

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

XVII A.P.
DÜSSELDORF
21.5-1.6 1990
CCIR

XVII[e] ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
DÜSSELDORF, 1990

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

# RECOMMANDATIONS DU CCIR, 1990

(AINSI QUE RÉSOLUTIONS ET VOEUX)

## VOLUME X – PARTIE 1

# SERVICE DE RADIODIFFUSION (SONORE)

CCIR COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL DES RADIOCOMMUNICATIONS

Genève, 1990

# CCIR

1. Le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) est l'organe permanent de l'Union internationale des télécommunications qui est chargé «... d'effectuer des études et d'émettre des recommandations sur les questions techniques et d'exploitation se rapportant spécifiquement aux radiocommunications, sans limitation quant à la gamme de fréquences...» (Convention internationale des télécommunications, Nairobi, 1982, Première Partie, Chapitre I, Article 11, numéro 83)*

2. Le CCIR doit notamment:

a) fournir les bases techniques à l'usage des conférences administratives des radiocommunications et des services de radiocommunication pour assurer l'utilisation efficace du spectre des fréquences radioélectriques et de l'orbite des satellites géostationnaires, sans négliger les besoins des divers services de radiocommunication;

b) recommander pour les systèmes de radiocommunication des normes de fonctionnement ainsi que des mesures techniques qui assurent l'efficacité et la compatibilité de leur interfonctionnement dans les télécommunications internationales;

c) recueillir, échanger, analyser, publier et diffuser des renseignements techniques résultant d'études du CCIR ou tous autres renseignements disponibles pour le développement, la planification et l'exploitation de systèmes de radiocommunication, y compris les mesures spéciales qui pourraient être nécessaires pour faciliter l'exploitation de ces renseignements dans les pays en développement.

* *Voir aussi la Constitution de l'UIT, Nice, 1989, Chapitre 1, Art. 11, numéro 84.*

XVII A.P.
DÜSSELDORF
21.5-1.6 1990
CCIR

XVII[e] ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
DÜSSELDORF, 1990

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

# RECOMMANDATIONS DU CCIR, 1990

(AINSI QUE RÉSOLUTIONS ET VOEUX)

**VOLUME X – PARTIE 1**

# SERVICE DE RADIODIFFUSION (SONORE)

CCIR COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL DES RADIOCOMMUNICATIONS

92-61-04262-7

Genève, 1990

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

## PLAN DES VOLUMES I A XV
## DE LA XVII[e] ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE DU CCIR

(Düsseldorf, 1990)

| | |
|---|---|
| **VOLUME I** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. I* (Rapports) | Utilisation du spectre et contrôle des émissions |
| **VOLUME II** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. II* (Rapports) | Services de recherche spatiale et de radioastronomie |
| **VOLUME III** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. III* (Rapports) | Service fixe fonctionnant sur des fréquences inférieures à 30 MHz environ |
| **VOLUME IV-1** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. IV-1* (Rapports) | Service fixe par satellite |
| **VOLUMES IV/IX-2** (Recommandations)<br>*Annexe aux Vol. IV/IX-2* (Rapports) | Partage des fréquences et coordination entre le service fixe par satellite et les faisceaux hertziens |
| **VOLUME V** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. V* (Rapports) | Propagation dans les milieux non ionisés |
| **VOLUME VI** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. VI* (Rapports) | Propagation dans les milieux ionisés |
| **VOLUME VII** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. VII* (Rapports) | Fréquences étalon et signaux horaires |
| **VOLUME VIII** (Recommandations) | Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés |
| *Annexe 1 au Vol. VIII* (Rapports) | Service mobile terrestre – Service d'amateur – Service d'amateur par satellite |
| *Annexe 2 au Vol. VIII* (Rapports) | Service mobile maritime |
| *Annexe 3 au Vol. VIII* (Rapports) | Services mobiles par satellite (aéronautique, terrestre, maritime, mobile et radiorepérage) – Service mobile aéronautique |
| **VOLUME IX-1** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. IX-1* (Rapports) | Service fixe utilisant les faisceaux hertziens |
| **VOLUME X-1** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. X-1* (Rapports) | Service de radiodiffusion (sonore) |
| **VOLUMES X/XI-2** (Recommandations)<br>*Annexe aux Vol. X/XI-2* (Rapports) | Service de radiodiffusion par satellite (radiodiffusion sonore et télévision) |
| **VOLUMES X/XI-3** (Recommandations)<br>*Annexe aux Vol. X/XI-3* (Rapports) | Enregistrement sonore et télévisuel |
| **VOLUME XI-1** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. XI-1* (Rapports) | Service de radiodiffusion (télévision) |
| **VOLUME XII** (Recommandations)<br>*Annexe au Vol. XII* (Rapports) | Transmissions télévisuelles et sonores (CMTT) |
| **VOLUME XIII** (Recommandations) | Vocabulaire (CCV) |
| **VOLUME XIV** | Textes administratifs du CCIR |
| **VOLUME XV-1** (Questions) | Commissions d'études 1, 12, 5, 6, 7 |
| **VOLUME XV-2** (Questions) | Commission d'études 8 |
| **VOLUME XV-3** (Questions) | Commissions d'études 10, 11, CMTT |
| **VOLUME XV-4** (Questions) | Commissions d'études 4, 9 |

**Sauf indication contraire, les références aux Recommandations, Rapports, Résolutions, Vœux, Décisions et Questions à l'intérieur des textes du CCIR sont celles de l'édition 1990, et seul le numéro principal est mentionné.**

© UIT

1990
Imprimé en Suisse

# RÉPARTITION DES TEXTES DE LA XVII[e] ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE DU CCIR PARMI LES VOLUMES I A XV

Les Volumes I à XV et leurs Annexes, XVII[e] Assemblée plénière, contiennent tous les textes du CCIR actuellement en vigueur. Ils se substituent à ceux de l'édition de la XVI[e] Assemblée plénière, Dubrovnik, 1986.

**1.** Les Recommandations, Résolutions et Vœux sont contenus dans les Volumes I à XIV et les Rapports et Décisions dans les Annexes aux Volumes I à XII.

1.1 *Indications sur la numérotation de ces textes*

Lorsqu'une Recommandation, un Rapport, une Résolution ou un Vœu a été révisé, ce texte conserve son numéro auquel on ajoute un trait d'union et un chiffre indiquant le nombre de révisions successives. Cependant, dans le corps même du texte des Recommandations, des Rapports, des Résolutions, des Vœux et des Décisions, seul le numéro principal sera mentionné (par exemple, Recommandation 253) étant entendu que l'on se réfère à la version la plus récente du texte, sauf mention contraire.

Les numéros de ces textes figurent dans les tableaux ci-dessous; le chiffre indiquant le nombre de révisions sucessives n'a pas été mentionné dans les tableaux. Pour plus de détails sur la numérotation, voir le Volume XIV.

1.2 *Recommandations*

| Numéro | Volume | Numéro | Volume | Numéro | Volume |
|---|---|---|---|---|---|
| 48 | X-1 | 368-370 | V | 479 | II |
| 80 | X-1 | 371-373 | VI | 480 | III |
| 106 | III | 374-376 | VII | 481-484 | IV-1 |
| 139 | X-1 | 377, 378 | I | 485, 486 | VII |
| 162 | III | 380-393 | IX-1 | 487-493 | VIII-2 |
| 182 | I | 395-405 | IX-1 | 494 | VIII-1 |
| 215, 216 | X-1 | 406 | IV/IX-2 | 496 | VIII-2 |
| 218, 219 | VIII-2 | 407, 408 | X/XI-3 | 497 | IX-1 |
| 239 | I | 411, 412 | X-1 | 498 | X-1 |
| 240 | III | 415 | X-1 | 500 | XI-1 |
| 246 | III | 417 | XI-1 | 501 | X/XI-3 |
| 257 | VIII-2 | 419 | XI-1 | 502, 503 | XII |
| 265 | X/XI-3 | 428 | VIII-2 | 505 | XII |
| 266 | XI-1 | 430, 431 | XIII | 508 | I |
| 268 | IX-1 | 433 | I | 509, 510 | II |
| 270 | IX-1 | 434, 435 | VI | 513-517 | II |
| 275, 276 | IX-1 | 436 | III | 518-520 | III |
| 283 | IX-1 | 439 | VIII-2 | 521-524 | IV-1 |
| 290 | IX-1 | 441 | VIII-3 | 525-530 | V |
| 302 | IX-1 | 443 | I | 531-534 | VI |
| 305, 306 | IX-1 | 444 | IX-1 | 535-538 | VII |
| 310, 311 | V | 446 | IV-1 | 539 | VIII-1 |
| 313 | VI | 450 | X-1 | 540-542 | VIII-2 |
| 314 | II | 452, 453 | V | 546-550 | VIII-3 |
| 326 | I | 454-456 | III | 552, 553 | VIII-3 |
| 328, 329 | I | 457, 458 | VII | 555-557 | IX-1 |
| 331, 332 | I | 460 | VII | 558 | IV/IX-2 |
| 335, 336 | III | 461 | XIII | 559-562 | X-1 |
| 337 | I | 463 | IX-1 | 565 | XI-1 |
| 338, 339 | III | 464-466 | IV-1 | 566 | X/XI-2 |
| 341 | V | 467, 468 | X-1 | 567-572 | XII |
| 342-349 | III | 469 | X/XI-3 | 573, 574 | XIII |
| 352-354 | IV-1 | 470-472 | XI-1 | 575 | I |
| 355-359 | IV/IX-2 | 473, 474 | XII | 576-578 | II |
| 362-364 | II | 475, 476 | VIII-2 | 579, 580 | IV-1 |
| 367 | II | 478 | VIII-1 | 581 | V |

1.2 *Recommandations (suite)*

| Numéro | Volume | Numéro | Volume | Numéro | Volume |
|---|---|---|---|---|---|
| 582, 583 | VII | 625-631 | VIII-2 | 676-682 | V |
| 584 | VIII-1 | 632, 633 | VIII-3 | 683, 684 | VI |
| 585-589 | VIII-2 | 634-637 | IX | 685, 686 | VII |
| 591 | VIII-3 | 638-641 | X-1 | 687 | VIII-1 |
| 592-596 | IX-1 | 642 | X-1 | 688-693 | VIII-2 |
| 597-599 | X-1 | 643, 644 | X-1 | 694 | VIII-3 |
| 600 | X/XI-2 | 645 | X-1 + XII | 695-701 | IX-1 |
| 601 | XI-1 | 646, 647 | X-1 | 702-704 | X-1 |
| 602 | X/XI-3 | 648, 649 | X/XI-3 | 705 | X-1 (1) |
| 603-606 | XII | 650-652 | X/XI-2 | 706-708 | X-1 |
| 607, 608 | XIII | 653-656 | XI-1 | 709-711 | XI-1 |
| 609-611 | II | 657 | X/XI-3 | 712 | X/XI-2 |
| 612, 613 | III | 658-661 | XII | 713-716 | X/XI-3 |
| 614 | IV-1 | 662-666 | XIII | 717-721 | XII |
| 615 | IV/IX-2 | 667-669 | I | 722 | XII |
| 616-620 | V | 670-673 | IV-1 | 723, 724 | XII |
| 622-624 | VIII-1 | 674, 675 | IV/IX-2 | | |

1.3 *Rapports*

| Numéro | Volume | Numéro | Volume | Numéro | Volume |
|---|---|---|---|---|---|
| 19 | III | 319 | VIII-1 | 472 | X-1 |
| 122 | XI-1 | 322 | VI (1) | 473 | X/XI-2 |
| 137 | IX-1 | 324 | I | 476 | XI-1 |
| 181 | I | 327 | III | 478 | XI-1 |
| 183 | III | 336* | V | 481-485 | XI-1 |
| 195 | III | 338 | V | 488 | XII |
| 197 | III | 340 | VI (1) | 491 | XII |
| 203 | III | 342 | VI | 493 | XII |
| 208 | IV-1 | 345 | III | 496, 497 | XII |
| 209 | IV/IX-2 | 347 | III | 499 | VIII-1 |
| 212 | IV-1 | 349 | III | 500, 501 | VIII-2 |
| 214 | IV-1 | 354-357 | III | 509 | VIII-3 |
| 215 | X/XI-2 | 358 | VIII-1 | 516 | X-1 |
| 222 | II | 363, 364 | VII | 518 | VII |
| 224 | II | 371, 372 | I | 521, 522 | I |
| 226 | II | 375, 376 | IX-1 | 525, 526 | I |
| 227* | V | 378-380 | IX-1 | 528 | I |
| 228, 229 | V | 382 | IV/IX-2 | 533 | I |
| 238, 239 | V | 384 | IV-1 | 535, 536 | II |
| 249-251 | VI | 386-388 | IV/IX-2 | 538 | II |
| 252 | VI (1) | 390, 391 | IV-1 | 540, 541 | II |
| 253-255 | VI | 393 | IV/IX-2 | 543 | II |
| 258-260 | VI | 395 | II | 546 | II |
| 262, 263 | VI | 401 | X-1 | 548 | II |
| 265, 266 | VI | 404 | XI-1 | 549-551 | III |
| 267 | VII | 409 | XI-1 | 552-558 | IV-1 |
| 270, 271 | VII | 411, 412 | XII | 560, 561 | IV-1 |
| 272, 273 | I | 430-432 | VI | 562-565 | V |
| 275-277 | I | 435-437 | III | 567 | V |
| 279 | I | 439 | VII | 569 | V |
| 285 | IX-1 | 443 | IX-1 | 571 | VI |
| 287* | IX-1 | 445 | IX-1 | 574, 575 | VI |
| 289* | IX-1 | 448, 449 | IV/IX-2 | 576-580 | VII |
| 292 | X-1 | 451 | IV-1 | 584, 585 | VIII-2 |
| 294 | X/XI-3 | 453-455 | IV-1 | 588 | VIII-2 |
| 300 | X-1 | 456 | II | 607 | IX-1 |
| 302-304 | X-1 | 458 | X-1 | 610* | IX-1 |
| 311-313 | XI-1 | 463, 464 | X-1 | 612-615 | IX-1 |
| 314 | XII | 468, 469 | X/XI-3 | 622 | X/XI-3 |

* Non réimprimé, voir Dubrovnik, 1986.

(1) Publié séparément.

1.3 *Rapports (suite)*

| Numéro | Volume | Numéro | Volume | Numéro | Volume |
|---|---|---|---|---|---|
| 624-626 | XI-1 | 790-793 | IV/IX-2 | 972-979 | I |
| 628, 629 | XI-1 | 795 | X-1 | 980-985 | II |
| 630 | X/XI-3 | 798, 799 | X-1 | 987, 988 | II |
| 631-634 | X/XI-2 | 801, 802 | XI-1 | 989-996 | III |
| 635-637 | XII | 803 | X/XI-3 | 997-1004 | IV-1 |
| 639 | XII | 804, 805 | XI-1 | 1005, 1006 | IV/IX-2 |
| 642, 643 | XII | 807-812 | X/XI-2 | 1007-1010 | V |
| 646-648 | XII | 814 | X/XI-2 | 1011, 1012 | VI |
| 651 | I | 815, 816 | XII | 1016, 1017 | VII |
| 654-656 | I | 818-823 | XII | 1018-1025 | VIII-1 |
| 659 | I | 826-842 | I | 1026-1033 | VIII-2 |
| 662-668 | I | 843-854 | II | 1035-1039 | VIII-2 |
| 670, 671 | I | 857 | III | 1041-1044 | VIII-2 |
| 672-674 | II | 859-865 | III | 1045 | VIII-3 |
| 676-680 | II | 867-870 | IV-1 | 1047-1051 | VIII-3 |
| 682-685 | II | 872-875 | IV-1 | 1052-1057 | IX-1 |
| 687 | II | 876, 877 | IV/IX-2 | 1058-1061 | X-1 |
| 692-697 | II | 879, 880 | V | 1063-1072 | X-1 |
| 699, 700 | II | 882-885 | V | 1073-1076 | X/XI-2 |
| 701-704 | III | 886-895 | VI | 1077-1089 | XI-1 |
| 706 | IV-1 | 896-898 | VII | 1090-1092 | XII |
| 709 | IV/IX-2 | 899-904 | VIII-1 | 1094-1096 | XII |
| 710 | IV-1 | 908 | VIII-2 | 1097-1118 | I |
| 712, 713 | IV-1 | 910, 911 | VIII-2 | 1119-1126 | II |
| 714-724 | V | 913-915 | VIII-2 | 1127-1133 | III |
| 725-729 | VI | 917-923 | VIII-3 | 1134-1141 | IV-1 |
| 731, 732 | VII | 925-927 | VIII-3 | 1142, 1143 | IV/IX-2 |
| 735, 736 | VII | 929 | VIII-3 (1) | 1144-1148 | V |
| 738 | VII | 930-932 | IX-1 | 1149-1151 | VI |
| 739-742 | VIII-1 | 934 | IX-1 | 1152 | VII |
| 743, 744 | VIII-2 | 936-938 | IX-1 | 1153-1157 | VIII-1 |
| 748, 749 | VIII-2 | 940-942 | IX-1 | 1158-1168 | VIII-2 |
| 751 | VIII-3 | 943-947 | X-1 | 1169-1186 | VIII-3 |
| 760-764 | VIII-3 | 950 | X/XI-3 | 1187-1197 | IX-1 |
| 766 | VIII-3 | 951-955 | X/XI-2 | 1198 | X-1 (1) |
| 770-773 | VIII-3 | 956 | XI-1 | 1199-1204 | X-1 |
| 774, 775 | VIII-2 | 958, 959 | XI-1 | 1205-1226 | XI-1 |
| 778 | VIII-1 | 961, 962 | XI-1 | 1227, 1228 | X/XI-2 |
| 780* | IX-1 | 963, 964 | X/XI-3 | 1229-1233 | X/XI-3 |
| 781-789 | IX-1 | 965-970 | XII | 1234-1241 | XII |

* Non réimprimé, voir Dubrovnik, 1986.

(1) Publié séparément.

1.3.1 *Note au sujet des Rapports*

La mention individuelle «adopté à l'unanimité» a été supprimée pour chaque Rapport. Les Rapports contenus dans les Annexes aux Volumes sont adoptés à l'unanimité sauf dans les cas où des réserves faisant l'objet d'une note de bas de page sont émises.

1.4 *Résolutions*

| Numéro | Volume | Numéro | Volume | Numéro | Volume |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | VI | 62 | I | 86, 87 | XIV |
| 14 | VII | 63 | VI | 88 | I |
| 15 | I | 64 | X-1 | 89 | XIII |
| 20 | VIII-1 | 71 | I | 95 | XIV |
| 23 | XIII | 72, 73 | V | 97-109 | XIV |
| 24 | XIV | 74 | VI | 110 | I |
| 33 | XIV | 76 | X-1 | 111, 112 | VI |
| 39 | XIV | 78 | XIII | 113, 114 | XIII |
| 61 | XIV | 79-83 | XIV | | |

1.5 *Vœux*

| Numéro | Volume | Numéro | Volume | Numéro | Volume |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | I | 45 | VI | 73 | VIII-1 |
| 11 | I | 49 | VIII-1 | 74 | X-1 + X/XI-3 |
| 14 | IX-1 | 50 | IX-1 | 75 | XI-1 + X/XI-3 |
| 15 | X-1 | 51 | X-1 | 77 | XIV |
| 16 | X/XI-3 | 56 | IV-1 | 79-81 | XIV |
| 22, 23 | VI | 59 | X-1 | 82 | VI |
| 26-28 | VII | 63 | XIV | 83 | XI-1 |
| 32 | I | 64 | I | 84 | XIV |
| 35 | I | 65 | XIV | 85 | VI |
| 38 | XI-1 | 66 | III | 87, 88 | XIV |
| 40 | XI-1 | 67-69 | VI | 89 | IX-1 |
| 42 | VIII-1 | 71-72 | VII | 90 | X/XI-3 |
| 43 | VIII-2 | | | | |

1.6 *Décisions*

| Numéro | Volume | Numéro | Volume | Numéro | Volume |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | IV-1 | 60 | XI-1 | 87 | IV/IX-2 |
| 4, 5 | V | 63 | III | 88, 89 | IX-1 |
| 6 | VI | 64 | IV-1 | 90, 91 | XI-1 |
| 9 | VI | 65 | VII | 93 | X/XI-2 |
| 11 | VI | 67, 68 | XII | 94 | X-1 |
| 18 | X-1 + XI-1 + XII | 69 | VIII-1 | 95 | X-1 + XI-1 |
| | | 70 | IV-1 | 96, 97 | X-1 |
| 27 | I | 71 | VIII-3 | 98 | X-1 + XII |
| 42 | XI-1 | 72 | X-1 + XI-1 | 99 | X-1 |
| 43 | X/XI-2 | 76 | IV-1 + X-1 + XI-1 + XII | 100 | I |
| 51 | X/XI-2 | | | 101 | II |
| 53, 54 | I | 77 | XII | 102 | V |
| 56 | I | 78, 79 | X-1 | 103 | VIII-3 |
| 57 | VI | 80 | XI-1 | 105 | XIV |
| 58 | XI-1 | 81 | VIII-3 | 106 | XI-1 |
| 59 | X/XI-3 | 83-86 | VI | | |

## 2. **Questions** (Vol. XV-1, XV-2, XV-3, XV-4)

### 2.1 *Indication sur la numérotation de ces textes*

Les Questions sont numérotées dans des séries différentes pour chaque Commission d'études; le cas échéant, le numéro d'ordre est suivi d'un trait d'union et d'un chiffre indiquant le nombre de révisions successives du texte. Le numéro d'une Question est suivi d'un *chiffre arabe indiquant la Commission d'études.* Exemples:

– Question 1/10 pour la première version de la Question;

– Question 1-1/10 pour sa première révision, Question 1-2/10 pour sa deuxième révision.

*Note* – Les Questions des Commissions d'études 7, 9 et 12 sont numérotées à partir de 101. Cette numérotation résulte, pour la nouvelle Commission d'études 7, de la fusion des anciennes Commissions d'études 2 et 7 et, pour la nouvelle Commission d'études 9, de la fusion des anciennes Commissions d'études 3 et 9. Dans le cas de la nouvelle Commission d'études 12, elle est due au transfert des Questions d'autres Commissions d'études.

### 2.2 *Emplacement des Questions*

Le plan des Volumes de la page II indique dans quel Volume XV sont publiées les Questions des Commissions d'études. Un résumé de toutes les Questions avec leurs titres, l'ancien et le nouveau numéro, sera publié dans le Volume XIV.

2.3 *Références aux Questions*

Comme indiqué dans la Résolution 109, l'Assemblée plénière a approuvé les Questions et en a confié l'examen aux Commissions d'études. Elle a en outre décidé de mettre fin aux Programmes d'études. La Résolution 109 indique ainsi ceux de ces derniers dont l'Assemblée plénière a approuvé la conversion en nouvelles Questions ou l'incorporation à des Questions existantes. Il est à noter que les références aux Questions et Programmes d'études contenus dans les textes des Recommandations et des Rapports des Volumes I à XIII restent les mêmes que pendant la période d'études 1986-1990.

S'il y a lieu, les Questions renvoient aux anciens Programmes d'études ou aux anciennes Questions dont elles découlent. Celles qui viennent d'anciens Programmes d'études ou qui ont été transférées à une Commission d'études différente comportent désormais un nouveau numéro.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

VOLUME X

SERVICE DE RADIODIFFUSION (SONORE)

(Commission d'études 10)

# TABLE DES MATIÈRES


| | | Page |
|---|---|---|
| Plan des Volumes I à XV de la XVII[e] Assemblée plénière du CCIR | | II |
| Répartition des textes de la XVII[e] Assemblée plénière du CCIR parmi les Volumes I à XV | | III |
| Table des matières | | IX |
| Index des textes par ordre numérique | | XI |
| Mandat de la Commission d'études 10 et Introduction par le Rapporteur principal de la Commission d'études 10 | | XIII |
| *Section 10A-1 – Radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude en ondes kilométriques (bande 5), hectométriques (bande 6) et décamétriques (bande 7)* | | |
| Rec 638 | Termes et définitions utilisés dans la planification des fréquences pour la radiodiffusion sonore et télévisuelle | 1 |
| Rec 561-2 | Définitions du rayonnement en radiodiffusion (B.km, B.hm et B.dam) | 3 |
| Rec 559-2 | Mesure objective des rapports de protection RF en radiodiffusion (B.km, B.hm et B.dam) | 6 |
| Rec 560-3 | Rapports de protection RF en radiodiffusion en ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques | 15 |
| Rec 598-1 | Facteurs influençant la couverture en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude dans la bande 6 (ondes hectométriques) | 34 |
| Rec 411-4 | Marges contre les évanouissements en radiodiffusion (B.dam) | 59 |
| Rec 498-2 | Transmodulation ionosphérique en radiodiffusion en ondes kilométriques (B.km) et hectométriques (B.hm) | 60 |
| Rec 639 | Largeur de bande nécessaire à l'émission pour la radiodiffusion à ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques | 69 |
| Rec 597-1 | Espacement des canaux pour la radiodiffusion sonore dans la bande 7 (ondes décamétriques) | 76 |
| Rec 702 | Synchronisation et utilisation de fréquences multiples par programme dans la radiodiffusion en ondes décamétriques | 77 |
| Rec 80-3 | Antennes d'émission en radiodiffusion (B.dam) | 78 |
| Rec 705 | Caractéristiques et diagrammes des antennes d'émission en ondes décamétriques | 94 |
| Rec 703 | Caractéristiques de récepteurs de référence de radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude à des fins de planification | 95 |
| Rec 640-1 | Système à bande latérale unique (BLU) en radiodiffusion à ondes décamétriques | 101 |
| Rec 706 | Système de diffusion de données en radiodiffusion sonore monophonique en modulation d'amplitude (AMDS) | 103 |
| *Section 10A-2 – Radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale* | | |
| Rec 216-2 | Rapport de protection pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale | 107 |
| Rec 48-2 | Choix des fréquences pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale | 108 |
| Rec 215-2 | Puissances maximales des émetteurs de radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale | 109 |
| Rec 139-3 | Antennes d'émission pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale | 110 |
| Rec 415-2 | Spécifications des caractéristiques minimales des récepteurs de radiodiffusion sonore à prix modique | 112 |

Page

*Section 10B — Radiodiffusion sonore à modulation de fréquence dans les bandes des ondes métriques (bande 8) et décimétriques (bande 9)*

Rec 642-1 Limiteurs pour signaux de programmes radiophoniques de haute qualité . . . . . 115
Rec 641 Détermination des rapports de protection RF en radiodiffusion sonore à modulation de fréquence . . . . . 118
Rec 599 Directivité des antennes de réception de radiodiffusion sonore dans la bande 8 (ondes métriques) . . . . . 121
Rec 704 Caractéristiques des récepteurs de référence de radiodiffusion sonore en modulation de fréquence à des fins de planification . . . . . 122
Rec 412-5 Normes de planification pour la radiodiffusion sonore à modulation de fréquence en ondes métriques . . . . . 126
Rec 450-1 Normes d'émission pour la radiodiffusion sonore à modulation de fréquence en ondes métriques . . . . . 132
Rec 467 Caractéristiques techniques des émissions de radiodiffusion stéréophonique à modulation de fréquence qu'il convient de contrôler. *Système à fréquence pilote* . . . . . 135
Rec 643-1 Système destiné à l'accord automatique ainsi qu'à d'autres fonctions dans les récepteurs de radiodiffusion MF et utilisable avec le système à fréquence pilote . . . . . 136
Rec 707 Emission de plusieurs voies son dans les systèmes de télévision de Terre PAL B, G, H et I . . . . . 143

*Section 10C — Caractéristiques audiofréquence des signaux de radiodiffusion sonore*

Rec 562-3 Evaluation subjetive de la qualité du son . . . . . 149
Rec 644-1 Caractéristiques de qualité en audiofréquence applicables à une chaîne de transmission radiophonique de haute qualité . . . . . 155
Rec 468-4 Mesure du niveau de tension des bruits audiofréquence en radiodiffusion sonore . . . . 167
Rec 645-1 Signaux d'essai pour les liaisons radiophoniques internationales . . . . . 174
Rec 708 Détermination des propriétés électroacoustiques des casques de contrôle pour studio . . 177
Rec 646 Codage à la source des signaux audionumériques dans les studios de radiodiffusion . . 181
Rec 647-1 Interface audionumérique pour les studios de radiodiffusion . . . . . 182

*Section 10D — Enregistrement des programmes de radiodiffusion sonore*

Les textes sont publiés dans la Partie 3 des Volumes X et XI.

*Section 10E — Service de radiodiffusion sonore par satellite*

Les textes sont publiés dans la Partie 2 des Volumes X et XI.

*Résolutions et Vœux*

Résolution 64 Détermination du niveau de bruit pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale 199
Résolution 76-1 Présentation des diagrammes d'antenne . . . . . 200
Vœu 15-3 Radiodiffusion dans la bande des 26 MHz . . . . . 201
Vœu 51 Etude des méthodes de transmission numérique par les Commissions d'études du CCIR et par la CMTT . . . . . 202
Vœu 59 Simulation de signaux radiophoniques . . . . . 203
Vœu 74-1 Systèmes d'interconnexion pour les récepteurs de radiodiffusion sonore et les équipements associés . . . . . 204

# INDEX DES TEXTES PAR ORDRE NUMÉRIQUE


| | | Page |
|---|---|---|
| SECTION 10A-1: | Radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude en ondes kilométriques (bande 5), hectométriques (bande 6) et décamétriques (bande 7) | 1 |
| SECTION 10A-2: | Radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale | 107 |
| SECTION 10B: | Radiodiffusion sonore à modulation de fréquence dans les bandes des ondes métriques (bande 8) et décimétriques (bande 9) | 115 |
| SECTION 10C: | Caractéristiques audiofréquence des signaux de radiodiffusion sonore | 149 |
| SECTION 10D: | Enregistrement des programmes de radiodiffusion sonore | 197 |
| SECTION 10E: | Service de radiodiffusion sonore par satellite | 197 |


---


| RECOMMANDATIONS | Section | Page |
|---|---|---|
| Recommandation 48-2 | 10A-2 | 108 |
| Recommandation 80-3 | 10A-1 | 78 |
| Recommandation 139-3 | 10A-2 | 110 |
| Recommandation 215-2 | 10A-2 | 109 |
| Recommandation 216-2 | 10A-2 | 107 |
| Recommandation 411-4 | 10A-1 | 59 |
| Recommandation 412-5 | 10B | 126 |
| Recommandation 415-2 | 10A-2 | 112 |
| Recommandation 450-1 | 10B | 132 |
| Recommandation 467 | 10B | 135 |
| Recommandation 468-4 | 10C | 167 |
| Recommandation 498-2 | 10A-1 | 60 |
| Recommandation 559-2 | 10A-1 | 6 |
| Recommandation 560-3 | 10A-1 | 15 |
| Recommandation 561-2 | 10A-1 | 3 |
| Recommandation 562-3 | 10C | 149 |
| Recommandation 597-1 | 10A-1 | 76 |
| Recommandation 598-1 | 10A-1 | 34 |
| Recommandation 599 | 10B | 121 |
| Recommandation 638 | 10A-1 | 1 |
| Recommandation 639 | 10A-1 | 69 |
| Recommandation 640-1 | 10A-1 | 101 |
| Recommandation 641 | 10B | 118 |
| Recommandation 642-1 | 10B | 115 |
| Recommandation 643-1 | 10B | 136 |
| Recommandation 644-1 | 10C | 155 |
| Recommandation 645-1 | 10C | 174 |
| Recommandation 646 | 10C | 181 |
| Recommandation 647-1 | 10C | 182 |
| Recommandation 702 | 10A-1 | 77 |
| Recommandation 703 | 10A-1 | 95 |
| Recommandation 704 | 10B | 122 |
| Recommandation 705 | 10A-1 | 94 |
| Recommandation 706 | 10A-1 | 103 |
| Recommandation 707 | 10B | 143 |
| Recommandation 708 | 10C | 177 |

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

## COMMISSION D'ÉTUDES 10

### SERVICE DE RADIODIFFUSION (SONORE)

*Mandat:*

Etudier:

- les aspects techniques du service de radiodiffusion et du service de radiodiffusion par satellite lorsque ces services sont utilisés pour la radiodiffusion sonore;
- les problèmes propres à la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale compte tenu des normes requises pour un service de bonne qualité; les brouillages dans les bandes partagées; la puissance requise pour que le service soit acceptable; la conception d'antennes d'émission appropriées; le matériel de réception; les conditions optimales pour l'utilisation des bandes de fréquences et questions connexes;
- les normes relatives aux équipements à audiofréquence, y compris pour l'enregistrement du son, afin de faciliter l'échange international des programmes.

| | | |
|---|---|---|
| 1986-1990 | *Rapporteur principal:* | C. TERZANI (Italie) |
| | *Vice-Rapporteurs principaux:* | A. KELLER (France) |
| | | O. P. KHUSHU (Inde) |
| | | H. KUSSMANN (République fédérale d'Allemagne) |

Pour la prochaine période d'études, conformément à la Résolution 61, adoptée à la XVII[e] Assemblée plénière de Düsseldorf (mai-juin 1990), le domaine de compétence relatif aux travaux qui seront entrepris et les noms du Rapporteur principal et des Vice-Rapporteurs principaux sont indiqués ci-dessous.

## COMMISSION D'ÉTUDES 10

### SERVICE DE RADIODIFFUSION (SONORE)

*Domaine de compétence:*

Echange international de programmes et aspects techniques et d'exploitation des services de radiodiffusion et de radiodiffusion par satellite, y compris les équipements audiofréquence et d'enregistrement et caractéristiques générales des moyens permettant de diffuser des signaux son au public, lorsque ces moyens sont utilisés pour les services de radiodiffusion, de transmission de données et les services auxiliaires qui accompagnent la radiodiffusion sonore.

| | | |
|---|---|---|
| 1990-1994 | *Rapporteur principal:* | C. TERZANI (Italie) |
| | *Vice-Rapporteurs principaux:* | H. KUSSMANN (République fédérale d'Allemagne) |
| | | A. KELLER (France) |
| | | K. P. RAMASWAMY (Inde) |
| | | M. YUNUS KHAN (Pakistan) |

---

### INTRODUCTION PAR LE RAPPORTEUR PRINCIPAL DE LA COMMISSION D'ÉTUDES 10

#### 1. Organisation des travaux

Au cours de la période d'études 1986-1990, la Commission d'études 10 a tenu sa réunion intérimaire à Genève, du 3 au 17 novembre 1987 et sa réunion finale à Genève, du 9 au 23 octobre 1989, sous la présidence de M. C. Terzani (Italie), assisté par les trois Vice-Rapporteurs principaux MM. A. Keller (France), O. P. Khushu (Inde) et H. Kussmann (République fédérale d'Allemagne).

La XVII[e] Assemblée plénière a remplacé M. Khushu, démissionnaire, par M. K. P. Ramaswamy (Inde) et a nommé un quatrième Vice-Rapporteur principal, M. M. Yunus Khan (Pakistan).

La participation aux réunions intérimaire et finale a été respectivement de 198/223 délégués, appartenant aux administrations de 28/33 pays, à 15/12 exploitations privées reconnues, à 3/4 organismes scientifiques ou industriels et à 2/8 organisations internationales.

Pour effectuer ses travaux, la Commission d'études 10 a formé les Groupes de travail suivants:

- *Groupe de travail 10A:* Radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude, présidé par M. G. Petke (République fédérale d'Allemagne);
- *Groupe de travail 10B:* Radiodiffusion sonore à modulation de fréquence, présidé par M. A. Keller (France);
- *Groupe de travail 10C:* Caractéristiques audiofréquence des signaux de radiodiffusion sonore, présidé par M. G. Steinke (République démocratique allemande);
- *Groupe de rédaction:* Liaison avec la CMV et révision des textes, présidé par M. A. Gourbeille (France) lors de la réunion intérimaire et par M. A. Komly (France) lors de la réunion finale.

En outre, la Commission d'études 10 a établi, avec la Commission d'études 11, les Groupes de travail mixtes suivants:

- *Groupe de travail mixte 10-11D:* Radiodiffusion de données, présidé par le Professeur F. Cappuccini (Italie), lors de la réunion finale;
- *Groupe de travail mixte 10-11R:* Enregistrement des programmes de radiodiffusion sonore et de télévision, présidé par M. P. Zaccarian (CBS);
- *Groupe de travail mixte 10-11S:* Service de radiodiffusion par satellite, présidé par M. R. F. Zeitoun (Canada).

## 2. Textes résultant des travaux effectués

En suivant l'ordre dans lequel les textes figurent dans le Volume X, on a indiqué d'abord les Recommandations et les Rapports, divisés selon le sujet traité; successivement les Questions, les Programmes d'études, les Résolutions et les Vœux; enfin les Décisions.

En suivant les décisions de la XVII[e] Assemblée plénière, les Questions ont été en général annulées et les Programmes d'études transformés en Questions.

Conformément aux décisions prises à la XVI[e] Assemblée plénière du CCIR, Dubrovnik, 1986, les textes concernant la radiodiffusion par satellite et l'enregistrement sonore et télévisuel figureront respectivement dans les Parties 2 et 3 des Volumes X et XI.

La nouvelle Recommandation 705 avec l'Annexe sur les caractéristiques et les diagrammes d'antennes d'émission B.dam sera publiée dans un fascicule séparé.

### 2.1 *Recommandations et Rapports*

#### 2.1.1 *Radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude*

Ce sujet a été traité par le Groupe de travail 10A, présidé par M. G. Petke (République fédérale d'Allemagne), qui a examiné 26/34 documents et en a élaboré 18/28, en constituant 4/6 Groupes de rédaction, respectivement à la réunion intérimaire et à la réunion finale de la Commission d'études 10.

La Recommandation 559 sur la mesure objective des rapports de protection RF en radiodiffusion a été révisée substantiellement, en particulier en supprimant la section sur la méthode graphique et en ajoutant un texte concis sur ce sujet dans la nouvelle section sur la méthode numérique, tandis que la Recommandation 560 sur les rapports de protection RF a été modifiée à la réunion intérimaire en y ajoutant la prévision sur les évanouissements et une annexe sur les paramètres de planification dans la bande 7.

La Recommandation 598 sur les facteurs influençant la couverture dans la bande 6 (B.km) a été modifiée en y ajoutant 4 annexes dérivées du Rapport 616 et de ses annexes.

Dans la Recommandation 411 sur les marges contre les évanouissements en B.dam, la note à la fin du texte a été mise à jour et la Recommandation 498 sur la transmodulation ionosphérique a été complétée avec les résultats des expériences effectuées en République populaire de Chine.

La nouvelle Recommandation 702 sur la synchronisation et l'utilisation de fréquences multiples par programme dans la radiodiffusion B.dam, qui remplace les Recommandations 205-2 et 410 qui ont été annulées, a été rédigée à la réunion intérimaire.

La Recommandation 80 sur les antennes d'émission en B.dam a été condensée et révisée, en y annexant les Rapports 32 et 1062; la Recommandation 414 sur la présentation des diagrammes d'antennes a été annulée et remplacée par la nouvelle Recommandation 705 avec une annexe contenant tous les détails pour le calcul des caractéristiques et des diagrammes d'antennes d'émission en B.dam, qui sera publiée dans un fascicule séparé, avec les programmes d'ordinateur associés, et constituera une nouvelle édition des Diagrammes d'antennes du CCIR.

La nouvelle Recommandation 703 sur les caractéristiques de récepteurs de référence à modulation d'amplitude conclut les travaux du GTI 10/7 et sera portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

La Recommandation 640 sur le système BLU en B.dam a subi de légères modifications, tandis que la Commission a approuvé la nouvelle Recommandation 706 sur le système de diffusion de données en radiodiffusion sonore monophonique à modulation d'amplitude, qui contient les spécifications du système susdit et qui sera portée à l'attention de la CEI.

Dans le domaine de la radiodiffusion dans la Zone tropicale, la Recommandation 139 sur les antennes d'émission a été légèrement modifiée par la réunion intérimaire.

Concernant les Rapports, la Commission d'études 10 a approuvé le nouveau Rapport 1201 sur les émetteurs B.dam utilisant un seul canal; a modifié le Rapport 516 sur le champ résultant de plusieurs champs électromagnétiques, en ajoutant les résultats des recherches effectuées en URSS à ceux des recherches effectuées en Italie et Hongrie; le Rapport 401 sur les antennes d'émission en B.km et B.hm, pour le mettre à jour et le condenser en tenant compte des commentaires de la Commission d'études 6; le Rapport 458 sur les caractéristiques des systèmes de radiodiffusion; le Rapport 1059 sur les caractéristiques des systèmes BLU en B.dam; le Rapport 1061 sur la transmission d'informations supplémentaires en radiodiffusion sonore à MA, qui sera porté à l'attention de la CEI, et le Rapport 1060 sur les méthodes visant à économiser l'énergie et leur influence sur la qualité de réception.

Pour ce qui concerne la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale, on a apporté de légères modifications au Rapport 304 sur les caractéristiques des évanouissements et au Rapport 472 sur la réception à BLU.

Les Rapports 32-5, 461, 616-3, 617-2, 619 et 1062 ont été annulés.

Dans l'ensemble, la Commission d'études 10 a approuvé 4 nouvelles Recommandations, 1 nouveau Rapport, a modifié 8 Recommandations et 8 Rapports et a annulé 3 Recommandations et 6 Rapports, en ayant au total 20 Recommandations et 14 Rapports dans le domaine de la radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude.

On a aussi noté l'utilité qu'un Groupe de travail de la CEI puisse traiter le sujet des mesures sur les antennes d'émission.

### 2.1.2 *Radiodiffusion sonore à modulation de fréquence*

Ce sujet a été traité par le Groupe de travail 10B, présidé par M. A. Keller (France), qui a examiné 44/53 contributions et produit 14/18 documents, en constituant 6/9 Groupes de rédaction, respectivement au cours de la réunion intérimaire et de la réunion finale de la Commission d'études 10.

La Recommandation 642 sur les limiteurs pour signaux de programmes de haute qualité a été légèrement modifiée lors de la réunion intérimaire; tandis que le Groupe a proposé, sur la base des travaux du GTI 10/7, la nouvelle Recommandation 704 sur les caractéristiques des récepteurs à MF, qui concerne la réception monophonique ainsi que stéréophonique, en utilisant les systèmes à fréquence pilote et à modulation polaire.

Des modifications ont été apportées à la Recommandation 412 sur les normes de planification; à la Recommandation 643 sur le système destiné à l'accord automatique des récepteurs; tandis que la nouvelle Recommandation 707 sur la diffusion du son multiple dans les systèmes de télévision de Terre a été approuvée. Ces deux dernières Recommandations seront portées à l'attention de la CEI.

Pour ce qui concerne les Rapports, on a modifié le Rapport 1066 sur le réglage du niveau de modulation et le Rapport 1064 sur les cas particuliers de brouillage; le nouveau Rapport 1202 a été approuvé sur les rapports de protection dans le cas du même programme et de signaux synchronisés, sur la base de contributions de la France et de l'Italie.

Le Rapport 464 sur la polarisation des émissions, le Rapport 945 sur les méthodes de calcul des brouillages multiples, le Rapport 946 sur les contraintes affectant la planification, le Rapport 300 sur la stéréophonie ou son multidimensionnel, et le Rapport 463 sur l'émission simultanée, avec un seul émetteur, de plusieurs programmes, ont été modifiés.

Un nouveau Rapport 1203 concerne la diffusion terrestre d'émissions numériques à l'intention de récepteurs mobiles, portatifs et fixes et un autre nouveau Rapport 1198 la compatibilité entre le service de radiodiffusion dans la bande 87,5-108 MHz et les services aéronautiques dans la bande 108-137 MHz. Ce texte, qui revêt un grand intérêt, en particulier pour ce qui concerne les méthodes de prévision des incompatibilités potentielles, devra être approfondi par le GTIM 8-10/1 de manière à le fusionner avec le Rapport 929 de la Commission d'études 8 afin d'obtenir un texte, accompagné par une Recommandation, qui maintenant sera traité par la nouvelle Commission d'études 12.

Enfin, le Rapport 795 sur l'émission de deux ou plusieurs programmes sonores ou voies d'information en télévision de Terre a été complètement réélaboré et il contient en annexe un projet de nouvelle Recommandation pour le système de télévision M.

Dans le domaine de la radiodiffusion sonore à modulation de fréquence, la Commission d'études 10 a approuvé 2 nouvelles Recommandations et 3 nouveaux Rapports; elle a modifié 3 Recommandations et 8 Rapports, en ayant au total 9 Recommandations et 15 Rapports.

### 2.1.3 *Caractéristiques des signaux audiofréquence en radiodiffusion*

Ce sujet a été traité par le Groupe de travail 10C, présidé par M. G. Steinke (République démocratique allemande), qui a examiné 32/40 contributions et produit 15/30 documents par l'intermédiaire de 3/5 Groupes de rédaction respectivement au cours de la réunion intérimaire et de la réunion finale de la Commission d'études 10.

La Recommandation 562 sur l'évaluation subjective de la qualité du son a été modifiée par l'adjonction à l'Annexe I d'un paragraphe sur l'évaluation subjective des systèmes audio-multidimensionnels; la Recommandation 644 sur les caractéristiques de qualité audio a été modifiée en particulier par l'adjonction d'une nouvelle annexe sur les mesures spéciales pour les caractéristiques de qualité.

La Commission d'études 10 soumet à l'approbation de l'Assemblée plénière la nouvelle Recommandation 708 sur la détermination des propriétés électroacoustiques des casques de contrôle pour studio, qui sera portée à l'attention de l'AES, de la CEI et de l'ISO. Les tolérances pour ces casques sont très faibles, afin d'assurer une qualité élevée.

La Recommandation 647 sur l'interface audionumérique pour les studios a été modifiée pour définir la méthode d'inclusion des signaux d'état de voie et on y a ajouté une nouvelle annexe sur l'évolution de l'interface audionumérique, pour examen ultérieur. L'AES est invité à se faire représenter aux réunions traitant de ce sujet.

Pour ce qui concerne les Rapports, on a modifié le Rapport 1072 sur les systèmes audio en TVHD et à qualité améliorée et le Rapport 798 sur les signaux de programme simulé; on a approuvé le nouveau Rapport 1199 sur les systèmes de codage des signaux audionumériques à faible débit binaire, le nouveau Rapport 1200 sur l'incidence du temps de propagation sur l'exploitation de la radiodiffusion sonore, le nouveau Rapport 1204 sur la synchronisation automatique des signaux vidéo et audio après transmission et un nouveau Rapport 1237 sur le reportage électronique par satellite (ce texte sera publié dans le Volume XII).

La Commission d'études 10 a aussi annulé le Rapport 465-3 sur le volume sonore, le Rapport 797-2 sur les salles d'écoute, le Rapport AE/10 sur la mesure de la distorsion de non-linéarité et le Rapport AF/10 sur les casques d'écoute pour studios.

Une coopération étroite avec la CEI dans le domaine technique des signaux audiofréquence est hautement souhaitée.

Dans le domaine des caractéristiques audiofréquence des signaux de radiodiffusion sonore, la Commission d'études 10 a approuvé une nouvelle Recommandation et 4 nouveaux Rapports, a modifié 4 Recommandations et 2 Rapports et a annulé 4 Rapports, en ayant au total 7 Recommandations et 13 Rapports.

### 2.1.4 *Radiodiffusion de données*

Ce sujet a été traité au niveau des services par le Groupe de travail mixte 10-11D, constitué au cours des réunions finales, sous la présidence du Professeur F. Cappuccini (Italie).

Pour ce qui concerne la Commission d'études 10, le Groupe a examiné 14 contributions par l'intermédiaire de 5 sous-Groupes de travail.

Les textes produits, rédigés en commun avec les Groupes de travail 10A et 10B, comprennent la nouvelle Recommandation 706 sur les systèmes de diffusion de données en radiodiffusion à modulation d'amplitude, le Rapport 795 sur l'émission de plusieurs programmes sonores en télévision de Terre et le Rapport 463 sur l'émission simultanée, avec un seul émetteur, de plusieurs programmes en radiodiffusion sonore à modulation de fréquence.

Le Groupe a aussi demandé au Secrétariat du CCIR d'insérer des renseignements complémentaires dans la brochure descriptive des systèmes de télétexte et d'y incorporer les renseignements les plus récents sur les systèmes recommandés.

