les mesures correctives qui pourraient être prises.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

O'CONNOR, R. A. [décembre 1968] Understanding television's Grade A and Grade B service contours — *IEEE Trans. Broadcasting*, Vol. BC-14, 4, 137-143.

Documents du CCIR

[1978-82]: 11/103 (Canada).