Le Groupe de travail mixte 10-11D a enfin proposé de prendre les mesures nécessaires afin de concentrer toutes les activités liées à la radiodiffusion de données au sein de ce Groupe et de compiler dans un seul fascicule séparé tous les textes du CCIR ayant trait à la radiodiffusion de données. La réalisation de ces problèmes sera étudiée par le GTIM 10-11/5, qui présentera des propositions lors de la prochaine période d'études des Commissions d'études 10 et 11.

A la suite des décisions de l'Assemblée plénière, le GTIM 10-11/5 n'a pas été reconduit et l'étude de la radiodiffusion de données a été divisée entre les Commissions d'études 10 et 11.

### 2.1.5 *Enregistrement des programmes de radiodiffusion sonore*

Ce sujet a été traité par le Groupe de travail mixte 10-11R, présidé par M. P. Zaccarian (CBS), qui a examiné 22/27 contributions relatives à la radiodiffusion sonore et à la télévision et a produit 21 documents, respectivement à la réunion intérimaire et à la réunion finale de la Commission d'études 10, grâce à deux sous-Groupes de travail.

Pour ce qui concerne la radiodiffusion sonore, on a modifié la Recommandation 407 sur l'échange international de programmes enregistrés sous forme analogique, pour y supprimer l'enregistrement sur disques et la Recommandation 408 sur les normes d'enregistrement sur bande magnétique pour y englober les définitions des chaînes d'enregistrement-reproduction de référence à la suite de la suppression du Rapport 800.

Le Groupe a aussi supprimé la Recommandation 564 sur l'emploi de cartouches et de cassettes à bandes magnétiques pour la radiodiffusion sonore.

Dans le domaine commun avec la télévision, le Groupe a rédigé la nouvelle Recommandation 715 sur l'échange international d'enregistrements de reportages électroniques d'actualités, qui sera portée à l'attention de la CEI, de la SMPTE et des Unions des organismes de radiodiffusion.

Pour ce qui concerne les Rapports, les Commissions d'études 10 et 11 ont modifié le Rapport 468 sur les méthodes de synchronisation et le Rapport 950 sur l'enregistrement numérique des signaux audio; en outre, elles ont supprimé le Rapport 800 sur la chaîne d'enregistrement-reproduction.

Dans le domaine de l'enregistrement des programmes de radiodiffusion sonore, la Commission d'études 10 a rédigé une nouvelle Recommandation, a modifié 2 Recommandations et 2 Rapports et a supprimé une Recommandation et un Rapport, en ayant au total 5 Recommandations et 3 Rapports.

### 2.1.6 *Radiodiffusion sonore par satellite*

Ce problème a été traité par le Groupe de travail mixte 10-11S, présidé par M. R. Zeitoun (Canada), qui a reçu 62/83 contributions concernant la radiodiffusion sonore et la télévision et a produit, grâce à 3 sous-Groupes de travail, 27/38 documents respectivement aux réunions intérimaires et finales des Commissions d'études 10 et 11.

Pour ce qui intéresse la radiodiffusion sonore par satellite, la Recommandation 566 sur la terminologie a été mise à jour pour tenir compte des définitions établies par la CAMR ORB-88 et la nouvelle Recommandation 712 a été rédigée pour les normes du son de haute qualité et des données dans la bande des 12 GHz.

Les systèmes relatifs sont décrits dans le nouveau Rapport 1228, tandis que le nouveau Rapport 1227 concerne les systèmes de radiodiffusion par satellite pour la RDNIS.

Le Rapport 215 sur les systèmes pour la radiodiffusion par satellite, le Rapport 632 sur les types de modulation les plus appropriés, le Rapport 955 sur la radiodiffusion sonore par satellite pour récepteurs portatifs et dans des véhicules automobiles, le Rapport 953 sur le codage numérique pour l'émission de signaux son de haute qualité, le Rapport 954 sur les méthodes de multiplexage pour l'émission de plusieurs sons numériques ainsi que de signaux de données, le Rapport 810 sur les antennes, et le Rapport 473 sur les équipements de réception au sol, ont été modifiés et mis à jour, ainsi que le Rapport 631 sur le partage avec les services de Terre et le Rapport 807 sur le rayonnement non désiré.

Dans le domaine de la radiodiffusion sonore par satellite, les Commissions d'études 10 et 11 présentent à l'Assemblée plénière 1 nouvelle Recommandation, 2 nouveaux Rapports, 1 Recommandation et 9 Rapports modifiés sur un total de 3 Recommandations et 11 Rapports.

## 2.2 *Questions, Programmes d'études, Résolutions et Vœux*

La Question 44/10 sur la radiodiffusion sonore (B.km, B.hm et B.dam) a été modifiée, pour étudier les facteurs qui influencent une couverture satisfaisante, ainsi que 7 des 12 Programmes d'études qui en dérivent; en outre, un nouveau Programme d'études a été ajouté sur la conception des systèmes pour la radiodiffusion à ondes décamétriques.

La XVII[e] Assemblée plénière a annulé cette Question ainsi que les Programmes d'études 44D/10 et 44E/10.

On a aussi modifié le Programme d'études 45F/10 pour mieux préciser les études à effectuer sur les antennes d'émission à courte distance en radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale et l'Assemblée plénière a proposé de transmettre à la Commission d'études 6 le Programme d'études 45B/10 et d'annuler les Programmes d'études 45C/10 et 45D/10.

Pour ce qui concerne la Question 46/10 sur la radiodiffusion sonore MF (B.m), on l'a modifiée pour tenir compte de la diffusion de données, en modifiant aussi le Programme d'études 46H/10 sur l'émission d'informations supplémentaires, le Programme d'études 46J/10 sur la compatibilité avec les services aéronautiques qui sera étudiée par la nouvelle Commission d'études 12 sauf pour la partie concernant la compatibilité avec la télévision et le Programme d'études 46N/10 sur l'immunité au brouillage des récepteurs MF. En outre, on a rédigé deux nouveaux Programmes d'études: le Programme d'études 46P/10 sur la diffusion d'informations de données au lieu du programme principal, successivement annulé par l'Assemblée plénière, et le Programme d'études 46Q/10 sur les caractéristiques des antennes d'émission et de réception pour la planification de la radiodiffusion en ondes métriques.

L'Assemblée plénière a en outre annulé les Programmes d'études 46A/10, 46D/10, 46E/10, 46F/10 et 46H/10, ainsi que les Questions 47-1/10 et 48-1/10.

La Question 50/10 sur les caractéristiques des signaux audiofréquence a été annulée par l'Assemblée plénière, ainsi que les Programmes d'études 50A/10 et 50B/10. Le Programme d'études 50C/10 sur l'évaluation subjective de la qualité du son et le Programme d'études 50D/10 sur les propriétés acoustiques des cabines de contrôle ont été modifiés; on a aussi rédigé deux nouveaux Programmes d'études, le Programme d'études 50F/10 sur la détermination des propriétés électroacoustiques des casques et le Programme d'études 50G/10 sur les systèmes audio pour les malentendants. Ils ont été tous transformés en Questions.

La Question 51/10 sur les normes pour le son numérique en radiodiffusion a été aussi modifiée pour tenir compte du retard dans le trajet du signal, ainsi que le Programme d'études 51B/10 sur les normes de codage numérique, pour étudier le même phénomène.

La Commission d'études 10 a aussi modifié la Question 52/10 sur l'enregistrement de programmes de radiodiffusion sonore pour l'échange international ainsi que son Programme d'études 52A/10 sur les normes d'enregistrement du son qui ont été annulés par l'Assemblée plénière. Le Programme d'études 52B/10 sur l'enregistrement du son utilisant la modulation numérique a été modifié et on a rédigé un nouveau Programme d'études 52D/10 sur l'enregistrement optique et on a supprimé le Programme d'études 52C/10 sur la programmation automatique des stations de radiodiffusion.

La Question 54/10 sur les systèmes de radiodiffusion utilisant des sources d'énergie non conventionnelles a aussi été supprimée à la suite des décisions de l'Assemblée plénière.

On a aussi rédigé une nouvelle Question sur les spécifications relatives à l'interconnexion des équipements audiovisuels associés à la radiodiffusion.

Pour ce qui concerne la radiodiffusion sonore par satellite, on a modifié les Programmes d'études 1A/10-11 sur l'utilisation par la radiodiffusion par satellite de la bande des 12 GHz et 2K/10-11 sur la radiodiffusion sonore par satellite.

La Commission d'études 10 avait proposé à l'Assemblée plénière une modification à la Résolution 61 pour ajouter à son mandat un quatrième point concernant la qualité globale des moyens permettant de délivrer les signaux sonores au public en général, mais celle-ci, tout en tenant compte de la proposition de la Commission d'études 10, a transformé le mandat en domaine de compétence.

La Commission d'études 10 propose aussi une modification de la Résolution 76 sur la présentation des diagrammes d'antenne, pour tenir compte des études demandées par la CAMR HFBC(2).

La Commission d'études 10 propose des modifications au Vœu 74 sur les systèmes d'interconnexion pour les récepteurs de radiodiffusion sonore et les équipements associés, pour mieux préciser les études qui seront effectuées par le CCIR, ainsi que sa transmission à la Commission d'études 11, au CCITT et à la CEI; en outre, elle a rédigé un nouveau Vœu sur l'interconnexion des équipements utilisés dans des installations professionnelles de production de programmes, qui sera porté à l'attention de la CEI.

2.3 *Décisions et Groupes de travail intérimaires*

La Commission d'études 10 a modifié la Décision 79 de manière que le GTI 10/1 soit maintenu sous la présidence de M. G. Groeschel (République fédérale d'Allemagne) pour terminer ses travaux sur les antennes de radiodiffusion en B.dam et les étendre aux antennes en B.km et en B.hm, ainsi qu'aux antennes de réception. Ce groupe est devenu successivement le Groupe de travail 10D.

Le Groupe de travail intérimaire 10/7, sur les récepteurs de référence, sous la présidence de M. M. Schneider (Suisse), a rempli sa mission et par conséquent, la Commission d'études 10 l'a dissous et a supprimé la Décision 52.

La Décision 78 qui constitue le GTI 10/9, sous la présidence de M. T. Magchielse (Pays-Bas), pour normaliser les propriétés essentielles des cabines de contrôle et des salles d'écoute, a été conservée sans changements pour permettre la rédaction d'un projet de Recommandation qui remplace le Rapport 797, à présenter à la prochaine réunion intérimaire de la Commission d'études 10. Ce Groupe a été dissous et remplacé par un Rapporteur spécial dans le Groupe de travail 10C.

La Commission d'études 10 a approuvé la nouvelle Décision 96 pour établir le GTI 10/10, sous la présidence de M. W. Richards (Etats-Unis) pour effectuer les études du CCIR pour la CAMR-93 chargée des questions liées au service de radiodiffusion B.dam. Le GTI 10/10 établira le rapport de synthèse du CCIR à la CAMR HFBC-93, qui inclura les Rapports du GTI 10/1 et des Commissions d'études 1 et 6. Ce Rapport sera envoyé à la Conférence au moins 10 mois avant son ouverture, après approbation par les Rapporteurs principaux des Commissions d'études 10, 1 et 6.

La nouvelle Décision 99 établit le GTI 10/11, présidé par M. K. Hunt (UER) pour soumettre à la prochaine réunion finale de la Commission d'études 10 un rapport sur la conception systématique de la radiodiffusion en B.dam. Ce Groupe a été dissous et remplacé par un Rapporteur spécial dans le Groupe de travail 10A.

La nouvelle Décision 94 établit le GTI 10/12, présidé par M. G. Theile (République fédérale d'Allemagne), sur les systèmes audio-multivoies (pour la TVHD et à qualité améliorée). Ce Groupe présentera des projets de Recommandations à la réunion intérimaire de 1991 de la Commission d'études 10, après avoir établi la liaison nécessaire avec les autres Groupes intéressés à ce sujet. Ce Groupe est devenu, dans la nouvelle organisation du CCIR, le Groupe d'action 10/1.

La Décision 71, qui établit le GTIM 8-10/1 sur la compatibilité entre les services aéronautiques et les stations de radiodiffusion sonore en MF dans la bande 87-108 MHz, sous la présidence de M. J. Karjalainen (Finlande), a été modifiée de manière que le Groupe puisse continuer ses travaux, en particulier pour établir un texte de synthèse qui, après approbation par les Commissions d'études 8 et 10, sera publié dans un fascicule séparé. Cette Décision sera portée à l'attention de l'OACI. Ce Groupe passe sous la nouvelle Commission d'études 12.

Les Commissions d'études intéressées ont approuvé la nouvelle Décision 97 pour la création du GTIM 10-3-6-8/1, sous la présidence de M. J. G. Finnie (Royaume-Uni) pour définir des paramètres et des critères de partage plus précis entre la radiodiffusion et les services fixe et mobile dans la bande 2-30 MHz et établir un rapport à ce sujet avant la fin de 1990.

La Commission d'études 10 a approuvé la dissolution avec remerciements du GTIM 10-3-8/1, présidé par M. A. Romero Sanjinés (Pérou), chargé de la préparation des bases techniques pour la CARR pour la planification de la radiodiffusion dans la bande 1605-1705 kHz dans la Région 2.

La Décision 43, concernant l'établissement du GTIM 10-11/1 sous la présidence de M. D. Sauvet-Goichon (France), pour traiter la radiodiffusion sonore par satellite et les aspects relatifs au partage et au spectre de la TVHD à bande RF large, a été modifiée pour y inclure les aspects relatifs au partage et au spectre de la TVHD.

La Décision 51, traitant l'établissement du GTIM 10-11/3, présidé par M. Ö. Mäkitalo (Suède), pour traiter la radiodiffusion par satellite des signaux de TVHD et l'insertion de plusieurs voies audio ou de données dans des canaux de radiodiffusion de Terre et par satellite, a été modifiée pour y inclure les aspects de transmission pour la TVHD de Terre, ainsi que le codage et le multiplexage des canaux son dans les signaux de TVHD.

Cette Décision contient aussi un projet de Résolution qui charge le GTIM 10-11/3 de réviser d'ici le 31 décembre 1990, la publication spéciale du CCIR «Spécifications des systèmes de transmission pour le service de radiodiffusion par satellite».

Une nouvelle Décision spécifie les travaux à accomplir par les GTIM 10-11/1 et 10-11/3 en préparation de la CAMR-92, de manière que le rapport relatif puisse être présenté, au plus tard deux mois avant sa réunion, directement au GTIM pour la préparation de la Conférence susdite, qui sera établi par l'Assemblée plénière du CCIR.

La Décision 59, qui établit le GTIM 10-1/4, présidé par M. P. Zaccarian (CBS), pour étudier les problèmes relatifs aux programmes de télévision enregistrés sur bande magnétique numérique et sur film, a été modifiée, en particulier pour assurer une meilleure liaison avec les GTI qui traitent des sujets similaires et pour préciser que le Groupe doit achever ses travaux au cours de la période d'études 1990-1994. Cette Décision sera portée à l'attention de la CEI, de l'ISO et de la SMPTE.

La Décision 72, qui établit le GTIM 10-11/5, présidé par le Professeur F. Cappuccini (Italie), pour étudier les services utilisant la radiodiffusion de données, a été mise à jour, en particulier pour tenir compte de la radiodiffusion de données dans la TVHD. Le Groupe a été successivement dissous pour ce qui concerne la Commission d'études 10.

La nouvelle Décision 95 établit le GTIM 10-11/6 sur l'évaluation subjective de la qualité du son et des images de télévision, de manière à élargir les travaux de l'ancien GTI 11/4 pour y inclure la qualité du son. Le GTIM sera présidé par M. D. Wood (UER). Le Groupe a été dissous et remplacé par un Rapporteur spécial dans le Groupe de travail 10C.

La Décision 75 a établi le GTIM AFBC(2) des Commissions d'études 1, 5, 8, 9, 10 et 11 pour étudier, sous la présidence de M. H. Kussmann (République fédérale d'Allemagne), les critères de partage entre les services utilisant la bande 790-862 MHz dans la Zone africaine de radiodiffusion, ainsi que l'utilisation de la polarisation circulaire, en préparation de la deuxième session de la CARR chargée de la planification de la télévision dans la Zone africaine de radiodiffusion et pays voisins. Les Commissions d'études 10 et 11 ont pris connaissance du rapport de ce Groupe qui, ayant accompli sa tâche, a été dissous avec félicitations et remerciements.

La nouvelle Décision 98 constitue le GTIM 10-CMTT/1, présidé par M. A. Komly (France), pour étudier les systèmes numériques de codage audio à faible débit binaire. Le Groupe travaillera en liaison avec les GTI traitant de sujets similaires et présentera un projet de Recommandation aux réunions intérimaires de 1991. La Décision 98 sera portée à l'attention de la CEI et de l'ISO. Le Groupe a été transformé en Groupe d'action 10/2.

La Décision 76, qui a constitué le GTIM CMTT-4-10-11/1 sur les reportages électroniques par satellite sous la présidence de M. J. A. Colson (NANBA), a été modifiée pour permettre à ce Groupe de poursuivre ses activités afin d'établir une stratégie globale pour les RES. Le Groupe passe sous la CMTT en tant que Groupe d'action 5.

La Décision 18, sur les systèmes numériques pour la transmission de signaux de radiodiffusion sonore et de télévision, a été modifiée de manière à transformer le GTI CMTT/1 dans un GTIM CMTT-10-11/1, qui coopérera avec les Commissions I, XV et XVIII du CCITT, afin d'assurer la compatibilité maximale entre les Recommandations du CCIR et du CCITT relatives à la transmission numérique de signaux de radiodiffusion sonore et de télévision. Le GTIM CMTT-10-11/1 est placé sous la présidence de M. G. Simpson (Royaume-Uni). Le GTI a été dissous et le sujet sera traité par un Groupe de travail de la CMTT.

Le GTIM en préparation de la CAMR ORB-88, établi par la Résolution 90, qui a remplacé la Décision 73, concernant les Commissions d'études 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10 et 11, sous la présidence de M. E. Hauck (Suisse), a terminé ses travaux et a été dissous avec remerciements; on a aussi proposé de supprimer la Résolution 90 et la Décision 73.

Le GTIM sur les critères de partage entre le service de radiodiffusion et les services fixe et mobile en B.m et B.dm, établi par la Résolution 94, concernant les Commissions d'études 1, 5, 6, 8, 9, 10 et 11, sous la présidence de M. J. N. McKendry (Australie) continue ses travaux en préparation de la Conférence pour élaborer les critères susdits dans la Région 3 et les pays concernés de la Région 1. Le Groupe a rédigé un rapport à l'intention de la Commission d'études 1. Le sujet sera traité par la nouvelle Commission d'études 12.

Le Directeur du CCIR a présenté aux Commissions d'études intéressées, un projet de Décision sur les études à effectuer par le CCIR pour soumission à la CAMR-92, relative à l'attribution de fréquences dans certaines parties du spectre. Cette nouvelle Décision prévoit la création d'un GTIM des Commissions d'études 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 et 11 par l'Assemblée plénière du CCIR sur la base des propositions de la réunion des Rapporteurs principaux des Commissions d'études de janvier 1990. Ce Groupe étudiera en particulier les problèmes de partage de fréquences entre les services et établira un rapport de synthèse à l'intention de la Conférence sur la base des rapports établis par les différentes Commissions d'études (pour ce qui concerne la Commission d'études 10, ces rapports seront rédigés par les GTIM 10-11/1 et 10-11/3, comme indiqué par la nouvelle Décision spécifiée en précédence). L'Assemblée plénière à Düsseldorf a établi le GTIM CAMR-92.

## 3. Collaboration avec les autres Commissions d'études

La collaboration de la Commission d'études 10 avec les autres Commissions d'études a lieu surtout dans les Groupes de travail intérimaires, qui ont fait l'objet du paragraphe précédent. La Commission d'études 10 a aussi examiné les documents qu'elle a reçus des Commissions d'études 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, CMTT et CMV et a formulé ses avis sur les sujets traités dans ces documents.

En outre, les Commissions d'études 10 et 11 ont rédigé une note à la Commission d'études 4 pour lui demander les résultats des études concernant les stations terriennes d'émission transportables pour les liaisons de connexion aux satellites de radiodiffusion.

Les Commissions d'études 10 et 11 ont aussi approuvé une note adressée aux Commissions d'études 5 et 9 concernant la protection des faisceaux hertziens de Terre en visibilité directe contre les brouillages éventuels qui pourraient être causés par le SRS dans la bande des 20 GHz. Cette note sera publiée dans la Partie 2 des Volumes X et XI.

La Commission d'études 10 a confirmé qu'elle sera représentée par le Président du Groupe de travail 10C dans la CMTT, afin d'assurer la coordination nécessaire.

Les Commissions d'études 10 et 11 ont enfin adressé une note au CCV, pour attirer son attention sur les modifications apportées à la Recommandation 566 sur la terminologie relative aux radiocommunications spatiales et sur les commentaires concernant les termes définis aux Chapitres 723 et 725 du Vocabulaire électrotechnique international.

La Commission d'études 10 devra nommer un nouveau Rapporteur pour la langue espagnole au sein du CCV; en tenant compte que l'Administration de l'Espagne a proposé M. L. Del Amo Ruiz. Pour les langues française et anglaise, ce poste est rempli respectivement par M. A. Keller (France) et M. A. H. Jones (Royaume-Uni).

## 4. Problèmes intéressant les pays en développement

La Résolution 33, sur la coopération technique, invite les pays en développement à participer d'une manière active aux travaux des Commissions d'études du CCIR, le CCIR à se consacrer activement à l'étude des questions posées par les pays en développement, les Rapporteurs principaux à inclure dans les Volumes du CCIR après chaque Assemblée plénière une section, aussi complète que possible, traitant spécialement des problèmes intéressant les pays en développement.

Les travaux de la Commission d'études 10 intéressent tout particulièrement les pays en développement, étant donné l'importance de la radiodiffusion sonore pour l'information et l'éducation de la population de ces pays.

En ce qui concerne la radiodiffusion à modulation d'amplitude, les pays en développement sont spécialement intéressés par les textes relatifs à la radiodiffusion dans la Zone tropicale, dans laquelle plusieurs d'entre eux sont situés.

S'agissant de l'enregistrement des programmes de radiodiffusion sonore, la Recommandation 408 (Normes d'enregistrement du son sur bande magnétique pour l'échange international des programmes) concerne les pays en développement et leur attention est spécialement attirée sur les Publications spéciales du CCIR sur les systèmes de transmission pour la radiodiffusion par satellite et sur l'enregistrement. Ces publications ont été préparées conformément à la Résolution 81.

Dans le domaine de la radiodiffusion par satellite, un sujet qui intéresse particulièrement les pays en développement est celui de la radiodiffusion sonore entre un satellite et des récepteurs portatifs ou mobiles, traité dans le Rapport 955.

L'attention des pays en développement est attirée en outre sur l'importance des Groupes de travail intérimaires pour la préparation des prochaines Conférences de l'UIT. Il s'agit en particulier du GTI 10/10 pour la préparation de la Conférence de radiodiffusion B.dam et du GTIM pour la préparation de la CAMR-92 pour étudier les attributions de fréquences dans certaines parties du spectre.

Aussi la Résolution 108 sur les réunions d'information intéresse particulièrement les pays en développement, afin qu'ils puissent connaître les textes du CCIR qui les concernent.

Bien que l'on puisse estimer que l'intérêt des pays en développement est porté surtout vers les textes qui peuvent les guider dans le choix et l'exploitation des équipements, la Commission d'études 10 pourrait certainement mieux contribuer à la solution des problèmes les intéressant si ces pays participaient plus activement à ses travaux, afin de mettre en évidence les problèmes qui revêtent le plus d'intérêt, conformément aux dispositions de la Résolution 95 de la XVII$^{e}$ Assemblée plénière.

## 5. Conclusions et activités futures

La période d'études 1986-1990 a été caractérisée par la rédaction de nouvelles Recommandations sur les diagrammes d'antennes d'émission B.dam, sur les caractéristiques des récepteurs de référence à modulation d'amplitude et à modulation de fréquence, sur les systèmes de diffusion de données en radiodiffusion à modulation d'amplitude, sur l'échange international d'enregistrements de reportages électroniques d'actualités et sur les normes du son de haute qualité et de données dans la radiodiffusion par satellite. En outre, la Commission d'études 10 a contribué activement à la préparation des Conférences de l'UIT, en particulier pour ce qui concerne la radiodiffusion sonore B.hm en Région 2, la télévision dans la Zone africaine de radiodiffusion et l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires, pour l'émission des signaux son.

La préparation des Conférences de l'UIT va continuer dans la prochaine période d'études, spécialement pour ce qui concerne les Conférences de 1992, pour étudier les attributions de fréquences, dans certaines parties du spectre, à la radiodiffusion B.dam et à la radiodiffusion sonore par satellite dans la bande 0,5-3 GHz et de 1993 chargée d'étudier les questions liées au service de radiodiffusion B.dam.

Au cours de la prochaine période d'études, le Rapport 292 sur la mesure du niveau des programmes pourra être supprimé et annexé à la Recommandation 645.

Une quantité importante de travail devra être effectuée en relation avec l'enregistrement sonore. En particulier, ce travail concerne les normes et les pratiques d'exploitation pour l'enregistrement numérique des signaux audio sur bande magnétique, l'enregistrement par des méthodes nouvelles, les méthodes de mesure et les méthodes de synchronisation de supports séparés portant des composantes du même programme.

Une collaboration plus étroite entre la CEI, l'ISO et le CCITT d'une part, et le CCIR de l'autre, est considérée nécessaire, comme prévu par l'Assemblée plénière.

Mais il faudra surtout que la Commission d'études 10, tout en gardant sa compétence sur l'étude du service de radiodiffusion sonore et suivant les décisions de la XVII[e] Assemblée plénière, puisse adopter une organisation et des méthodes de travail plus souples et plus rapides de manière à suivre les progrès continus de la radiodiffusion sonore, afin de fournir les bases techniques les plus à jour pour les applications de la radiodiffusion sonore et pour les décisions que prendront les prochaines conférences concernant ce service.

La XVII[e] Assemblée plénière à Düsseldorf a modifié l'organisation, la structure et les méthodes de travail du CCIR. Par conséquent, ce volume est publié en deux parties; A contenant les Recommandations, les Résolutions, les Vœux et les Questions, et B, plus économique, contenant les Rapports et les Décisions. Il y aura aussi des Manuels, approuvés par les Commissions d'études, tandis que les Programmes d'études sont transformés en Questions ou supprimés. Chaque Commission d'études constitue des Groupes de travail pour l'étude des Questions qui lui sont assignées et des Groupes d'action pour l'étude des Questions urgentes. Les Groupes de travail et les Groupes d'action se réunissent séparément des Commissions d'études.

La Résolution 97 prévoit la procédure à suivre pour l'approbation des Recommandations entre les Assemblées plénières.

Un schéma de la structure de la Commission d'études 10 au cours de la période d'études 1990-1994 figure en annexe.

Commission d'études 10

**Structure**

*Groupes de travail*

| | | |
|---|---|---|
| **Groupe de travail 10A:** | Radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude et radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale | |
| | Question (urgente): | Programmes d'études 44K-1/10, 44L-1/10 |
| | Question (importante): | Programmes d'études 44M/10, 46K/10, 44N/10, 44A-2/10, 44B-1/10, 44C-1/10, 44F-1/10, Question 45/10, Programmes d'études 45A/10, 45E/10, 44J/10, Question 49/10 |
| **Groupe de travail 10B:** | Radiodiffusion sonore à modulation de fréquence (excepté dans la Zone tropicale) | |
| | Question (urgente): | Programmes d'études 46B/10, 46J-2/10, 47A/10 |
| | Question (importante): | Question 46/10, Programmes d'études 46C/10, 46G/10, 46H-1/10, 46L/10, 46N-2/10, 47B/10, Question 49/10 (à l'exception des antennes) |

**Groupe de travail 10C:** Caractéristiques audiofréquence et radiodiffusion sonore numérique

Question (urgente): nouvelle Question découlant de Programmes d'études 50C-2/10, 51A/10, 51B-1/10, 51C/10, 51D/10, 51E/10

Question (importante): Programmes d'études 50C-2/10, 50D-1/10, 50E/10, 50F/10, 50G-1/10, Question 51-1/10

**Groupe de travail 10D:** Antennes d'émission et de réception pour la radiodiffusion sonore

Question (importante): nouvelle Question découlant des Programmes d'études 44G-1/10, 44H/10, 45F-1/10, 46Q/10

*Groupes d'action*

**Groupe d'action 10/1:** Systèmes sonores pour la TVHD et la télévision à définition améliorée

Question (urgente): Programme d'études 47C/10

**Groupe d'action 10/2*:** Systèmes numériques de codage audio à faible débit binaire

Question (urgente): Programmes d'études 51B-1/10, 51C/10, 18G/CMTT

*Groupes de rédaction*
(convoqués par un Rapporteur spécial)

**Groupe de rédaction 10/A-1:** Conception des systèmes pour la radiodiffusion en ondes décamétriques

Question (importante): Programme d'études 44N/10

**Groupe de rédaction 10/A-2:** Radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale

Question (urgente): Question 45/10, Programmes d'études 45A/10, 45E/10, 46K/10

Question (importante): le Programme d'études 45B/10 est transféré à la Commission d'études 6

**Groupe de rédaction 10/C-1:** Propriétés acoustiques des cabines de contrôle

Question (importante): Programme d'études 50D-1/10

**Groupe de rédaction 10/C-2:** Radiodiffusion sonore numérique

Question (urgente): Programmes d'études 51B-1/10, 51C/10, 51D/10, 51E/10

Question (importante): Question 51-1/10

**Groupe de rédaction 10/C-3:** Evaluation de la qualité

Question (urgente): nouvelle Question découlant des Programmes d'études 50C-2/10, 51A/10

Question (importante): Programmes d'études 50C-2/10, 50E/10

*Groupes de travail mixtes (GTM)*

**GTM 10-11S:** Radiodiffusion par satellite

Question (importante): Programme d'études 2K/10 et 11

**GTM 10-11R:** Enregistrement de programmes

Question (importante): Programmes d'études 52B-3/10, 52D/10

*Groupes de travail intérimaires (mixtes) (GTI(M))*
(pour la préparation des CAMR)

**GTIM 10/10:** Etudes pour la CAMR-93

Question (urgente): nouvelle Question découlant des Programmes d'études 44A-2/10, 44B-1/10, 44C-1/10, 44F-1/10

**GTIM 10-3-6-8/1:** Compatibilité dans la bande 2-30 MHz pour la préparation de la CAMR-92

Question (importante): Programme d'études 44M/10

**GTIM 10-11/1:** Radiodiffusion sonore par satellite et certains aspects de la TVHD

Décisions 43-5 et 93

**GTIM 10-11/3:** TVHD par satellite et plusieurs signaux sonores

Décisions 51-4 et 93

---

* Les travaux de ce Groupe d'action intéressent aussi la CMTT.

SECTION 10A-1: RADIODIFFUSION SONORE A MODULATION D'AMPLITUDE EN ONDES KILOMÉTRIQUES (BANDE 5), HECTOMÉTRIQUES (BANDE 6) ET DÉCAMÉTRIQUES (BANDE 7)

RECOMMANDATION 638*

# TERMES ET DÉFINITIONS UTILISÉS DANS LA PLANIFICATION DES FRÉQUENCES POUR LA RADIODIFFUSION SONORE ET TÉLÉVISUELLE**

(Questions 44/10 et 46/10)

(1986)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les termes et définitions suivants soient utilisés dans la planification des fréquences pour la radiodiffusion sonore et télévisuelle:

## 1. Rapports signal/brouillage

1.1 Le *rapport signal/brouillage en audiofréquence* (AF) est le rapport, exprimé en dB, entre les valeurs de la tension du signal utile et la tension de brouillage, ces tensions étant mesurées dans des conditions déterminées à la sortie audiofréquence du récepteur.

Ce rapport correspond sensiblement à la différence entre le niveau sonore exprimé en dB du programme utile et celui des perturbations.

1.2 Le *rapport de protection en audiofréquence* (AF) est une valeur minimale conventionnelle du rapport signal/brouillage en audiofréquence qui correspond à une qualité de réception définie subjectivement comme acceptable.

Ce rapport peut avoir diverses valeurs suivant le genre de service que l'on désire assurer.

1.3 Le *rapport signal/brouilleur en radiofréquence* (RF) est le rapport, exprimé en dB, entre les valeurs de la tension radiofréquence du signal utile et la tension radiofréquence brouilleuse, ces tensions étant mesurées aux bornes d'entrée du récepteur, dans des conditions déterminées.

1.4 Le *rapport de protection en radiofréquence* (RF) est la valeur du rapport signal/brouilleur en radiofréquence qui, dans des conditions bien déterminées, permet d'obtenir, à la sortie d'un récepteur, le rapport de protection en audiofréquence.

Ces conditions déterminées comprennent divers facteurs tels que: l'écartement de fréquence $\Delta f$ des porteuses utile et brouilleuse, le décalage en fréquence de la porteuse, la tolérance sur la fréquence porteuse, les caractéristiques de modulation (type de modulation, taux de modulation, caractéristiques de préaccentuation, déviation de fréquence, etc.), les caractéristiques du signal audiofréquence (largeur de bande, compression dynamique) le niveau d'entrée du récepteur, ainsi que les caractéristiques du récepteur (sélectivité, sensibilité à l'intermodulation, etc.).

## 2. Champs spécifiques

2.1 *Champ minimal utilisable ($E_{min}$)*

Valeur minimale du champ permettant la réception avec une qualité voulue, dans des conditions de réception spécifiées, en présence de bruits naturels et artificiels (voir le Rapport 322), mais en l'absence de brouillages dus à d'autres émetteurs.

*Note 1* – La qualité voulue est déterminée en particulier par le rapport de protection contre les bruits, et en cas de fluctuations des bruits, par le pourcentage du temps pendant lequel ce rapport de protection doit être atteint.

---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la CMV.

** Cette Recommandation est formée des Recommandations 447 et 499 qui sont ainsi supprimées.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

*Note 2* – Les conditions de réception comprennent, entre autres:

– le type de transmission et la bande de fréquences utilisée;

– les caractéristiques de l'installation de réception (gain de l'antenne, caractéristiques du récepteur, lieu d'installation, etc.);

– les conditions d'exploitation du récepteur et, en particulier, la zone géographique, l'heure et la saison.

*Note 3* – S'il n'y a aucune ambiguïté, on peut utiliser l'expression «champ minimal».

*Note 4* – Le terme «champ minimal utilisable» correspond au «champ à protéger» qui figure dans de nombreux textes de l'UIT.

2.2 *Champ utilisable ($E_u$)*

Valeur minimale du champ permettant la réception avec une qualité voulue, dans des conditions de réception spécifiées, en présence de bruits naturels et artificiels et en présence de brouillages, soit qu'ils existent dans un cas réel, soit qu'ils soient déterminés conventionnellement ou par des plans de fréquences.

*Note 1* – La qualité voulue est déterminée en particulier par le rapport de protection contre le bruit et les brouillages et, en cas de fluctuation du bruit ou des brouillages, par le pourcentage du temps pendant lequel la qualité exigée doit être atteinte.

*Note 2* – Les conditions de réception comprennent, entre autres:

– le type de transmission et la bande de fréquences utilisée;

– les caractéristiques de l'installation de réception (gain de l'antenne, caractéristiques du récepteur, lieu d'installation);

– les conditions d'exploitation du récepteur et, en particulier, la zone géographique, l'heure et la saison ou, si le récepteur est mobile, les fluctuations locales dues aux effets de propagation.

*Note 3* – Le terme «champ utilisable» correspond au «champ nécessaire» qui figure dans de nombreux textes de l'UIT et dont l'utilisation n'est pas souhaitable.

*Note 4* – Pour le calcul du champ utilisable, voir le Rapport 945 pour information.

2.3 *Champ utilisable de référence ($E_{ref}$)*

Valeur conventionnelle du champ utilisable pouvant servir de référence ou de base pour la planification des fréquences.

*Note 1* – Suivant les conditions de réception et la qualité exigée, il peut y avoir pour un même service plusieurs valeurs du champ utilisable de référence.

*Note 2* – S'il n'y a aucune ambiguïté, on peut utiliser l'expression «champ de référence».

*Note 3* – Le terme «champ utilisable de référence» correspond au «champ nominal utilisable» qui figure dans certains textes de l'UIT.

## 3. Zone de couverture (d'un émetteur de radiodiffusion dans une bande de radiodiffusion donnée)

Zone à l'intérieur de laquelle le champ d'un émetteur est supérieur ou égal au champ utilisable.

En cas de fluctuations des brouillages ou des bruits, on précisera éventuellement le pourcentage du temps pendant lequel cette condition est remplie.

Cette zone de couverture peut être différente le jour et la nuit dans les bandes 5, 6 et 7 ou varier avec d'autres facteurs.

*Note 1* – La zone de couverture est déterminée uniquement par les conditions techniques spécifiées, indépendamment de toute considération d'ordre administratif ou réglementaire.

*Note 2* – Voir aussi la Recommandation 573, Vol. XIII.

RECOMMANDATION 561-2*

## DÉFINITIONS DU RAYONNEMENT EN RADIODIFFUSION (B.km, B.hm et B.dam)

(1978-1982-1986)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que l'on utilise les notions suivantes dans les textes concernant le rayonnement des émetteurs de radiodiffusion sonore:

**1. Force cymomotrice (f.c.m.) (dans une direction donnée)**

Produit du champ électrique en un point donné de l'espace, créé par une station d'émission, par la distance de ce point à l'antenne. Cette distance doit être suffisante pour que les composantes réactives du champ soient négligeables et on suppose que la propagation n'est pas affectée par la conductivité finie du sol.

La f.c.m. est un vecteur dont on peut considérer, le cas échéant, les composantes selon deux axes perpendiculaires à la direction de propagation.

La f.c.m. s'exprime en volts par le même nombre que le champ électrique en mV/m à une distance de 1 km.

**2. Puissance apparente rayonnée sur une antenne verticale courte (p.a.r.v.) (dans une direction donnée)**

Produit de la puissance fournie à l'antenne par son gain par rapport à une antenne verticale courte dans une direction donnée. (Règlement des radiocommunications, numéro 157.)

Au numéro 154 c) du Règlement des radiocommunications, le gain d'une antenne dans une direction donnée par rapport à une antenne verticale courte $G_v$ est défini comme le gain par rapport à une antenne de référence sans pertes constituée d'un conducteur rectiligne beaucoup plus court que le quart de la longueur d'onde, normal à la surface d'un plan parfaitement conducteur contenant la direction donnée.

On considère que cette antenne de référence, alimentée avec 1 kW, fournit une p.a.r.v. de 1 kW dans toutes les directions du plan parfaitement conducteur. Elle fournit un champ de 300 mV/m à 1 km (c'est-à-dire une force cymomotrice spécifique de 300 V).

Les courbes de propagation de l'onde de sol de la Recommandation 368 ont été tracées pour une p.a.r.v. de 1 kW. De même, les courbes de propagation pour l'onde ionosphérique de la Recommandation 435 correspondent à une p.a.r.v. de 1 kW, quel que soit l'angle de site.

*Note 1* – Les définitions 1 et 2 s'emploient principalement en radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques.

**3. Puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.)**

Produit de la puissance fournie à l'antenne par son gain $G_i$ dans une direction donnée par rapport à une antenne isotrope (gain isotrope ou absolu) (Règlement des radiocommunications, numéro 155).

On considère que l'antenne de référence idéale, alimentée avec une puissance de 1 kW, fournit une p.i.r.e. de 1 kW dans toutes les directions et produit un champ de 173 mV/m à une distance de 1 km.

**4. Puissance apparente rayonnée (p.a.r.) (dans une direction donnée)**

Produit de la puissance fournie à l'antenne par son gain par rapport à un doublet demi-onde dans une direction donnée (Règlement des radiocommunications, numéro 156).

Le numéro 154 b) du Règlement des radiocommunications définit le gain d'une antenne dans une direction donnée par rapport à un doublet demi-onde $G_d$ comme le gain par rapport à une antenne de référence sans pertes, isolée dans l'espace, dont le plan équatorial contient la direction donnée.

On considère que l'antenne de référence, alimentée avec une puissance de 1 kW, rayonne une p.a.r. de 1 kW dans n'importe quelle direction dans le plan équatorial et produit un champ de 222 mV/m à une distance de 1 km.

*Note 1* – Les définitions 3 et 4 s'emploient principalement en radiodiffusion à ondes décamétriques.

*Note 2* – La relation entre les expressions de la puissance rayonnée dans les différentes unités est donnée dans l'Annexe I.

*Note 3* – A titre d'information, des indications sur la détermination de la puissance rayonnée sont données dans l'Annexe II.

*Note 4* – A titre d'information, les normes relatives à la puissance rayonnée, pour les courbes de propagation, sont discutées dans l'Annexe III.

---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la CMV.

## ANNEXE I

### RELATION ENTRE LES EXPRESSIONS DE LA PUISSANCE RAYONNÉE DANS DIFFÉRENTES UNITÉS

**1. Relation entre f.c.m. et p.a.r.v.**

La valeur de la p.a.r.v. (en kW) est liée à la f.c.m. (en volts) par la formule:

$$\text{p.a.r.v.} = (\text{f.c.m.}/300)^2 \text{ kW}$$

Le Tableau I ci-après donne quelques exemples pratiques de correspondance entre f.c.m. et p.a.r.v. en l'absence de perte.

TABLEAU I

| Puissance émetteur (kW) | Antenne | Gain antenne verticale courte (dB) | f.c.m. (V) | f.c.m. (dB (300 V)) | p.a.r.v. (kW) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,01 | verticale courte | 0 | 30 | − 20 | 0,01 |
| 0,1 | | 0 | 95 | − 10 | 0,1 |
| 1 | | 0 | 300 | 0 | 1 |
| 10 | | 0 | 950 | + 10 | 10 |
| 100 | antenne λ/2 | 2 | 3 800 | + 22 | 160 |
| 300 | | 2 | 6 600 | + 27 | 475 |
| 1000 | | 2 | 12 000 | + 32 | 1600 |

**2. Relation entre p.a.r. et p.i.r.e.**

La valeur de la p.a.r. est liée à la p.i.r.e. par la formule:

$$\text{p.a.r.} = 0{,}61 \text{ p.i.r.e. (échelle linéaire)}$$

$$\text{p.a.r.} = \text{p.i.r.e.} - 2{,}2 \text{ dB (échelle logarithmique)}$$

## ANNEXE II

### DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE RAYONNÉE

**1. Antennes verticales**

Pour les antennes verticales existantes, la puissance rayonnée dans une direction horizontale peut être obtenue par plusieurs mesures de champ effectuées à une distance comprise entre $2\lambda$ et $15\lambda$, où $\lambda$ est la plus grande des deux quantités suivantes: longueur d'onde ou dimension maximale de l'antenne, cela pour éviter la zone de champ stationnaire. On porte sur un graphique le produit $Ed$, où $E$ est le champ à la distance $d$. On extrapole alors la courbe obtenue jusqu'à $d = 0$ et le produit $E_0 d_0$ donne la puissance rayonnée. Une méthode a été proposée par Surutka et Gavrilov [1983].

Pour un pylône unique, il est préférable de prendre la moyenne des valeurs obtenues pour quelques rayons. Pour une antenne à plusieurs pylônes, des mesures séparées doivent être faites pour divers rayons afin d'obtenir la puissance rayonnée en fonction de la direction.

Pour les sites au-dessus de l'horizon, il convient de calculer théoriquement la correction à partir du diagramme sur un sol plan et parfaitement conducteur. On peut également effectuer des mesures de champ en hélicoptère.

Pour des antennes en projet, ou si, pour d'autres raisons, il n'est pas possible d'effectuer des mesures valables, on peut évaluer la puissance rayonnée en calculant les diagrammes de rayonnement sur un sol parfaitement conducteur et en déterminant le rendement probable de l'antenne.

## 2. Antennes horizontales

Dans ce cas, la méthode la plus pratique est un calcul dans lequel la puissance rayonnée est déterminée par le gain de l'antenne, laquelle est supposée être placée sur un sol parfaitement conducteur et par la puissance totale de l'émetteur, diminuée des pertes dans la ligne d'alimentation. On obtient la puissance rayonnée en faisant la somme quadratique des deux composantes orthogonales du champ, perpendiculaires à la direction de propagation, si ce procédé est applicable.

## 3. Expression de la puissance d'alimentation de l'antenne en fonction de la f.c.m.

Dans le cas d'une antenne constituée d'un pylône vertical unique et en négligeant les pertes, on a:

$$p = (F_c/300)^2 \cdot (1/G_v) \qquad (1)$$

où:

$p$ : puissance d'alimentation (kW),

$F_c$ : force cymomotrice dans la direction horizontale (V),

$G_v$ : gain de l'antenne par rapport à une antenne verticale courte.

D'une façon générale, la puissance totale rayonnée dans l'espace (c'est-à-dire la puissance à fournir à l'antenne si on néglige les pertes) est liée à la f.c.m. par:

$$W = \frac{1}{120\pi} \int\int_{sphère} F_c^2\,(\varphi, \theta)\, \cos\theta \cdot d\theta\, d\varphi \qquad (2)$$

où $F_c$ $(\varphi, \theta)$ est la f.c.m. dans chaque direction en fonction de l'azimut $\varphi$ et de l'angle de site $\theta$ ($W$ est en watts et $F_c$ est en volts).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

SURUTKA, J. V. et GAVRILOV, T. S. [1983] Détermination expérimentale de la force cymomotrice des antennes à polarisation verticale montées au sol, *J. des Télécomm.*, Vol. 50, **IX**, 482-486.

# ANNEXE III

## NORMES DE PUISSANCE RAYONNÉE POUR LES COURBES DE PROPAGATION

Les courbes de propagation par onde de sol de la Recommandation 368 et par onde ionosphérique de la Recommandation 435 sont établies pour un champ de 300 mV/m à 1 km, c'est-à-dire à une f.c.m. de 300 V. Toutefois, les courbes de l'onde ionosphérique ont été établies en appliquant une correction qui tient compte du diagramme vertical de l'antenne sur un bon sol, mais aucune correction n'a été utilisée pour tenir compte de la conductivité finie du sol. Ces courbes, par suite, comprennent l'effet d'une conductivité moyenne, ce qui, comparé avec le cas d'un sol parfaitement conducteur, entraîne une réduction substantielle de l'onde ionosphérique pour les angles de site faibles. Cet effet est discuté dans le Rapport 401. On peut montrer que pour tous les types d'antenne verticale utilisables en ondes kilométriques et ondes hectométriques, l'effet du sol est presque indépendant du type d'antenne et le diagramme vertical peut être déterminé avec une bonne approximation à condition de corriger celui qui est calculé sur un sol plat et parfaitement conducteur.

La pratique consistant à rapporter les courbes de propagation en ondes kilométriques et hectométriques à une p.a.r.v. de 1 kW est déjà bien établie et cela correspond à une puissance rayonnée dans la direction horizontale de 0 dB par rapport à 300 V.

Une p.i.r.e. de 1 kW à tous les angles de site est généralement utilisée dans les méthodes de prévision de la propagation des ondes décamétriques.

RECOMMANDATION 559-2*

## MESURE OBJECTIVE DES RAPPORTS DE PROTECTION RF EN RADIODIFFUSION (B.km, B.hm et B.dam)

(Question 44/10, Programme d'études 44A/10)

(1978-1982-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que le rapport de protection en radiofréquence est directement lié au rapport de protection en audiofréquence (voir la Recommandation 638);

*b)* que cette relation dépend de plusieurs facteurs techniques tels que:

- la différence de fréquence entre porteuse utile et porteuse brouilleuse;
- les largeurs de bande à l'émission et à la réception;
- la raideur de coupure des filtres de limitation de bande aux extrémités émission et réception;
- le type et le taux de modulation;
- la répartition spectrale de l'énergie du signal modulant;
- la compression dynamique;
- la préaccentuation et la désaccentuation, le cas échéant;
- le rayonnement hors bande de l'émetteur;
- la caractéristique amplitude-fréquence de l'oreille humaine, qui peut être simulée par un réseau de pondération de l'appareil de mesure (Recommandation 468);
- la tension à l'entrée du récepteur,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que, après avoir déterminé un rapport de protection en audiofréquence, on emploie l'une des méthodes objectives suivantes, à deux signaux, pour déterminer les rapports de protection en radiofréquence pour la radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude:

### 1. Méthode de mesure objective

1.1 *Principe*

La méthode de mesure objective est essentiellement une méthode à deux signaux qui consiste à moduler successivement, avec un taux de modulation donné, l'émetteur utile et l'émetteur brouilleur par un signal de bruit coloré normalisé, dont la répartition spectrale est semblable à celle des programmes de musique de danse moderne.

L'effet perturbateur est mesuré à la sortie audiofréquence du récepteur au moyen d'un circuit de mesure à voie unique en utilisant un appareil normalisé, ou un appareil doté d'un circuit de mesure à deux voies (voir le § 1.2).

1.2 *Mesure à la sortie du récepteur*

Pour mesurer le niveau des signaux utile et brouilleur à la sortie du récepteur, il faut utiliser:

- un appareil normalisé muni d'un réseau destiné à pondérer l'effet de brouillage subjectif des différentes fréquences brouilleuses en accord avec la Recommandation 468, ainsi qu'un voltmètre pour la mesure** des valeurs efficaces;

- ou un appareil spécial fonctionnant à l'aide du circuit représenté à la Fig. 1 et pourvu de filtres de pondération ayant la caractéristique d'amplitude/fréquence indiquée à la Fig. 2. Un tel appareil est constitué de circuits pour la séparation du brouillage à bande étroite et à large bande au moyen respectivement de filtres passe-bande et de filtres réjecteurs accordables, de circuits pour la pondération de chaque type de brouillage avec des maxima aux alentours de 4 kHz, et de 0,5 et 3,0 kHz respectivement, un circuit d'addition et un voltmètre en valeur efficace.

---

* La Recommandation 560 contient des informations complémentaires.

** Une mesure en valeur efficace au lieu de la mesure de quasi-crête spécifiée dans la Recommandation 468 permet de mieux tenir compte de la fréquence de battement qui prédomine pour de faibles écartements entre canaux, ainsi que d'autres phénomènes. Cette conclusion est fondée sur le très bon accord constaté, pour tous les écarts de fréquence, entre les valeurs du rapport de protection RF, mesurés par la méthode objective à deux signaux et ceux obtenus par des essais subjectifs.

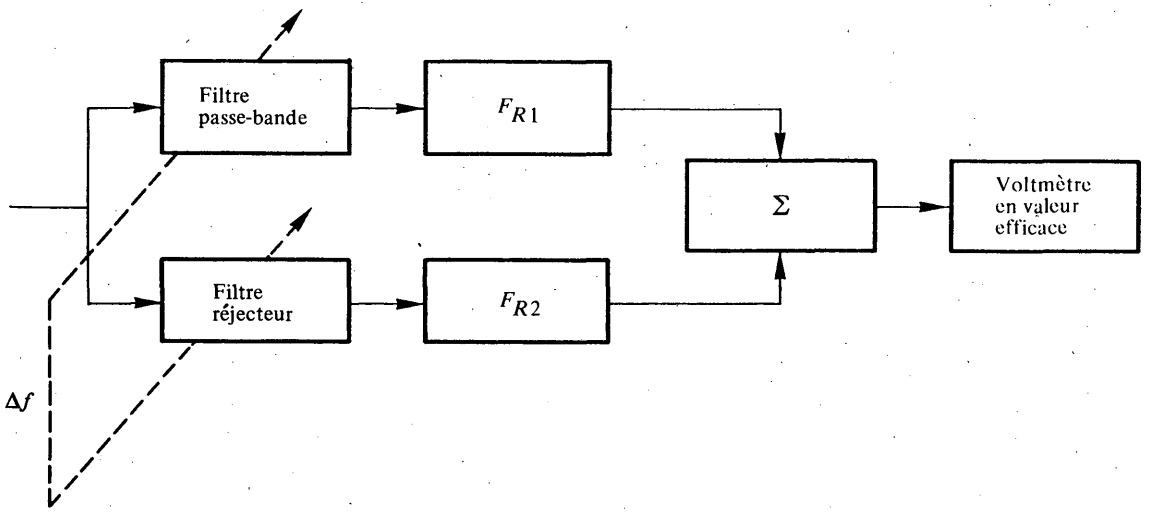



FIGURE 1 – *Schéma de principe du dispositif de mesure*

$F_{R1}$, $F_{R2}$: réseau de pondération

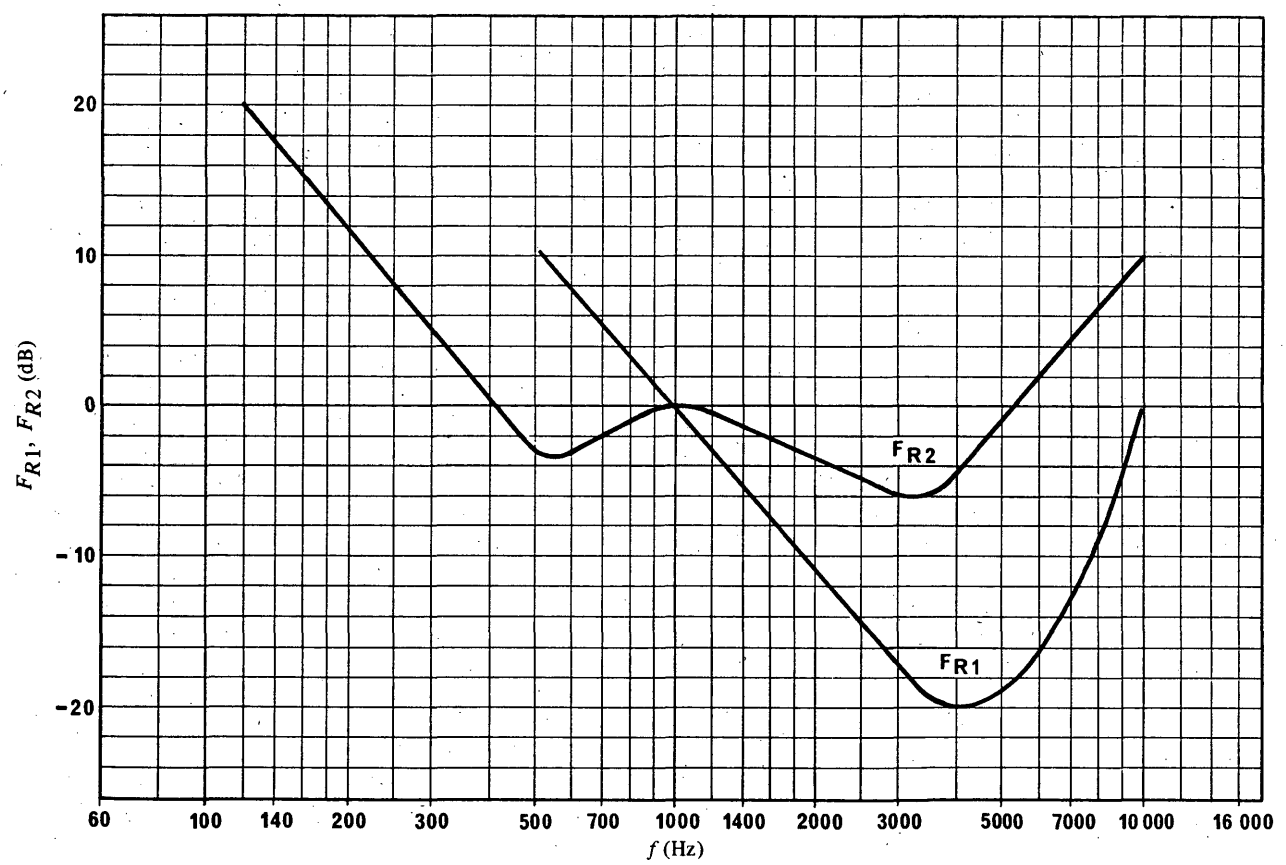



FIGURE 2 – *Réponses en fréquence des réseaux de pondération*

1.3 *Signal de bruit utilisé pour la modulation des générateurs*

Un signal destiné à simuler la modulation doit satisfaire aux deux conditions suivantes:

- sa composition spectrale doit correspondre à un programme type de radiodiffusion;
- sa dynamique doit être assez faible pour qu'il fournisse à l'appareil de mesure une indication constante et bien définie.

On a pris comme base la répartition spectrale de la musique de danse moderne; en effet, ce type de programme, qui est l'un des plus courants, possède une proportion élevée de fréquences aiguës. Toutefois, la dynamique de ce type de programme est trop large et ne satisfait pas à la deuxième condition précédemment indiquée. Le signal approprié pour ce but est un bruit coloré normalisé, dont la répartition spectrale est très proche de celle de la musique de danse moderne (voir la courbe A de la Fig. 3 mesurée au moyen de filtres «tiers d'octave»)*.

Ce signal de bruit coloré normalisé peut être obtenu à partir d'un générateur de bruit blanc et d'un circuit de filtrage comme celui qui est représenté à la Fig. 4. La caractéristique de ce filtre est la courbe B de la Fig. 3. La différence entre les courbes A et B de cette figure est due au fait que la première repose sur des mesures faites avec des filtres «tiers d'octave», qui laissent passer de plus grandes quantités d'énergie, la largeur de leur bande passante augmentant avec la fréquence.

Au-delà de la fréquence de modulation maximale utilisée, la bande du bruit coloré normalisé doit être limitée par un filtre passe-bas, dont la fréquence de coupure et la pente sont telles que la largeur de bande du signal modulant est égale à la moitié environ de la bande normalisée à l'émission. La caractéristique amplitude-fréquence en audiofréquence de l'étage de modulation du générateur ne doit pas varier de plus de 2 dB jusqu'à la fréquence de coupure du filtre passe-bas.

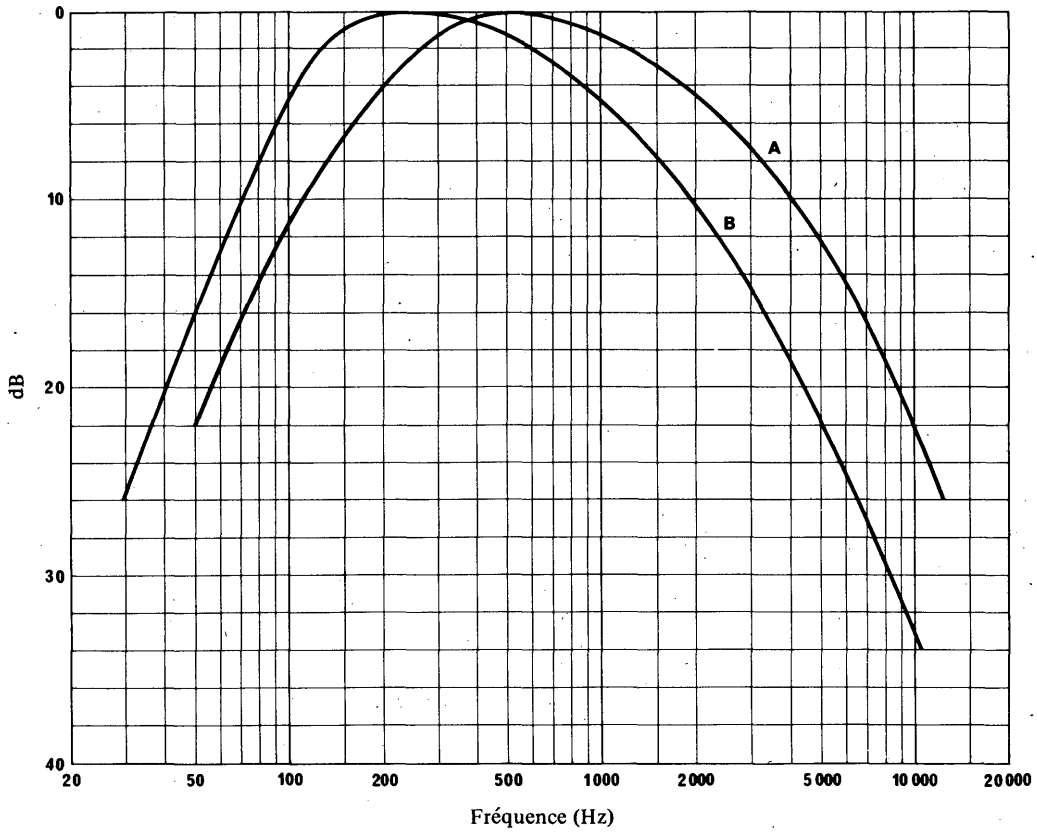



FIGURE 3

Courbe A: spectre du bruit normalisé (mesuré à l'aide d'un filtre «tiers d'octave»)
Courbe B: réponse en fréquence du filtre

* La Recommandation 571 propose un signal de bruit coloré différent. L'utilisation de ce signal à la place de celui proposé dans la présente Recommandation conduirait à des valeurs relatives différentes du rapport de protection RF, ce qui ne serait justifié que si les caractéristiques du signal radiophonique type étaient mieux simulées par le bruit coloré de la Recommandation 571 (voir le Rapport 798).

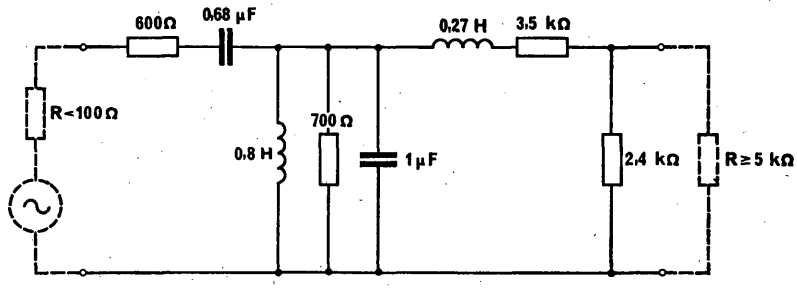



FIGURE 4 – *Filtre*

1.4 *Dispositif de mesure*

La Fig. 5 donne le schéma de principe du dispositif de mesure avec, en traits gras, les éléments présentant une importance primordiale. Les autres éléments sont des appareils de mesure et de contrôle nécessaires ou utiles à la réalisation pratique des essais.

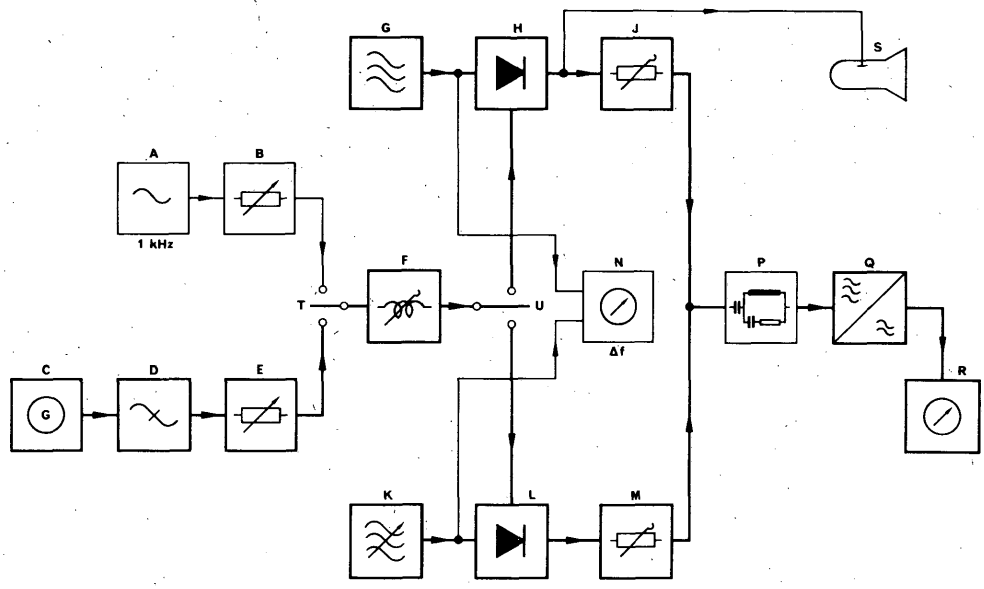



FIGURE 5 – *Schéma de principe du dispositif de mesure*

A: générateur audiofréquence à 1 kHz (étalonnage du taux de modulation)
B: affaiblisseur étalonné
C: générateur de bruit
D: **filtre de pondération du bruit (voir la Fig. 4)**
E: affaiblisseur étalonné
F: filtre passe-bas
G: générateur de signal utile
H: modulateur
J: affaiblisseur étalonné
K: générateur de signal brouilleur
L: modulateur
M: affaiblisseur étalonné
N: fréquencemètre (pour la mesure de la différence de fréquence entre les générateurs G et K)
P: **antenne fictive, selon la Recommandation 331**
Q: récepteur en essai
R: **appareil de mesure des valeurs efficaces selon le § 1.2**
S: oscilloscope (pour contrôle)
T: commutateur de sélection pour la modulation (fréquence d'étalonnage à 1 kHz ou bruit normalisé)
U: inverseur de la modulation (émetteur utile ou brouilleur G ou K)

1.5 *Taux de modulation des émetteurs de mesure*

Les taux de modulation des émetteurs utile et brouilleur sont fixés selon les prescriptions suivantes. On module d'abord les générateurs à 50% avec un signal sinusoïdal à 1 kHz provenant du générateur A. Le réglage de l'amplitude est obtenu par l'affaiblisseur B et contrôlé à l'oscilloscope S sur les sorties radiofréquence des modulateurs H ou L. On contrôle avec l'appareil R les tensions audiofréquence aux entrées des modulateurs au moyen de l'inverseur U. L'amplitude du bruit (C + D) est mesurée avec le même appareil R et réglée au moyen de l'affaiblisseur E, de manière que l'indication correspondante soit inférieure de 6 dB à celle obtenue avec le signal sinusoïdal, à condition que l'appareil ait une constante de temps de 200 ms. On a alors un taux de modulation qui, mesuré au modulomètre classique à indication de quasi-crête, serait de 50%. Un taux plus élevé n'est pas souhaitable car le bruit, à cause de sa faible dynamique, produirait une gêne plus importante que ne le ferait un programme réel.

1.6 *Rapport signal/brouillage en audiofréquence*

Le générateur utile (G + H + J) modulé par le bruit, conformément aux § 1.3 et 1.5, produit à la sortie audiofréquence du récepteur en essais Q un signal qui, mesuré avec l'appareil R, représente le niveau de référence «zéro». La modulation de bruit est en outre commutée, à l'aide de l'inverseur U, de l'entrée audiofréquence du générateur utile H sur l'entrée audiofréquence du générateur brouilleur L. Après suppression de la modulation du signal utile, le niveau en radiofréquence de l'émission brouilleuse (K + L + M) est ensuite réglé de telle manière que la tension de brouillage mesurée par l'appareil R, à la sortie du récepteur, corresponde au rapport signal/brouillage spécifié en audiofréquence, par exemple 20 dB, 30 dB ou 40 dB.

1.7 *Niveau, en radiofréquence, du signal utile à l'entrée du récepteur*

La tension radiofréquence de sortie du générateur utile (G + H + J) doit tout d'abord être aussi faible que possible, pour que les résultats de mesure ne dépendent que des caractéristiques linéaires du récepteur. Toutefois, le niveau de la porteuse utile non modulée doit être suffisamment élevé pour que la tension de sortie due au bruit propre du récepteur se situe à au moins 3 dB en dessous de la tension de bruit due au générateur brouilleur modulé, conformément au § 1.6. On augmente alors progressivement le niveau radiofréquence de l'émission utile (G + H + J) afin que les effets de non-linéarité du récepteur, c'est-à-dire l'intermodulation, entrent progressivement en jeu.

1.8 *Influence de la distorsion non linéaire des générateurs*

La distorsion non linéaire qui apparaît lors de la modulation du générateur crée des composantes qui, en élargissant le spectre radiofréquence, déterminent une augmentation du rapport signal/brouilleur en radiofréquence sur le canal adjacent et le canal suivant.

On devra, par conséquent, maintenir le taux de distorsion non linéaire des générateurs à une valeur inférieure à 1 ou 2%.

1.9 *Précision*

Ayant comparé les résultats fournis par la méthode objective avec ceux d'essais subjectifs correspondants, on a constaté que les mesures objectives donnent une première approximation des résultats obtenus par la méthode subjective. Dans le cas d'un programme très sensible aux interférences (par exemple, parole avec de longues pauses), la différence entre les mesures objectives et les essais subjectifs peut être supérieure à 5 dB [CCIR, 1974-78].

Les résultats de mesure des rapports de protection dépendent très étroitement de la bande passante du récepteur. Pour les mesures ou les calculs par la méthode à voie unique, la Fig. 6 [CCIR, 1986-90] montre la variation de l'erreur sur la mesure du rapport de protection $\Delta A$, en fonction de l'écart de fréquence pour deux valeurs de la bande passante du récepteur, pour des fréquences intermédiaires de $2\Delta f = 9$ kHz et de $2\Delta f = 5$ kHz (à $-6$ dB).

## 2. Méthode numérique

2.1 *Principe*

Pour déterminer le rapport relatif de protection en radiofréquence, on simule par un modèle mathématique les processus physiques qui sont à la base des méthodes objectives, à savoir la détermination de la puissance du bruit pondéré à l'aide des méthodes à voie unique ou à deux voies (voir le § 1.2).

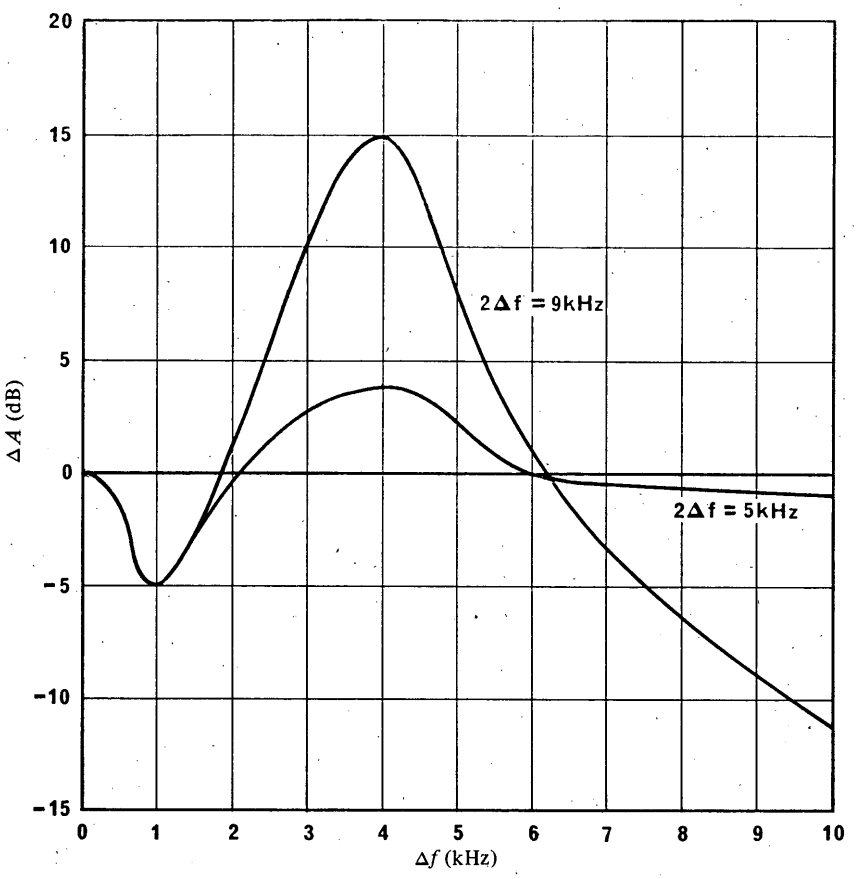



FIGURE 6 – *Erreur sur la mesure du rapport de protection $\Delta A$, en fonction de l'écart de fréquence $\Delta f$*

On considère deux canaux de fréquences porteuses $f_T$ et $f_R$ dont la différence de fréquence est égale à $\Delta f$. La densité spectrale de puissance de l'émission correspondant à la largeur de bande $B_{eff}$ est simulée par la fonction $F_T$, laquelle dépend de la fréquence relative $|f|$. Cette fonction est formée de sous-fonctions multiplicatives (par exemple, affaiblissement, distribution spectrale de l'énergie, préaccentuation des audiofréquences supérieures) et de sous-fonctions additives (par exemple, rayonnement hors bande) ou construite au moyen d'un contour polygonal. De la même façon, la caractéristique de réponse globale du récepteur, y compris la pondération de la puissance de bruit à l'aide des méthodes à voie unique ou à deux voies est représentée au moyen de la fonction $F_R$ ou $F_{R1}$ et $F_{R2}$ respectivement, selon la fréquence relative $|\Delta f - f|$.

Dans le cas de la modulation à double bande latérale, $F_T$ et $F_R$ sont symétriques par rapport aux fréquences porteuses respectives. La Fig. 7 donne la forme fondamentale des fonctions $F_T$ et $F_R$, ainsi que des sous-fonctions les plus importantes, et la signification des notations utilisées.

La densité spectrale de puissance de l'émetteur (fréquence porteuse $f_T$) produit une puissance brouilleuse $\Delta P_T$ dans le canal adjacent (fréquence porteuse $f_R$); on peut calculer cette puissance, pour un écartement de fréquence $\Delta f$ donné, en intégrant le produit $F_T \times F_R$:

$$\Delta P_T = \int_{f_1}^{f_2} F_T(|f|) \times F_R(|\Delta f - f|) \times \mathrm{d}f \qquad (1)$$

Toutefois, lorsqu'on fait cette intégration pour $\Delta f = 0$ (récepteur exactement accordé sur la fréquence d'émission), on obtient la puissance de réception utile $\Delta P_N$. Le rapport de protection relatif $A_{rel}$ en radiofréquence est le rapport puissance brouilleuse/puissance utile dans le canal considéré:

$$A_{rel} = 10 \log (\Delta P_T / \Delta P_N) \qquad \text{dB} \qquad (2)$$

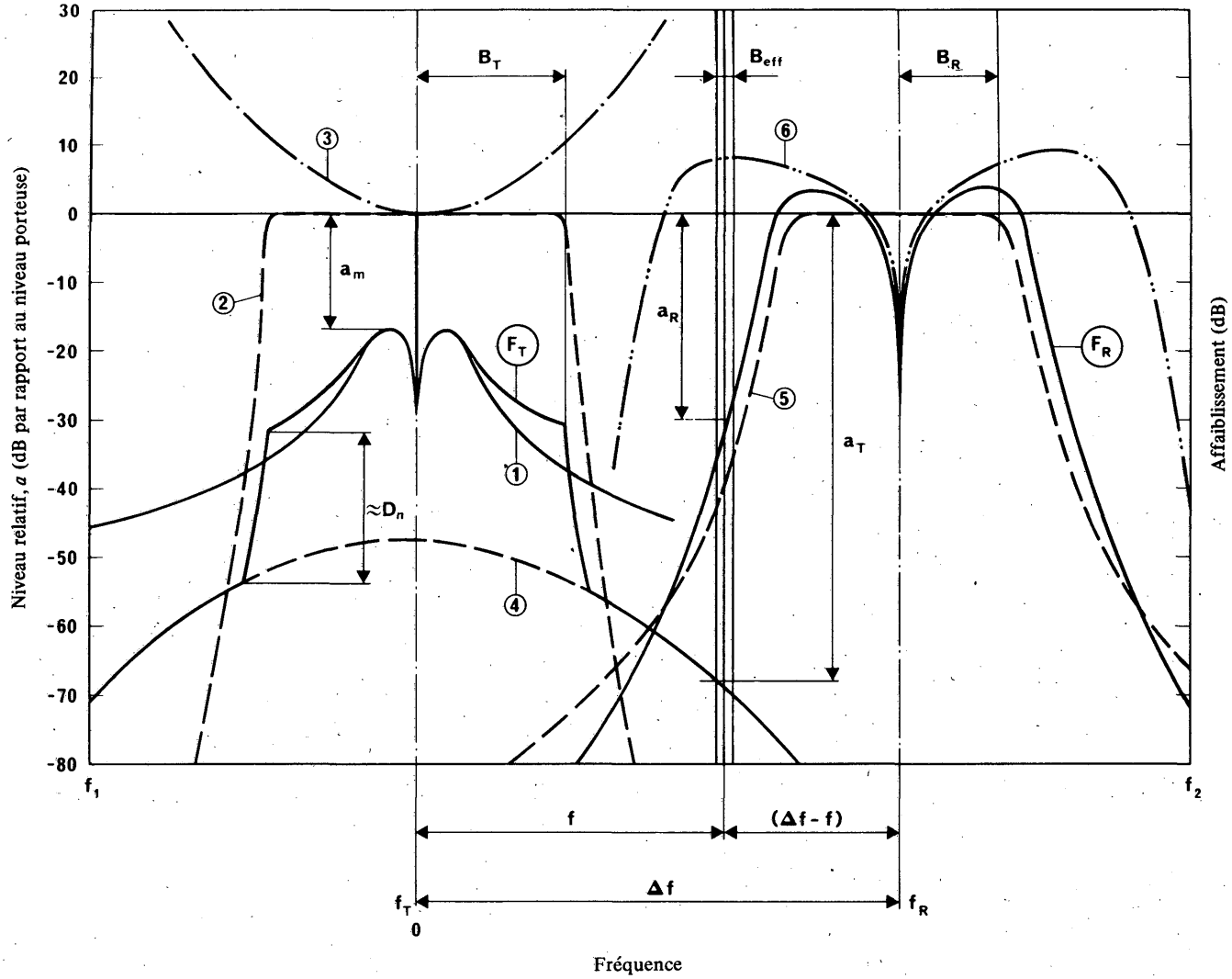



FIGURE 7 – *Relations fondamentales*

$B_T$ : largeur de bande à 3 dB de l'émetteur (valeur totale)

$B_R$ : largeur de bande à 3 dB du récepteur (valeur totale)

$B_{eff}$ : accroissement de largeur de bande auquel se rapporte le spectre de puissance et dans lequel la courbe de densité de puissance et la réponse en affaiblissement du récepteur peuvent être considérées comme constantes dans chaque cas, aux fins du calcul

$f_T$ : fréquence porteuse de l'émetteur

$f_R$ : fréquence porteuse du canal reçu

$\Delta f$ : écartement de fréquence $|f_R - f_T|$

$f_1$, $f_2$ : limites inférieure et supérieure d'intégration

① : distribution spectrale de l'énergie dans la bande latérale

② : caractéristique d'affaiblissement du filtre de limitation de bande, dans l'émetteur

③ : préaccentuation à l'émission

④ : rayonnement hors bande de l'émetteur

$F_T$ : fonction représentant la densité spectrale de puissance de l'émission

$D_n$ : affaiblissement des produits d'intermodulation de l'émetteur, dans le cas de la mesure à deux audiofréquences

$a_m$ : niveau relatif de la densité de puissance maximale dans la bande latérale, par rapport au niveau de la porteuse

⑤ : caractéristique d'affaiblissement du filtre de limitation de bande, dans le récepteur

⑥ : courbe de pondération du filtre psophométrique

$F_R$ : fonction représentant la caractéristique d'affaiblissement globale du récepteur, y compris la pondération effectuée au moyen du filtre psophométrique (affaiblissement pondéré du récepteur)

$a_T$ : niveau de la densité spectrale de puissance de l'émission à la fréquence $f$

$a_R$ : affaiblissement pondéré du récepteur à la fréquence $f$

Cette méthode numérique permet aussi de déterminer séparément les composantes brouilleuses produites par le battement de la porteuse et par les bandes latérales. Il est commode de faire l'intégration (1) à l'aide de calculateurs électroniques et selon les méthodes d'intégration numérique. Dans la pratique, l'intégration numérique permet de résoudre la plupart des problèmes d'une manière satisfaisante, si l'on procède par accroissements successifs de largeur de bande $B_{eff}$ = 100 Hz.

Etant fondée sur la détermination de la puissance, cette méthode ne tient pas compte de l'affaiblissement supplémentaire du bruit, de 3 dB, que l'on constate quand on mesure le brouillage dans un même canal, sur des systèmes à démodulation d'enveloppe.

Les rapports de protection relatifs en radiofréquence obtenus par la méthode numérique doivent donc être diminués de 3 dB.

Une version simplifiée de cette méthode a été mise au point en France [Parreaux, 1972]. En principe, cette méthode ne tient compte que de la fréquence $f$ qui est une composante essentielle de l'intégrale de la formule (1). En conséquence, on peut établir le rapport de protection sous forme de graphique à l'aide des courbes représentatives des fonctions $F_T$ et $F_R$. La méthode est appelée «méthode graphique».

## 2.2 *Précision et limites de la méthode*

Les résultats obtenus sur un système à double bande latérale sont représentés sur la Fig. 8, à côté des résultats de mesures.

Tant que le rapport de protection relatif en radiofréquence ne dépasse pas −40 dB, les écarts entre le calcul et la mesure atteignent environ 1 dB. Au-delà de −40 dB, les mesures sont de plus en plus affectées par le bruit inévitable, inhérent à l'équipement utilisé, et par la distorsion d'intermodulation dans le récepteur, qui ne peut plus être négligée, facteurs dont il n'est pas tenu compte dans la méthode de calcul.

La méthode graphique convient en général aux estimations des valeurs des rapports de protection, sous réserve que le brouillage soit déterminé essentiellement par une partie relativement limitée du spectre du signal brouilleur. Les différences que l'on constate entre ces valeurs, par rapport à celles que l'on obtient à l'aide de méthodes objectives, ne dépassent pas 3 dB.

*Note* – La méthode de mesure est plus précise que la méthode graphique et que la méthode numérique, car il y est tenu compte de façon plus exacte de tous les paramètres. Cependant, la méthode graphique et la méthode numérique présentent l'avantage essentiel de permettre une détermination immédiate des valeurs du rapport de protection en radiofréquence pour tout récepteur, existant ou en projet. Moyennant un simple programme d'ordinateur, la méthode numérique peut être exécutée en une fraction du temps nécessaire pour la mesure objective. Elle convient donc pour optimiser les caractéristiques de tout système de radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude dans les bandes 5 (ondes kilométriques) et 6 (ondes hectométriques) et, moyennant quelques légères modifications seulement, des systèmes à bande latérale unique.

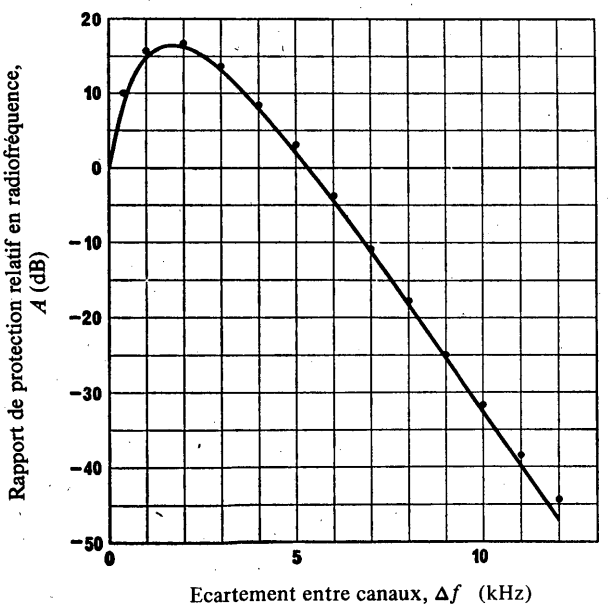



FIGURE 8 – *Comparaison entre les valeurs calculées et mesurées du rapport de protection relatif en radiofréquence pour un système à double bande latérale*

——— : valeurs calculées  • : valeurs mesurées

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PARREAUX, D. [août 1972] Détermination graphique du rapport de protection en ondes hectométriques et kilométriques (modulation d'amplitude). *Rev. de l'UER* (Technique), **134**, 163-167.

*Documents du CCIR*

[1974-78]: 10/324 (URSS).

[1986-90]: 10/60 (URSS).

## BIBLIOGRAPHIE

BELGER, E. et VON RAUTENFELD, F. [avril 1965] Mesure objective du rapport signal utile/signal brouilleur en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER*, **90-A**, 57-64.

GRÖSCHEL, G. [1971] Le rayonnement hors bande et son influence sur le canal adjacent, dans la radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude. *Nachrichtentechn. Fachber.*, **41**, 44-49.

GRÖSCHEL, G. [juin 1978] Modèle mathématique pour le calcul des brouillages par canal adjacent en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude à une ou deux bandes latérales. *Rev. de l'UER* (Technique), **169**, 122-136.

KOKOREV, A. V. et MUSSEL, K. M. [1980] Sposob izmereniya otnosheniya signal/pomekha (Méthode de mesure du rapport signal/brouillage), Brevet d'invention N° 907827.

PETKE, G. [octobre 1973] Détermination numérique du rapport de protection aux fréquences radioélectriques, pour les systèmes de transmission à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER* (Technique), **141**, 227-234.

TSVIKER, E. et FELDKELLER, P. [1971] Ukho kak priemnik informatsii (L'oreille humaine en tant que récepteur d'information), *Sviaz*, Moscou, URSS.

TÜXEN, O. [1941] Die Trennschärfe des Empfangsgleichrichters (Sélectivité des détecteurs de réception). *Z. für techn. Physik*, 22, **1**, 1-9.

*Documents du CCIR*

[1986-90]: 10/252 (URSS).

RECOMMANDATION 560-3*

# RAPPORTS DE PROTECTION RF EN RADIODIFFUSION EN ONDES KILOMÉTRIQUES, HECTOMÉTRIQUES ET DÉCAMÉTRIQUES

(Question 44/10, Programme d'études 44A/10)

(1978-1982-1986-1990)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les rapports de protection en radiofréquence, pour la radiodiffusion sonore (B.km, B.hm et B.dam) indiqués dans les § 1 et 2 ci-après soient employés.

## 1. Rapport de protection en radiofréquence dans les bandes kilométriques et hectométriques (bandes 5 et 6)

Pour des émissions sur la même fréquence (à ± 50 Hz près), le rapport de protection en radiofréquence (tel qu'il est défini dans la Recommandation 638) devrait être de 40 dB dans le cas de signaux utile et brouilleur stables (ondes de sol).

Dans le cas d'un signal utile stable et d'un signal brouilleur fluctuant (y compris les fluctuations à court terme), le rapport de protection en radiofréquence devrait être de 40 dB à l'heure de référence (voir l'Annexe I à la Recommandation 435), pendant au moins 50% des nuits d'une année. Ce rapport de protection correspond au rapport du champ utile à la médiane annuelle des médianes horaires du champ brouilleur à l'heure de référence.

La protection ainsi définie est assurée:

- pendant 50% des nuits à l'heure de référence;
- pendant plus de 50% des nuits, en dehors de l'heure de référence;
- pendant 100% des jours durant les heures diurnes.

Les valeurs du rapport de protection en radiofréquence spécifiées ci-dessus permettent une excellente qualité de réception. Toutefois, aux fins de la planification, on peut être obligé d'utiliser des valeurs plus faibles. Certains pays et certaines organisations ont fait des propositions à cet égard (voir l'Annexe III).

*Note 1* – Ce rapport de protection de 40 dB est relatif à un champ minimal utilisable variable suivant les régions et avec la fréquence. En Zone européenne, ce champ minimal est de l'ordre de 1 mV/m.

*Note 2* – La Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes hectométriques (Région 2) (Rio de Janeiro, 1981) a utilisé un rapport de protection dans le même canal de 26 dB, à la fois pour les services par onde de sol et par onde ionosphérique. La Région 2 présente deux zones de bruit, les zones 1 et 2: la première s'étend sur la plus grande partie de la Région et la seconde correspond à une zone tropicale définie. Dans la zone de bruit 1, le champ nominal utilisable est de 100 μV/m pendant la journée et de 500 μV/m pendant la nuit pour les stations de la classe A, comportant des zones de service secondaires. Pour les stations des classes B et C, cette valeur est de 500 μV/m pendant la journée et de 2500 et de 4000 μV/m, respectivement, pendant la nuit.

Dans la zone de bruit 2, ces valeurs sont en général deux fois et demie supérieures aux valeurs indiquées ci-dessus.

La protection nocturne, calculée pour les deux heures qui suivent le coucher du Soleil est assurée pendant 50% des nuits de l'année, sauf pour les pays de l'Amérique du Nord qui ont décidé d'assurer une protection mutuelle pendant 90% des nuits.

*Note 3* – La Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques pour les Régions 1 et 3 (Genève, 1975) a utilisé respectivement, pour les services par onde de sol et par onde ionosphérique, des rapports de protection dans le même canal de 30 et 27 dB.

## 2. Rapport de protection relatif RF en fonction de l'écartement de fréquence (B.km, B.hm et B.dam) (bandes 5, 6 et 7)

Le rapport de protection relatif RF est la différence entre le rapport de protection pour une émission utile et une émission brouilleuse dont les porteuses diffèrent de $\Delta f$ (Hz ou kHz), et le rapport de protection de ces mêmes émissions pour des porteuses de même fréquence, ces rapports étant exprimés en décibels.

---

* L'Annexe III de cette Recommandation est formée du Rapport 794 qui est ainsi supprimé.

Après avoir déterminé une valeur du rapport de protection en radiofréquence dans le même canal (qui est le même que le rapport de protection en audiofréquence), le rapport de protection en radiofréquence exprimé en fonction de l'écartement des porteuses est donné par les courbes de la Fig. 1 (voir aussi l'Annexe I):

- courbe A, si on utilise une faible compression de la modulation à l'entrée de l'émetteur, telle qu'elle est couramment pratiquée dans les transmissions de bonne qualité et lorsque la largeur de bande du signal audiofréquence est de l'ordre de 10 kHz;
- courbe B, si on utilise une forte compression de la modulation à l'aide d'un appareil automatique (au moins 10 dB de plus que dans le cas précédent) et lorsque la largeur de bande du signal audiofréquence est de l'ordre de 10 kHz;
- courbe C, si on utilise une faible compression de la modulation (comme dans le cas de la courbe A) et si la largeur de bande du signal audiofréquence est de l'ordre de 4,5 kHz;
- courbe D, si on utilise une forte compression de la modulation (comme dans le cas de la courbe B) à l'aide d'un appareil automatique et si la largeur de bande du signal audiofréquence * est de l'ordre de 4,5 kHz.

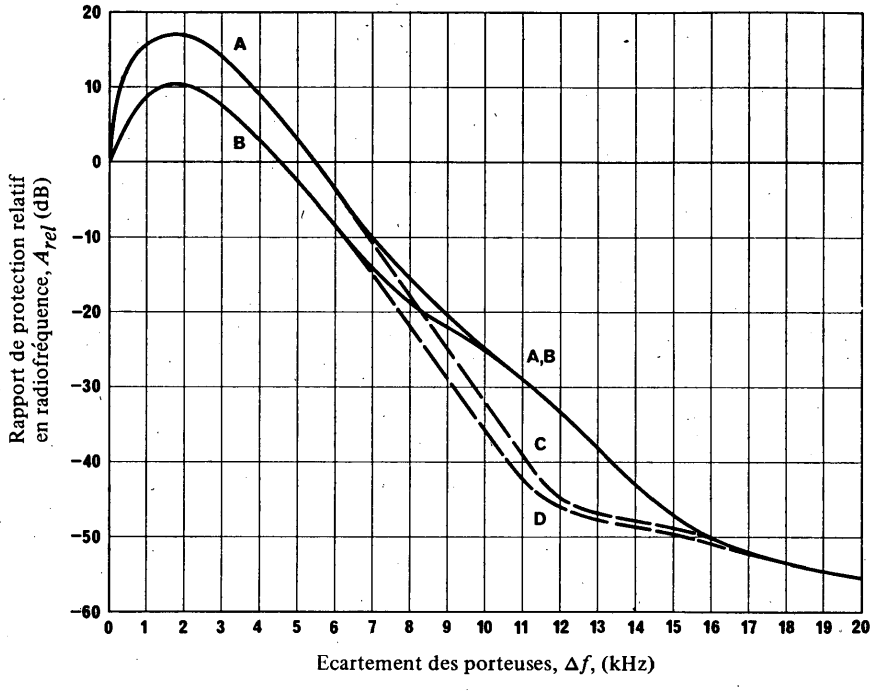



FIGURE 1 – *Valeurs relatives du rapport de protection en radiofréquence en fonction de l'écartement des porteuses*

Les courbes A, B, C et D (voir aussi l'Annexe I) ne sont valables que si on applique la même compression aux émissions utile et brouilleuse. Elles sont essentiellement déduites de mesures et de calculs avec un récepteur de référence représentatif des récepteurs de bonne qualité utilisés en ondes hectométriques et kilométriques. La courbe de réponse globale du récepteur de référence de l'Union européenne de radiodiffusion (UER) passe par les points −3 dB à 2 kHz, −24 dB à 5 kHz et −59 dB à 10 kHz [Petke, 1973].

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PETKE, G. [octobre 1973] Calcul du rapport de protection en radiofréquence en modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER* (Technique), **141**, 227-234.

* La CAMR HFBC(2) a décidé que la limite supérieure de la bande audiofréquence (à −3 dB) de l'émetteur ne doit pas dépasser 4,5 kHz, et la limite inférieure doit être de 150 Hz avec, pour les fréquences inférieures, une pente d'affaiblissement de 6 dB par octave.

En cas de traitement du signal audiofréquence, la gamme dynamique du signal de modulation ne doit pas être inférieure à 20 dB.

## ANNEXE I

La forme des courbes représentant le rapport de protection relatif en radiofréquence dépend de la sélectivité du récepteur, de la largeur de bande du signal audiofréquence et aussi du rapport de l'énergie de la porteuse à celle des bandes latérales. Ce dernier phénomène est surtout sensible entre 250 Hz et 5 kHz (environ), où la gêne est due essentiellement au sifflement produit par le battement des porteuses. La forme des courbes de la Fig. 1 dépend donc du taux moyen de modulation et de la compression de la dynamique qui affecte la modulation.

La courbe A représente une moyenne obtenue à la suite de calculs et d'essais sur divers récepteurs, essentiellement conçus pour les bandes 5 (ondes kilométriques) et 6 (ondes hectométriques), avec compression de la modulation, telle qu'on la pratique couramment dans les studios, c'est-à-dire permettant une dynamique maximale d'au moins 30 dB.

La courbe B a été établie pour une compression par un appareil automatique, plus élevée de 10 dB au moins.

Les courbes A et B s'appliquent à une largeur de bande du signal audiofréquence transmis de l'ordre de 10 kHz.

Les courbes C et D s'appliquent lorsque la compression est du même ordre de grandeur que dans le cas des courbes A et B, respectivement, toutefois, la largeur de bande du signal audiofréquence est réduite à environ 4,5 kHz. Cette limitation de bande réduit le brouillage par le canal adjacent sans entraîner en pratique une dégradation sensible de la qualité de réception.

Il doit être précisé que, dans certaines circonstances, les auditeurs ont un moyen de réduire l'effet brouilleur d'une émission distante de plus de 3 kHz environ, en modifiant le réglage du récepteur (léger désaccord, réglage de la sélectivité et de la tonalité, etc.). Dans ces conditions, les courbes de la Fig. 1 ne sont plus applicables au-delà de 3 kHz environ. Cependant, la pratique du déréglage entraîne une certaine distorsion et n'est pas utilisable s'il y a deux brouilleurs de niveaux sensiblement égaux de part et d'autre de la porteuse utile. En outre, beaucoup de récepteurs ne sont pas munis d'un système de sélectivité ou d'un contrôle de tonalité.

*Note 1* – Indépendamment du rapport de protection relatif en radiofréquence donné par la présente Recommandation, il convient de signaler qu'il existe d'autres facteurs dont il faut tenir compte pour déterminer l'écartement optimal des fréquences (voir la Question 44/10).

*Note 2* – La plus grande prudence est conseillée quand les valeurs du rapport de protection en radiofréquence déduites des courbes sont inférieures à $-50$ dB, car en pratique les distorsions non linéaires de l'émetteur peuvent conduire à une protection plus faible que celle indiquée.

## ANNEXE II

**Présentation des résultats des mesures**

Dans toute la mesure possible, les résultats des mesures du rapport de protection en radiofréquence entre deux signaux de radiodiffusion devraient être présentés en fonction des caractéristiques et paramètres suivants:

- type de modulation,
- écart entre les fréquences porteuses exprimées en kHz, qui devrait être compris entre 0 et au moins 10 kHz,
- taux de modulation des deux signaux,
- largeur de bande occupée,
- traitement de modulation (compression et préaccentuation),
- type des programmes du signal utile et du signal brouilleur,
- caractéristiques de l'évanouissement éventuel des signaux,
- tension du signal radioélectrique utile à l'entrée (cette tension doit être choisie de telle façon que les rapports de protection ne soient pas sensiblement affectés par des effets non linéaires des étages radiofréquence et à fréquence intermédiaire du récepteur),
- bande passante du récepteur avant démodulation,
- courbe de réponse globale du récepteur, en audiofréquence, y compris le haut-parleur,
- degrés de satisfaction des auditeurs et répartition statistique de ces degrés de satisfaction,
- méthode de mesure (objective ou subjective).

## ANNEXE III

### RAPPORTS DE PROTECTION EN RADIODIFFUSION EN ONDES KILOMÉTRIQUES (B.km), HECTOMÉTRIQUES (B.hm) ET DÉCAMÉTRIQUES (B.dam)

### 1. Introduction

Cette Annexe résume les connaissances actuelles sur les rapports de protection en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude, mais elle ne contient que les résultats connus depuis 1948.

L'accord sur des valeurs des rapports de protection est essentiel pour les problèmes d'assignation de fréquences en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude. Ces valeurs peuvent, en outre, servir de référence pour l'évaluation des qualités et de l'efficacité des divers systèmes d'émission en modulation d'amplitude.

Dans tous les cas, les rapports de protection se rapportent aux signaux à l'entrée du récepteur; il n'a pas été tenu compte de l'effet d'antennes directives à la réception.

Les rapports de protection dépendent d'un grand nombre de facteurs, parmi lesquels les normes d'émission et les caractéristiques des récepteurs jouent un rôle important. En dehors des facteurs techniques, il faut aussi tenir compte d'éléments physiologiques et psychologiques. Il est donc très difficile de déterminer des valeurs du rapport de protection qui puissent être universellement admises, même si l'on fixe les normes d'émission et les caractéristiques des récepteurs (voir la Recommandation 559).

Il est bien connu que les rapports de protection en radiofréquence pour les émetteurs fonctionnant dans le même canal et diffusant le même programme peuvent être sensiblement améliorés par les techniques de synchronisation, qui permettent d'étendre leurs zones de couverture (voir également le Rapport 616). Ces rapports de protection dépendent de divers facteurs, en particulier de la méthode de synchronisation (voir le § 10). Une valeur de 8 dB a été adoptée par la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques pour les Régions 1 et 3 [UIT, 1975].

### 2. Rapport de protection en audiofréquence

Le rapport de protection en audiofréquence est la valeur minimale conventionnelle du rapport signal/brouillage en audiofréquence qui correspond à une qualité de réception définie subjectivement comme acceptable (voir la Recommandation 638).

Ce rapport peut prendre différentes valeurs suivant le type de service considéré. Il dépend beaucoup du type du programme utile et du programme brouilleur. Il est donc indispensable d'effectuer un grand nombre d'essais d'écoute subjective avant de pouvoir déterminer une valeur minimale du rapport signal/brouillage en audiofréquence.

Il doit être clairement indiqué que, par suite d'effets physiologiques et psychologiques, il est totalement impossible de fixer des valeurs raisonnables pour le rapport de protection en audiofréquence autrement que par la méthode des essais subjectifs.

### 3. Rapport de protection en radiofréquence

Le rapport de protection en radiofréquence est la valeur du rapport signal/brouilleur en radiofréquence qui, dans des conditions bien déterminées, permet d'obtenir à la sortie d'un récepteur le rapport de protection en audiofréquence.

Le rapport de protection en radiofréquence peut donc être déterminé au moyen d'essais subjectifs comme dans le cas du rapport de protection en audiofréquence. En procédant ainsi, le nombre de facteurs dont il faut tenir compte et, partant, l'ampleur du travail à effectuer s'avère beaucoup plus important que dans le cas précédent. On ne peut obtenir de résultats comparables que si les conditions d'essai sont assez semblables.

L'évaluation des rapports de protection en radiofréquence peut cependant être considérablement facilitée une fois déterminé le rapport de protection en audiofréquence. Comme la plupart des effets physiologiques et psychologiques influencent seulement le rapport de protection en audiofréquence, il est possible, dans des conditions techniques déterminées, de déduire le rapport de protection en radiofréquence pour une valeur donnée du rapport de protection en audiofréquence. On peut utiliser pour cela, soit des méthodes de mesure objectives, soit des techniques graphiques [Parreaux, 1972] ou numériques [Petke, 1973; Gröschel, 1971] (voir la Recommandation 559).

Il faut insister sur le fait que ces trois méthodes de détermination du rapport de protection en radiofréquence sont fondées sur les mêmes principes. En principe, elles doivent donc donner les mêmes résultats, ce qui se vérifie effectivement si on les utilise avec une précision suffisante.

Le manque de résultats sûrs, constaté dans le passé, pour le rapport de protection en radiofréquence était essentiellement dû à la relation très complexe entre ce rapport et la réponse globale amplitude/fréquence des récepteurs. Cette dernière dépend de la sélectivité des étages radiofréquence et à fréquence intermédiaire, de la sélectivité du démodulateur et de la réponse amplitude/fréquence des étages audiofréquence. Cette difficulté a été partiellement surmontée grâce à la méthode de mesure objective à deux signaux.

On peut cependant utiliser les méthodes numériques citées plus haut pour établir une relation entre les valeurs de sélectivité des récepteurs données par les constructeurs et les rapports de protection en radiofréquence. Bien que les calculs soient compliqués et exigent un calculateur électronique, ils permettent, contrairement à la méthode de mesure objective, de déterminer la réponse en fréquence globale du récepteur pour une courbe donnée du rapport de protection en radiofréquence.

## 4. Principe général des méthodes non subjectives

Toutes les méthodes non subjectives supposent des caractéristiques normalisées à l'émission et à la réception (voir la Recommandation 559).

Dans tous les problèmes de brouillage, il y a deux types de gêne:

- la diaphonie du canal brouilleur dans le canal utile, causée par le signal de modulation,
- le battement des porteuses.

La gêne occasionnée par le battement prédomine lorsque l'écartement des porteuses est compris entre environ 0,25 kHz et 5 kHz, du moins pour la majorité des récepteurs actuels.

## 5. Rapports de protection en radiofréquence pour la réception par onde de sol

### 5.1 *Signal utile et signal brouilleur stables (signal utile par onde de sol brouillé par un autre signal par onde de sol)*

Dans le § 1, cette Recommandation donne une valeur de 40 dB en ondes kilométriques et hectométriques pour les émissions dans le même canal.

Ce rapport de protection en radiofréquence assure une haute qualité de réception. Cependant, lors de l'établissement des plans, il faudra peut-être adopter des valeurs plus faibles. Ce problème a été étudié par l'UER [CCIR, 1970-74a] et par l'Administration japonaise [CCIR, 1970-74b]. Les valeurs proposées sont, respectivement, 30 et 26 dB; en définitive, une valeur de 30 dB a été adoptée par la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques pour les Régions 1 et 3, tandis que la valeur de 26 dB est la valeur qu'a utilisée la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes hectométriques (Région 2).

Les valeurs relatives des rapports de protection en radiofréquence en fonction de l'écartement des porteuses brouilleuse et utile figurent sous forme de courbes au § 2 de cette Recommandation. Ces courbes sont basées en partie sur des mesures faites selon la méthode objective à deux signaux, et en partie sur des calculs (voir la Recommandation 559).

Sur les courbes on peut également voir l'influence de la compression dynamique. On doit cependant noter que l'amélioration de protection maximale résultant de la limitation de la largeur de bande ne s'observe que si la non-linéarité de l'émetteur est suffisamment faible.

### 5.2 *Signal utile stable et signal brouilleur fluctuant* [Belger et autres, 1965]

#### 5.2.1 *Evanouissements à court terme*

Les évanouissements du signal brouilleur modifient le caractère de la gêne éprouvée par l'auditeur: si, pour un rapport signal/brouillage en audiofréquence donné, le signal brouilleur est soumis à des fluctuations, la gêne est considérée comme étant subjectivement plus sévère. [CCIR, 1963-66a, b et c] indiquent que, pour obtenir le même degré de satisfaction de l'auditeur, la protection doit être augmentée de 5 dB environ dans le deuxième cas.

Dans le § 1 de la présente Recommandation, cette influence a été incorporée dans le rapport de protection en radiofréquence.

### 5.3 *Variations à long terme du champ*

Des renseignements détaillés sont donnés dans le Rapport 266 et dans la Recommandation 435.

## 6. Rapports de protection en radiofréquence pour la réception par onde ionosphérique

L'une des caractéristiques de la réception par onde ionosphérique, surtout si on utilise des détecteurs d'enveloppe, est que les effets de propagation abaissent généralement la qualité du signal reçu en provoquant, par exemple, une distorsion en cas d'évanouissements sélectifs. On estime donc qu'il y a lieu d'utiliser, pour une réception par onde ionosphérique, des rapports de protection moins grands que pour une réception par onde de sol, les valeurs précises variant selon qu'il s'agit d'un service primaire comme en radiodiffusion en bande 7 (ondes décamétriques) ou d'un service secondaire comme en radiodiffusion en bande 5 (ondes kilométriques) et en bande 6 (ondes hectométriques), où le service primaire est normalement assuré par l'onde de sol.

Aucune valeur n'est recommandée pour la réception par onde ionosphérique.

### 6.1 *Bandes 5 (B.km) et 6 (B.hm)*

Dans les bandes 5 (B.km) et 6 (B.hm), à la suite des études effectuées par l'UER [CCIR, 1970-74a], une valeur de 27 dB a été proposée pour le rapport de protection dans le même canal en radiofréquence et a, en définitive, été adoptée par la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques pour les Régions 1 et 3.

### 6.2 *Bandes 7 (B.dam)*

Dans la bande 7 (B.dam), suite aux études effectuées en Inde, [CCIR, 1978-82a] aux Etats-Unis d'Amérique, en URSS et par l'UER, le rapport de protection RF pour une émission sur la même fréquence (± 10 Hz, voir la Note) devrait être compris entre 27 et 40 dB, dans des conditions de régime permanent. Selon les évaluations subjectives de la qualité de réception faites au Japon [CCIR, 1982-86a] et en République populaire de Chine [CCIR, 1982-86b], le rapport de protection dans le même canal de 27 dB pour les conditions de régime permanent correspond à la note 4 de l'échelle de dégradation à 5 notes (Recommandation 562) avec un espacement des porteuses égal ou inférieur à 100 Hz.

*Note* – L'écart admissible entre les fréquences porteuses peut atteindre 600 Hz et est applicable aux émetteurs fonctionnant sur 20 MHz, jusqu'en janvier 1990, conformément à l'Appendice 7 du Règlement des radiocommunications. Après cette date, cette valeur ne sera applicable qu'aux émetteurs dont la puissance est égale ou inférieure à 10 kW. Pour tous les autres émetteurs, la tolérance de fréquence admissible sera de 10 Hz.

Pour la planification, une valeur minimale de 27 dB pour des conditions stables et une différence de fréquence au plus égale à 100 Hz entre les porteuses sont proposées.

Pour la détermination des marges d'évanouissement appropriées, on trouvera des renseignements dans les Rapports 266 et 894. Il convient de noter, toutefois, que d'autres facteurs, tels que la corrélation entre l'évanouissement du signal utile et celui du signal brouilleur, doivent aussi être pris en compte.

Il est commode de distinguer deux types d'évanouissements se produisant en l'espace d'une heure: les évanouissements à court terme, causés par des interférences entre les différentes composantes du signal, avec un temps de corrélation pouvant atteindre plusieurs secondes; et les phénomènes à long terme, dans lesquels la moyenne des signaux, prise sur quelques minutes, subit des évanouissements dont les périodes se chiffrent à plusieurs minutes ou dizaines de minutes.

Les évanouissements du signal utile du type interférence, se produisant en l'espace d'une heure, influent seulement sur la qualité subjective du signal; celle-ci peut être notablement améliorée par l'action CAG du récepteur. Il y a intérêt à faire l'estimation de la qualité sur une période de 1 min.

Pour évaluer les marges d'évanouissement ou la fiabilité du canal, il est commode de se fonder sur les propriétés statistiques des évanouissements qui se produisent en l'espace d'une heure, dont la durée est de l'ordre de quelques minutes ou plus. L'écart type de ce type d'évanouissement peut varier entre de larges limites, en fonction des conditions ionosphériques, de l'emplacement du trajet, de la longueur du trajet et de son sens. Ces considérations valent aussi bien pour le signal utile que pour le signal brouilleur.

## 7. Données sur les rapports de protection

L'Annexe I à la Recommandation 639 traite de l'influence de la limitation de la largeur de bande à l'émission sur les rapports de protection en radiofréquence. On trouvera d'autres informations sur les rapports de protection dans [Belger et von Rautenfeld, 1958; Liedtke, 1965]. Des données supplémentaires relatives à la radiodiffusion en bande 7 (ondes décamétriques) figurent dans la Recommandation 411. Les courbes du Rapport 302 représentent les données actuelles concernant le Programme d'études 45E/10 et se rapportent essentiellement au rapport de protection en radiofréquence dans la Zone tropicale pour un service de radiodiffusion dans les bandes partagées.

## 8. Résultats des mesures

Des mesures de rapport de protection pour des signaux stables ont été faites en URSS [CCIR, 1978-82b]. On a utilisé, comme base d'une expérience, les critères de qualité suivants:

- perceptibilité du brouillage de fond d'un programme utile;
- tolérance au brouillage pendant l'écoute d'un programme parlé utile.

Les évaluations quantitatives sur la base de ces critères, ont été faites en URSS par un certain nombre d'experts qui recherchaient subjectivement la concordance entre une partie donnée du programme et un critère prédéterminé.

Les résultats des mesures sont indiqués aux Fig. 2, 3 et 4.

La Fig. 2 donne les résultats des mesures du rapport de protection dans le même canal. La valeur de $K$ correspond à la proportion des experts qui ont jugé le brouillage tolérable. Le programme brouilleur était de la musique de danse moderne. Les parties hachurées correspondent au changement d'une bande passante large à une bande passante étroite.

La Fig. 3 donne les valeurs du rapport de protection, $A$, en fonction de l'écartement des porteuses utiles et brouilleuses pour $K = 0{,}9$. Les parties hachurées des courbes correspondent à la dispersion qui dépend de la bande passante des récepteurs.

La Fig. 4 contient les courbes de sélectivité des récepteurs, les parties hachurées correspondant à la dispersion de ces courbes pour des récepteurs de catégories différentes. Elle contient également la courbe de sélectivité du récepteur MBF de l'UER.

En outre, l'effet de la largeur de bande du signal de modulation sur les rapports de protection a été étudié pour le récepteur de qualité la plus élevée. On a limité les largeurs de bande des signaux utiles et brouilleurs à l'aide de deux filtres commutables identiques ayant des fréquences de coupure ($f$) de 10, 6,8 et 3,4 kHz et qui avaient des pentes de réponse de 90 dB/décade. Les résultats des mesures ont montré qu'une modification de la largeur de bande du signal de modulation n'a pas d'effet prononcé sur les rapports de protection.

## 9. Evaluation subjective de la qualité de réception

### 9.1 *Etudes faites en URSS*

Des essais statistiques et subjectifs ont été effectués en URSS sur les effets de la distorsion et des brouillages dans un canal de radiodiffusion.

Les essais ont été faits selon une méthode subjective statistique, à l'aide d'un équipement spécial qui permettait de comparer une reproduction sonore exempte de distorsion avec une autre reproduction dans laquelle on avait préalablement introduit une distorsion déterminée.

L'objet de ces expériences était de déterminer la perceptibilité de la distorsion; les groupes d'auditeurs suivants y participèrent:

- experts qualifiés (ingénieurs du son de la radiodiffusion),
- observateurs qui n'avaient pas reçu d'éducation musicale spéciale, ni d'entraînement en matière d'appréciation des distorsions.

Les résultats des expériences ont été publiés, sous forme de graphiques, donnant le pourcentage de perceptibilité en fonction du niveau de la distorsion ou du brouillage introduit.

Les essais reposaient tous sur un grand nombre de données statistiques. La cohérence des données recueillies a été vérifiée par les méthodes de la statistique mathématique. Les résultats ont été présentés en fonction:

- de la distorsion linéaire de divers types (à divers niveaux et pour différentes gammes de fréquences);
- des distorsions non linéaires (cubique, quadratique et du type «à coupure centrale»);
- du bruit de fond sinusoïdal;
- du bruit blanc.

La comparaison de la qualité de réception déterminée par la méthode objective ou par des essais subjectifs montre des différences dans le rapport de protection qui peuvent atteindre 10 dB pour un écartement de 9 kHz [CCIR, 1974-78a].

### 9.2 *Etudes faites au Japon*

Les résultats de l'évaluation subjective faite au Japon [CCIR, 1982-86a] concernant la relation entre la qualité de réception et le rapport signal utile/signal brouilleur en radiofréquence sont indiqués sur la Fig. 5 *a)* pour le brouillage dans le même canal et sur la Fig. 5 *b)* pour le brouillage par le canal adjacent. Les tests d'écoute ont été faits avec trois récepteurs (A, F, H) et dix experts.

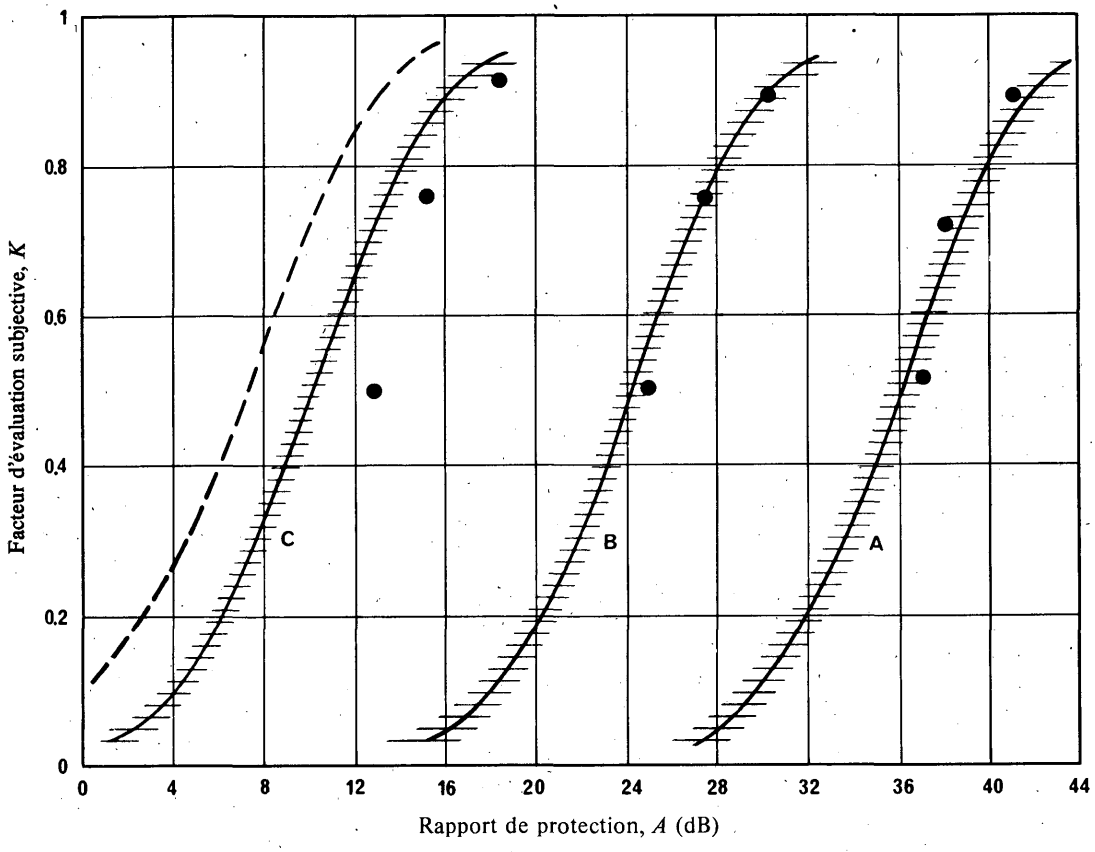



FIGURE 2 – *Mesure du rapport de protection dans le même canal*

● : valeurs mesurées

– – – : cas le plus défavorable, diffusion du programme utile et du programme brouilleur dans la même langue avec une grande dynamique, sans limitation de bandes et avec des voix ayant la même tonalité.

Courbes A: programme parlé utile à grande dynamique
B: programme parlé utile à faible dynamique
C: programme musical utile à faible dynamique

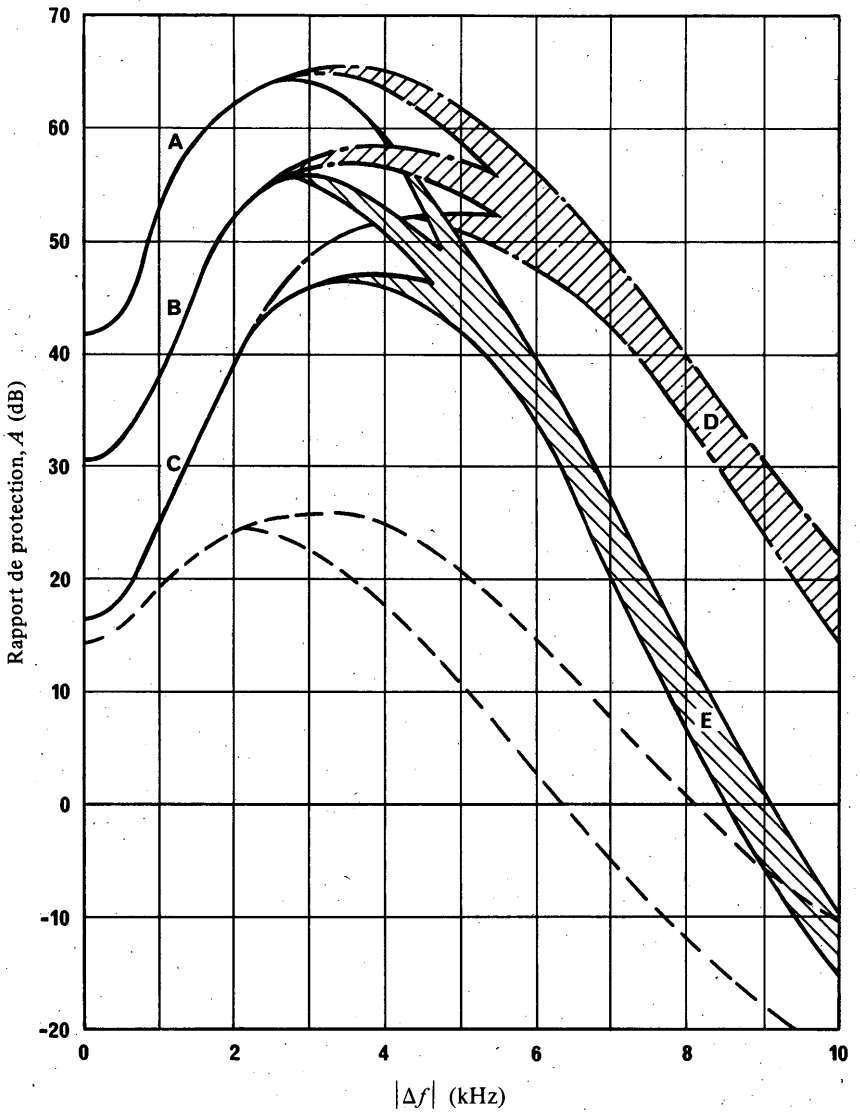



FIGURE 3 – *Rapport de protection en fonction de l'écartement des porteuses*

– – – – : cas le plus défavorable, diffusion du programme utile et du programme brouilleur dans la même langue avec une grande dynamique, sans limitation de bandes et avec des voix ayant la même tonalité

Courbes A: programme parlé utile à grande dynamique
B: programme parlé utile à faible dynamique
C: programme musical utile à faible dynamique
D: large bande
E: bande étroite

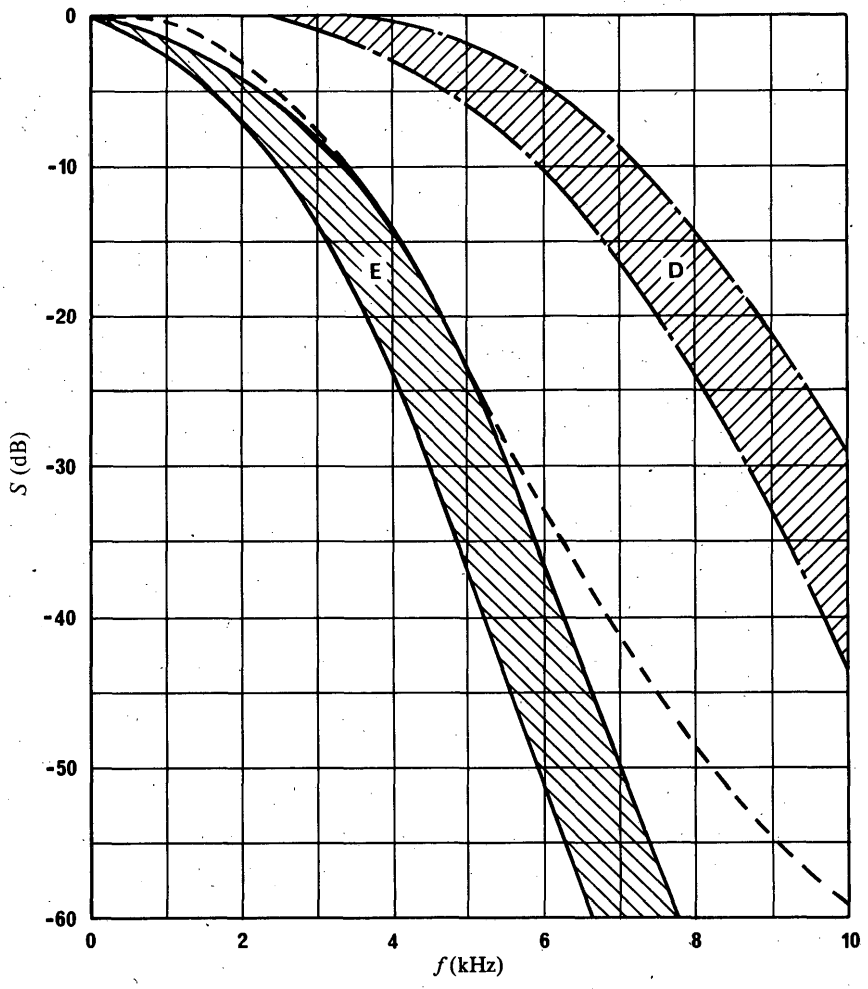
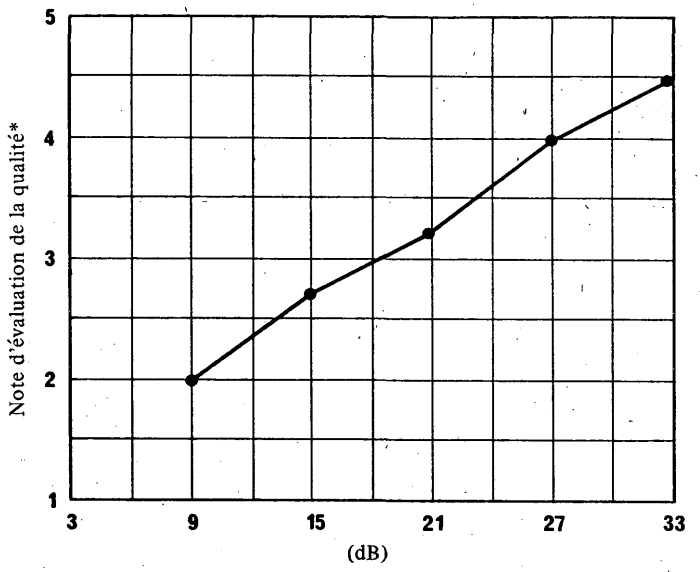


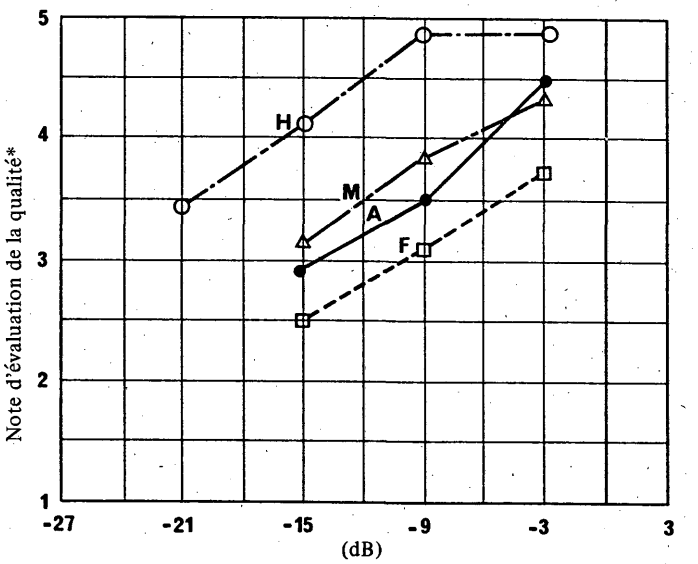

FIGURE 4 – *Sélectivité des récepteurs*

– – – : Récepteur MBF de l'UER

Courbes D : large bande
E : bande étroite




*a)* Brouillage dans le même canal




*b)* Brouillage par le canal adjacent (écartement de 10 kHz)

M: résultats pour la moyenne des trois récepteurs

FIGURE 5 – *Relation entre la qualité de réception et le rapport signal utile/signal brouilleur en radiofréquence*

* Voir la Recommandation 562.

## 10. Rapports de protection en radiofréquence pour émetteurs de radiodiffusion synchronisés

### 10.1 *Etudes effectuées en URSS*

Ces études ont eu pour objet de déterminer le rapport signal/brouillage applicable à la réception des émissions de réseaux synchronisés comportant deux ou trois émetteurs. Deux méthodes de synchronisation, en fréquence et en phase, ont été considérées.

#### 10.1.1 *Expression du rapport de protection en radiofréquence*

Pour exprimer, dans ce cas, le rapport de protection en radiofréquence, on considère comme signal utile le signal de l'émetteur fournissant le champ le plus important et, comme signal brouilleur, les signaux des autres émetteurs du réseau.

#### 10.1.2 *Détermination du rapport de protection*

Pour déterminer le rapport de protection, on a utilisé une méthode statistique basée sur les impressions subjectives de la qualité de réception d'un émetteur d'un réseau synchronisé, par comparaison avec la réception d'un émetteur ne faisant pas partie d'un réseau synchronisé. Pour ce faire, on a eu recours à 26 experts parmi le personnel technique et scientifique de radiodiffusion.

Le rapport de protection, en l'absence d'évanouissements, était déterminé en laboratoire, puis vérifié en exploitation réelle.

Dans le cas d'évanouissements, les essais avaient lieu uniquement sur des réseaux synchronisés en exploitation.

Pour tous ces essais, le taux de modulation maximal était de 90%.

La Fig. 6 indique les valeurs du rapport de protection en fonction de la différence de phase entre les porteuses de deux émetteurs, dans la journée, en l'absence d'évanouissements. Pour ces courbes, le paramètre est le pourcentage d'experts ayant reconnu que la qualité du signal résultant était à tout le moins satisfaisante. On peut voir, d'après cette figure, que la valeur du rapport de protection sur un réseau à deux émetteurs synchronisés doit être de 4 dB (en l'absence d'évanouissements) pour que 90% des auditeurs se déclarent satisfaits.

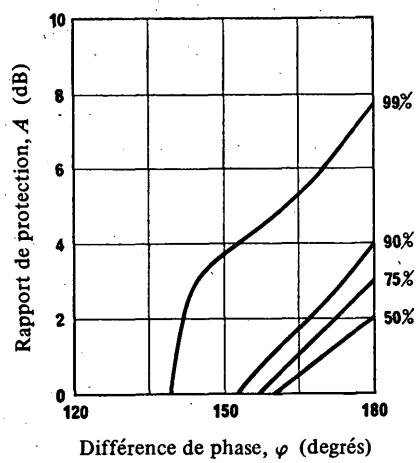



FIGURE 6 – *Qualité de réception des émissions parlées et musicales en fonction de la différence de phase entre les porteuses de deux émetteurs (sans évanouissements)*

La Fig. 7 indique les valeurs du rapport de protection en fonction de la différence de fréquence entre les porteuses de deux émetteurs synchronisés avec, en paramètre, les pourcentages d'experts ayant déclaré la qualité de réception comme étant satisfaisante. Cette figure montre que, si les signaux de ces deux émetteurs ne subissent pas d'évanouissements et si l'on veut que 90% des auditeurs se déclarent satisfaits de la réception, la valeur du rapport de protection doit être de 4 dB, ce qui implique que la précision de la synchronisation soit de 0,015 à 0,02 Hz. Pour un décalage de 0,1 Hz, le rapport de protection doit atteindre 6 dB.

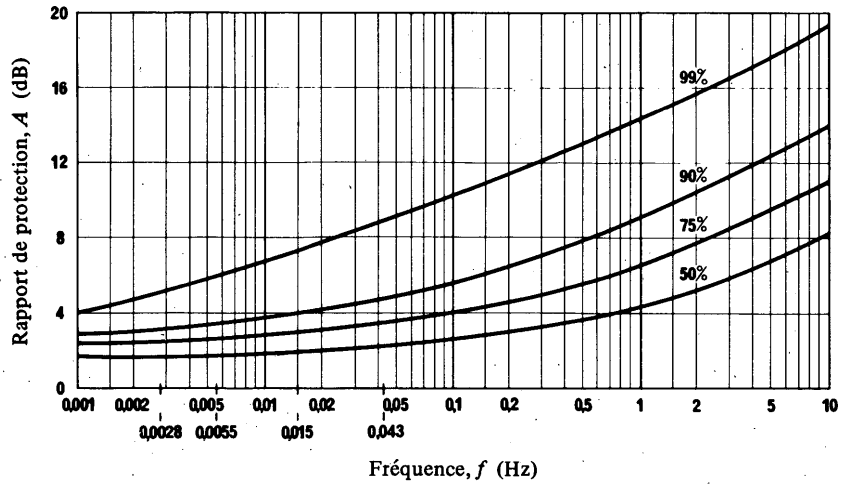



FIGURE 7 – *Qualité de réception des émissions parlées et musicales en fonction de la différence de fréquence entre les porteuses de deux émetteurs (sans évanouissements)*

La Fig. 8 présente des résultats analogues pour trois émetteurs synchronisés en phase. Pour satisfaire 90% des auditeurs, le rapport de protection ne doit pas être inférieur à 3,1 dB (la valeur normalisée est de 4 dB).

On a pu conclure que, pour obtenir une qualité de réception acceptable en présence d'évanouissements, il fallait augmenter le rapport de protection jusqu'à 7 ou 8 dB pour deux émetteurs et jusqu'à 6 dB pour trois émetteurs.

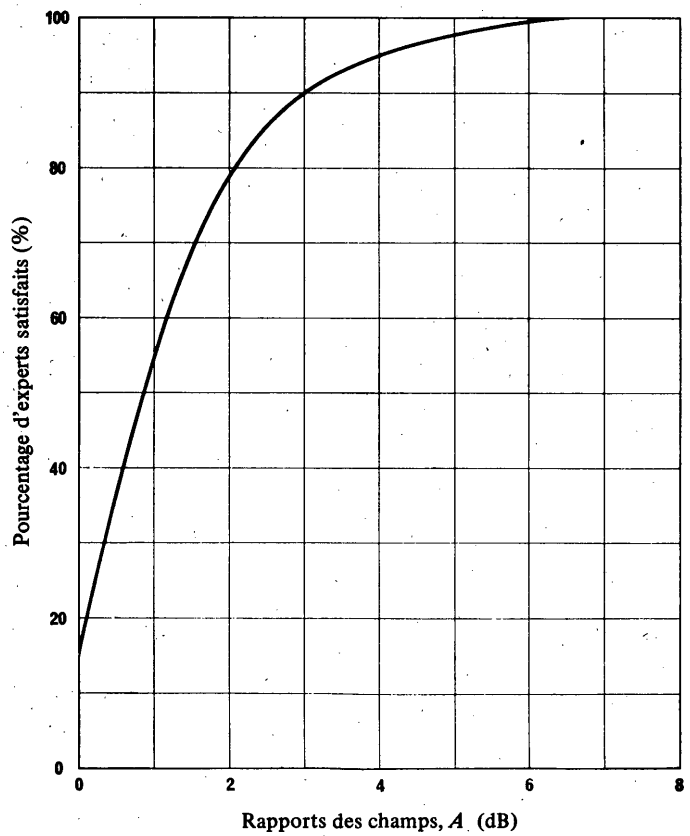



FIGURE 8 – *Qualité de réception des émissions parlées et musicales en fonction des rapports des champs pour trois émetteurs synchronisés en phase*

10.2 *Etudes de l'UER*

Des méthodes de synchronisation ont été mises au point jusqu'en 1964 (et sont dans la plupart des cas encore utilisées) dans plusieurs pays, notamment en Autriche, en France, en République fédérale d'Allemagne, en Italie, aux Pays-Bas, en Norvège, en Suède, au Royaume-Uni, en Australie et aux Etats-Unis d'Amérique. Elles sont indiquées dans le texte en référence [UER, 1974] qui contient une bibliographie importante ainsi qu'un aperçu des bases théoriques de ces méthodes.

10.3 *Etudes de l'OIRT*

On a constaté dans [Augustin et Schulze, 1973] qu'il est possible en pratique de simuler sur un modèle les effets essentiels des émetteurs de même canal, qu'ils soient synchronisés ou non (même programme). Le Rundfunk-und Fernsehtechnisches Zentralamt de la Deutsche Post à Berlin a mis au point un modèle de ce genre, qui est intéressant tant du point de vue économique que du point de vue de l'exploitation, pour l'étude des problèmes de réception dans la zone où les ondes directes des émetteurs synchronisés interfèrent – compte non tenu, par conséquent, des évanouissements ionosphériques.

Avec ce modèle, on peut étudier en laboratoire les systèmes à canal commun, synchronisés ou non. On a constaté notamment que les mesures suivantes étaient judicieuses [Augustin et Schulze, 1973]. Si les fréquences porteuses ne diffèrent que de 0,1 Hz environ et que l'on égalise les temps de propagation des signaux son entre le studio et les émetteurs, on peut alors obtenir les avantages suivants:

– réduction quasi totale de la zone de brouillage,
– diminution des effets de l'évanouissement sélectif et persistance seulement des évanouissements d'amplitude qui sont entièrement compensés par la commande automatique de gain du récepteur, sans distorsion inacceptable.

On peut dire, pour conclure, qu'il est possible d'obtenir un rapport de protection de 0 dB pour la réception durant le jour.

Ces résultats théoriques ont été confirmés par des essais en exploitation réelle effectués à l'aide de deux émetteurs hectométriques de 20 kW situés à une distance de 80 km environ.

10.4 *Etudes faites au Royaume-Uni*

10.4.1 *Egalisation du retard de modulation*

Des essais en laboratoire effectués par la BBC [Whythe, 1976] pour étudier l'effet du retard de modulation dans un système où le même programme est diffusé sur un même canal ont donné les résultats indiqués dans le Tableau I, établi pour deux porteuses dont les fréquences respectives diffèrent d'environ 0,1 Hz et qui sont modulées par un programme musical. La dégradation était légèrement moins accusée lorsqu'il s'agissait d'un programme parlé.

Etant donné les contours de champ de deux émetteurs, on peut se fonder sur le Tableau I pour évaluer l'amélioration que l'égalisation du retard de modulation peut apporter à la réception diurne dans les zones intéressées. Dans la plupart des cas, l'amélioration se manifeste dans une zone d'étendue maximale lorsque les retards de modulation sont égalisés là où le lieu des points équichamps coupe la droite des deux émetteurs. Il peut toutefois être préférable d'égaliser les retards en quelque autre point, par exemple au voisinage d'une partie très peuplée de la région intéressée, afin d'améliorer la réception diurne pour le nombre maximal d'auditeurs.

TABLEAU I

| Amplitude relative des deux porteuses (dB) | Notes subjectives (1) de la dégradation dépassée pendant 10% du temps pour des inégalités de retard de modulation de: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 30 µs | 50 µs | 84 µs | 250 µs | 1 ms |
| 0 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 5 | 5 | 4,5 | 2,5 | 1 | 1 |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3,5 | 2 |
| 9 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

(1) Echelle de dégradation subjective à cinq notes (voir la Recommandation 562).

Une expérience effectuée pendant neuf mois en exploitation avec deux émetteurs en B.hm (1214 kHz) de la BBC, l'un à Brookmans Park (50 kW, antenne directive) et l'autre à Droitwich (30 kW, antenne omnidirectionnelle), à 145 km l'un de l'autre, a largement confirmé les données du Tableau I, et a montré que cette solution était viable, qu'elle donnait des résultats stables et n'imposait que de légères contraintes à l'exploitation. Les essais ont permis de dégager les aspects pratiques ci-après:

- on a jugé possible d'obtenir et de maintenir, au point de réception choisi, une égalisation de phase à ± 30° près dans la bande des audiofréquences de 50 Hz à 4 kHz;
- cependant, dans la pratique, après avoir procédé à l'égalisation des phases, la distorsion résiduelle demeurait encore appréciable dans les régions où les deux champs différaient de moins de 1,5 dB; en d'autres termes, un rapport de protection de 1,5 dB reste nécessaire à une bonne réception.

10.4.2 *Verrouillage de phase de la porteuse*

Au Royaume-Uni, on utilise un système de verrouillage de phase de la porteuse [Millard et autres, 1979] pour trois émetteurs synchronisés sur 200 kHz, situés à Droitwich (centre de l'Angleterre), à Westerglen (près d'Edinbourg) et à Burghead (nord-est de l'Ecosse). Le verrouillage de phase est utilisé conjointement avec l'égalisation du retard de modulation (voir le § 10.4.1), de sorte que les signaux reçus dans les zones où le champ est à peu près égal entre stations adjacentes (par exemple, entre Droitwich et Westerglen et entre Westerglen et Burghead) sont maintenus avec les porteuses en phase et les retards des enveloppes de modulation sont égalisés. De plus, les trois émetteurs sont pilotés par des oscillateurs au rubidium à haute stabilité. Il s'ensuit que, dans les zones critiques, les ondes stationnaires restent fixes et la distorsion est réduite au minimum, ce qui assure aux auditeurs des conditions d'écoute stables. La réception avec des récepteurs à antenne «ferrite» ne peut être médiocre que sur les lignes reliant les émetteurs ou au voisinage de ces lignes. Ailleurs, les champs magnétiques ont des directions différentes et ne s'annulent pas [Knight, 1980].

Les expériences réalisées jusqu'à présent démontrent que cette méthode permet une bonne qualité de service sur l'ensemble du territoire national.

On étudie actuellement la possibilité d'appliquer cette technique à la radiodiffusion en ondes hectométriques.

10.5 *Etudes faites en Inde*

Des essais subjectifs ont été faits en Inde en vue de déterminer le rapport de protection applicable à des groupes d'émetteurs synchronisés dans la bande 7 (ondes décamétriques). Ces essais ont indiqué que les auditeurs, dans leur grande majorité, n'ont observé aucune dégradation de la qualité du programme, même dans une zone où le champ des émetteurs synchronisés ne différait que de 2 à 3 dB à une distance d'environ 2000 km des émetteurs. On a donc conclu que, dans le cas d'émetteurs synchronisés dans la bande 7 (ondes décamétriques), le rapport de protection approprié dans le même canal ne dépasserait pas 3 dB, à condition que les émetteurs soient pilotés par un oscillateur commun et fonctionnent avec des antennes ayant des caractéristiques analogues de rayonnement vertical [CCIR, 1978-82c; CCIR, 1982-86c].

10.6 *Etudes faites au Japon*

Un réseau synchronisé composé de sept émetteurs à ondes hectométriques est exploité à Okayama (Japon) depuis janvier 1984, avec une fréquence porteuse identique dans la bande de radiodiffusion à ondes hectométriques [CCIR, 1982-86d]. Il est nécessaire de satisfaire aux conditions suivantes pour améliorer la qualité de signaux reçus dans les zones de brouillage:

- Les émetteurs d'un réseau ont une fréquence porteuse identique et sont verrouillés en phase les uns sur les autres à l'aide d'un signal de synchronisation transmis par faisceaux hertziens entre émetteurs de radiodiffusion. De plus, les deux porteuses sont maintenues en phase dans la zone où elles se propagent dans la même direction.
- Le champ de chaque émetteur ne doit pas être inférieur à 1 mV/m dans les zones de brouillage où le nombre d'auditeurs est important.
- La différence de phase de signaux de modulation est maintenue inférieure à 5° sur la bande de fréquences 80 Hz-4 kHz, dans la zone de brouillage.

Sept émetteurs, utilisant une fréquence porteuse identique (1494 kHz) et ayant une puissance totale de 9,2 kW, offrent une zone de couverture d'environ 80 km × 90 km qui correspond approximativement à la zone de couverture (pour le district d'Okayama) qu'offrirait un seul émetteur de grande puissance (150 kW) implanté dans la station principale. Lorsque les trois conditions ci-dessus sont satisfaites, on obtient une assez bonne qualité des signaux reçus dans les zones de brouillage, dans la mesure où le rapport signal/brouillage est supérieur à 1 dB (voir la Fig. 9).

En raison de la superficie de la zone de couverture, on n'y a pas observé de brouillage dû à l'évanouissement à courte distance ou à la propagation par trajets multiples. Cependant, dans des zones de couverture étendues, ce type de brouillage peut rendre difficile l'obtention de résultats identiques.

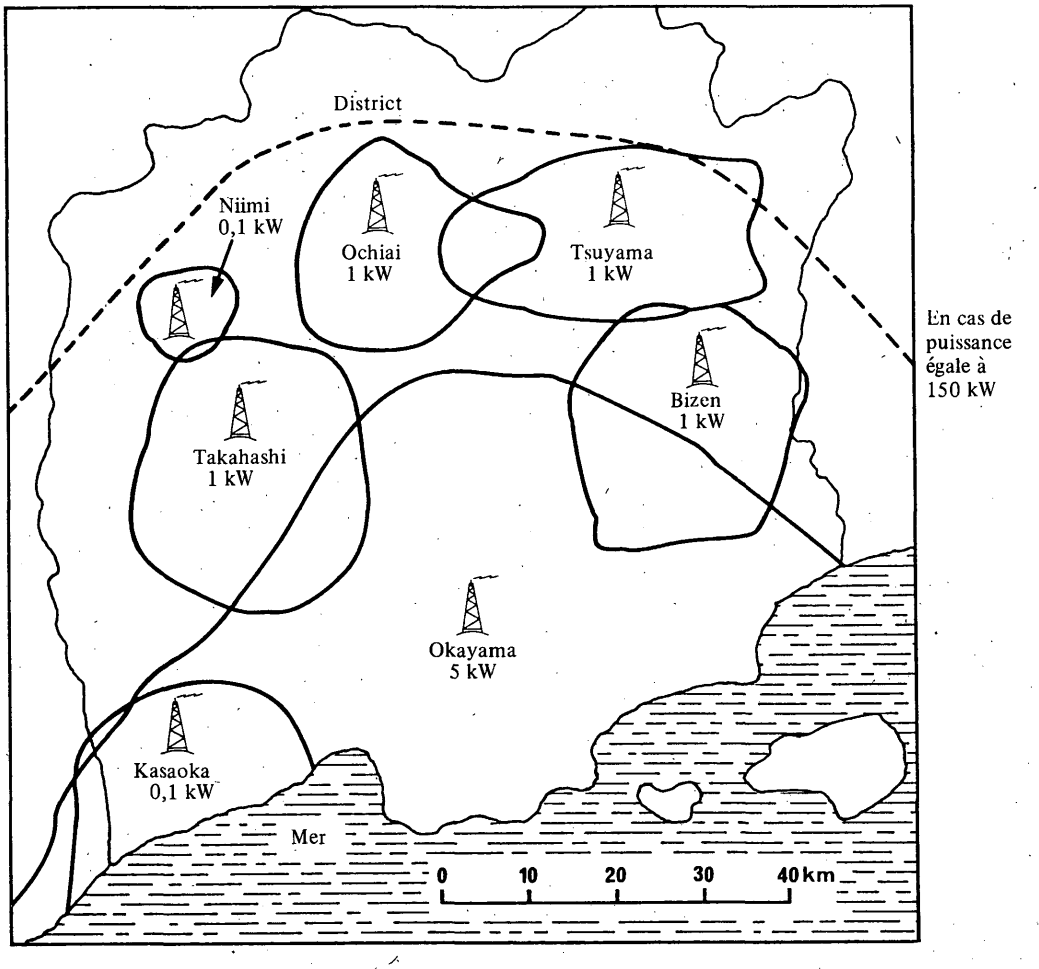



FIGURE 9 – *Synchronisation de la chaîne d'émetteurs de radiodiffusion en ondes hectométriques (1494 kHz)*

Toutes les stations secondaires: phase audio égalisée sur la station principale

Contour: 1 mV/m

Population du district: 1 871 000 habitants

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUGUSTIN, E. et SCHULZE, R. [1973] Probleme des Gleichwellenrundfunks: Ein optimales Gleichchwellensystem (Problème de synchronisation en radiodiffusion: un procédé de synchronisation optimal). *Techn. Mitt. RFZ*, **4**, 95-97.

BELGER, E. et VON RAUTENFELD, F. [1958] Der erforderliche Gleichkanal- und Nachbarkanal-Störabstand beim amplituden modulierten Tonrundfunk (Rapports de protection pour émissions dans le même canal et dans le canal adjacent, en radiodiffusion à modulation d'amplitude). *Rundfunktechn. Mitt.*, **2**, 172-177.

BELGER, E., VON RAUTENFELD, F. et VOGT, K. [avril 1965] Rapport signal/brouilleur exigé en radiodiffusion à modulation d'amplitude en présence d'un brouillage variable dans le temps. *Rev. de l'UER*, Partie A (Technique), **90**, 69-72.

GRÖSCHEL, G. [1971] Out-of-band radiation and its influence on the adjacent channel with amplitude-modulated sound broadcasting. *Nachrichtentechn. Fachber.*, **41**, 41-49.

KNIGHT, P. [1980] Reception of phase-locked l.f. and m.f. transmissions by receivers having ferrite-rod antennas, *Electron. Lett.*, Vol. 16, **1**, 40.

LIEDTKE, G. R. [avril 1965] Influence des caractéristiques du récepteur et de la largeur de bande émise sur le rapport signal/brouilleur HF en radiodiffusion à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER*, Partie A (Technique), **90**, 65-68.

MILLARD, G. H., THODAY, R. D. C. et PRICE, H. M. [1979] Synchronization of the Radio-4 (United Kingdom) transmitter chain on 200 kHz, BBC Research Report 1979/27.

PARREAUX, D. [août 1972] Détermination graphique du rapport de protection en ondes hectométriques et kilométriques (modulation d'amplitude). *Rev. de l'UER* (Technique), **134**, 163-167.

PETKE, G. [octobre 1973] Calcul du rapport de protection RF en modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER* (Technique), **141**, 227-234.

UER [1974] Émetteurs synchronisés en radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. Cahiers techniques, N° 3210.

UIT [1975] Actes finals de la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques pour les Régions 1 et 3, Genève, Suisse.

WHYTHE, D. J. [1976] Reduction of mush-area distortion in common frequency M. F. transmitter networks. BBC Research Report 1976/5.

*Documents du CCIR*

[1963-66]: **a.** X/5 (UER); **b.** X/31 (Allemagne (République fédérale d')); **c.** X/36 (France).

[1970-74]: **a.** 10/266 (UER); **b.** 10/286 (Japon).

[1974-78]: **a.** 10/324 (URSS).

[1978-82]: **a.** 10/245 (Inde); **b.**10/209 (Rév.1) (URSS); **c.** 10/82 (Inde).

[1982-86]: **a.** 10/6 (Japon); **b.** 10/112 (Chine (République populaire de)); **c.** 10/69 (Inde); **d.** 10/209 (Japon).

## BIBLIOGRAPHIE

BACHMUTOVA, N. I., PYLAEVA, Z. D., TISHIN, S. A. et YAMPOLSKAYA, N. G. [1975] Rapports de protection dans les réseaux de radiodiffusion européens à ondes kilométriques/hectométriques. *Elektrosviaz*, **7**, 22-24, Moscou, URSS.

KOKOREV, A. V. [1976] Choix des rapports de protection dans le canal adjacent pour les systèmes de radiodiffusion à ondes kilométriques/hectométriques. *Comptes rendus du NIIR*, **4**.

KOKOREV, A. V. et SCHLUGER, I. S. [1977] Rapports de protection dans la bande 7 (ondes décamétriques) *Elektrosviaz*, **10**, 33-38, Moscou, URSS.

SHAMCHINE, V. A. et SCHLUGER, I. S. [octobre 1975] Rapports de protection dans le canal adjacent pour la radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques (150-1605 kHz). *J. des Télécomm.*, Vol. 42, **X**, 606-607.

*Documents du CCIR*

[1963-66]: X/4 + Add.1 (Allemagne (République fédérale d')).

[1986-90]: 10/59 (URSS).

## ANNEXE IV

### PARAMÈTRES DE PLANIFICATION DANS LA BANDE 7 (ONDES DÉCAMÉTRIQUES) EXAMINÉS PAR LA CAMR HFBC(2)

La CAMR HFBC(2) a estimé que les rapports de protection RF, le champ minimal utilisable et les marges de protection contre l'évanouissement du signal étaient des paramètres de planification de base qui peuvent être améliorés à la suite d'études ultérieures et recommande que l'IFRB utilise les paramètres suivants dans ses normes techniques.

### 1. Rapports de protection en radiofréquence

#### 1.1 *Rapport de protection applicable aux émissions non synchronisées*

Le système de planification HFBC visera à répondre aux besoins avec un rapport de protection en radiofréquence dans le même canal présentant une valeur minimale de 17 dB, compte non tenu des marges contre des évanouissements et des brouillages multiples. En cas d'encombrement, ce rapport pourra être abaissé jusqu'à ce que le problème soit résolu.

1.2 *Rapport de protection applicable aux émissions synchronisées*

Le rapport de protection dans le même canal entre émissions synchronisées dans le même réseau devrait être:

| Distance $L$ entre émetteurs synchronisés (km) | Rapport de protection (dB) |
|---|---|
| $L \leqslant 700$ | 0 |
| $700 < L \leqslant 2500$ | 4 |
| $2500 < L$ | 8 |

1.3 *Rapports de protection relatifs en radiofréquence*

Les rapports de protection relatifs en radiofréquence ($\alpha$) pour les écarts* entre fréquences porteuses ($\Delta f$), par rapport à la valeur du rapport de protection dans le même canal, devraient être:

| $\Delta f$ (kHz) | $\alpha$ (dB) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| ± 5 | −3 |
| ± 10 | −35 |
| ± 15 | −49 |
| ± 20 | −54 |

## 2. Champ minimal utilisable

Il conviendrait de déterminer le champ minimal utilisable en ajoutant 34 dB à la plus grande des deux valeurs ci-après:

- le champ dû au bruit atmosphérique radioélectrique tel qu'il est indiqué dans le Rapport 322 du CCIR,
- 3,5 dB(μV/m), à savoir la valeur du niveau de bruit intrinsèque du récepteur.

## 3. Marge de protection contre l'évanouissement du signal

3.1 *Evanouissements de courte durée (dans les limites d'une heure)*

On doit adopter la valeur 5 dB pour l'écart entre le décile supérieur et la médiane d'un signal unique, et la valeur −8 dB pour l'écart du décile inférieur.

3.2 *Evanouissements de longue durée (d'un jour à l'autre)*

Les valeurs des évanouissements de longue durée, déterminées par le rapport de la fréquence de travail à la MUF de référence, sont données dans le Tableau III du Rapport 266 du CCIR.

Pour les émissions synchronisées, il conviendrait d'utiliser la marge contre les évanouissements correspondant au signal prédominant. Dans les cas où les champs constitutifs utiles sont égaux et où la Note (1) du Tableau III du Rapport 266 du CCIR est applicable à l'un des trajets au moins, on devrait utiliser les valeurs correspondant à des latitudes géomagnétiques $\geqslant 60°$.

---

* Les écarts entre fréquences $\Delta f < -20$ kHz et $\Delta f > +20$ kHz n'ont pas besoin d'être pris en considération.

3.3 *Distribution combinée des évanouissements applicables à des signaux utiles et brouilleurs*

Les marges contre les évanouissements pendant 10% et 90% du temps sont toutes deux de 10 dB, sauf lorsque s'appliquent les dispositions de la note ci-après, auquel cas la valeur à utiliser est de 14 dB.

*Note 1* – Si un point de la partie du grand cercle passant par l'émetteur et le récepteur comprise entre les points directeurs situés à 1000 km de chaque extrémité du trajet atteint une latitude géomagnétique corrigée de 60° ou plus, il faut utiliser les valeurs qui correspondent aux latitudes $\geqslant 60°$.

*Note 2* – Ces valeurs ne concernent que le trajet du signal utile.

*Note 3* – Pour les émissions synchronisées, il convient d'utiliser la marge contre les évanouissements correspondant au signal utile prédominant. Dans les cas où les champs constitutifs utiles sont égaux et où la Note 1 ci-dessus est applicable à l'un des trajets au moins, il convient d'utiliser la valeur de 14 dB pour les déciles.

RECOMMANDATION 598-1 *

# FACTEURS INFLUENÇANT LA COUVERTURE EN RADIODIFFUSION SONORE A MODULATION D'AMPLITUDE DANS LA BANDE 6 (ONDES HECTOMÉTRIQUES)

(Question 44/10, Programme d'études 44F/10)

(1982-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il est impossible d'améliorer au-delà d'une certaine limite, imposée par des facteurs physiques et techniques, la couverture en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude dans une bande de fréquences donnée;

*b)* que l'amélioration de la couverture dans une bande de fréquences donnée correspond à une utilisation plus efficace du spectre radioélectrique;

*c)* que l'amélioration de cette efficacité n'est possible que grâce aux moyens suivants:
- optimalisation de l'efficacité de tous les émetteurs du réseau considéré;
- réduction des effets du brouillage causé par tous les émetteurs du réseau;
- choix d'une largeur de canal appropriée;
- disposition des canaux telle que, dans tout le réseau, le brouillage soit réduit au minimum;

*d)* qu'il est possible de définir un facteur de couverture qui soit représentatif de l'efficacité d'utilisation du spectre radioélectrique;

*e)* que, parmi les facteurs qui influent sur la couverture en radiodiffusion en ondes hectométriques (bande 6), on peut citer:
- le champ minimal utilisable;
- la puissance des émetteurs du réseau;
- les rapports de protection RF;
- la distance entre émetteurs de même canal;
- l'espacement des canaux;
- la largeur de bande à l'émission;
- la propagation des ondes et les facteurs qui influent sur cette propagation;
- la distribution des canaux,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

qu'en ce qui concerne la planification des fréquences et la solution des problèmes d'assignation de fréquence dans la bande 6 (ondes hectométriques), on tire parti des connaissances déjà réunies sur les relations entre les divers facteurs qui influent sur la couverture en radiodiffusion, relations qui sont décrites dans l'Annexe I.

Les informations données dans l'Annexe I ont été obtenues à la suite d'études sur des réseaux réguliers, une distribution linéaire des canaux et en supposant des antennes d'émission équidirectives.

Les aspects d'exploitation de la couverture en radiodiffusion (B.hm) sont exposés dans les Annexes II, III, IV et V.

---

* La présente Recommandation incorpore, dans ses Annexes II à V, le contenu des Rapports 616-3 (Dubrovnik, 1986) et 461 (Dubrovnik, 1986) qui sont, en conséquence, supprimés.

# ANNEXE I

## 1. Introduction

Au cours de la décennie qui a précédé la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques (Régions 1 et 3), (Genève, 1974-1975), les facteurs qui influent sur la couverture en radiodiffusion sonore à ondes hectométriques (bande 6) ainsi que leurs relations ont été abondamment étudiés dans divers pays. Les résultats déjà obtenus jettent une vive lumière sur ce problème complexe et peuvent même être considérés comme apportant une réponse définitive.

Pour des raisons évidentes, les études sont parties du principe qu'étant donné la limitation des bandes attribuées à la radiodiffusion à ondes hectométriques, aucun canal ne pourrait être attribué exclusivement à un émetteur dans le monde entier. Toutefois l'assignation d'un même canal à plusieurs émetteurs supposés suffisamment éloignés l'un de l'autre conduit inévitablement à des problèmes de brouillage dans ce canal.

## 2. Définition du facteur de couverture

On suppose d'abord que, dans une zone infiniment étendue, tous les émetteurs (en nombre indéfini) utilisent la même fréquence et la même puissance $p$ (kW), la distance entre deux émetteurs voisins étant $D$ (km). Dans un tel réseau à un seul canal, la plus forte densité peut être obtenue lorsque trois émetteurs voisins forment un triangle équilatéral de côté $D$ (voir Fig. 1), conditions dans lesquelles l'utilisation du spectre est supposée presque optimale. En présence de bruit et de brouillage dus aux stations environnantes fonctionnant dans le même canal, la portée $R$ (km) de chacun des émetteurs dépend:

- de la fréquence;
- de la propagation qui influe à la fois sur le champ utile $E_w$ et sur les champs brouilleurs $E_i$;
- du champ minimal utilisable ($E_{min}$);
- des rapports de protection en radiofréquence ($a_i$).

La portée est la distance par rapport à l'émetteur utile à laquelle le champ de l'émetteur utile est égal au champ utilisable $E_u$:

$$E_u = E_w = \sqrt{E_{min}^2 + \sum_{i=1}^{n} (E_i \times a_i)^2}$$ (voir le Rapport 945)

*Note* – Lorsque les valeurs du champ ou du rapport de protection sont exprimées en dB(μV/m) ou dB, respectivement, la conversion peut être faite au moyen des formules:

$$\underline{E}\ (\mu V/m) = 10^{\frac{E\ (dB\ (\mu V/m))}{20}} \qquad a = 10^{\frac{A\ (dB)}{20}}$$

En l'absence de bruit, ou lorsque le brouillage est largement prédominant, la zone de couverture ne dépend pas de la puissance d'émission, alors qu'elle en dépend dans le cas contraire.

D'une façon générale, le facteur de couverture $c$ peut être défini comme le rapport de la somme des surfaces $S_n$ couvertes par chaque émetteur de même fréquence sur une zone très étendue, à la surface totale $S$ de la zone:

$$c = \sum S_n/S$$

Pour déterminer le facteur de couverture dans le cas théorique d'un réseau régulier, on subdivise la zone infiniment étendue en zones unitaires, dont chacune se compose de deux triangles équilatéraux correspondant au même canal et ayant un côté commun. Dans ces conditions, chaque zone unitaire correspond à un seul des émetteurs fonctionnant dans le même canal (voir Fig. 1). Le facteur de couverture (par canal) peut alors être défini:

– soit comme le rapport entre la zone de couverture $\pi R^2$ et la zone unitaire $1/2\ \sqrt{3}\ D^2$ (couverture en surface):

$$c = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \left(\frac{R}{D}\right)^2 \times 100 \qquad (\%);$$

– soit comme le rapport du nombre d'habitants des deux zones mentionnées (couverture démographique).

C'est le concept de couverture en surface qui sera retenu dans la suite de la présente Annexe du fait que la notion de couverture démographique ne saurait être utilisée sans des renseignements supplémentaires sur la distribution de la population et qu'en tout état de cause des études générales fondées sur la démographie seraient difficiles à réaliser.

L'influence des canaux restants (par exemple, canaux adjacents, deuxième canal) comme sources potentielles de brouillage devrait également être prise en considération. En principe, dans une zone unitaire, chaque canal ne peut être assigné qu'à un seul émetteur. Selon que l'on désire ou non une couverture identique pour chaque canal, les canaux devraient, soit être répartis sur toute la zone unitaire selon un schéma géométrique régulier et un mode de distribution approprié (par exemple linéaire), soit, dans le cas d'une couverture différente par canal, être distribués autrement, des distances suffisamment grandes étant toutefois maintenues entre les émetteurs qui risqueraient de provoquer ou de subir un brouillage.

Le facteur de couverture $c$ s'exprime normalement en pourcentage. Si la couverture, pour l'ensemble des canaux de la bande 6 (ondes hectométriques) dépasse l'unité (100%), ce nombre représente le nombre moyen des programmes qui peuvent être reçus en tout point de la zone considérée.

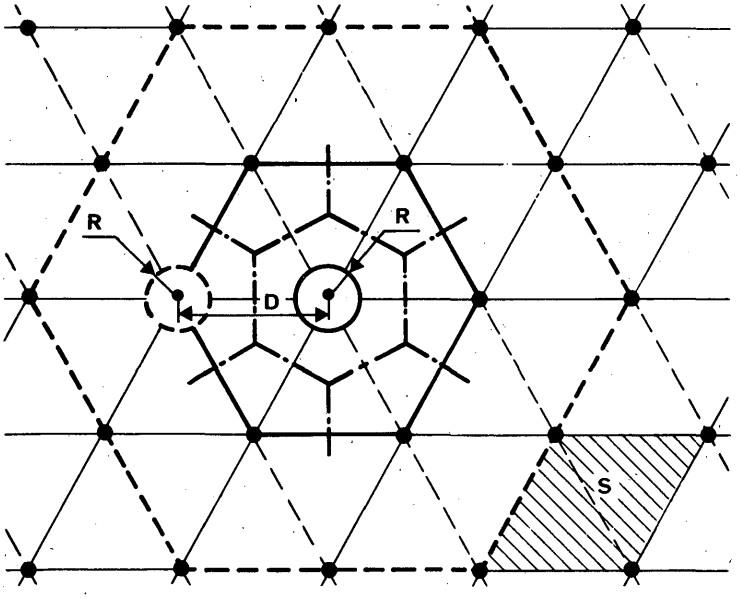



FIGURE 1 – *Réseau d'émetteurs à mailles régulières*

*D*: distance entre émetteurs de même canal
*R*: portée de l'émetteur
*S*: surface unitaire

## 3. Facteur de couverture c, en fonction de la distance D entre les émetteurs de même canal

### 3.1 *Généralités*

Pour établir les courbes indiquant la variation du facteur de couverture $c$ en fonction de la distance $D$ entre émetteurs de même canal pour différentes conditions, on a utilisé deux méthodes différentes A et B. Ces méthodes reposent néanmoins sur des bases communes, qui sont les suivantes:

- émetteurs de même puissance $p$;
- courbes de propagation de l'onde de sol de la Recommandation 368;
- courbes de propagation de l'onde ionosphérique de la Recommandation 435 (type 1) ou du Rapport 575 (type 2);
- rayonnement constant dans tous les azimuts et pour tous les angles de site.

Les deux méthodes A et B diffèrent par les hypothèses suivantes:

*Méthode A (résultats représentés sur la Fig. 2):*

- la puissance reste inchangée ($p$ = 1 kW),
- il n'y a pas de limitation par le bruit ($E_{min} = -\infty$ dB),
- le rapport de protection en radiofréquence $A$ varie de 5 en 5 dB entre 20 dB et 45 dB,
- la conductivité du sol $\sigma$ est de $3 \times 10^{-3}$ S/m.

*Méthode B (résultats représentés sur les Fig. 3 et 4):*

- la puissance $p$ varie, de 5 en 5 dB, entre 1 kW et 1000 kW,
- le champ minimal utilisable est $E_{min}$ = 60 dB($\mu$V/m),
- les rapports de protection en radiofréquence sont $A$ = 40, 30 ou 27 dB,
- les conductivités du sol $\sigma$ sont de $10^{-3}$, $3 \times 10^{-3}$ ou $10^{-2}$ S/m.

En fait, on a aussi étudié pour la méthode B l'emploi rigoureux et systématique des antennes directives. D'après les résultats obtenus, il ne faut pas s'attendre à une amélioration substantielle de l'efficacité d'utilisation du spectre dans de telles conditions. Il ne s'ensuit pas, toutefois, que l'on ne puisse arriver à des résultats intéressants en ayant largement recours à des antennes directives possédant un diagramme de rayonnement horizontal bien adapté aux divers cas particuliers de brouillage et de couverture (voir l'Annexe II).

### 3.2 *Résultats obtenus avec un modèle de Terre plane*

Les courbes des Fig. 2, 3 et 4 sont données à titre d'exemple. Elles montrent de quelle façon le facteur de couverture $c$ pour un même canal et pour une fréquence de 1 MHz dépend de la distance $D$ dans des conditions variables. Elles tiennent compte de l'influence des brouilleurs fonctionnant sur le même canal et situés dans les deux hexagones les plus proches entourant l'émetteur utile (voir Fig. 1). C'est ainsi que le brouillage provenant de dix-huit stations, soit de six stations situées aux distances $D$, $D\sqrt{3}$ et 2 $D$, a été compris dans les calculs. Pour des raisons de symétrie, la zone de couverture a été prise égale à la valeur quadratique moyenne des valeurs obtenues pour deux directions horizontales importantes:

- la direction des brouilleurs distants de $D$ et 2 $D$;
- la direction des brouilleurs distants de $\sqrt{3}\,D$.

En particulier, la Fig. 2 montre les résultats que donne la méthode A; elle est valable lorsque la couverture de l'onde de sol est limitée par le brouillage dû à l'onde ionosphérique et que, en l'absence de bruit, il n'y a aucune influence de la puissance. Le paramètre en fonction duquel sont tracées les courbes est le rapport de protection en radiofréquence $A$. On y trouve aussi l'indication, en dB par rapport à 1 $\mu$V/m, du champ $E_1$ de l'émetteur utile à la limite de la zone de couverture, pour une puissance d'émission de 1 kW avec une antenne verticale courte. Par exemple, les points d'intersection d'une courbe en traits mixtes (points et tirets) tracée pour $E_1$ = 40 dB avec les courbes $c = f(D)$ pour $A$ = 20 dB, correspondant respectivement au brouillage par onde ionosphérique du type 1 (courbe en traits pleins) ou du type 2 (courbe en tirets) montrent que, lorsque la distance entre émetteurs de même canal est $D$ (abscisses des points d'intersection, à savoir respectivement 2800 ou 4800 km) et pour un rapport de protection $A$ de 20 dB, le champ à la limite de la zone, où le rapport de protection RF est supérieur ou égal à 20 dB, est de 0,1 mV/m.

La Fig. 2 montre que:

- le facteur de couverture augmente lorsque le rapport de protection RF diminue, quel que soit le type de propagation de l'onde ionosphérique brouilleuse;
- la forme générale des courbes dépend beaucoup du type de propagation;
- aux distances supérieures à 1500 km environ, le facteur de couverture augmente quand la propagation de l'onde ionosphérique brouilleuse est du type 1;
- le facteur de couverture est largement indépendant de la distance entre émetteurs de même canal quand la propagation est du type 2;
- il n'y a pas de séparation optimale nette entre émetteurs de même canal tant qu'il n'y a pas de limitation par le bruit.

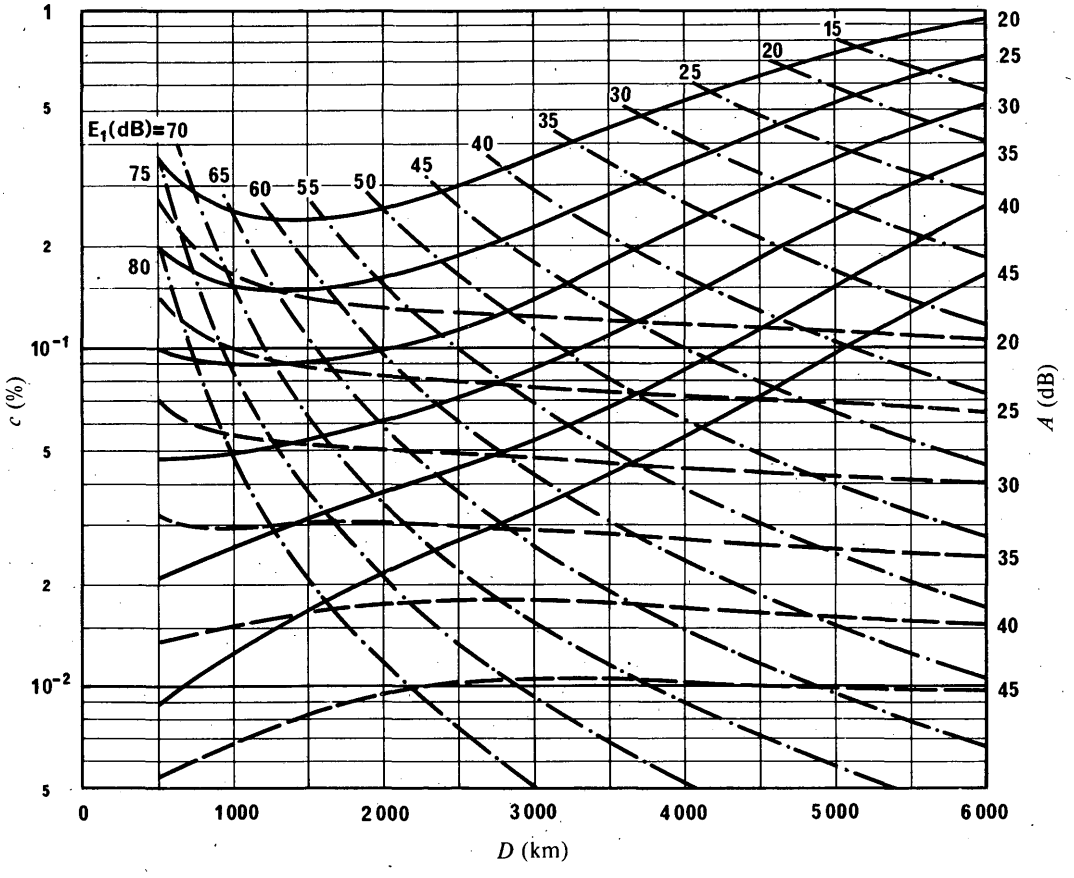



FIGURE 2 – *Facteur de couverture par canal (c) en fonction de la distance entre émetteurs de même canal (D) pour diverses conditions de propagation*

*Paramètres:* – rapport de proctection RF $A$
– champ de l'émetteur utile à la limite de la zone de couverture $E_1$; ($p = 1$ kW)

*Conditions de propagation:*
– signal utile: onde de sol ($\sigma = 3 \times 10^{-3}$ S/m), Recommandation 368
– signaux brouilleurs: onde ionosphérique: type 1 (Recommandation 435)
type 2 (Rapport 575)

Aucune limitation de couverture par le bruit.

Les courbes des Fig. 3 et 4, qui présentent les résultats donnés par la méthode B, montrent l'influence de la puissance $p$ (qui est le paramètre en fonction duquel elles sont tracées) en présence de bruit, et cela pour les trois valeurs du rapport de protection indiquées ci-dessus. Pour faciliter, sur chacune des figures, la comparaison entre les cinq exemples donnés, on a représenté le facteur de couverture en échelle logarithmique. Ces cinq exemples sont les suivants:

- service par onde de sol brouillé par onde de sol (jour): courbes du groupe A;
- service par onde de sol brouillé par onde ionosphérique (nuit) pour les deux types de courbes de propagation ionosphérique considérés: courbes des groupes $B_1$ et $B_2$;
- service par onde ionosphérique brouillé par onde ionosphérique (nuit) pour les deux types de courbes de propagation ionosphérique considérés: courbes des groupes $C_1$ et $C_2$.

Les Fig. 3 et 4 montrent qu'en présence de bruit:

- la distance optimale de séparation entre émetteurs de même fréquence varie considérablement avec la puissance d'émission;
- la distance optimale de séparation est très différente le jour et la nuit;
- la couverture est la plus faible lorsque le service par onde de sol est brouillé par les ondes ionosphériques des émetteurs brouilleurs.

On voit aussi sur les figures que, si la distance entre émetteurs fonctionnant dans le même canal est inférieure à la valeur optimale, le brouillage domine, de sorte qu'une augmentation de puissance n'a qu'une utilité réduite et qu'une réduction de puissance n'entraîne aucune diminution de la couverture.

Lorsque l'onde ionosphérique est du type 1, on peut également voir que:

- la distance optimale de séparation entre émetteurs de même canal n'est pas très différente pour le service nocturne par onde de sol ou par onde ionosphérique;
- pour les émetteurs de grande puissance tout au moins ($p \geqslant 30$ kW), le service par onde ionosphérique donnerait une couverture comparable à celle du service diurne par onde de sol.

Toutefois, les résultats diffèrent notablement lorsque la propagation de l'onde ionosphérique est du type 2. Dans ce cas:

- la distance optimale de séparation entre émetteurs fonctionnant dans le même canal, si elle existe, varie notablement, de nuit, pour le service par onde de sol et le service par onde ionosphérique;
- la couverture par onde ionosphérique est plus ou moins inférieure à celle de l'onde de sol pendant le jour.

Enfin, selon la valeur de la conductivité du sol, la couverture de l'onde de sol pendant la nuit peut augmenter aux petites distances à mesure que la distance entre les émetteurs de même canal diminue. Il en résulte une couverture plus étendue pour des distances réduites entre émetteurs de même canal, alors que les portées de service sont réduites à quelques kilomètres seulement.

L'influence exercée sur la couverture par le rapport de protection RF peut se déduire des Fig. 3a et 3b, tandis qu'une comparaison entre les Fig. 3b, 4a et 4b permet de déterminer l'influence de la conductivité du sol.

Comme on pouvait s'y attendre, une augmentation du rapport de protection se traduit par une diminution de la couverture, diminution qui peut être compensée au moins partiellement si l'on augmente la distance qui sépare les émetteurs de même canal. Cette perte de couverture est particulièrement prononcée dans le cas du service par onde ionosphérique obtenu pendant la nuit avec les courbes du type 2.

De façon similaire, une diminution de la conductivité du sol se traduit par une diminution de la couverture de l'onde de sol tant de jour que de nuit. Cet effet peut être atténué en partie si l'on réduit la distance entre émetteurs de même canal, mais cela uniquement de jour. La conductivité du sol n'exerce bien entendu aucune influence sur la couverture de l'onde ionosphérique.

### 3.3 *Résultats obtenus avec un modèle de Terre sphérique*

En cas de brouillage par onde ionosphérique soit du service par onde de sol, soit du service par onde ionosphérique, les distances les plus appropriées entre émetteurs de même canal sont de l'ordre du rayon de la Terre, de sorte qu'il faut tenir compte de la sphéricité de la Terre. C'est ce qui a été fait dans le document de référence [Eden et Minne, 1969] où seul a été étudié le cas du service par onde de sol et où l'on a tenu compte du brouillage éventuel dû aux émetteurs de même canal les plus proches, tous séparés par des distances égales.

On a essayé de couvrir une sphère par un réseau de triangles sphériques équilatéraux. On peut montrer que ce résultat peut s'obtenir en remplaçant, en première approximation, la sphère par un polyèdre. Le tétraèdre, l'octaèdre et l'icosaèdre donnent respectivement des surfaces formées de 4, 8 et 20 triangles équilatéraux. Ces triangles peuvent être développés sur une surface plane et l'on peut alors appliquer sans difficulté une répartition linéaire des canaux.

Toutefois, lorsqu'on reconstitue le polyèdre, certains triangles ont des côtés ou des sommets communs avec d'autres triangles dont ils étaient séparés dans le développement en plan. Dans ces groupes de triangles, la répartition des canaux n'est plus nécessairement linéaire, d'où des restrictions dans l'utilisation des canaux figurant dans ces triangles. La proportion maximale des triangles inutilisables par rapport au nombre total sera au maximum de 40% dans le cas de l'icosaèdre, de 25% dans le cas de l'octaèdre et de 50% dans le cas du tétraèdre. Par contre, on peut, dans la majorité des cas, ne pas tenir compte de ces triangles, car les terres n'occupent qu'un tiers de la surface du globe terrestre. Il est, par conséquent, toujours possible d'utiliser les résultats obtenus à l'aide d'un réseau sur surface plane.

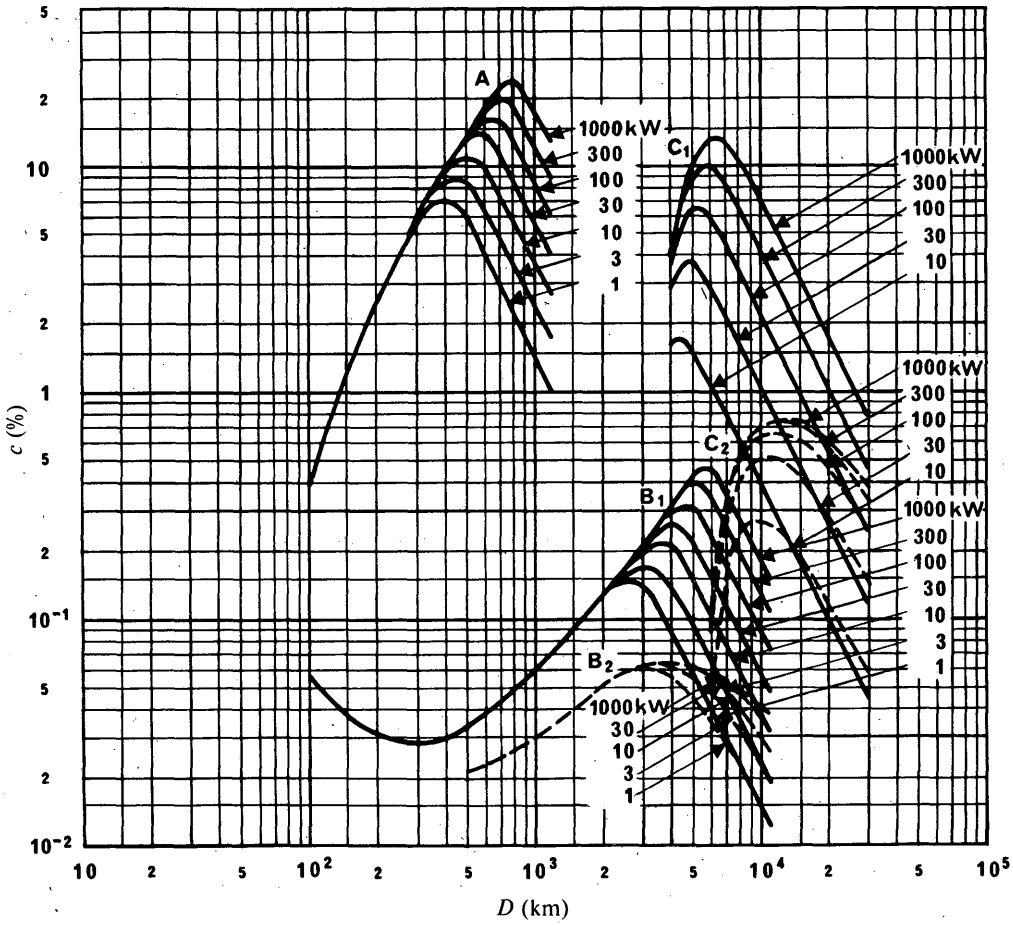



FIGURE 3a – *Facteur de couverture par canal (c) en fonction de la distance entre émetteurs de même canal (D) pour diverses conditions de propagation*

*Paramètre:* p.a.r.v. de l'émetteur $p$ (kW) (constante pour tous les angles de site)

*Familles de courbes* ($f$ = 1 MHz):

A: service par onde de sol, conditions de jour
B: service par onde de sol, conditions de nuit
C: service par onde ionosphérique, conditions de nuit

*Conditions de propagation:*

- onde de sol: Recommandation 368
- onde ionosphérique: type 1 (index 1): Recommandation 435
  type 2 (index 2): Rapport 575

Champ minimal utilisable: $E_{min}$ = 60 dB(μV/m)
Conductivité du sol: σ = $10^{-2}$ S/m
Rapport de protection: $A$ = 40 dB

Si l'on suppose que, pour couvrir les terres émergées, 50% des triangles seront effectivement employés, et si l'on tient compte du fait que deux surfaces triangulaires portent chacune le nombre total des canaux disponibles, il est dès lors évident que chaque canal peut être utilisé un nombre de fois égal au quart du nombre des triangles. Il est intéressant de remarquer que cette restriction dans l'emploi de chaque canal est attribuable exclusivement à la dimension et aux caractéristiques de la surface terrestre et que les distances entre émetteurs de même canal résultant du choix du polyèdre seront d'environ 12 740 km, 10 000 km et 7050 km pour le tétraèdre, l'octaèdre et l'icosaèdre, respectivement. Il est possible d'arriver à réduire les distances entre émetteurs de même canal et, par voie de conséquence, à augmenter le nombre de ces émetteurs en subdivisant les triangles sphériques équilatéraux en triangles plus petits qui, néanmoins, ne seront plus équilatéraux sauf après développement en plan.

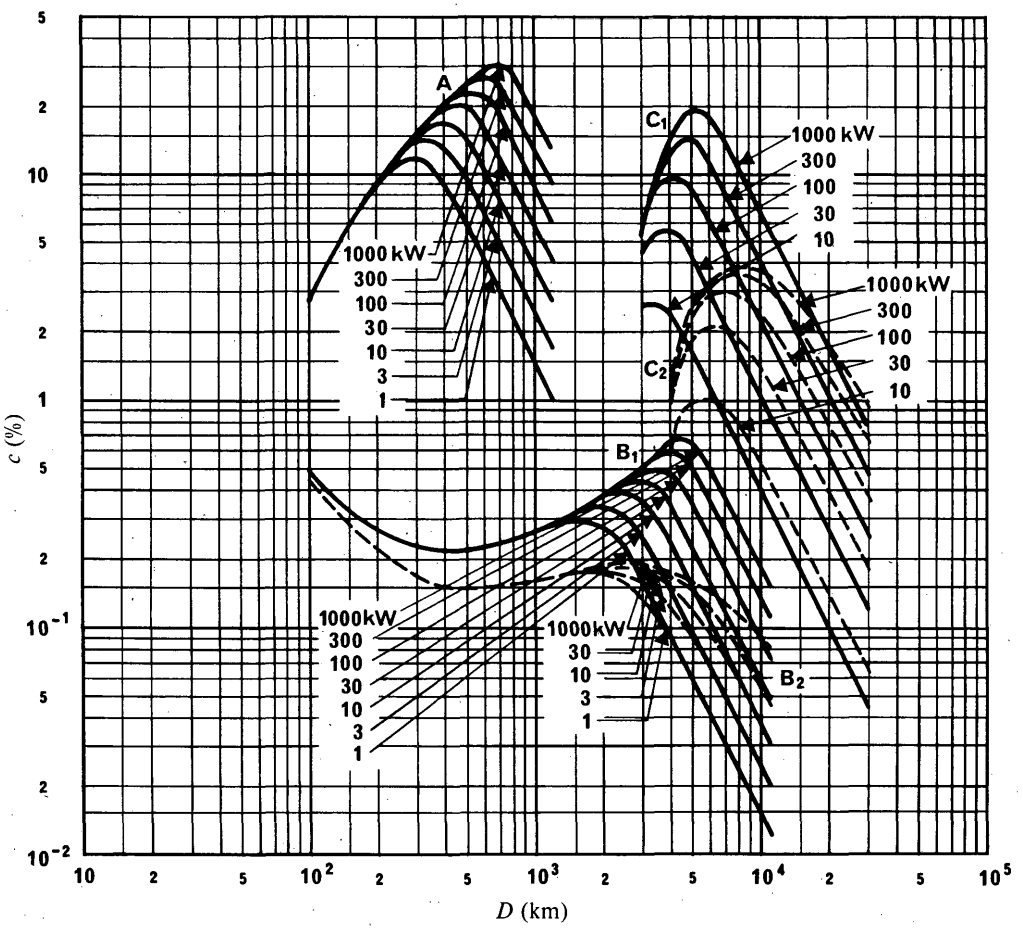



FIGURE 3b – *Facteur de couverture par canal (c) en fonction de la distance entre émetteurs de même canal (D) pour diverses conditions de propagation*

*Paramètre:* p.a.r.v. de l'émetteur, $p$ (kW) (constante pour tous les angles de site)

*Familles de courbes* ($f$ = 1 MHz):

A: service par onde de sol, conditions de jour
B: service par onde de sol, conditions de nuit
C: service par onde ionosphérique, conditions de nuit

*Conditions de propagation:*

- onde de sol: Recommandation 368
- onde ionosphérique: type 1 (index 1): Recommandation 435
  type 2 (index 2): Rapport 575

Champ minimal utilisable: $E_{min}$ = 60 dB(μV/m)
Conductivité du sol: σ = $10^{-2}$ S/m
Rapport de protection: $A$ = 30 dB

On peut maintenant présenter le résultat final sous forme d'un diagramme unique illustrant la relation entre:

- le nombre d'émetteurs $b$ de même canal;
- la distance $D$ entre ces émetteurs;
- la puissance d'émission $P$ nécessaire;
- le facteur de couverture $c$ qui peut être obtenu.

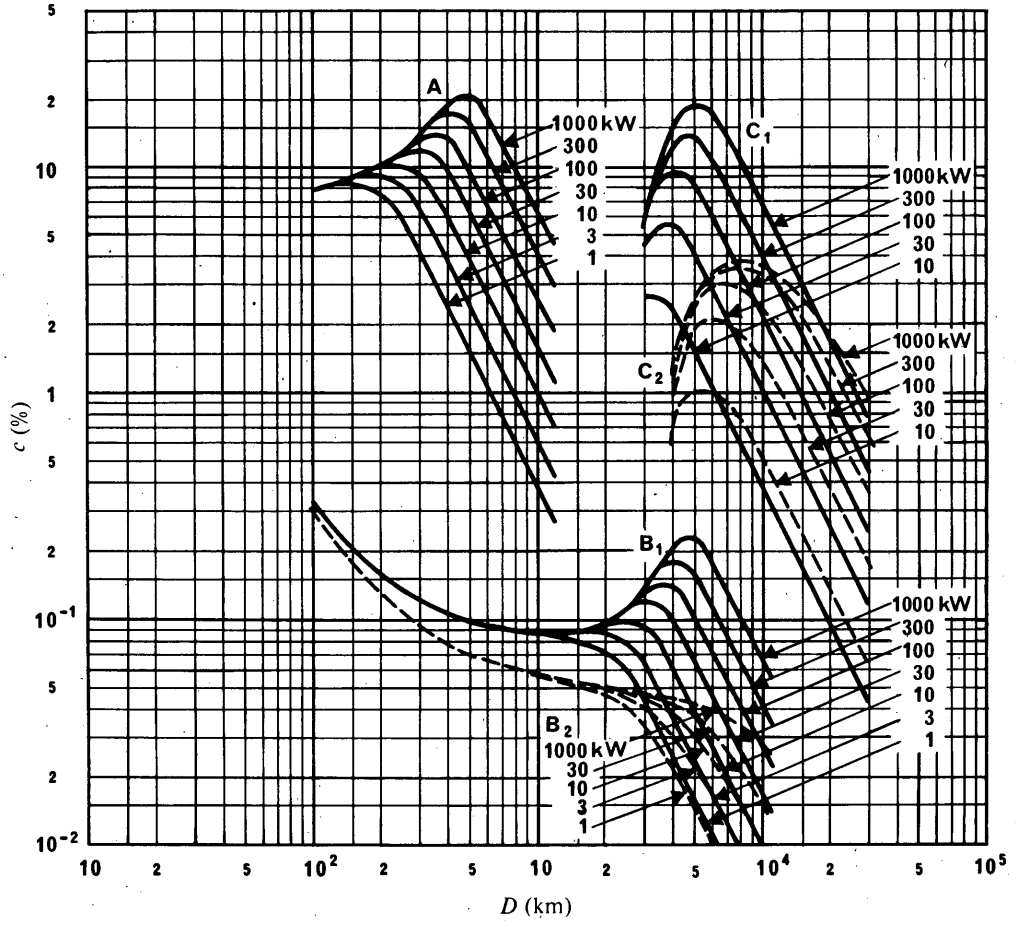



FIGURE 4a – *Facteur de couverture par canal (c) en fonction de la distance entre émetteurs de même canal (D) pour diverses conditions de propagation*

*Paramètre:* p.a.r.v. de l'émetteur, $p$ (kW) (constante pour tous les angles de site)

*Familles de courbes* ($f$ = 1 MHz):

A: service par onde de sol, conditions de jour
B: service par onde de sol, conditions de nuit
C: service par onde ionosphérique, conditions de nuit

*Conditions de propagation:*

- **onde de sol: Recommandation 368**
- **onde ionosphérique: type 1 (index 1): Recommandation 435**
  **type 2 (index 2): Rapport 575**

Champ minimal utilisable: $E_{min}$ = 60 dB(μV/m)
Conductivité du sol: $\sigma = 3 \times 10^{-3}$ S/m
Rapport de protection: $A$ = 30 dB

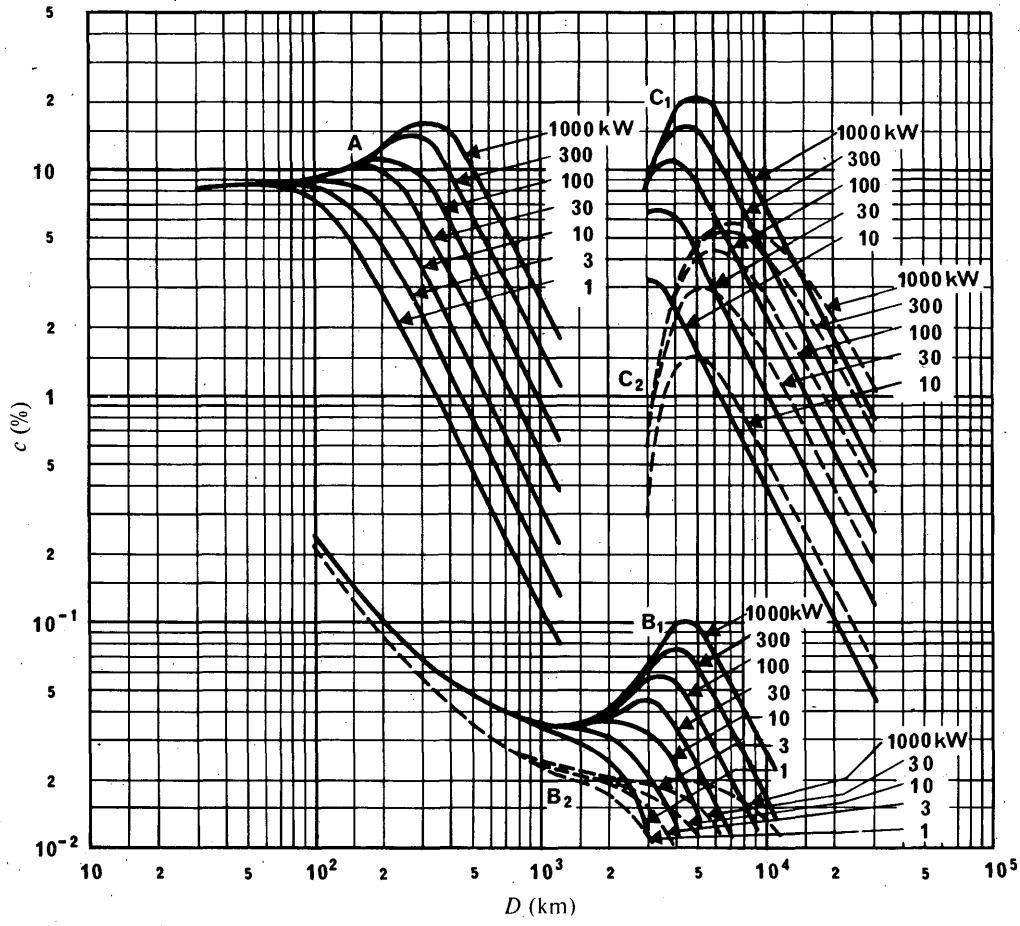



FIGURE 4b – *Facteur de couverture par canal (c) en fonction de la distance entre émetteurs de même canal (D) pour diverses conditions de propagation*

*Paramètre:* p.a.r.v. de l'émetteur, $p$ (kW) (constante pour tous les angles de site)

*Familles de courbes* ($f$ = 1 MHz):

A: service par onde de sol, conditions de jour
B: service par onde de sol, conditions de nuit
C: service par onde ionosphérique, conditions de nuit

*Conditions de propagation:*

- onde de sol: Recommandation 368
- onde ionosphérique: type 1 (index 1): Recommandation 435
  type 2 (index 2): Rapport 575

Champ minimal utilisable: $E_{min}$ = 60 dB(μV/m)
Conductivité du sol: $\sigma = 10^{-3}$ S/m
Rapport de protection: $A$ = 27 dB

Ce résultat est présenté sur la Fig. 5. On notera que la valeur absolue fixée pour l'un quelconque de ces paramètres détermine la valeur de tous les autres. En se référant à la Fig. 5, on ne doit pas perdre de vue le fait qu'elle ne peut donner qu'une idée approximative des relations en cause.

Dans une autre étude, on a calculé l'influence du rapport de protection RF sur le facteur de couverture en partant des mêmes hypothèses que celles posées précédemment. Les résultats sont représentés sur la Fig. 6 où l'on voit que le facteur de couverture augmente plus rapidement en sens inverse de la valeur de ce rapport de protection lorsque la distance entre émetteurs fonctionnant dans le même canal est relativement faible. Ainsi, pour une distance de 3000 km, le facteur de couverture est 100 fois plus élevé lorsque le rapport de protection en radiofréquence a la valeur 20 dB au lieu de 40 dB.

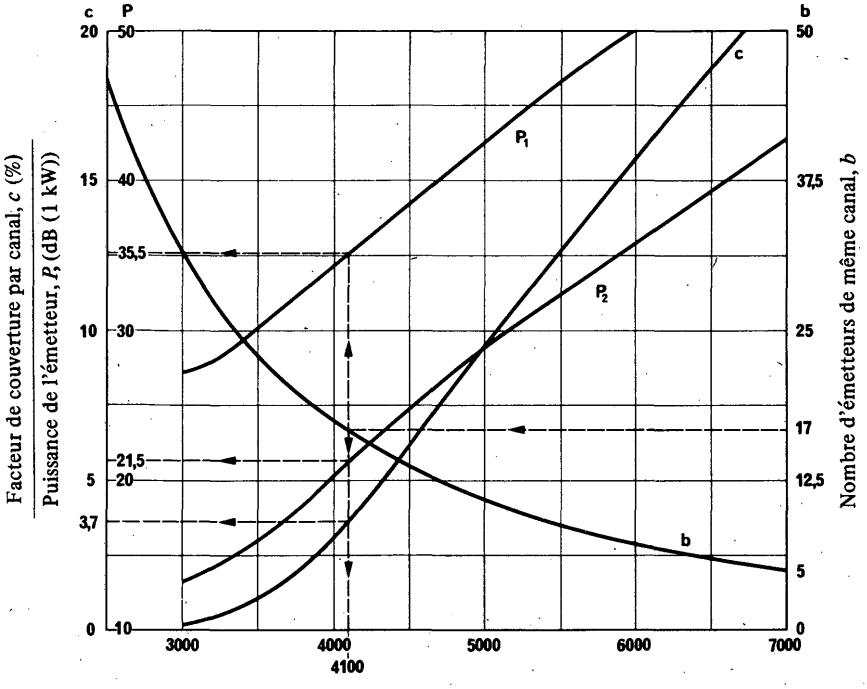



FIGURE 5 – *Nombre d'émetteurs b, puissance de l'émetteur P et facteur de couverture par émetteur c, en fonction de la distance entre émetteurs de même fréquence, D*

Courbes $P_1$ : puissance de l'émetteur (dB (1 kW)) pour $E_{min}$ = 74 dB(μV/m)
$P_2$ : puissance de l'émetteur (dB (1 kW)) pour $E_{min}$ = 60 dB(μV/m)
$b$ : nombre d'émetteurs de même fréquence
$c$ : facteur de couverture par canal (%)
Rapport de protection en radiofréquence: 40 dB
Fréquence, $f$: 1 MHz

*Exemple:*

Si le nombre d'émetteurs qui partagent le même canal est $b$ = 17, la distance entre émetteurs de ce canal est $D$ = 4100 km, le facteur de couverture par canal est $c$ = 3,7% et la p.a.r.v. de chaque émetteur pour que la couverture soit limitée par les brouillages (plutôt que par le bruit) est:

$P$ = 21,5 dB (1 kW) pour $E_{min}$ = 60 dB(μV/m)
ou
$P$ = 35,5 dB (1 kW) pour $E_{min}$ = 74 dB(μV/m)

## 4. Facteur de couverture en fonction de l'espacement des canaux

L'influence de l'espacement des canaux en ondes hectométriques sur la couverture de nuit, par onde de sol et par onde ionosphérique, a été étudiée par l'UER et au Japon pour des espacements compris entre 5 et 10 kHz. Ces études étaient fondées sur des distributions régulières de canaux et sur la courbe du rapport de protection RF de la Recommandation 560. De plus, on a admis que le nombre d'émetteurs $N$ sur une surface donnée reste constant lorsqu'on fait varier l'espacement des canaux et l'on a pris en considération l'ensemble des Zones européenne et africaine de radiodiffusion, ce qui représente une aire d'environ 42 × $10^6$ km$^2$. Des études semblables ont été faites en URSS [Schlüger, 1975], mais fondées sur une courbe du rapport de protection RF obtenue en partant de récepteurs de haute qualité à bande passante réglable, très répandus en URSS [Kokorev, 1976]. La couverture totale a été calculée dans diverses hypothèses et certains des résultats obtenus par l'UER et au Japon sont présentés sur la Fig. 7 (service par onde de sol) et sur la Fig. 8 (service par onde ionosphérique); le facteur de couverture y est représenté en fonction de l'espacement des canaux entre les limites indiquées et pour diverses valeurs du nombre total des assignations de fréquences.

On voit sur les Fig. 7 et 8 que la couverture maximale est obtenue avec un espacement des canaux d'environ 8 kHz et qu'elle ne dépend pratiquement pas des hypothèses de départ, puisqu'elle est indépendante en particulier du nombre d'assignations dans la zone considérée. Cependant, si la valeur absolue de la couverture ne dépend pas étroitement du nombre d'assignations dans le cas du service par onde de sol (Fig. 7), elle en dépend fortement dans le cas du service par onde ionosphérique (Fig. 8).

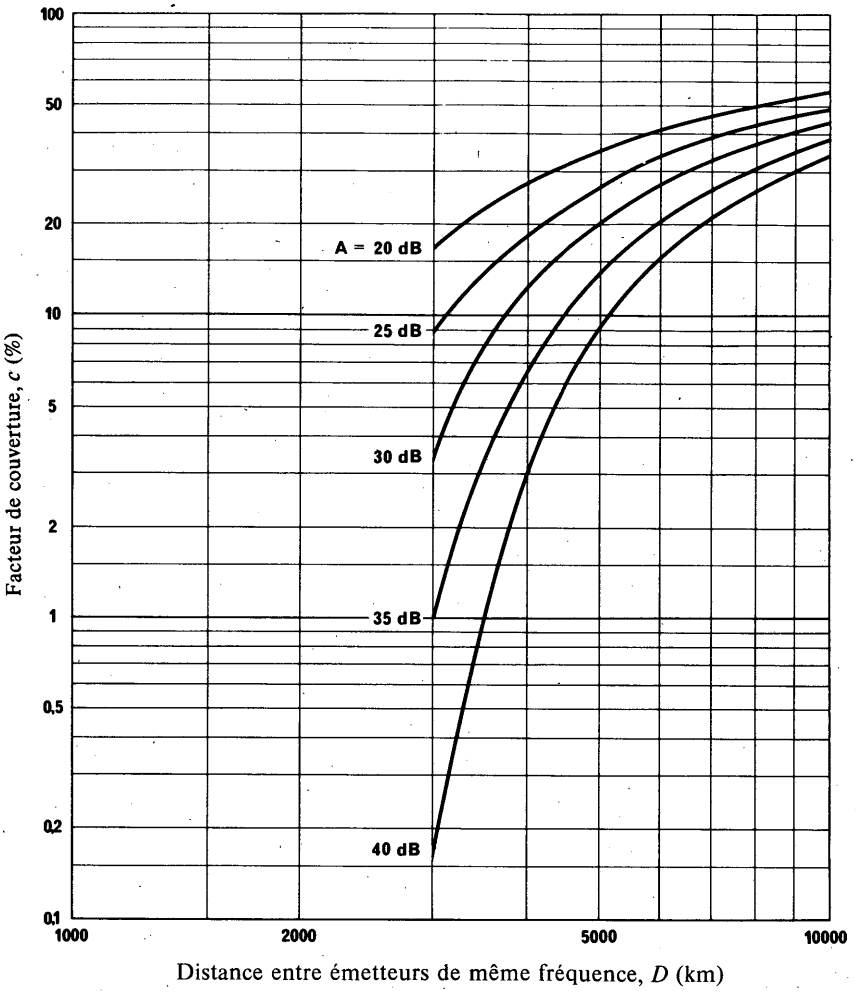



FIGURE 6 – *Facteur de couverture, c, dans le cas d'une Terre sphérique, en fonction de la distance, D, entre émetteurs de même canal avec, comme paramètre, le rapport de protection en radiofréquence, A*

Fréquence: 1 MHz

Les résultats obtenus en URSS indiquent qu'il y a lieu de s'attendre à une couverture maximale pour un espacement des canaux de l'ordre de 9 kHz. Les bases techniques des études effectuées dans les diverses parties du monde étant presque identiques, sauf pour ce qui est de la courbe du rapport de protection RF, il est évident que la différence entre les résultats tient uniquement à la différence de forme des courbes utilisées pour le rapport de protection RF.

Le fait qu'il y ait une seule valeur optimale spécifique pour les deux jeux de conditions de base, à savoir 8 kHz d'un côté et 9 kHz de l'autre, s'explique mieux par la Fig. 9.

Si dans la bande 6 (ondes hectométriques), il faut $N$ assignations de fréquence pour des émetteurs (ou groupes d'émetteurs synchronisés) sur une surface donnée $S$ et si l'on ne tient compte que des brouillages dans le même canal, on peut améliorer la couverture en réduisant l'espacement des canaux, ce qui permettra d'augmenter le nombre des canaux disponibles. Il est évident que, dans ce cas, la distance moyenne entre émetteurs de même canal augmentera également (courbe A de la Fig. 9) et que, de cette façon, on pourra réduire les brouillages. Dans ces conditions, de faibles valeurs de l'espacement des canaux seront préférables.

Par contre, si l'on tient compte des brouillages par le canal adjacent sans faire varier les autres facteurs, les brouillages augmentent et, par conséquent, la couverture diminue lorsque l'espacement des canaux diminue (courbe B de la Fig. 9). Des valeurs plus élevées pour l'espacement des canaux sont donc préférables dans ce cas.

En pratique, il faut tenir compte de ces deux types de brouillage et il est évident que la courbe de couverture en fonction de l'espacement des porteuses se situera au-dessous des deux courbes considérées plus haut.

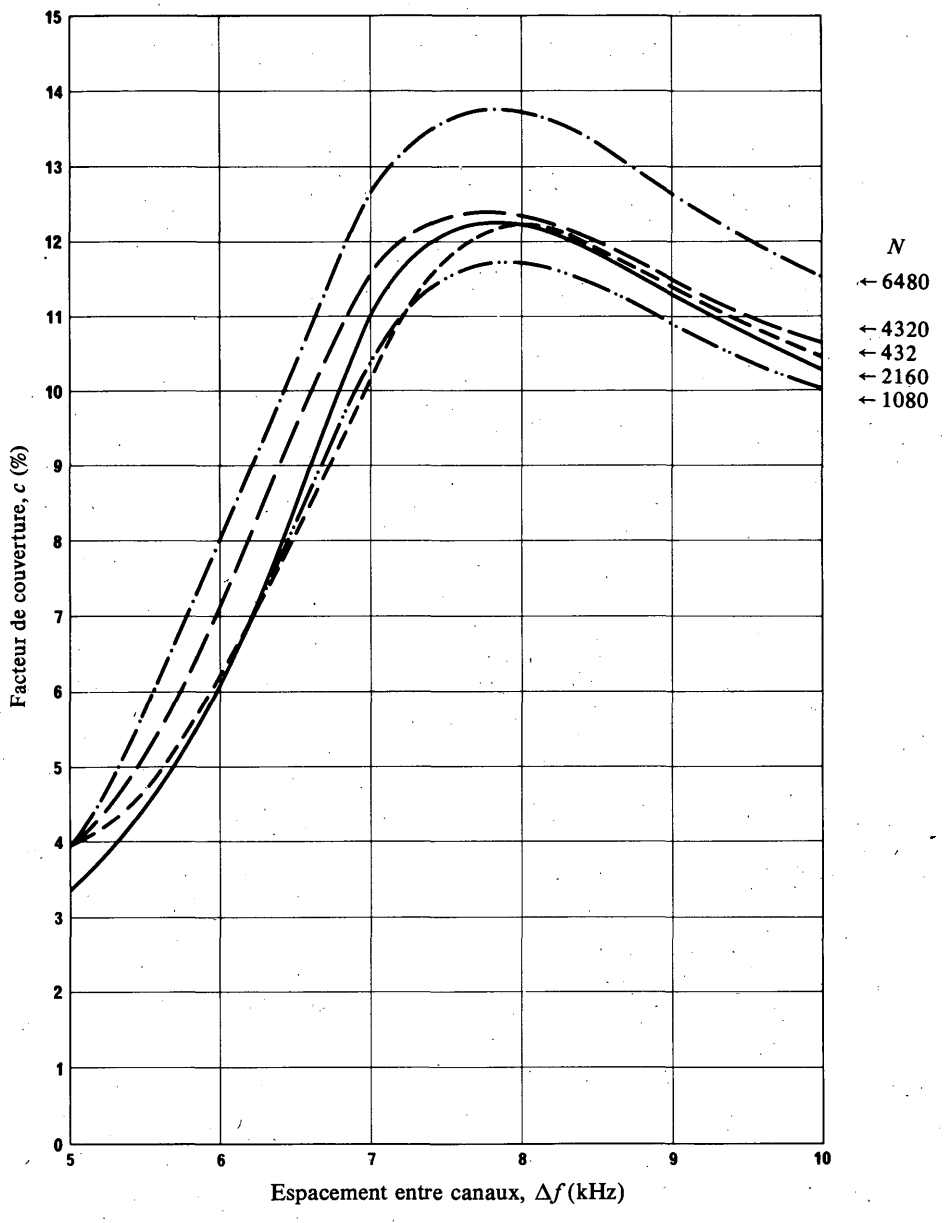



FIGURE 7 – *Couverture, c, réalisable dans la bande d'ondes hectométriques (1080 kHz) avec N stations dans une zone de 42 × 10⁶ km² par un service à onde directe pendant la nuit*

*Courbe de propagation utilisée*

| | |
|---|---|
| Onde de sol: | Recommandation 368 ($\sigma = 3 \times 10^{-3}$ S/m) à 1 MHz |
| Onde ionosphérique: | Rapport 575 (Kyoto, 1978) |
| Rapport de protection, $A$: | 26 dB |
| Courbe du rapport de protection pour le canal adjacent: | Recommandation 560, courbe A |

En outre, étant donné l'allure des deux courbes limites, il est très probable que la courbe représentant la couverture résultante présentera un maximum. De fait, on peut observer un maximum (courbe C de la Fig. 9) bien que celui-ci soit relativement plat.

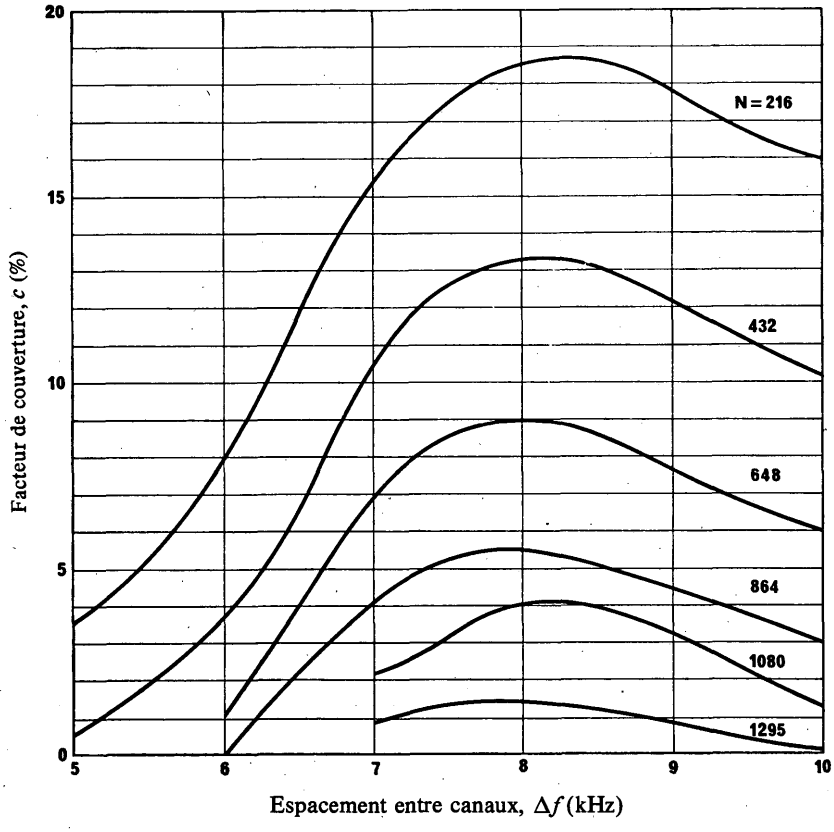



FIGURE 8 – *Couverture, c, en surface par onde indirecte, réalisable avec tous les canaux dans la bande 6 (ondes hectométriques)*

Paramètre: nombre d'assignations de fréquence, $N$

Hypothèses de base:
- surface totale: $42 \times 10^6$ km$^2$
- rapports de protection dans le même canal pour le champ médian: 27 dB
- rapports de protection relatifs: courbes de la Recommandation 560
- chaque émetteur utile est brouillé par trois émetteurs dans le même canal et trois dans le canal adjacent
- courbes de propagation par onde indirecte:
  - signal utile: Rapport 575 (Kyoto, 1978)
  - signal brouilleur: Rapport 575, note en regard de l'équation (4) [Eden et Minne, 1973]

Il résulte d'une autre étude que l'espacement optimal des canaux assurant une couverture maximale dépend principalement de la courbe des rapports de protection RF et, plus précisément, correspond en gros à une valeur de l'ordre de $A_{rel} = -20$ dB. Par conséquent, les résultats différents obtenus dans diverses parties du monde ne sont nullement discordants et l'on peut au contraire dire que, dans une certaine mesure, ils confirment l'utilité de cette étude supplémentaire.

La série des courbes représentées sur la Fig. 10 apporte une méthode simple mais efficace pour la détermination de l'espacement optimal des canaux pour une courbe des rapports de protection RF donnée. Le facteur de couverture y est représenté en fonction de l'espacement des canaux, compte tenu des brouillages dans le même canal et par le canal adjacent. Dans ce cas particulier, cependant, les valeurs du rapport de protection pour le canal adjacent sont utilisées comme un paramètre indépendant de l'espacement des canaux. Ainsi, les courbes de cette Fig. 10 peuvent servir aux fins envisagées en connexion avec la Fig. 1 de la Recommandation 560 ou avec n'importe quelle autre courbe représentant le rapport de protection RF relatif. Si, pour chaque espacement des canaux, on fait sur la Fig. 10 une marque, par exemple au moyen d'un petit cercle, sur la courbe représentant le rapport de protection RF relatif (ce qui a été fait sur la Fig. 10 pour la courbe C de la Recommandation 560) ou au moyen d'un petit carré (représentant les valeurs du rapport de protection RF relatif obtenues à partir des récepteurs de haute qualité à large bande passante utilisés en URSS), la série de ces petits cercles ou de ces petits carrés fera ressortir la dépendance qui existe réellement entre le facteur de couverture et l'espacement des canaux et indiquera, en fait, comme on peut le voir sur la figure, qu'une valeur maximale est atteinte pour un espacement d'environ 8 ou 9 kHz selon le cas.

On ne doit cependant pas oublier que les résultats montrant la supériorité d'une valeur particulière de l'espacement des canaux ont été obtenus lors d'études fondées sur un réseau d'émetteurs à mailles régulières et sur des distributions linéaires des canaux. Si, en particulier, la distance entre émetteurs fonctionnant dans des canaux adjacents varie largement dans toute la zone de planification, et s'il y a souvent entre ces émetteurs des distances relativement faibles, l'effet des brouillages par le canal adjacent sera plus important que dans le cas théorique. En pareil cas, on pourra être amené à choisir des espacements des canaux supérieurs à la valeur optimale théorique.

## 5. Conclusions

La couverture que l'on peut obtenir en ondes hectométriques (bande 6) est déterminée principalement par la distance qui sépare deux émetteurs partageant le même canal et par l'espacement entre canaux adjacents.

La distance optimale entre émetteurs de même canal dépend de nombreux facteurs qui sont: la fréquence, la puissance du réseau d'émetteurs, le rapport de protection RF, le champ minimal utilisable et les caractéristiques de propagation de l'onde de sol et de l'onde ionosphérique, selon le cas. Le choix d'une distance adéquate entre émetteurs de même canal est immédiatement et radicalement déterminant pour le nombre des émetteurs qui pourront fonctionner sur le même canal, et inversement. Cette relation est illustrée, en particulier, sur la Fig. 5.

La valeur optimale de l'espacement des canaux dépend de la courbe du rapport de protection RF relatif, considérée comme représentative des émetteurs fonctionnant dans la zone de planification.

On notera cependant que la couverture peut être améliorée bien au-delà des limites calculées dans cette Annexe par les moyens suivants (voir l'Annexe II):

- l'emploi d'antennes d'émission directives bien adaptées à la situation particulière;
- l'emploi de réseaux d'émetteurs synchronisés;
- des puissances d'émission soigneusement choisies en fonction de chaque cas particulier.

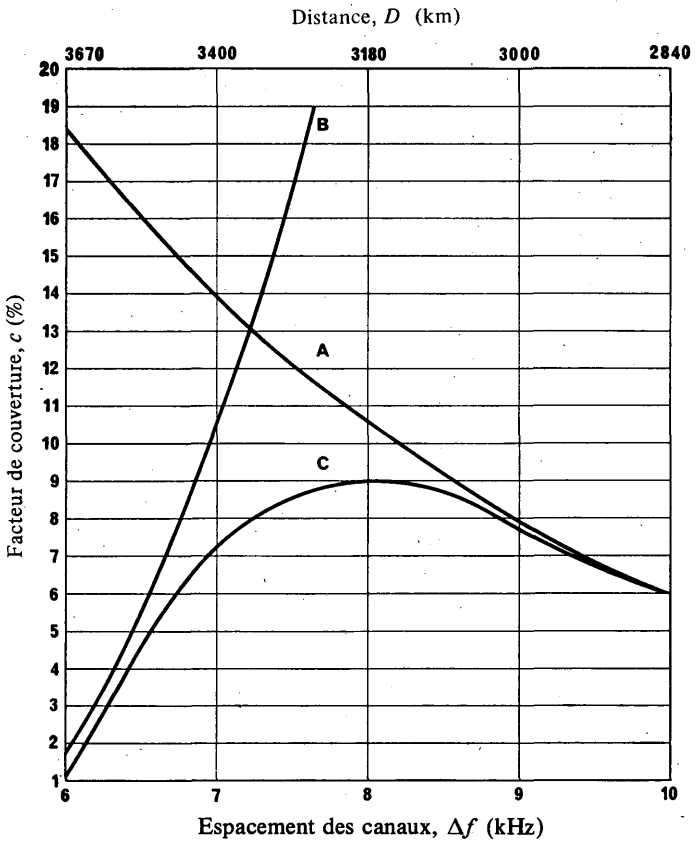



FIGURE 9 – *Courbes limites du facteur de couverture (rapport de protection en radiofréquence: 27 dB)*

Courbe A: couverture réalisable en présence de brouillage dans le même canal (trois émetteurs)

Courbe B: couverture réalisable en présence de brouillage provenant d'un canal adjacent (trois émetteurs)

Courbe C: couverture réalisable quand les deux types de brouillage sont pris en considération

Rapport de protection, $A = 27$ dB

Nombre d'assignations de fréquence, $N = 648$

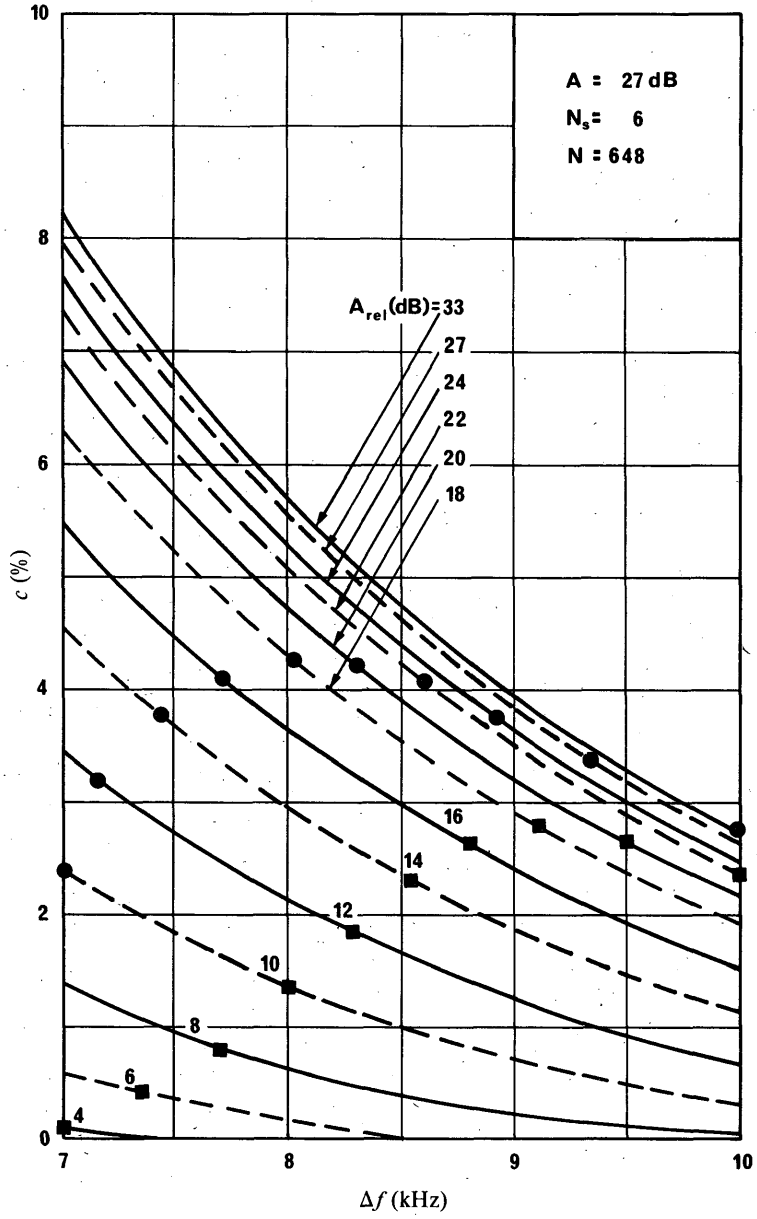



FIGURE 10 – *Facteur de couverture (c) en fonction de l'espacement des canaux*

Paramètre: rapport de protection RF relatif ($A_{rel}$)

● : valeur particulière de $A_{rel}$, voir la Recommandation 560, Fig. 1, courbe C

■ : valeur particulière de $A_{rel}$, voir [Kokorev, 1976], Fig. 2

$N$ : nombre total d'assignations de fréquence

$N_S$ : nombre de groupes d'émetteurs brouilleurs, consistant chacun en un émetteur fonctionnant dans le même canal et un émetteur fonctionnant dans le canal adjacent

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EDEN, H. et MINNE, D. [juin 1969] Couverture réalisable en ondes hectométriques par des réseaux d'émetteurs plans et sphériques. *Rev. de l'UER*, **115-A**, 109-120.

EDEN, H. et MINNE, D. [décembre 1973] La couverture en radiodiffusion dans les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques. *Rev. de l'UER* (Technique), **142**, 262-272.

KOKOREV, A. W. [1976] Choice of adjacent-channel protection ratios in LF/MF broadcasting networks. NIIR Proc., **4**.

SCHLÜGER, I. S. [1975] Choice of the separation between carrier frequencies in the LF/MF bands. *Elektrosviaz*, **3**, 15-17, Moscou, URSS.

BIBLIOGRAPHIE

SHAMSHIN, V. A. et SCHLÜGER, I. S. [octobre 1975] Rapport de protection dans le canal adjacent en radiodiffusion sonore dans les bandes kilométriques et hectométriques (150-1605 kHz). *J. des Télécomm.*, Vol. 42, **X**, 606-607.

UER [mai 1974] Paramètres techniques de la radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. Doc. Tech. 3206.

## ANNEXE II

### ASPECTS D'EXPLOITATION DE LA COUVERTURE EN RADIODIFFUSION (B.hm)

**1. Couverture diurne**

Les résultats suivants sont fondés sur les courbes de propagation de l'onde de sol données dans la Recommandation 368.

Du fait de l'absorption importante de l'onde ionosphérique pendant la journée, seule l'onde de sol est utilisable. Le rayon de couverture (voir l'Annexe III) dépend de la fréquence et des caractéristiques électriques du sol à l'intérieur de la zone de couverture; pour les puissances d'émission élevées, ce rayon est de l'ordre de 100 km. Un réseau d'émetteurs optimalisé pour la couverture diurne peut être établi avec des distances très faibles entre émetteurs de même canal, c'est-à-dire avec une densité d'émetteurs considérablement plus élevée que la densité actuelle. Par exemple, pour une distance moyenne de 500 km environ entre émetteurs fonctionnant dans un même canal, un réseau d'émetteurs exploité de jour conduirait à la desserte de la totalité du territoire avec environ dix programmes et une bonne qualité de réception.

La couverture pendant la journée ne pose donc pas de problèmes du point de vue technique.

**2. Couverture nocturne**

Au crépuscule, l'absorption de l'onde ionosphérique est très réduite et, à des distances de plusieurs milliers de kilomètres, des champs élevés apparaissent durant une période d'une ou de deux heures. Il en résulte des brouillages qui limitent la zone de couverture par onde de sol. On considère l'onde ionosphérique comme constituant surtout une source de brouillage et ce n'est que dans des cas spéciaux que l'emploi systématique de cette onde a été envisagé.

Pendant la nuit, la présence de l'onde ionosphérique pose des problèmes techniques complexes et oblige à une planification s'étendant à de très grandes zones, sur la base des accords internationaux.

Pour avoir un bon apérçu des possibilités de programmes radiophoniques en ondes hectométriques dans diverses hypothèses de base, on a fait, dans le cadre de l'UER, un grand nombre d'exercices de répartition de fréquences et on a calculé les facteurs de couverture obtenus. Les études ont été faites pour des régions géographiques données, en particulier pour les zones de radiodiffusion européenne et africaine.

Pour ces exercices, on a pris en considération des émetteurs assez uniformément répartis dont la puissance identique est rayonnée par une antenne équidirective, mais dont les emplacements coïncident avec les emplacements réels ou prévus en Europe et en Afrique. Les zones de couverture ont été calculées par une méthode statistique, en tenant compte uniquement des brouillages dus aux autres émetteurs. Cette méthode de calcul permet de comparer valablement les résultats obtenus pour deux exercices différents, mais on ne devrait pas utiliser sans précaution les valeurs absolues des résultats.

Les calculs ont été effectués en utilisant différentes valeurs du rapport de protection en radiofréquence (tel que défini dans la Recommandation 638). Ces valeurs du rapport de protection correspondent évidemment à des qualités de service différentes. Il va de soi que les zones de couverture ainsi calculées sont d'autant plus grandes que le rapport de protection est plus faible. L'augmentation de la zone de couverture, lorsque le rapport de protection (c'est-à-dire la qualité du service) diminue, ne signifie pas que l'on obtiendra ainsi de meilleures conditions d'écoute: celles-ci ne dépendent pas du rapport de protection, mais uniquement de la puissance et de la disposition des émetteurs brouilleurs.

Il convient de noter que, si l'on compare les résultats de deux exercices différents, il peut y avoir des différences plus ou moins prononcées suivant le rapport de protection radiofréquence, c'est-à-dire la qualité de service recherchée. C'est pourquoi les résultats des calculs ne doivent pas être discutés sans indication de la qualité de service correspondante.

Enfin, il est bon de rappeler qu'on a utilisé dans les calculs des données statistiques de propagation. En particulier, on a choisi des courbes de prévision du champ ionosphérique qui représentent des valeurs médianes (c'est-à-dire pendant 50% du temps) pour une fréquence moyenne de 1000 kHz.

On peut donc supposer que les résultats obtenus représentent la situation moyenne pour l'ensemble de la bande hectométrique.

Quelques-uns de ces résultats sont résumés ci-après.

## 2.1 *Couverture nocturne par onde de sol*

La couverture globale obtenue par onde de sol dépend en premier lieu de la distance entre émetteurs de même canal, c'est-à-dire de la densité d'émetteurs. Pour une puissance d'émission donnée, la couverture par onde de sol croît avec cette distance. Ainsi, pour des émetteurs de 300 kW et des rapports de protection supposés de 40 dB, 33 dB et 27 dB, l'emploi de 121 canaux actuellement disponibles dans la bande des ondes hectométriques permet de couvrir les pourcentages suivants de la surface de l'ensemble de l'Europe et de l'Afrique:

TABLEAU I

| Distance entre émetteurs de même canal (km) | Couverture par onde de sol | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rapport de protection en radiofréquence (dB) | | | | | |
| | 40 | | 33 | | 27 | |
| | Nombre de programmes | Surface couverte (%) | Nombre de programmes | Surface couverte (%) | Nombre de programmes | Surface couverte (%) |
| 2700 | 1 | 6 | 1 | 11 | 1 | 21 |
| 3500 | 1 | 8 | 1 | 15 | 1 | 25 |
| 4100 | 1 | 9 | 1 | 17 | 1 | 28 |

Les facteurs de couverture mentionnés ci-dessus peuvent éventuellement être améliorés par l'emploi de réseaux synchronisés et d'antennes directives. En outre, la couverture démographique peut être rendue supérieure à la couverture en surface en choisissant convenablement l'emplacement des émetteurs. On dispose de peu de renseignements numériques sur ces améliorations possibles.

Le problème de la puissance d'émission qui donne la plus grande couverture possible par onde de sol pour une densité d'émetteurs donnée fait l'objet d'études détaillées d'où l'on peut déduire une réponse suffisamment précise. De plus, il faut se souvenir que la couverture nocturne par onde de sol est aussi limitée par les brouillages entre l'onde de sol et l'onde ionosphérique du même émetteur. Il n'a toutefois pas été tenu compte de cet effet pour calculer les valeurs approximatives de la portée de service indiquées dans l'Annexe IV.

## 2.2 *Couverture par onde ionosphérique*

En utilisant les mêmes hypothèses qu'au § 2.1 (émetteurs de 300 kW et rapports de protection de 40 dB, 33 dB ou 27 dB), l'onde ionosphérique procurerait la couverture suivante de l'ensemble des surfaces de l'Europe et de l'Afrique en utilisant la totalité de la bande hectométrique (voir le Tableau II).

On constate que la couverture nocturne par onde ionosphérique dépend, beaucoup plus que la couverture par onde de sol, de la densité d'émetteurs adoptée: pour des densités élevées d'émetteurs (c'est-à-dire des distances inférieures à 2700 km dans le même canal), la couverture nocturne par onde ionosphérique décroît rapidement tandis qu'une distance de 4100 km dans le même canal permettrait de recevoir plusieurs programmes à n'importe quel endroit de la zone considérée. Naturellement, la majorité de ces programmes proviendrait d'un émetteur se trouvant à grande distance du point de réception. En outre, il ne faut pas perdre de vue qu'il n'est pas possible d'obtenir en permanence une bonne qualité en onde ionosphérique, contrairement au cas de l'onde de sol. Il faut également tenir compte du fait qu'en pratique la zone couverte la nuit ne sera pas continue, car il y aura une zone annulaire aux alentours de 100 à 200 km, avec des évanouissements sélectifs dus à l'interférence entre ondes de sol

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

et ionosphérique. Ce phénomène a été négligé dans les études effectuées jusqu'à présent. Des exemples de valeurs approximatives de la portée de la couverture sont donnés dans l'Annexe IV. Il reste que l'emploi de l'onde ionosphérique permettrait de mieux utiliser le spectre pour ce qui est de la zone couverte, car le rapport entre les surfaces des zones desservies et des zones de brouillage est plus favorable. Finalement, il est bon de rappeler qu'une couverture nocturne satisfaisante par onde de sol conduira normalement aussi à une couverture satisfaisante par onde ionosphérique.

TABLEAU II

| Distance entre émetteurs de même canal (km) | Couverture par onde ionosphérique | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rapport de protection en radiofréquence (dB) | | | | | |
| | 40 | | 33 | | 27 | |
| | Nombre de programmes | Surface couverte (%) | Nombre de programmes | Surface couverte (%) | Nombre de programmes | Surface couverte (%) |
| 2700 | négligeable | | 1 | 30 | 6,1 | 100 |
| 3500 | 1 | 15 | 7,4 | 100 | 23,3 | 100 |
| 4100 | 2,5 | 100 | 14,9 | 100 | 31,6 | 100 |

2.3 *Combinaison des couvertures par onde de sol et par onde ionosphérique*

Les § 2.1 et 2.2 permettent de conclure qu'on peut obtenir de bons résultats pour les deux types de couverture si les émetteurs de grande puissance et de même canal sont suffisamment éloignés.

## 3. Combinaison des couvertures diurne et nocturne

Comme il a été montré aux § 1 et 2, les réseaux d'émetteurs conçus pour une bonne couverture diurne diffèrent fondamentalement de ceux qui ont été établis pour une bonne couverture nocturne: les distances entre émetteurs de même canal seraient, par exemple, d'environ 500 km dans le premier cas et 4000 km dans le second cas. Comme le nombre total des émetteurs des deux réseaux correspondants serait dans un rapport égal au carré du rapport des distances entre émetteurs dans le même canal, la coexistence des deux réseaux signifierait que, dans cet exemple, seul un émetteur sur 64 pourrait fonctionner après le coucher du soleil. Dans cet exemple, on compare deux cas extrêmes de couverture optimale, mais ni l'une ni l'autre ne correspond à la pratique actuelle. Tout réseau dans lequel chaque émetteur resterait en service jour et nuit conduirait à une couverture réduite soit dans la journée soit pendant la nuit, ou, dans le cas d'un réseau constitué suivant un compromis entre les deux types, à une couverture moins bonne aussi bien le jour que la nuit.

Par ailleurs, le passage entre un réseau diurne et un réseau nocturne, conçus tous deux pour réaliser une couverture efficace, poserait des problèmes sur les plans opérationnel et administratif. En fait, comme il a été montré, la majorité des émetteurs diurnes devrait être arrêtée au coucher du soleil jusqu'au lever du soleil pour éviter des brouillages prohibitifs pendant les heures de nuit. L'heure d'arrêt de l'émission dépend en effet de la saison et de la latitude, surtout aux latitudes élevées et moyennes. En outre, à cause de l'apparition relativement lente de l'onde ionosphérique au coucher du soleil, il y aura toujours une période pendant laquelle les réseaux d'émetteurs diurnes seront brouillés (si tous les émetteurs fonctionnent encore) ou encore pendant laquelle l'onde ionosphérique sera encore trop faible. Bien que les inconvénients mentionnés ci-dessus paraissent rendre impraticable un tel mode d'exploitation sur des bases systématiques, les avantages qui pourraient en résulter sont tels qu'un examen plus approfondi est souhaitable, notamment pour certains cas particuliers.

Les normes d'assignation utilisées par la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes hectométriques (Région 2) (Rio de Janeiro, 1981) pourraient servir d'exemple pour une couverture combinée diurne et nocturne.

Il existe trois classes de stations: A, B et C. Pour la classe A, on autorise en général une puissance maximale de 100 kW pendant la journée et de 50 kW pendant la nuit, de 50 kW dans les deux cas pour la classe B et de 1 kW pour la classe C, sauf dans la zone tropicale de bruit 2 où l'on autorise pour la classe C une puissance diurne maximale de 5 kW. Il est prévu que les stations de la classe A desservent des zones de service secondaires très étendues (onde ionosphérique), les stations de la classe B des zones de service primaires assez étendues (ondes de sol) et la classe C des zones de service primaires locales peu étendues.

La couverture nocturne, fondée sur une protection *de 26 dB dans le même canal* des zones de service à ondes de sol contre des sources brouilleuses multiples à ondes ionosphériques, est possible sur la base de la somme quadratique des signaux brouilleurs. Toutefois, pour déterminer le champ utilisable ($E_u$), on ne tient compte que des sources de brouillages importantes. Les signaux brouilleurs étant indiqués par ordre de grandeur, toute source contribuant au brouillage dont le signal est inférieur à la moitié de la valeur arithmétique de la *somme quadratique totale des champs brouilleurs*, calculée en utilisant toutes les contributions les plus importantes, n'est pas censée causer de brouillage. Ce processus s'applique seulement lorsque la valeur de $E_u$ est plus élevée que le champ nominal utilisable ($E_{nom}$). En général, deux ou trois stations brouilleuses seulement contribuent au $E_u$, malgré la présence dans la région d'un grand nombre de stations émettant sur le même canal. Le brouillage de nouvelles stations doit être inférieur à la moitié de la valeur actuelle de $E_u$ et doit être inférieur à celui du plus petit brouilleur considéré, afin de ne pas déplacer ce brouilleur.

## 4. Couverture démographique

La question de la couverture a un autre aspect que celui, d'ailleurs important, de la couverture en surface: c'est celui de la couverture démographique. Des études à ce sujet ont été entreprises dans certains pays [Suzuki et autres, 1974], mais ce point demande à être étudié plus avant.

## 5. Améliorations de la couverture

### 5.1 *Réseaux synchronisés*

Un réseau synchronisé est un groupe d'émetteurs fonctionnant sur la même fréquence et transmettant le même programme. Un tel réseau est destiné essentiellement à une couverture par onde de sol.

Dans la plupart des pays européens, l'emploi de réseaux synchronisés à la place d'un émetteur unique, de puissance égale à la somme des puissances des émetteurs du réseau, conduit à une meilleure adaptation des zones desservies à la répartition de la population et, par suite, à une augmentation du nombre d'auditeurs desservis. L'Annexe V donne quelques exemples de résultats obtenus dans divers pays. Les réseaux synchronisés sont surtout efficaces dans les pays où il existe des zones à forte densité de population relativement éloignées.

Il faut noter aussi que:

- la qualité de la réception par onde ionosphérique n'est acceptable que dans les zones où le champ d'un des émetteurs est nettement prédominant;
- le brouillage dû à un réseau synchronisé est équivalent à celui d'un émetteur unique (de puissance égale à la puissance totale du réseau) supposé situé au «centre de gravité» du réseau, tout au moins lorsque la distance moyenne entre émetteurs du réseau est inférieure au dixième environ de la distance de l'émetteur de même canal le plus proche;
- les réseaux synchronisés sont peu utilisables pour les pays de très petites dimensions;
- l'emploi d'antennes directives à l'émission améliore la couverture d'émetteurs synchronisés;
- l'utilisation de démodulateurs synchrones conduit à une diminution des distorsions non linéaires dues aux interférences entre émetteurs d'un réseau synchronisé, ce qui augmenterait la couverture obtenue par de tels réseaux.

Par ailleurs, les émetteurs d'un réseau synchronisé peuvent diffuser des programmes différents, mais uniquement en période diurne et si les émetteurs sont suffisamment éloignés.

Il est évident que les frais d'investissement et d'exploitation sont plus élevés pour un réseau synchronisé que pour un émetteur unique; cependant, l'emploi de réseaux synchronisés doit être envisagé chaque fois que l'on peut escompter bénéficier des avantages mentionnés.

### 5.2 *Directivité des antennes*

#### 5.2.1 *Diagramme vertical des antennes d'émission à polarisation verticale*

On peut concevoir une antenne possédant un diagramme de rayonnement spécial dans le plan vertical tel que la puissance soit concentrée dans un ou plusieurs secteurs verticaux particuliers, permettant ainsi de réaliser le type de couverture demandé.

En concentrant l'énergie dans le *plan proche de l'horizontale*, il est possible d'augmenter la couverture diurne par onde de sol ou d'utiliser une puissance d'émission moindre, sans réduire la couverture. Lorsque la couverture par onde de sol est limitée par les évanouissements et non par le brouillage des émetteurs de même canal, une antenne anti-évanouissement pourrait améliorer cette

couverture. Une telle amélioration ne saurait toutefois être obtenue que pour des fréquences situées dans la partie inférieure de la bande hectométrique et en des emplacements où la conductivité du sol serait supérieure à la moyenne. Enfin, des antennes de ce type peuvent contribuer à réduire la transmodulation ionosphérique. En revanche, elles fournissent une moins bonne couverture par onde ionosphérique pour des portées plus petites, lorsque le brouillage est le même à des distances inférieures à 2000 km.

En concentrant l'énergie en dehors du plan horizontal, on améliore la couverture par onde ionosphérique, mais la couverture par onde de sol devient moins bonne et le risque de transmodulation ionosphérique augmente.

### 5.2.2 *Diagramme horizontal des antennes d'émission à polarisation verticale*

On peut réaliser des conditions particulières de couverture en concentrant l'énergie rayonnée dans certaines directions horizontales. Tout en n'apportant pas une amélioration de la couverture globale, l'emploi généralisé d'antennes directives dans un plan d'assignations de fréquence peut favoriser la couverture nationale des pays, essentiellement parce que ces antennes permettent une meilleure adaptation à certaines zones de couverture souhaitées, et également une réduction du brouillage dans des cas particuliers. De plus, dans certains cas particuliers, l'emploi d'antennes directives dans le plan horizontal permettra d'utiliser un canal dans une zone donnée, alors qu'il serait impossible de le faire avec une antenne équidirective dans le plan horizontal. Une telle antenne directive permet en effet de réduire le brouillage dans la zone de couverture d'un émetteur partageant le même canal et, par suite, de réduire la distance de partage. Cela constitue le principal avantage des antennes directives.

### 5.2.3 *Aspects économiques*

D'une façon générale, une antenne qui doit satisfaire à des caractéristiques de rayonnement spéciales est plus coûteuse qu'une simple antenne non directive. Des conditions spéciales pour le diagramme vertical entraînent généralement des structures plus élevées et le coût augmente rapidement avec la hauteur.

Les conditions spéciales pour le diagramme horizontal conduisent à des antennes à plusieurs éléments et nécessitent une plus grande surface de terrain.

Le coût de telles antennes est moindre dans la partie supérieure des fréquences hectométriques. Les conditions climatiques locales peuvent être un facteur important du prix de l'antenne.

### 5.2.4 *Amélioration de la couverture en ondes hectométriques par l'emploi d'antennes directives*

Aux Etats-Unis d'Amérique, on utilise depuis le milieu des années 30 des antennes d'émission directives, en ondes hectométriques, afin de réduire les brouillages. Actuellement, plus de 1500 sont en service. D'autres pays utilisent aussi de telles antennes dans le même but.

L'emploi d'antennes directives pour des émetteurs de même canal, mais non synchronisés, à l'intérieur d'un même pays peut augmenter substantiellement la couverture. De façon générale, plus on emploie d'antennes directives, plus efficace est la couverture [CCIR, 1974-78].

Les antennes directives sont particulièrement adaptées au service nocturne et sont également utiles au service diurne. De même, les antennes directives sont avantageuses pour réduire le brouillage causé aux autres pays. Un autre avantage des antennes directives, pour les émetteurs de même canal, mais non synchronisés, est de permettre des programmes locaux indépendants.

## 5.3 *Comparaison des antennes à éléments rayonnants verticaux et à éléments rayonnants horizontaux*

Une antenne d'émission verticale classique assure une couverture par onde de sol avec une portée réduite, et une couverture nocturne par onde ionosphérique avec des portées plus grandes. A des distances intermédiaires, il existe une zone dans laquelle les évanouissements sont plus gênants du fait que les champs dus à l'onde de sol et à l'onde ionosphérique sont à peu près égaux.

L'emploi d'un élément rayonnant horizontal, ou d'un groupement de tels éléments, comme on peut le faire en ondes hectométriques, offre des avantages certains quand le but principal est la couverture nocturne par onde ionosphérique, mais ne convient pas pour une couverture diurne par onde de sol.

L'avantage essentiel est qu'on peut arriver à obtenir ainsi un champ ionosphérique à peu près constant, depuis l'émetteur jusqu'aux limites de la zone de couverture. Une telle antenne peut être étudiée pour un rayon de couverture atteignant le maximum réalisable (environ 1000 km), ou bien une portée plus limitée (500 km par exemple). Cependant, au voisinage immédiat de l'émetteur (quelques kilomètres), il peut y avoir une dégradation de la qualité par suite de l'interférence entre l'onde de sol, faible mais inévitable, et l'onde ionosphérique. S'il faut desservir cette zone, un petit émetteur «de remplissage» sur une fréquence différente et avec une polarisation verticale peut être nécessaire.

Des calculs tenant compte des différentes directivités et des différents affaiblissements par couplage de polarisation ont été faits dans le cas d'un simple doublet horizontal au lieu d'une antenne verticale courte [Suzuki et autres, 1974]. Il convient de souligner l'importance de la conductivité imparfaite du sol qui non seulement diminue le rayonnement des antennes verticales aux petits angles de site, mais augmente le rayonnement des antennes horizontales pour ces petits angles dans certaines directions. Dans ce dernier cas, et pour le brouillage dans le même canal dû au rayonnement sous de petits angles, la réduction à laquelle on peut s'attendre en utilisant une antenne à éléments horizontaux au lieu d'une antenne verticale risque d'être surestimée jusqu'à 20 dB, si on suppose le sol parfaitement conducteur, alors qu'en pratique sa conductivité est médiocre.

Les résultats d'études théoriques [BBC, 1972] montrent que, pour une puissance d'émission donnée, lorsque les réflexions sont limitées à la région E, un doublet horizontal simple au lieu d'une antenne verticale courte peut réduire de 10 à 15 dB le brouillage dans un même canal pour des valeurs courantes de la conductivité du sol. Des études et des mesures plus récentes faites aux latitudes tempérées ont toutefois montré qu'aux fréquences et aux heures auxquelles on observe des réflexions sous de grands angles dans la région F, cet avantage perd beaucoup de son importance du fait que la propagation par plusieurs bonds est alors fortement stimulée.

Un des inconvénients d'une antenne à éléments horizontaux est qu'il faut lui substituer une antenne verticale pour assurer une couverture diurne, mais en général on peut obtenir une zone de service comparable sans recourir à plusieurs émetteurs. Dans ce cas également, il y a le problème du changement des conditions d'exploitation déjà discuté au § 3. Un autre inconvénient est le coût des antennes, surtout aux fréquences basses de la bande hectométrique.

Il sera généralement nécessaire de limiter le rayonnement suivant l'angle de site, afin d'éviter une grave transmodulation ionosphérique (voir l'Annexe I à la Recommandation 498). Il peut être plus difficile de respecter cette condition avec des antennes à éléments horizontaux qu'avec des antennes verticales.

Il a été suggéré récemment qu'une antenne à éléments horizontaux devrait être composée d'une ou plusieurs paires de doublets croisés, convenablement alimentés, pour obtenir des ondes polarisées elliptiquement dans certaines directions et exciter l'onde ordinaire plus fortement que l'onde extraordinaire. L'avantage essentiel par rapport à une antenne à polarisation rectiligne tient au fait que, la transmodulation ionosphérique étant surtout due à l'onde extraordinaire, cette transmodulation serait, théoriquement, moindre que pour une même puissance d'émission. Un autre avantage serait la diminution de l'affaiblissement par couplage de polarisation.

On peut dire, pour conclure, que l'antenne à éléments horizontaux peut être utile dans certains cas particuliers. On ne peut toutefois, sur la base des résultats connus, recommander son introduction généralisée dans le but d'augmenter la densité des assignations de fréquence.

Des mesures ont été faites en République populaire de Pologne, en vue de comparer l'efficacité des polarisations verticale et horizontale pour un service par onde de sol dans la partie supérieure de la bande hectométrique de radiodiffusion. Elles ont été faites à des distances atteignant 20 km de l'émetteur, sur des trajets traversant des régions construites et non pas des terrains plats et sans obstacle. Les résultats montrent que l'affaiblissement en polarisation horizontale semble nettement moins élevé qu'on aurait pu le prévoir d'après la théorie de la propagation sur une terre uniforme [Siczek et Stasierski, 1976].

Pour ce qui est de la réduction de l'onde ionosphérique en radiodiffusion dans la bande 6 (ondes hectométriques), on a entrepris en Australie des études sur une méthode permettant de réduire le champ de l'onde ionosphérique grâce à l'absorption importante du rayon extraordinaire pour des fréquences d'émission voisines de la gyrofréquence. Dans ce système, l'antenne d'émission doit rayonner une onde dont la polarisation est telle que la propagation dans l'ionosphère se fait uniquement selon le mode extraordinaire. Ce système est dit «transmission orthogonale».

Le Doc. [CCIR, 1966-69] décrit des essais de propagation, effectués en 1965 et 1967, qui montrent que la valeur médiane du champ de l'onde ionosphérique d'un émetteur de radiodiffusion fonctionnant dans la bande 6 (ondes hectométriques) peut être réduite de 16 dB sur des trajets orientés vers le nord dans l'hémisphère Sud, si la transmission classique en polarisation verticale est remplacée par la transmission orthogonale. On n'a pas constaté de variation appréciable de cette diminution sur des trajets sud-nord dont les longueurs étaient comprises entre 243 km et 695 km. La diminution était plus faible sur des trajets en partie orientés vers l'est ou l'ouest, en raison

des caractéristiques particulières de l'antenne d'émission qui ne permettaient pas d'obtenir sur ces trajets l'inclinaison convenable de l'ellipse de polarisation. Les mesures ont montré une diminution de 13 dB du champ sur des trajets qui s'écartaient de 19° vers l'est ou l'ouest par rapport à la direction de la zone à desservir (nord magnétique).

Cette méthode qui utilise principalement les modes extraordinaires ne peut être recommandée pour toutes les classes de puissance en raison notamment des effets ionosphériques de transmodulation dus à l'onde extraordinaire (voir ci-dessus).

5.4 *Emetteurs de faible puissance*

Le but des émetteurs de faible puissance est de desservir des zones de très faible étendue, telles que des villes, où le champ des émetteurs principaux est insuffisant, ou bien éventuellement de permettre la diffusion de programmes locaux.

Pour l'efficacité du service, ces émetteurs doivent faire partie du plan. Il semble qu'ils ne puissent fonctionner en pratique qu'avec un champ utilisable nettement supérieur à celui des autres stations (de nuit en particulier).

Outre le cas d'émetteurs de faible puissance faisant partie de réseaux synchronisés (voir le § 5.1), ces émetteurs peuvent utiliser:

- soit les canaux affectés à des émetteurs de puissances différentes;
- soit un ou plusieurs canaux particuliers (autrefois nommés «fréquences communes internationales»).

Dans le premier cas, l'emplacement des émetteurs et leurs autres caractéristiques doivent être clairement précisés dans le plan et toute adjonction ultérieure serait dangereuse. Dans le second cas, il suffirait de préciser les zones géographiques où peuvent se trouver ces émetteurs (compte tenu des brouillages par les canaux adjacents) et, en outre, d'indiquer le nombre d'émetteurs par zone et la puissance maximale à ne pas dépasser.

Les études déjà faites indiquent que le nombre actuel des fréquences communes internationales est nettement insuffisant et qu'un nombre de cinq à dix serait préférable.

Sur le plan technique, l'efficacité de ces émetteurs serait meilleure si leurs canaux se trouvaient dans la partie inférieure de la bande hectométrique mais, en pratique, on sera sans doute conduit à les disperser dans le spectre. De plus, la puissance maximale admissible et le nombre d'émetteurs de faible puissance sont fonction de la fréquence [Lari et Moro, 1971].

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BBC [1972] MF propagation: the reduction of interference by the use of horizontal-dipole transmitting aerials. Rapport N° 1972/21 du Département de recherche de la BBC.

LARI, G. et MORO, G. [octobre 1971] Stations de faible puissance en ondes hectométriques dans la Zone européenne de radiodiffusion. *Rev. de l'UER* (Technique), Partie A, **129**, 205-213.

SICZEK, S. et STASIERSKI, L. [octobre 1976] Porównanie skutecznosci nadawania z polaryzacja pionowa i pozioma (Comparaison de l'efficacité des antennes d'émission horizontales et verticales) *Prace Instytutu Łączności.*

SUZUKI, Y., UJIHARA, J., EHARA, S., YAMANOUCHI, S. et TOZUKA, Y. [janvier 1974] Influence of propagation curves on the coverage factor. NHK Lab. Note, N° 178.

*Documents du CCIR*

[1966-69]: X/133 (Australie).

[1974-78]: 10/35 (Etats-Unis d'Amérique).

## BIBLIOGRAPHIE

DIXON, J. M. [décembre 1965] The absorption of medium frequency sky-waves by close coupling to the extraordinary mode. *Proc. IREE*, Australie, **26**, 369-380.

DIXON, J. M. [décembre 1968] Experimental tests with orthogonal transmission. *Proc. IEE*, Vol. 155, **12**, 1755-1761.

LACHARNAY, S., FONTEYNE, J. et MASSUCI, M. [1978] Radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. *Radiodif.-Télév.*, **1**.

UER [mai 1974] Paramètres techniques pour la radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. Doc. Tech. N° 3206.

*Documents du CCIR*

[1970-74]: 10/187 (Royaume-Uni); 10/252 (UER); 10/271 (Pologne (République populaire de)).

[1974-78]: 10/34 (Etats-Unis d'Amérique).

## ANNEXE III

### VALEUR APPROXIMATIVE DE LA PORTÉE DE COUVERTURE DIURNE

La portée de couverture diurne a été calculée, en l'absence de brouillage causé par d'autres émetteurs, à l'aide des courbes de propagation de la Recommandation 368. En ce qui concerne la limitation de la portée de couverture, on a supposé que les valeurs du champ minimal sont en principe les suivantes:

2,2 mV/m (67 dB(μV/m)) pour le tiers inférieur de la bande hectométrique (525 kHz à 900 kHz environ),

0,8 mV/m (58 dB(μV/m)) pour le tiers supérieur de la bande hectométrique (1250 kHz environ à 1605 kHz).

Pour la conductivité du sol, trois valeurs ont été retenues:

- une bonne conductivité ($\sigma = 10 \times 10^{-3}$ S/m)
- une conductivité moyenne ($\sigma = 3 \times 10^{-3}$ S/m)
- une conductivité médiocre ($\sigma = 1 \times 10^{-3}$ S/m)

Quand on considère les chiffres ainsi obtenus, il ne faut pas perdre de vue que la situation moyenne des emplacements d'émetteurs dans de nombreux pays ne correspond nullement à une conductivité de $\sigma = 3 \times 10^{-3}$ S/m; en outre, le fait que ces emplacements sont souvent en terrain accidenté ou montagneux conduit normalement à des portées inférieures à celles qui sont indiquées par la suite.

La p.a.r.v. dans le plan horizontal est supposée être de 500 kW (f.c.m. 6700 V).

TABLEAU III

| Fréquence (kHz) | Rayon de service (km) | | |
|---|---|---|---|
| | $\sigma = 1 \times 10^{-3}$ (S/m) | $\sigma = 3 \times 10^{-3}$ (S/m) | $\sigma = 10 \times 10^{-3}$ (S/m) |
| *Tiers inférieur de la bande 6* | | | |
| 525 | | 180 | 310 |
| 900 | 80 | 130 | |
| *Tiers supérieur de la bande 6* | | | |
| 1 250 | | 105 | 180 |
| 1 605 | 60 | 90 | |

## ANNEXE IV

### VALEUR APPROXIMATIVE DE LA PORTÉE DE COUVERTURE NOCTURNE

La portée de couverture nocturne a été calculée sur la base des hypothèses suivantes:

- deux émetteurs de même fréquence distants de 3500 km et rayonnant des puissances égales, d'une valeur telle que leur brouillage mutuel soit le seul facteur qui limite la portée*; il n'a pas été tenu compte de l'interférence entre l'onde de sol de l'émetteur utile et son onde ionosphérique;
- propagation par onde de sol selon la Recommandation 368;
- conductivité du sol: $\sigma = 3 \times 10^{-3}$ S/m;
- propagation de l'onde ionosphérique selon le Rapport 575 (Kyoto, 1978);
- rapport de protection: 27 dB, 33 dB et 40 dB.

* La tendance indiquée dans le Tableau IV apparaît également pour d'autres cas de brouillage (plus de deux émetteurs, distances différentes, etc.).

TABLEAU IV

| Rapport de protection (dB) | Rayon de service (km) | |
|---|---|---|
| | 525 kHz | 1605 kHz |
| *Couverture par onde de sol* | | |
| 27 | 170 | 90 |
| 33 | 135 | 70 |
| 40 | 95 | 55 |
| *Couverture par onde ionosphérique* | | |
| 27 | 635 | 850 |
| 33 | 420 | 660 |
| 40 | < 300(1) | 450 |

(1) Les courbes utilisées lors de l'étude ne s'appliquent pas aux distances inférieures à 300 km.

## ANNEXE V

### COUVERTURE OBTENUE PAR DES RÉSEAUX SYNCHRONISÉS

Le Tableau V ci-après expose le résultat d'études où l'on a comparé la couverture le jour et la nuit, obtenue au moyen de réseaux d'émetteurs synchronisés avec celle qui aurait été obtenue par un émetteur fictif unique, situé à un emplacement approprié et rayonnant une puissance égale à la somme des puissances des émetteurs du réseau synchronisé.

TABLEAU V – *Rapport entre les facteurs de couverture obtenus par un groupe d'émetteurs synchronisés et par un émetteur unique*

| Source | Fréquence (kHz) | Nombre d'émetteurs | Puissance totale (kW) | Rapport de couverture | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | De jour | | De nuit | |
| | | | | Surface | Population | Surface | Population |
| O.R.F. | 1025 | 4 | 300 | 1,45 | 1,68 | | 1,83 |
| B.B.C. | 1214 | 16 | 270 | | 1,26 | | 3,2(1)<br>3,0(2) |
| RAI | 1367 | 14 | 85 | 2,12 | 3,84 | 1,39(3)<br>1,18(4)<br>0,81(5) | 6,24(3)<br>7,39(4)<br>17,74(5) |

(1) Compte tenu des brouillages causés par les émetteurs autres que ceux appartenant au réseau synchronisé.

(2) Brouillage entre les émetteurs du réseau synchronisé seulement.

(3) Rapport de protection dans le même canal pour les émetteurs qui n'appartiennent pas au réseau synchronisé: 20 dB.

(4) Rapport de protection dans le même canal pour les émetteurs qui n'appartiennent pas au réseau synchronisé: 25 dB.

(5) Rapport de protection dans le même canal pour les émetteurs qui n'appartiennent pas au réseau synchronisé: 40 dB.

RECOMMANDATION 411-4

## MARGES CONTRE LES ÉVANOUISSEMENTS EN RADIODIFFUSION (B.dam)

(Question 44/10, Programme d'études 44C/10)

(1963-1966-1978-1986-1990)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

qu'on utilise les valeurs du Tableau I ci-dessous en tant que marges de sécurité pour assurer, malgré les évanouissements de propagation, une valeur satisfaisante du rapport signal/brouillage pendant des pourcentages de temps donnés.

TABLEAU I

| Rapport (dB) | (*1*) | (*2*) | (*3*) | (*4*) |
|---|---|---|---|---|
| Signal/brouillage en radiofréquence | 10 | 13 | 23 | 16 |
| Signal utile/bruits atmosphériques | 6 | 16 | 22 | 17 |
| Signal utile/parasites industriels | 6 | 10 | 16 | 12 |

*Colonne 1:* Marge à prévoir pour les évanouissements de courte durée, afin d'assurer un rapport satisfaisant en régime permanent pendant 90% d'une heure donnée.

*Colonne 2:* Marge à prévoir pour les évanouissements de longue durée, afin d'assurer un rapport satisfaisant en régime permanent pendant 90% des heures d'un mois quelconque, à un moment donné du jour, pendant 90% des cas.

*Colonne 3:* Total des valeurs inscrites dans les colonnes (*1*) et (*2*), c'est-à-dire marge totale à prévoir afin d'assurer un rapport satisfaisant en régime permanent pendant 90% de chaque heure dans 90% des heures d'un mois quelconque, à un moment donné de la journée et dans 90% des cas. Cette marge permet d'assurer un rapport satisfaisant en régime permanent pendant 96% du temps total.

*Colonne 4:* Racine carrée de la somme des carrés des valeurs représentées en dB dans les colonnes (*1*) et (*2*), c'est-à-dire marge totale à prévoir afin d'assurer un rapport satisfaisant en régime permanent pendant 90% du temps total.

*Note* – Les valeurs du tableau ci-dessus, qui correspondent au pourcentage du temps pendant lequel on obtient un service satisfaisant, ont été obtenues à partir de données théoriques et de résultats expérimentaux (notamment en radiodiffusion à ondes hectométriques (bande 6)). La Commission d'études 6 a proposé, pour la radiodiffusion à ondes décamétriques, des marges appropriées contre les évanouissements, à l'usage de la première session de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications pour la planification des bandes d'ondes décamétriques attribuées au service de radiodiffusion (CAMR HFBC(1)) pour une gamme de pourcentages de temps. En particulier, elle est arrivée à la conclusion que l'évanouissement à long terme d'un signal utile ou brouilleur dépend du rapport de la fréquence de l'onde à la MUF de base et qu'il dépend également de la latitude géomagnétique du trajet dans le plan du grand cercle. Ces marges figurent dans le Tableau III du Rapport 266.

RECOMMANDATION 498-2

## TRANSMODULATION IONOSPHÉRIQUE EN RADIODIFFUSION EN ONDES KILOMÉTRIQUES (B.km) ET HECTOMÉTRIQUES (B.hm)

(Question 44/10, Programme d'études 44E/10)

(1974-1978-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

qu'un rayonnement trop important vers l'ionosphère peut entraîner une transmodulation ionosphérique et, par conséquent, des brouillages préjudiciables,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que le rayonnement maximal admissible sous n'importe quel angle de site soit tel que la gêne due à la transmodulation ionosphérique ne dépasse pas celle qui est admise pour le brouillage dans le même canal (voir la Recommandation 560).

### ANNEXE I*

Les effets de la transmodulation ionosphérique dans les bandes kilométriques et hectométriques peuvent devenir de plus en plus graves à cause de l'augmentation continuelle des puissances d'émission.

**1.** Des expériences détaillées ont été effectuées à ce sujet dans le cadre de l'UER dans plusieurs pays, notamment au Royaume-Uni et en République fédérale d'Allemagne [Haberkant et Vogt, 1966; Haberkant et autres, 1971] et en République populaire de Chine [CCIR, 1986-90]. De ces expériences, qui ont été faites avec des émissions classiques en modulation d'amplitude à double bande latérale, on peut déduire les résultats suivants:

1.1 Le taux de transmodulation augmente d'une façon sensiblement linéaire avec la puissance de l'émetteur brouilleur, ainsi qu'avec son taux de modulation.

*Note* – Le taux de transmodulation est le taux avec lequel la porteuse de l'émetteur utile est modulée par les signaux de l'émetteur brouilleur.

1.2 Cette transmodulation dépend surtout de la puissance rayonnée par le brouilleur dans la direction du point de réflexion de l'onde utile sur l'ionosphère.

Les taux de transmodulation inférieurs à 10% sont directement proportionnels à la puissance [Knight, 1973]. Ainsi, une augmentation de 3 dB de la puissance de l'émetteur brouilleur entraîne une élévation de 6 dB du taux de transmodulation. D'autre part, le taux de transmodulation est directement proportionnel au taux de modulation de l'émetteur brouilleur [Knight, 1973].

1.3 Le taux de transmodulation est d'autant plus petit que la fréquence de modulation de l'émetteur brouilleur est plus élevée. Des expériences de laboratoire [Whythe et Reed, 1973] ont montré qu'il est possible d'établir une relation entre l'effet subjectif de la transmodulation et le brouillage dans un même canal. Pour provoquer un niveau donné de dégradation subjective, le brouillage résultant de la transmodulation ionosphérique exige que le rapport signal/brouillage soit inférieur de 6 dB à la valeur correspondant au brouillage dans un même canal, à condition que la transmodulation soit rapportée à une fréquence de modulation de 300 Hz.

1.4 A noter que les études de la transmodulation ionosphérique effectuées par la Commission d'études 6 sont résumées dans le Rapport 574.

**2.** La Fig. 1 donne les taux de transmodulation mesurés dans un grand nombre d'expériences [Knight, 1973]. Chaque résultat de mesure a été normalisé par rapport à la valeur que l'on aurait observée si l'émission brouilleuse avait été rayonnée par une antenne verticale courte, la puissance porteuse étant de 100 kW modulée à 300 Hz au taux de 80%.

---

* Cette Annexe est donnée pour information.

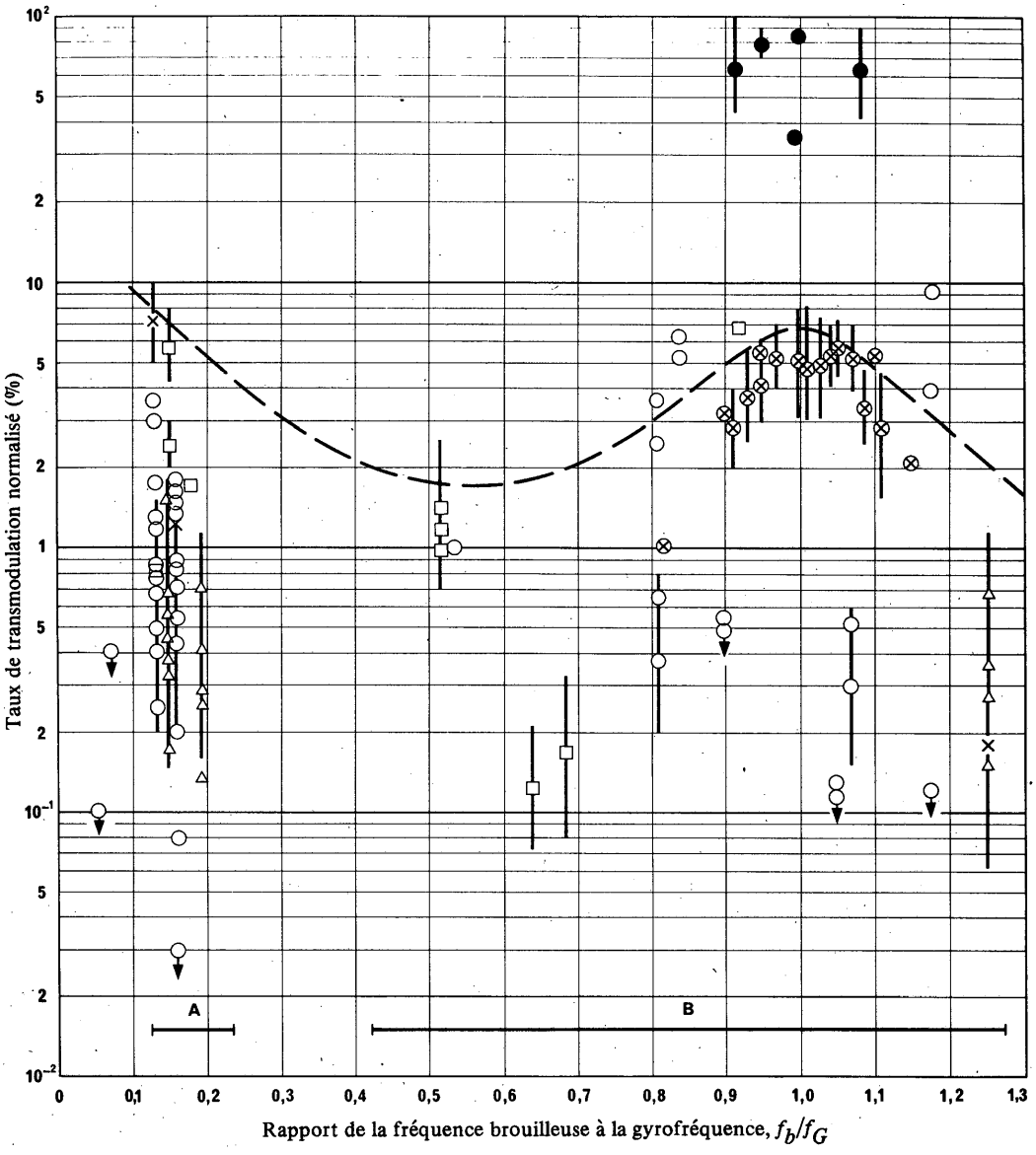



FIGURE 1 – *Mesure de la transmodulation ionosphérique à des latitudes moyennes*

□ : Mesures faites avant 1945 [van der Pol et van der Mark, 1935; Bäumler et Pfitzer, 1935; Bailey, 1937; Grosskopf, 1938]

○ : Mesures faites à Cambridge et Birmingham [Huxley et autres, 1947; Ratcliffe et Shaw, 1948; Huxley et autres 1948; Huxley, 1950; Shaw, 1951; Bell, 1951]

● : Mesures faites en Italie [Cutolo et Ferrero, 1948 et 1949; Cutolo et autres, 1950; Cutolo, 1952]

⊗ : Mesures faites en Australie [Bailey et autres, 1952; Hibberd, 1964]

△ : Mesures faites après 1945 en Europe occidentale [Haberkant et Vogt, 1966; Haberkant et autres, 1971]

× : Autres mesures

— — — : Limite supérieure semi-empirique

A : bande 5 (ondes kilométriques)

B : bande 6 (ondes hectométriques)

*Note.* – Les lignes verticales représentent la gamme des valeurs médianes mesurées pendant une nuit, ou au cours de plusieurs nuits. Les flèches pointées vers le bas indiquent qu'il existe des mesures qui sont inférieures à la valeur indiquée.

Sur la Fig. 1, une courbe semi-empirique donne la valeur du taux de transmodulation maximal susceptible d'être observé (moyenne sur un court intervalle de temps); cela se produit si le signal utile traverse la région de l'ionosphère qui est «éclairée» avec la plus grande intensité par le rayonnement brouilleur. La Fig. 1 montre que la transmodulation croît jusqu'à un deuxième maximum lorsque la fréquence brouilleuse est voisine de la fréquence gyromagnétique. La Fig. 5 est une carte indiquant les valeurs de la fréquence gyromagnétique dans les diverses parties du monde [Laitinen et Haydon, 1950].

**3.** Cet effet de transmodulation est à considérer non seulement pour la réception par onde ionosphérique, mais aussi pour la réception par onde de sol, à la limite de la zone desservie, lorsque de nuit l'onde ionosphérique n'est plus complètement négligeable. L'effet de transmodulation est toutefois réduit, approximativement dans le rapport des amplitudes des ondes utiles, de sol ou ionosphérique, au point de réception.

**4.** Les taux de transmodulation ionosphérique ont été calculés en B.km et en B.hm. L'influence de la puissance des émetteurs utile et brouilleur a été évaluée. Les résultats théoriques et pratiques ont été comparés [Shluyger et autres, 1976].

## 5. Conclusions préliminaires

Sur la base des mesures indiquées dans les références [Haberkant et Vogt, 1966; Haberkant et autres, 1971], on peut donner des exemples de la puissance surfacique, ou de la puissance d'émission en fonction de l'angle de site, susceptible de causer des perturbations aux émissions utiles.

Pour cela, on a d'abord fixé une valeur acceptable du taux de transmodulation. D'après la Recommandation 560 et le Rapport 575, un rapport de protection en radiofréquence d'environ 30 dB est acceptable pour 10% du temps dans le cas d'un signal brouilleur fluctuant. Compte non tenu de l'effet indiqué au § 1.3, on aurait le même effet perturbateur avec un taux de transmodulation de 3% pendant 10% du temps. D'après [Haberkant et autres, 1971], ce taux de transmodulation est dû, dans la partie supérieure de la bande hectométrique de radiodiffusion, à une puissance surfacique maximale dans la région E d'environ 2 $\mu W/m^2$ ($-57$ dB ($W/m^2$)), soit un champ maximal de 27 mV/m (89 dB ($\mu V/m$)).

En supposant une hauteur de 100 km pour la couche E, on peut calculer le rayonnement de divers types d'antenne produisant une telle puissance surfacique dans la région E. Les antennes d'émission verticales couramment utilisées ont un diagramme de rayonnement vertical qui est une fonction bien définie de leur hauteur (exprimée en longueur d'onde $\lambda$). En particulier, pour de telles antennes, le rayonnement est nul pour un angle de site de 90°. Le Tableau I, tiré de [Haberkant et autres, 1971], indique, pour diverses hauteurs d'antennes verticales, les puissances d'alimentation correspondant aux conditions précédentes.

TABLEAU I

| Hauteur de l'antenne verticale | $< 0{,}25\ \lambda$ | $0{,}25\ \lambda$ | $0{,}5\ \lambda$ | $0{,}55\ \lambda$ | $0{,}64\ \lambda$ | $0{,}64\ \lambda$ (1) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Puissance porteuse de l'émetteur (kW) | 320 | 340 | 560 | 670 | 370 | 840 |

(1) Avec compensation du premier lobe latéral.

On peut également calculer la relation entre la puissance rayonnée et l'angle de site depuis 0° (rayonnement horizontal) jusqu'à 90° (rayonnement vertical) nécessaire pour produire la même puissance surfacique. Les résultats sont indiqués dans le Tableau II.

Les tableaux I et II ne donnent que des valeurs approximatives, car la théorie montre que la transmodulation ionosphérique peut être influencée par plusieurs facteurs tels que les fréquences utiles et brouilleuses (en particulier leur position par rapport à la gyrofréquence) et la polarisation des ondes.

Les puissances indiquées dans les Tableaux I et II, à titre d'exemples, sont déduites d'un petit nombre de mesures faites sur une fréquence voisine de la limite supérieure de la bande hectométrique. Ces mesures ne tiennent pas compte de la variation de la transmodulation en fonction de la fréquence porteuse perturbatrice ni de la diminution de la transmodulation pour les audiofréquences élevées, diminution qui permet d'augmenter de 3 dB les puissances brouilleuses.

TABLEAU II

| Angle de site | 0° | 10° | 20° | 30° | 40° | 45° | 50° | 60° | 70° | 80° | 90° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| p.a.r.v. (dB (1 kW)) ou f.c.m. (dB (300 V)) (1) | 39,5 | 32 | 27,5 | 24,3 | 22,5 | 22 | 21,5 | 20,2 | 19,3 | 18,7 | 18,5 |
| p.a.r.v. (kW) | 9000 | 1600 | 570 | 230 | 190 | 160 | 140 | 105 | 85 | 75 | 70 |

(1) p.a.r.v.: puissance apparente rayonnée sur antenne verticale courte; f.c.m. : force cymomotrice. } Voir aussi la Recommandation 561.

A noter que des services autres que la radiodiffusion ont été perturbés par la transmodulation ionosphérique.

On a comparé les résultats de nombreuses mesures de la transmodulation ionosphérique [Knight, 1973]; la Fig. 1 montre qu'une puissance de 100 kW sur antenne verticale courte, dans la partie inférieure de la bande hectométrique de radiodiffusion, produit une transmodulation qui peut dépasser 2% pendant 50% du temps. D'après [Haberkant et autres, 1971], cela correspond à une transmodulation de 3% dépassée pendant 10% du temps. On peut donc comparer directement la puissance de 100 kW avec celle de 320 kW du Tableau I. La présence d'une puissance plus grande dans ce tableau s'explique par le fait que la méthode de mesure dont elle est le résultat semble donner une transmodulation inférieure aux valeurs estimées pour le cas le plus défavorable (voir la courbe de la Fig. 1).

La Fig. 1 montre également que la transmodulation due à des brouilleurs en ondes kilométriques ou sur des fréquences voisines de la fréquence gyromagnétique peut être supérieure de 10 dB aux valeurs qui correspondent à des fréquences de la partie inférieure de la bande hectométrique. Une diminution de 5 dB de la puissance brouilleuse réduit de 10 dB la transmodulation. Compte tenu de l'effet de la fréquence de modulation, on peut conclure que, suivant la valeur de la fréquence brouilleuse en ondes kilométriques ou hectométriques, les puissances comprises entre les valeurs des Tableaux I et II et des valeurs inférieures de 7 dB peuvent, dans le pire des cas, brouiller un service par onde ionosphérique dans des conditions comparables au brouillage dans un même canal, avec un rapport de protection de 30 dB.

On peut utiliser des puissances brouilleuses un peu plus élevées s'il s'agit de protéger de la transmodulation ionosphérique non plus la réception par onde ionosphérique, mais la réception par onde de sol; en effet, le brouilleur n'exerce une action que sur la composante ionosphérique du signal reçu. Si la limite de la zone de service par onde de sol est définie par la ligne où le champ de l'onde de sol dépasse de 10 dB le champ médian de l'onde ionosphérique, la valeur médiane de la transmodulation du signal résultant sera inférieure de 14 dB à la valeur médiane de la transmodulation de l'onde ionosphérique. Les puissances brouilleuses peuvent donc être supérieures aux puissances correspondantes, lorsqu'il s'agit de protéger l'onde ionosphérique.

## 6. Utilisation pratique des conclusions

L'UER a étudié les conséquences, pour la planification dans les bandes 5 (ondes kilométriques) et 6 (ondes hectométriques) des conclusions préliminaires résumées dans le § 5 de la présente Annexe. Le problème le plus important est d'établir des limites pour le rayonnement maximal en fonction de l'angle de site et du type d'antenne pour que le brouillage par la transmodulation ionosphérique reste inférieur à une certaine valeur. Les conclusions à tirer de ces études sont énumérées ci-après.

La gêne causée par la transmodulation ne devrait pas dépasser celle due au brouillage dans le même canal, avec un rapport de protection de 30 dB. Cependant, la transmodulation, contrairement au brouillage dans le même canal, décroît lorsque la fréquence de modulation augmente. Des essais subjectifs, indispensables pour relier ces deux effets, ont montré que le taux maximal de transmodulation pouvait être de 6,3%, quand l'émetteur brouilleur est modulé à 80% par un signal à 300 Hz. On recommande de considérer cette valeur comme la limite maximale acceptable pour la transmodulation.

Les résultats de l'évaluation subjective du degré de gêne causée par la transmodulation effectuée en Chine dans des conditions normales de transmission de programmes de radiodiffusion sonore et avec un rapport de protection cocanal de 27 dB pour le service par onde ionosphérique montrent que l'on obtient une note de qualité de 4, le brouillage devenant perceptible mais non gênant pour un taux de transmodulation de 8,9%.

La Fig. 2 (courbe A), qui tient compte du fait que la transmodulation dépend de la fréquence porteuse brouilleuse et de l'altitude de la couche réfléchissante, indique soit la puissance apparente rayonnée sur antenne verticale courte (dB (1 kW)), soit la force cymomotrice (dB (300 V)), dans la direction verticale, qui produirait pendant 50% du temps la transmodulation spécifiée plus haut. Les abscisses sont le rapport de la fréquence brouilleuse, $f_b$, à la gyrofréquence, $f_G$ (environ 1,25 MHz en Europe). Cette courbe est déduite d'un grand nombre de mesures faites en Europe et en Australie (voir § 5 et Fig. 1), en prenant les valeurs observées de transmodulation comme les plus mauvaises qui puissent se produire sur le trajet géographique le plus défavorable.

En pratique, on doit tenir compte du diagramme vertical de l'antenne ainsi que de l'augmentation de la distance entre l'antenne et le point de réflexion dans des directions différentes de la verticale. La Fig. 3 indique l'augmentation du rayonnement admissible dans des directions autres que la verticale, due uniquement à l'augmentation de la distance. Une augmentation ou une diminution de ce rayonnement pourra résulter du diagramme vertical de l'antenne. Pour l'application pratique, l'influence de la distance au point de la réflexion, et du diagramme vertical, ont été combinées en un seul facteur de correction $\Delta P$ qu'il faut ajouter aux valeurs tirées de la Fig. 2. Ce facteur de correction a été calculé pour des antennes verticales de différentes longueurs électriques $\chi \approx l/\lambda$ et pour des doublets demi-onde horizontaux à différentes hauteurs $\chi \approx h/\lambda$ au-dessus du sol en supposant que la couche ionosphérique où se produit la transmodulation est de 85 km d'altitude. Le résultat de ce calcul est donné à la Fig. 4.

Dans le cas où un service nocturne par onde de sol est à protéger de la transmodulation, on peut supposer que le champ ionosphérique de l'émetteur utile est inférieur de 10 dB au champ direct à la limite de la zone de service. Comme seule la composante ionosphérique est sujette à la transmodulation, on peut admettre une augmentation de 5 dB du rayonnement, si l'on ne considère que le service par onde de sol; d'où la courbe B de la Fig. 2.

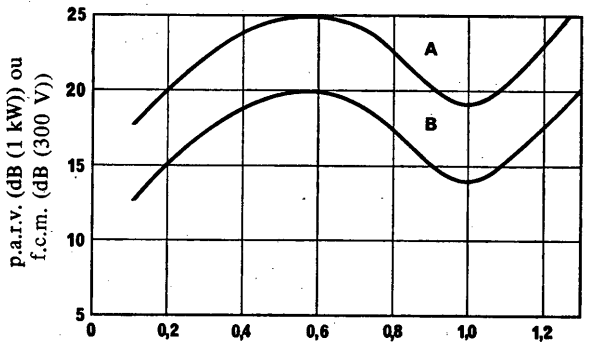



FIGURE 2 – *Rayonnement à incidence verticale donnant une transmodulation quasi maximale de 6,3% à 300 Hz*

Courbe A: pour la protection du service par onde de sol
Courbe B: pour la protection du service par onde ionosphérique

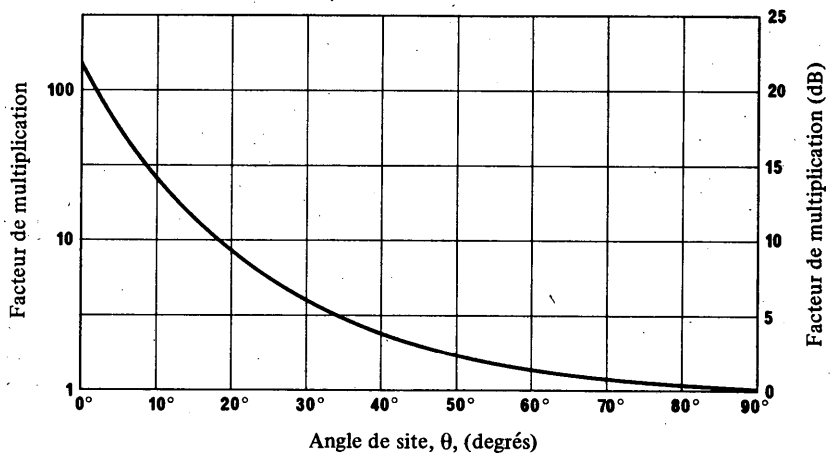



FIGURE 3 – *Variation du rayonnement admissible en fonction de l'angle de site*

(en tenant compte de la courbure de la Terre et en admettant que la transmodulation se produit à une altitude de 85 km)

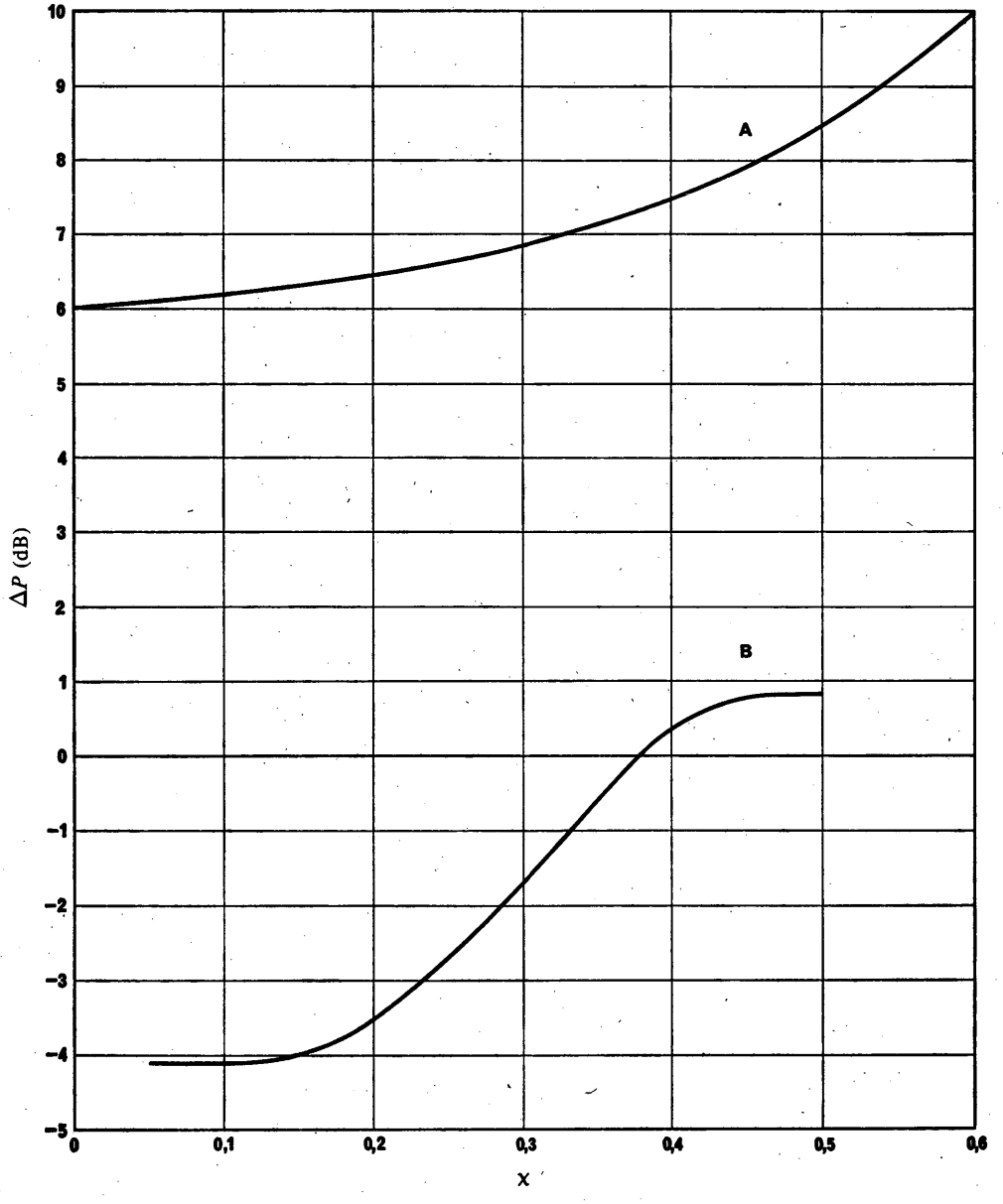



FIGURE 4 – *Facteur de correction, $\Delta P$, pour divers types d'antenne*

Courbe A: Antenne verticale
x: hauteur relative de l'antenne, $l/\lambda$

Courbe B: Doublet horizontal ($l = 0{,}5\lambda$)
x: hauteur relative au-dessus du sol, $h/\lambda$

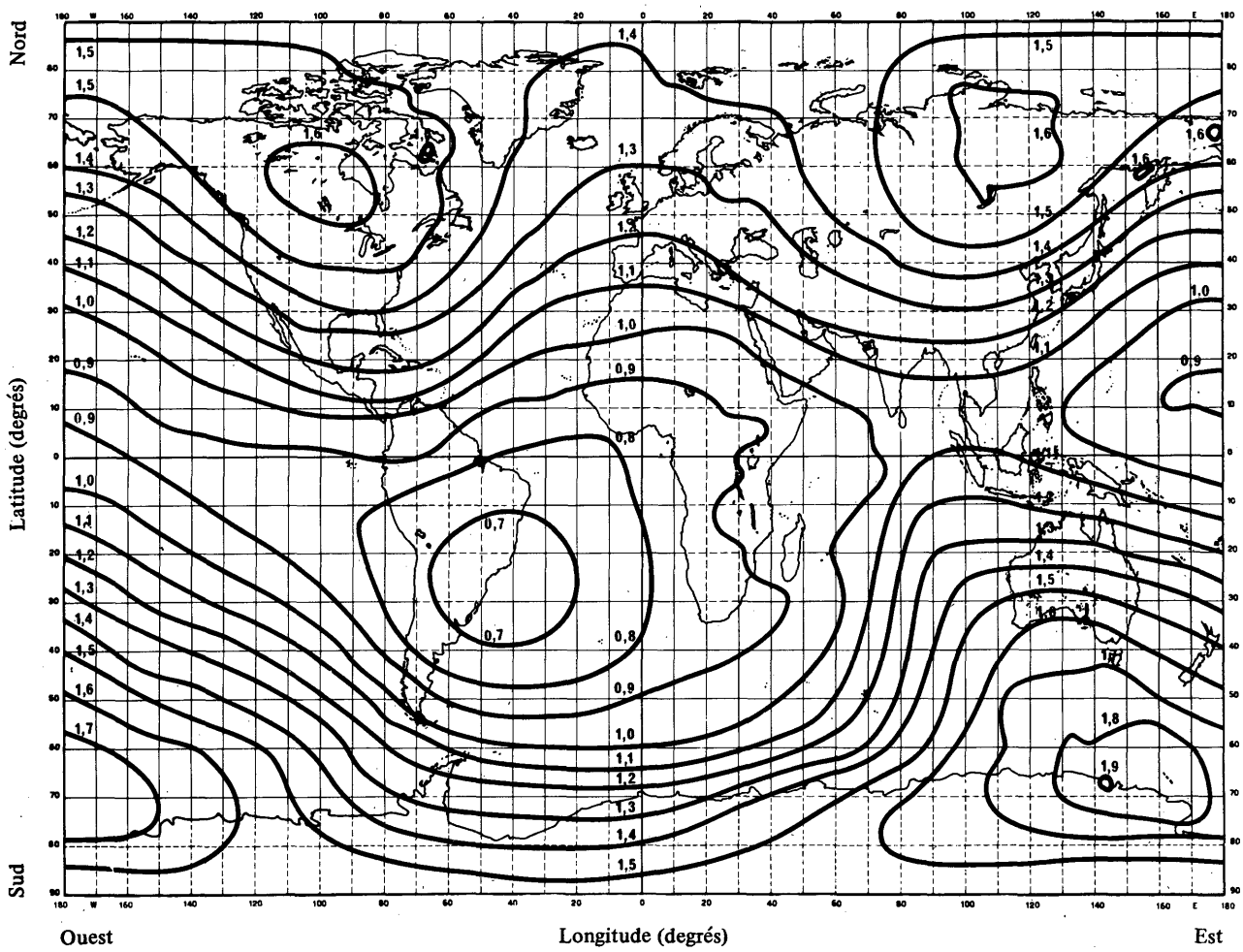



FIGURE 5 – *Répartition mondiale de la gyrofréquence (MHz)*

A titre d'exemple, considérons une antenne verticale courte, en ondes kilométriques ($f_b/f_G$ = 0,2). La Fig. 2 montre que pour protéger un service par onde de sol, la p.a.r.v. maximale dans la direction verticale doit être de 20 dB par rapport à 1 kW, soit 100 kW. Cependant, cette antenne courte produit un champ maximal dans l'ionosphère sous un angle de site de 45°; la Fig. 3 montre qu'on peut admettre une augmentation de 3 dB pour cet angle, d'où une p.a.r.v. de 200 kW. Il est toutefois plus commode de spécifier la p.a.r.v. dans la direction horizontale. Pour une antenne courte, elle est de 3 dB plus élevée qu'à 45°, soit 400 kW.

On trouve dans ce cas, à l'aide de la courbe A de la Fig. 4, la valeur $\Delta P = +6$ dB pour une antenne verticale courte ($l/\lambda \ll 0{,}1$), d'où une puissance totale fournie à l'antenne de $P = +26$ dB(1 kW), soit $\approx$ 400 kW.

Les courbes qui montrent la relation entre le taux de transmodulation au point de réception et le champ au point de réflexion dans l'ionosphère telles que celles de la Fig. 6 ont été établies à la suite de recherches effectuées en Chine. Ces courbes peuvent servir à évaluer le taux de transmodulation en un point de réception donné pour différentes valeurs du champ brouilleur au point de réflexion dans l'ionosphère et à calculer approximativement la zone d'influence de transmodulation.

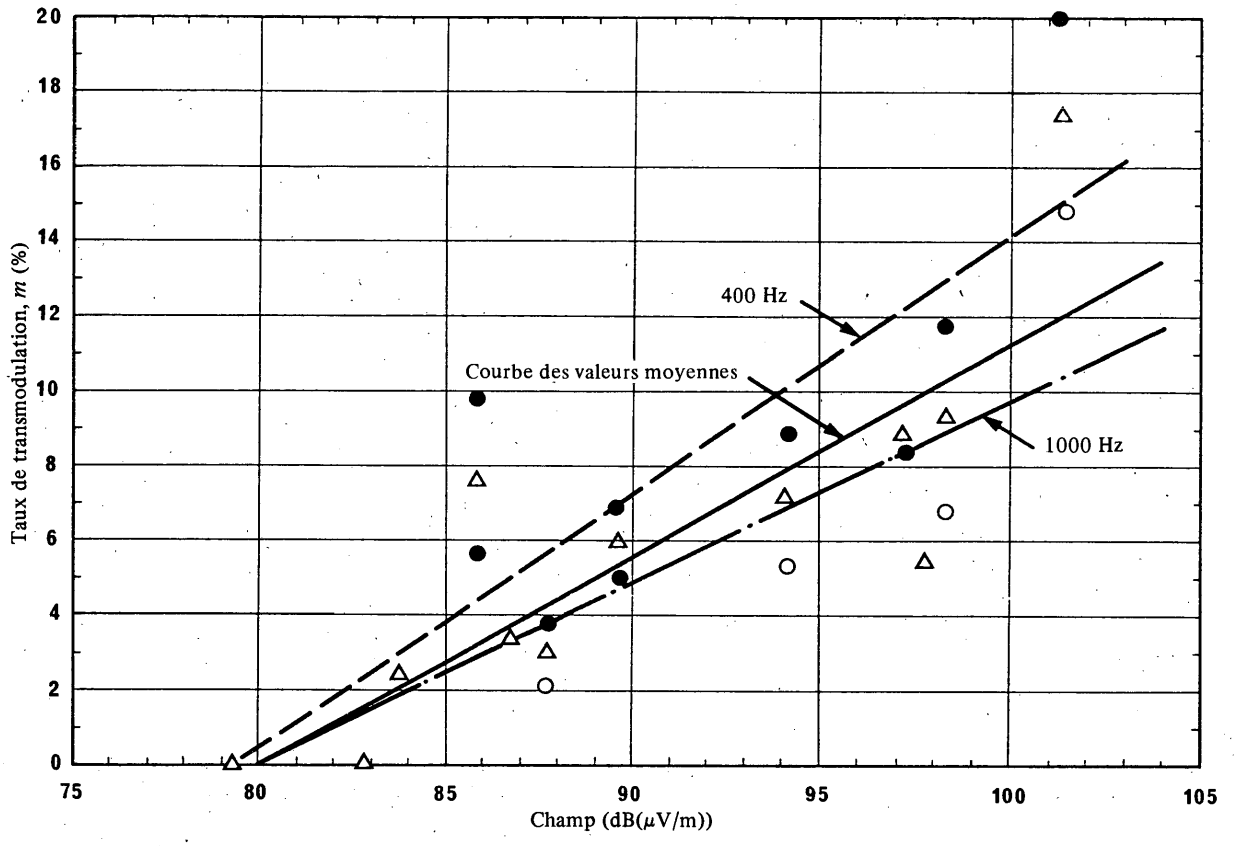



FIGURE 6 – *Relation entre le taux de transmodulation et le champ au point de réflexion dans l'ionosphère*

(Coefficient de corrélation $r$ = 0,84 pour ces courbes)

● 400 Hz valeur mesurée
○ 1000 Hz valeur mesurée
△ moyenne des valeurs mesurées

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAILEY, V. A. [15 mai 1937] Resonance in the interaction of radio waves. *Nature*, 838-839.

BAILEY, V. A., SMITH, R. A., LANDECKER, K., HIGGS, A. J. et HIBBERD, F. H. [mai 1952] Resonance in gyro-interaction of radio waves. *Nature*, Vol. 169, **4309**, 911-913.

BÄUMLER, M. et PFITZER, W. [décembre 1935] Untersuchung der gegenseitigen Modulationsbeeinflussung elektrischer Wellen mit deutschen Rundfunksendern (Investigation de l'influence de l'intermodulation entre les ondes radioélectriques utilisant les émissions de la Radiodiffusion allemande). *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, Vol. 46, 181-186.

BELL, D. A. [1951] Ionospheric interaction in disturbed conditions. *Proc. Phys. Soc.* (Section B), Vol. 64, 1053-1062.

CUTOLO, M. [mai 1952] Determinazione sperimentale delle curve di risonanza nel moto degli elettroni lenti dell'alta atmosfera (Détermination expérimentale des courbes de résonance du mouvement des électrons lents dans la haute atmosphère). *Nuovo Cimento*, Vol. IX, 391-406.

CUTOLO, M. et FERRERO, R. [octobre 1948] Misura del grado di modulazione parassita nel fenomeno di girointerazione (Mesure de l'intensité de modulation parasite dans le phénomène de gyro-interaction). *Alta Frequenza*, Vol. XVII, 212-216.

CUTOLO, M. et FERRERO, R. [janvier 1949] Photographic record and diagrams of Luxembourg effect with resonance (gyro-interaction). *Nature*, Vol. 163, 58-59.

CUTOLO, M., FERRERO, R. et MOTOZO, M. [1950] Determinazione sperimentale della curva di risonanza nel fenomeno di giro-interazione (Détermination expérimentale de la courbe de résonance dans le phénomène de gyro-interaction). *Alta Frequenza*, Vol. XIX, 3-8.

GROSSKOPF, J. [janvier 1938] Die gegenseitige Modulationsbeeinflussung elektromagnetischer Wellen in der Ionosphäre (Les effets de l'intermodulation dans l'ionosphère entre les ondes radioélectriques). *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, Vol. 51, 18-30.

HABERKANT, E. et VOGT, K. [août 1966] Mesure de la transmodulation ionosphérique sur deux émetteurs de grande puissance en ondes longues. *Rev. de l'UER*, **98-A**, 154-161.

et

[1966] Messung der ionosphärischen Kreuzmodulation bei den Langwellen-Rundfunksendern Europa I und Luxemburg (Mesure de la transmodulation ionosphérique dans les émissions à grandes ondes de Europe I et Luxembourg). *Rundfunktechn. Mitt.*, **4**, 206-212.

HABERKANT, E., HEINZELMANN, G. et VOGT, K. [avril 1971] La mesure de la transmodulation ionosphérique. *Rev. de l'UER*, **126-A**, 50-55.

et

[1971] Die Messung der ionosphärischen Kreuzmodulation (La mesure de la transmodulation ionosphérique). *Rundfunktechn. Mitt.*, **2**, 49-55.

HIBBERD, F. H. [1964] An experimental study of gyro-interaction in the ionosphere, at oblique incidence. National Bureau of Standards Technical Note 211, Vol. 4, 45-64.

HUXLEY, L. G. H. [février 1950] Ionospheric cross-modulation at oblique incidence. *Proc. Roy. Soc.*, Vol. 200, Série A, 486-511.

HUXLEY, L. G. H., FOSTER, H. G. et NEWTON, C. C. [1er mars 1974] Gyro interaction of radio waves. *Nature*, 300-301.

HUXLEY, L. G. H., FOSTER, H. G. et NEWTON, C. C. [août 1948] Measurements of the interaction of radio waves in the ionosphere. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 61, 134-146.

KNIGHT, P. [mai 1973] LF and MF propagation: a study of ionospheric cross-modulation measurements. BBC Engineering, **94**, 12-21.

LAITINEN, O. P. et HAYDON, G. W. [1950] Analysis and prediction of sky-wave field intensities in the HF-band, RPU 203, Technical Report No. 9, Signal Corps Radio Propagation Agency, Forth Monmouth, New Jersey, Etats-Unis d'Amérique.

RATCLIFFE, J. A. et SHAW, I. J. [juillet 1948] A study of the interaction of radio waves. *Proc. Roy. Soc.*, Vol. 193, Série A, 311-343.

SHAW, I. J. [janvier 1951] Some further investigations of ionospheric cross-modulation. *Proc. Phys. Soc.* (Section B), Vol. 64, 1-20.

SHAW, I. J. [novembre 1951] Ionospheric cross-modulation. *Wireless Engr.*, Vol. 28, 335-342.

SHLUYGER, I. S., WASKOW, W. V. et MILICH, G. M. [1976] Transmodulation des émetteurs de radiodiffusion O.km et O.hm de fortes puissances. *Geomag. i Aeronom.* **1**, 110.

VAN DER POL, B. et VAN DER MARK, J. [1935] Interaction of radio waves. *Tijdschrift Nederlandsch Radio Gschp*, Vol. 7, Partie I, 12-17, Partie II, 93-97.

WHYTHE, D. J. et REED, C. R. G. [1973-75] Ionospheric non-linearity: protection ratios required against cross-modulation interference [Luxembourg Effect). BBC Research Department Report 1973/5.

*Documents du CCIR*

[1986-90]: 10/318 (Chine (République populaire de)).

## BIBLIOGRAPHIE

BAILEY, V. A. [1956] On the interaction of radio-waves. *Nuovo Cimento*, Supplément au Vol. IV, Série X, 1430-1449.

BBC [6 novembre 1968] Research Department. Report RA-17. Ionospheric non-linearity. Doc. Com. T. (A) 73/Com. T. (B) 97.

HUXLEY, L. G. H. [1952] A synopsis of ionospheric cross-modulation. *Nuovo Cimento*, Supplément au Vol. IX, Série IX, 59-89.

RECOMMANDATION 639*

## LARGEUR DE BANDE NÉCESSAIRE A L'ÉMISSION POUR LA RADIODIFFUSION À ONDES KILOMÉTRIQUES, HECTOMÉTRIQUES ET DÉCAMÉTRIQUES**

(Question 44/10, Programme d'études 44A/10)

(1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'en radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude avec double bande latérale (MA-DBL), la largeur de bande à l'émission est deux fois plus grande que la largeur de bande audiofréquence;

*b)* que, pour des raisons tenant à la qualité, la largeur de bande audiofréquence doit être aussi grande que possible;

*c)* que le brouillage par les canaux adjacents dépend, entre autres choses, de la largeur de spectre du signal modulant et qu'un certain traitement du son du programme radiophonique peut notablement augmenter les composantes audio de fréquence plus élevée;

*d)* que la largeur de bande d'un système d'émission MA-DBL complet (largeur de bande du système) est déterminée par l'influence combinée de la largeur de bande à l'émission et de la bande passante du récepteur;

*e)* que, dans la plupart des cas, la largeur de bande de l'émission est considérablement plus grande que la bande passante du récepteur, bien que les récepteurs à bande passante élargie ou double soient de plus en plus couramment utilisés dans certaines parties du monde;

*f)* que l'efficacité de l'utilisation du spectre dépend, entre autres choses, de l'espacement des porteuses et de la largeur de bande nécessaire à l'émission;

*g)* que le brouillage par les canaux adjacents diminue dans les zones relativement proches de l'émetteur utile où, pour un émetteur de puissance moyenne à faible, on peut supposer qu'il y a une plus forte concentration d'auditeurs;

*h)* que, dans le cas où le brouillage par les canaux adjacents est réduit au minimum par un espacement géographique approprié des stations, on peut tirer un certain avantage de l'utilisation d'une largeur de bande à l'émission nettement plus grande que l'espacement des canaux, ce qui élargit la largeur de bande du système, en particulier lorsqu'on utilise des récepteurs à bande passante élargie,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que, si nécessaire (pour optimiser l'utilisation du spectre, ou pour améliorer la réponse en audiofréquence du système global), l'on optimise l'ensemble du système et simplifie la planification en tirant parti des connaissances déjà réunies sur les relations qui existent entre la largeur de bande du système, l'espacement des canaux et le rapport de protection pour le canal adjacent, comme indiqué dans l'Annexe I.

## ANNEXE I

### LARGEUR DE BANDE NÉCESSAIRE A L'ÉMISSION POUR LA RADIODIFFUSION (B.km, B.hm et B.dam)

### 1. Introduction

En radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude avec double bande latérale, la largeur de bande à l'émission est environ deux fois plus grande que la largeur de bande audiofréquence et a donc une très grande influence sur la qualité de réception. En revanche, pour un espacement donné des canaux adjacents, il y a intérêt à limiter la largeur de bande à l'émission, afin d'éviter les brouillages entre ces canaux.

La différence que l'on constate entre la largeur de bande à l'émission en radiodiffusion sonore et la largeur de bande des récepteurs est à l'origine d'études [CCIR, 1966-69a et b; Netzband et Süverkrübbe, 1968; Süverkrübbe, 1969; Petke, 1973] dans lesquelles on a cherché à améliorer l'ensemble du système de transmission. Il serait sans doute utile de fixer la largeur de bande audiofréquence à l'émission, ainsi que la largeur de bande globale des récepteurs, et de les déterminer à l'aide de filtres limiteurs de bande. Si ces deux largeurs de bande sont presque égales et si leur relation avec l'espacement des canaux est satisfaisante, le système de transmission permettra d'utiliser pleinement la largeur de bande transmise et d'obtenir un rapport de protection optimal entre canaux adjacents [Eden, 1967].

---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 1.

** L'essentiel du Rapport 457 étant transféré dans l'Annexe I à la présente Recommandation, ce rapport est annulé.

## 2. Largeur de bande nécessaire à l'émission

### 2.1 *Bandes 5 (B.km) et 6 (B.hm)*

Il est évident que la largeur de bande à l'émission ainsi que la bande passante globale des récepteurs doivent être choisies de telle manière qu'il n'y ait pas de dégradation inutile de la qualité de réception, ni d'augmentation du brouillage dans le canal adjacent [Netzband et Süverkrübbe, 1968]. Dans les zones où l'on prévoit que le brouillage dans le canal adjacent ne sera pas négligeable, l'utilisation de valeurs égales pour l'espacement des canaux, la largeur de bande de l'émission et la bande passante des récepteurs serait une bonne solution. Dans les zones où l'on prévoit moins de brouillage dans le canal adjacent, des valeurs différentes pourraient convenir; par exemple, la largeur de bande à l'émission et la bande passante du récepteur peuvent être égales, tout en dépassant considérablement l'espacement des canaux. Il en est ainsi notamment si le même réseau d'émetteurs est exploité de jour et de nuit. Dans ces conditions, des récepteurs équipés de filtres pour largeurs de bande commutables peuvent être utilisés pour améliorer efficacement la qualité de réception dans différentes conditions de propagation.

### 2.2 *Bande 7 (B.dam)*

En radiodiffusion à ondes décamétriques, la largeur de bande de l'émission en MA-DBL ne doit jamais être supérieure à 9 kHz. Le projet de Recommandation 640 spécifie une valeur maximale de 4,5 kHz pour la largeur de bande nécessaire dans le cas de la radiodiffusion en MA-BLU.

## 3. Considérations générales

3.1 Il existe une relation bien déterminée entre la largeur de bande du système, l'espacement des porteuses et le rapport de protection en radiofréquence pour le canal adjacent [Süverkrübbe, 1969; Petke, 1973].

3.2 On peut déterminer la valeur théorique optimale de la protection contre les brouillages dans le canal adjacent en utilisant un récepteur idéal avec une bande passante «rectangulaire». Dans ce cas, le rapport de protection en radiofréquence est essentiellement déterminé par la distorsion non linéaire de l'émetteur.

3.3 Le spectre d'énergie, y compris les rayonnements hors bande dus aux non-linéarités de l'émetteur, a fait l'objet d'une étude théorique [Kettel, 1968]. Une étude expérimentale de ce spectre dans le cas d'un émetteur à ondes hectométriques de grande puissance [CCIR, 1966-69c] montre que la notion de largeur de «bande occupée», telle qu'elle est définie à l'article 1, numéro 147 du Règlement des radiocommunications, ne permet pas d'avoir une idée exacte de l'influence de la limitation de la largeur de bande sur le brouillage dans le canal adjacent.

## 4. Relation entre la largeur de bande AF, le rapport de protection RF et l'espacement des canaux

### 4.1 *Résultats des mesures*

On a effectué en République fédérale d'Allemagne une série de mesures des rapports de protection en radiofréquence pour plusieurs valeurs des largeurs de bande basse fréquence, égales à l'émission et à la réception, et pour plusieurs valeurs de l'espacement entre canaux [Süverkrübbe, 1969], conformément à la méthode de mesure objective à deux signaux donnée dans les Recommandation 559 et 560. On a utilisé, pour ces mesures, un récepteur commercial de haute qualité ayant une bande passante presque idéale. La relation entre les paramètres considérés est illustrée par la Fig. 1. Pour une valeur donnée de l'espacement des canaux, il existe de nombreux couples de valeurs des largeurs de bande audiofréquence et du rapport de protection pour le canal adjacent. Toutefois, si l'on a choisi seulement deux paramètres, le troisième se trouve automatiquement déterminé.

### 4.2 *Résultats des calculs*

La relation entre la largeur de bande, le rapport de protection pour le canal adjacent et l'espacement des canaux peut se déterminer à l'aide de la méthode numérique de la Recommandation 559.

Les travaux effectués reposent sur l'hypothèse que l'espacement des porteuses ainsi que le rapport de protection pour le canal adjacent ont des valeurs prédéterminées. En se fondant sur la Recommandation 560, on a admis, pour le rapport de protection RF, une valeur relative de $-26$ dB, correspondant à un espacement des canaux de 9 kHz. Ce faisant, on a naturellement tenu compte des caractéristiques des récepteurs courants.

Tout système de radiodiffusion à modulation d'amplitude a, en principe, le même effet sur la qualité de réception qu'un filtre passe-bas. Les systèmes à modulation d'amplitude conçus en fonction de l'espacement de canaux et des rapports de protection indiqués ci-dessus peuvent différer par la largeur de bande et la pente de coupure de la réponse amplitude/fréquence globale. Les études ont donc couvert cet aspect du problème de la qualité de réception.

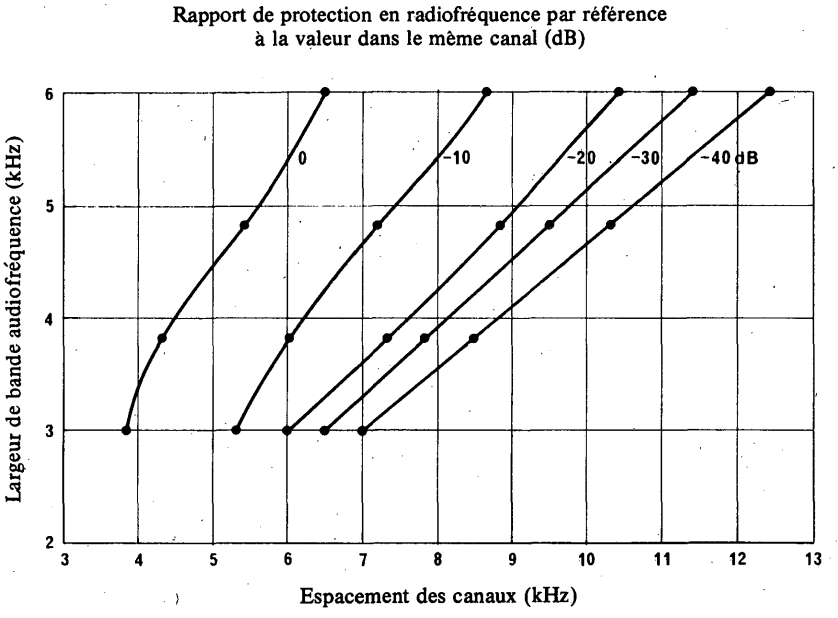



FIGURE 1 – *Utilisation du spectre*

On a supposé que l'influence de la réponse amplitude/fréquence globale de l'ensemble du système est également répartie entre extrémités émettrice et réceptrice. Cette méthode n'est cependant qu'une première approximation et il faudrait effectuer des études supplémentaires dans des conditions différentes. Les calculs ont montré que n'importe laquelle des trois courbes amplitude/fréquence de la Fig. 3 donnera un rapport de protection satisfaisant pour le canal adjacent, dans un système à canaux de 9 kHz. Les courbes de la Fig. 2 indiquent les couples de valeurs de largeur de bande, $b$, et de pente de coupure, $a_0$, qui sont nécessaires aux extrémités émettrice et réceptrice, dans un système de radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude. La courbe en trait plein s'applique à un récepteur avec filtre à coupure brusque éliminant le battement avec la porteuse du canal adjacent. La courbe en pointillé s'applique au cas où l'on n'utilise pas ce filtre. Les points marqués ①, ② et ③ sur la courbe de la Fig. 2 correspondent aux caractéristiques de l'équipement terminal qui fournirait les réponses amplitude/fréquence globale correspondant respectivement aux courbes A, B et C de la Fig. 3.

Les résultats obtenus sont en très bon accord avec la Fig. 1, qui doit être considérée comme correspondant aux conditions limites puisqu'elle s'applique au cas idéal d'une caractéristique passe-bande rectangulaire. La bande passante du système décroît donc rapidement en même temps que la pente de coupure.

### 4.3 *Résultats des essais d'écoute*

On peut simuler, à l'aide de trois filtres passe-bas de caractéristiques spécifiées, l'influence sur la qualité de reproduction d'un système de radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude dans lequel l'espacement des canaux est de 9 kHz et le rapport de protection pour le canal adjacent de $-26$ dB. Les caractéristiques de bande passante de ces filtres sont représentées sur les courbes A, B et C de la Fig. 3.

Les essais d'écoute subjectifs montrent très nettement que l'on peut obtenir une meilleure impression de qualité avec les courbes A et B qu'avec la courbe C. Quant à la différence de qualité entre les courbes A et B, elle est très faible, et cela peut présenter un intérêt économique, puisque la pente de coupure du récepteur de la courbe B est inférieure de 40 dB/octave à celle de la courbe A.

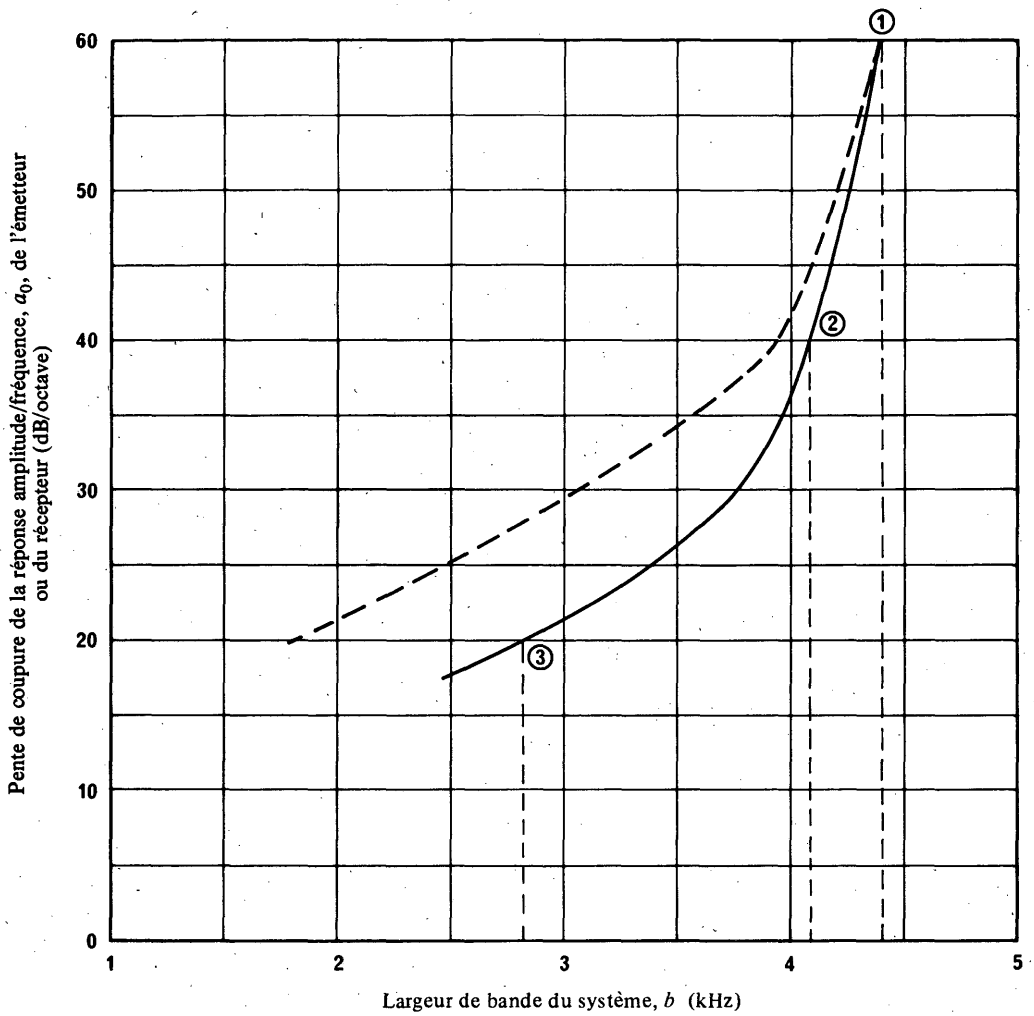



FIGURE 2 – *Caractéristiques d'un système de radiodiffusion sonore en modulation d'amplitude donnant une qualité optimale*

Hypothèses de base:
Espacement des canaux: 9 kHz
Rapport de protection relatif pour le canal adjacent: – 26 dB

———— : caractéristique avec filtre à coupure brusque pour éliminer le battement de porteuses
— — — — : caractéristique sans filtre à coupure brusque

## 5. Caractéristiques de bande passante aux fréquences radioélectriques et intermédiaires des récepteurs courants

On a collationné, dans divers pays, les différentes caractéristiques des récepteurs dont certaines sont reproduites dans le Rapport 333 (New Delhi, 1970). Il est indiqué dans ce texte que les valeurs de la bande passante aux fréquences radioélectriques et intermédiaires, mesurées entre les points à 6 dB, se situent entre 5 et 10 kHz. Il convient de noter que la bande audiofréquence à la réception représente environ la moitié de ces valeurs. Les valeurs les plus élevées qui aient été relevées correspondent aux récepteurs de «première catégorie» à sélectivité variable, utilisés en URSS [CCIR, 1966-69d].

Il existe, bien entendu, de nombreux récepteurs dont la bande passante est encore plus étroite que celles indiquées dans les textes cités en référence, mais il a été indiqué que, dans certaines régions, il existe aussi des récepteurs qui ont une bande passante plus large.

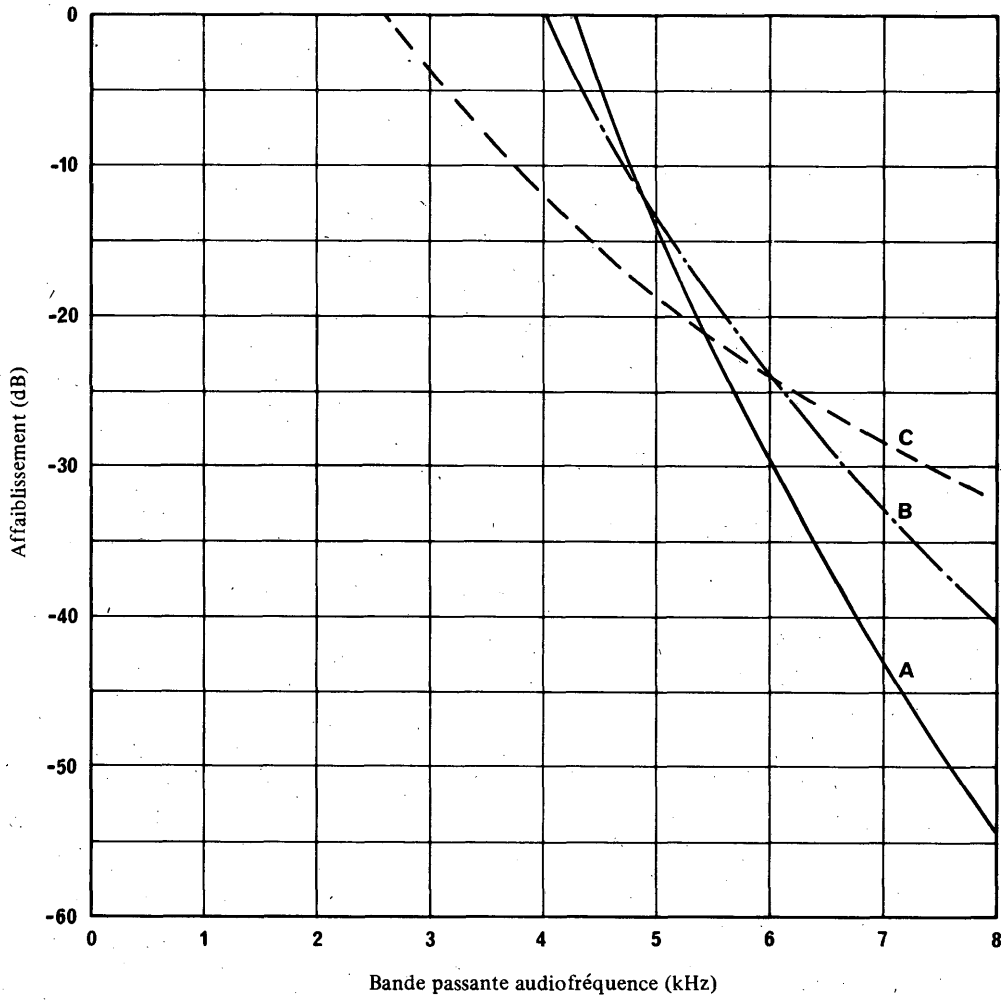



FIGURE 3 – *Courbes de réponse amplitude/fréquence globales d'un système de radiodiffusion sonore en modulation d'amplitude donnant une qualité de reproduction optimale*

Courbes A: pentes de coupure globales – 120 dB par octave
B: pentes de coupure globales – 80 dB par octave
C: pentes de coupure globales – 40 dB par octave

## 6. Utilisation de la limitation de bande dans la pratique de l'exploitation

Bien que la limitation de la bande soit une pratique courante depuis de nombreuses années, les réactions du public quant à l'effet de cette mesure sur la qualité des programmes ont été négligeables. En revanche, on a signalé une amélioration de la réception dans plusieurs cas où le brouillage par le canal adjacent avait précédemment causé une grande gêne.

D'après le Plan de Genève, un grand nombre d'émetteurs fonctionnent actuellement dans les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques avec une largeur de bande limitée. Dans la bande des ondes kilométriques, 50,6% des émetteurs ont une largeur de bande à l'émission égale ou inférieure à 10 kHz, tandis que dans la bande des ondes hectométriques, il n'y en a que 31,3%.

## 7. Emission et réception à faible largeur de bande, avec harmoniques

On a décrit une nouvelle méthode [Gassmann, 1972 et 1973], applicable dans les bandes 5, 6 et 7, qui permet d'améliorer la qualité du son à la réception, en utilisant un signal modulant audiofréquence à spectre étroit. Ce système est fondé sur le principe suivant: l'oreille humaine n'est pas capable d'identifier les harmoniques supérieurs à environ 4 kHz par rapport au son fondamental.

On améliore la qualité du son en ajoutant des harmoniques artificiels produits dans le récepteur. L'amplitude de ces harmoniques est réglée par une fréquence pilote à la partie supérieure de la bande audiofréquence. La fréquence pilote fournit l'information sur l'amplitude des harmoniques, ainsi que le signal de synchronisation nécessaire, sous la forme d'une modulation à bande latérale unique.

## 8. Spectre hors bande des émissions de radiodiffusion sonore à double bande latérale

Le § 3.5.1 de la Recommandation 328 donne les courbes limites du rayonnement hors bande des émissions de radiodiffusion à modulation d'amplitude à double bande latérale. Les courbes ne sont pas en relation fixe avec le niveau de la porteuse, puisque cette relation dépend:

- du taux de modulation de l'émetteur (moyenne quadratique);
- de la largeur de bande nécessaire à l'émission;
- de la largeur de bande de l'analyseur de spectre employé pour la mesure.

Cependant, ces courbes limites dépendent par une relation fixe du niveau maximal des composantes des bandes latérales, qui dépend seulement de la répartition de la puissance de ces bandes.

Des renseignements détaillés sur les valeurs correspondantes sont contenus dans le Rapport 325.

## 9. Effet du traitement du signal audio sur la largeur de bande

Certains émetteurs fonctionnant dans la bande 7 (ondes décamétriques) utilisent un filtre de modelage du signal audio et un limiteur afin d'obtenir une modulation moyenne plus élevée. L'utilisation de ce filtre est généralement appelée technique de modulation trapézoïdale. Des mesures faites en Inde [CCIR, 1982-86a] ont montré que, dans le cas de la modulation trapézoïdale, la largeur de bande occupée à l'émission est plus grande que dans le cas de la modulation classique. Le Tableau I résume les résultats de ces mesures.

TABLEAU I – *Largeur de bande occupée en modulation trapézoïdale et en modulation classique*

| Taux de modulation (%) | Largeur de bande occupée (kHz) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Modulation trapézoïdale | | Modulation classique | |
| | Limite supérieure de fréquence de modulation (kHz) | | Limite supérieure de fréquence de modulation (kHz) | |
| | 4,5 | 5,0 | 4,5 | 5,0 |
| 30 | 11,0 | 12,0 | 10,3 | 11,5 |
| 50 | 11,7 | 12,9 | 11,1 | 12,0 |
| 70 | 13,7 | 14,6 | 12,1 | 13,0 |

Cependant, lorsque la fréquence la plus élevée d'un signal de modulation à bruit coloré (Recommandation 559) n'est pas limitée à une valeur de 10 kHz par un filtre passe-bas, la largeur de bande occupée dans le cas de la modulation trapézoïdale devient inférieure à celle de la modulation classique. Ce résultat est attribué au filtre de modelage du son utilisé en modulation trapézoïdale puisqu'il réduit les composantes de fréquence supérieures à 8 kHz environ dans le signal modulant.

## 10. Conclusions

10.1 La Fig. 1 illustre l'interdépendance du rapport de protection en radiofréquence pour le canal adjacent, de l'espacement des canaux et de la largeur de bande audiofréquence dans l'hypothèse où la largeur de bande basse fréquence à l'émission est égale à celle du récepteur. Lorsqu'on choisit deux des trois paramètres, le troisième est alors fixé. En règle générale, l'espacement des canaux, ainsi que le rapport de protection en radiofréquence sont imposés. On peut alors transmettre la largeur de bande audiofréquence totale indiquée à la Fig. 1, mais la largeur de bande du signal rayonné ne peut être pleinement utilisée que si la sélectivité des récepteurs correspond à celle du filtre audiofréquence de l'émetteur.

10.2 En radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude, la prédétermination du rapport de protection pour le canal adjacent et de l'espacement entre canaux est équivalente à la détermination de la qualité de reproduction en audiofréquence. Par exemple, avec un espacement de 9 kHz et un rapport de protection de −26 dB, la Fig. 2 montre qu'avec une valeur raisonnable pour la pente de coupure, on peut difficilement dépasser une largeur de bande 4,4 kHz. Il est, en outre, évident d'après la figure que toute réduction de la pente de coupure entraîne une réduction de la bande passante en audiofréquence.

Les essais subjectifs ont montré que, en restant dans les limites de la Fig. 2, la qualité de réception dépend essentiellement de la largeur de bande en audiofréquence. Cependant, lorsqu'on s'approche des limites, une légère augmentation de bande passante en audiofréquence peut entraîner une augmentation importante de la pente de coupure, alors que l'amélioration de la qualité de réception peut n'être qu'à peine décelable.

Des études analogues pour des espacements de 8 et 10 kHz ont conduit à des résultats correspondants qui présentent les mêmes tendances. La division de la réponse amplitude/fréquence globale en deux moitiés ne correspond pas nécessairement à des conditions optimales. Les calculs montrent, au contraire, que le rapport de protection pour le canal adjacent est plus sensible à une modification de la réponse amplitude/fréquence à la réception qu'à l'émission. Il peut cependant ne pas être souhaitable, du point de vue économique, d'augmenter la sélectivité du récepteur. De nouvelles études sont donc nécessaires avant d'arriver à une décision finale.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EDEN, H. [décembre 1967] Réflexions sur une réorganisation de la radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques. *Rev. de l'UER*, **106-A**, 242-251.

GASSMANN, G. G. [octobre 1972] Hochwertige Musikübertragung mit nur 7 kHz Bandbreite, Bericht über die 9. Tonmeistertagung, Köln, 26. bis 29. Oktober 1972, herausgegeben vom Verband deutscher Tonmeister. (Transmission musicale de haute qualité avec une largeur de bande de 7 kHz seulement) Rapport de la 9e réunion des ingénieurs du son, Cologne, 26-29 octobre 1972, édité par «Verband deutscher Tonmeister» (Association des ingénieurs du son allemands).

GASSMANN, G. G. [novembre 1973] Verbesserung der AM-Übertragungsqualität bei unveränderter Systembandbreite, Vortrag der NTG-Tagung «Hörrundfunk», Düsseldorf (Amélioration de la qualité de transmission en modulation d'amplitude sans modification de la largeur de bande; mémoire présenté à la Conférence NTG «Radiodiffusion sonore», Düsseldorf).

KETTEL, E. [février 1968] Le procédé en bande latérale unique compatible est-il avantageux en radiodiffusion en modulation d'amplitude? *Rev. de l'UER*, **107-A**, 8-15.

NETZBAND, R. et SÜVERKRÜBBE, R. [juin 1968] Limitation de la largeur de bande à l'émission et à la réception en radiodiffusion à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER*, **109-A**, 115-124.

PETKE, G. [octobre 1973] Calcul du rapport de protection RF en modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER* (Technique), **141**, 227-234.

SÜVERKRÜBBE, R. [août 1969] Largeur de bande et écartement des canaux en radiodiffusion à modulation d'amplitude. *Rev. de l'UER*, **116-A**, 161-164.

*Documents du CCIR*

[1966-69]: **a.** X/16 (Etats-Unis d'Amérique); **b.** X/142 (Royaume-Uni); **c.** X/212 (République fédérale d'Allemagne); **d.** X/196 (URSS).

[1982-86]: **a.** 10/286 (Inde).

RECOMMANDATION 597-1

## ESPACEMENT DES CANAUX POUR LA RADIODIFFUSION SONORE DANS LA BANDE 7 (ONDES DÉCAMÉTRIQUES)

(Question 44/10, Programme d'études 44A/10)

(1982-1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que la zone de couverture obtenue en pratique dépend, entre autres, de l'espacement des canaux;

*b)* qu'il y a des avantages techniques à adopter un espacement uniforme des canaux avec des fréquences porteuses dont la valeur nominale est un multiple de l'espacement des canaux;

*c)* que la ou (les) fréquence(s) intermédiaire(s) des récepteurs doit (doivent) être choisie(s) de manière à être un multiple de l'espacement des canaux;

*d)* que le choix de l'espacement des canaux devrait en outre tenir compte de l'adoption possible de la BLU (bande latérale unique) à l'avenir;

*e)* que ces avantages ne peuvent être obtenus que si une valeur uniforme est adoptée pour l'espacement des canaux dans la bande 7 (ondes décamétriques),

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que l'on adopte, dans le monde entier, une valeur uniforme de 10 kHz pour l'espacement des canaux dans la bande 7 (ondes décamétriques);

**2.** que la valeur nominale des fréquences porteuses soit un multiple de l'espacement des canaux;

**3.** que l'on puisse utiliser, pour desservir des zones géographiquement séparées, des canaux entrelacés dont les fréquences porteuses diffèrent de 5 kHz de celles des canaux principaux;

**4.** que, dans la mesure du possible, la ou (les) fréquence(s) intermédiaire(s) des récepteurs soit (soient) un multiple de l'espacement des canaux;

**5.** que l'on adopte, dans le monde entier, une valeur de 5 kHz pour l'espacement des canaux pour tout système à bande latérale unique susceptible d'être retenu pour être utilisé à l'avenir dans la bande 7 (ondes décamétriques).

RECOMMANDATION 702*

## SYNCHRONISATION ET UTILISATION DE FRÉQUENCES MULTIPLES PAR PROGRAMME DANS LA RADIODIFFUSION EN ONDES DÉCAMÉTRIQUES

(Question 44/10, Programme d'études 44L/10)

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que la surcharge des bandes décamétriques est notoire;

*b)* qu'aux termes du numéro 1751 (article 17) du Règlement des radiocommunications «il convient que le nombre (des fréquences) soit le nombre minimal nécessaire pour assurer une réception satisfaisante du programme intéressé dans chacune des zones auxquelles il est destiné . . .»;

*c)* que la CAMR HFBC-87 a reconnu que la synchronisation des émetteurs était une technique confirmée pour améliorer l'utilisation efficace du spectre,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que, chaque fois que possible, une seule fréquence soit utilisée pour transmettre un programme donné à destination d'une zone de réception donnée;

**2.** que, sur certains trajets, tels que les trajets très longs, ceux qui traversent la zone aurorale ou encore ceux le long desquels les conditions de propagation peuvent varier rapidement, il peut être nécessaire d'utiliser plus d'une fréquence par programme;

**3.** que, dans certaines circonstances particulières, à savoir:

- lorsque la profondeur de la zone de service requise qui s'étend à partir de l'émetteur est trop grande pour qu'elle puisse être desservie par une seule fréquence;
- lorsque, en vue de maintenir des rapports signal/bruit satisfaisants, on emploie des antennes très directives, ce qui a pour résultat de réduire la zone géographique couverte par de telles antennes;
- lorsque la zone de service requise sous-tend un angle d'azimut plus grand que celui qui peut être desservi par une seule antenne directive,

l'on puisse utiliser, selon le cas, plus d'une fréquence par programme ou la synchronisation;

**4.** que l'on considère que des émetteurs synchronisés, quand ils sont situés:

- soit au même emplacement, pilotés par le même oscillateur et modulés par le même programme avec une mise en phase appropriée,
- soit en des emplacements différents, pilotés par des oscillateurs séparés dont les fréquences sont commandées avec précision (différence de fréquence des porteuses ne dépassant pas 0,1 Hz) et modulés par le même programme,

n'introduisent pas de dégradation appréciable de la qualité de réception.

Cette conclusion est valable:

- pour les zones de couverture sans recouvrement;
- pour les zones de couverture avec recouvrement, à condition de tenir dûment compte des facteurs suivants:
  - forme et dimensions de la zone de réception;
  - possibilités d'utilisation d'antennes d'émission appropriées;
  - conditions de propagation sur les trajets radioélectriques concernés.

---

* Cette Recommandation remplace les Recommandations 205-2 (Dubrovnik, 1986) et 410 (Dubrovnik, 1986) qui, en conséquence, sont supprimées.

RECOMMANDATION 80-3 *

## ANTENNES D'ÉMISSION EN RADIODIFFUSION (B.dam)

(Question 44/10, Programme d'études 44H/10)

(1951-1978-1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il convient d'utiliser des antennes directives chaque fois que les conditions s'y prêtent pour obtenir la couverture adéquate de la zone de service recherchée et pour réduire au minimum le rayonnement indésirable et les possibilités de brouillage en dehors de cette zone;

*b)* qu'il est possible, en utilisant les techniques actuelles, de concevoir et d'installer une grande variété de types d'antennes directives en ondes décamétriques présentant des caractéristiques améliorées;

*c)* que les antennes d'émission directives peuvent parfois rayonner des puissances importantes dans des directions non désirées;

*d)* que l'on trouve, dans la Partie 1 de l'Annexe I à la Recommandation 705, des renseignements complets et détaillés sur les caractéristiques de rayonnement théoriques des antennes en ondes décamétriques;

*e)* que la Partie 2 de l'Annexe I à la Recommandation 705 contient des informations concernant les différences entre les caractéristiques théoriques et les caractéristiques pratiques des antennes en ondes décamétriques,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** d'utiliser les Annexes I et II pour orienter le choix d'une antenne d'émission en ondes décamétriques adaptée aux besoins;

**2.** de faire en sorte que le rayonnement des lobes latéraux soit le plus faible possible;

**3.** de ne pas supposer, dans les conditions d'exploitation rencontrées en pratique et pour la détermination des brouillages, que le champ, dans d'autres azimuts et à des angles de site correspondant à ceux du lobe principal, est inférieur à 222 mV/m à une distance de 1 km, pour une puissance d'alimentation de l'antenne de 1 kW dans le cas d'antennes à gain élevé. On peut envisager une valeur plus faible du champ brouilleur dans le cas des antennes à gain peu élevé;

**4.** d'utiliser l'Annexe I à la Recommandation 705 comme source d'informations plus détaillées.

*Note* – La Conférence administrative mondiale des radiocommunications pour la planification des bandes d'ondes décamétriques attribuées au service de radiodiffusion (CAMR HFBC (1)), Genève, 1987, a adopté des valeurs calculées du champ minimal plus basses, dans certains cas, que celle indiquée ci-dessus (voir l'Annexe II).

## ANNEXE I **

### 1. Utilisation d'antennes directives et non directives

En radiodiffusion à ondes décamétriques, l'antenne constitue le moyen par lequel l'énergie radioélectrique est dirigée vers la zone de service requise. Le choix d'une antenne appropriée renforce le signal dans cette zone, tout en réduisant le rayonnement dans les directions non désirées. On protège ainsi les autres utilisateurs du spectre radioélectrique qui émettent dans le même canal ou dans les canaux adjacents dans une zone de service différente. On recommande donc, dans la mesure du possible, d'utiliser des antennes directives ayant un diagramme de rayonnement bien défini.

---

* Etant donné que les Rapports 32-5 (Dubrovnik, 1986) et 1062 (Dubrovnik, 1986) ont été modifiés et annexés à la présente Recommandation sous la dénomination Annexe I et Annexe II respectivement, ils sont donc supprimés.

** La nomenclature utilisée est expliquée dans l'Annexe I à la Recommandation 705 et dans l'Annexe II à la présente Recommandation.

*Les antennes non directives* peuvent être utilisées lorsque l'émetteur est situé à l'intérieur de la zone de service requise. Dans ce cas, la zone de service requise vue de l'émetteur s'étend en azimut sur plus de 180°.

*Les antennes directives* jouent un double rôle. Le premier est d'éviter des brouillages aux autres utilisateurs du spectre, grâce à leur directivité. Le second est d'assurer un champ suffisant pour permettre, grâce à leurs gains en puissance, une réception satisfaisante.

Le diagramme de la Fig. 1 donne quelques directives générales pour le choix de l'antenne optimale, selon le type de service à assurer en fonction de la distance. On a considéré deux catégories de service, un service à courte distance et un service à moyenne ou grande distance.

Un service à courte distance, dans le présent contexte, est considéré comme ayant une portée pouvant atteindre environ 2000 km. La zone correspondante peut être desservie soit au moyen d'une antenne non directive, soit en utilisant une antenne directive dont l'ouverture du faisceau sera choisie en fonction du secteur à couvrir. Dans le second cas, on peut utiliser soit un rideau de doublets horizontaux, soit des antennes log-périodiques.

Un service à moyenne ou à grande distance peut être considéré comme correspondant à des distances supérieures à 2000 km environ. Ce service peut être assuré à l'aide d'antennes dont l'angle de site du lobe principal est faible (6° à 13°) et dont l'angle d'ouverture dans le plan horizontal a, selon la zone à couvrir, soit une valeur élevée comprise entre 65° et 95° (généralement 70°), soit une valeur faible comprise entre 30° et 45° (généralement 35°).

La valeur du champ dans la zone de réception est influencée par les caractéristiques de rayonnement de l'antenne qui dépendent du type de réseau. Il ne faut pas utiliser d'antennes à faisceau horizontal ou vertical très étroit, car les variations des conditions ionosphériques pourraient déplacer la zone couverte.

Bien que l'on utilise des antennes losanges en radiodiffusion, leur emploi est à déconseiller du fait de l'importance et du nombre de leurs lobes latéraux, qui peuvent causer des brouillages techniquement évitables.

## 2. Réduction des lobes secondaires

La réduction des lobes secondaires dans les antennes directives pour la radiodiffusion en ondes décamétriques est de la plus haute importance pour éviter les brouillages en cas de partage des fréquences. Ces brouillages sont généralement dus soit au fait que l'antenne d'émission possède des lobes secondaires dans des directions non désirées soit à la dispersion de l'énergie du lobe principal, en cas d'anomalies de propagation. On peut réduire l'amplitude des lobes secondaires si l'antenne est conçue de façon appropriée, tandis que la dispersion du signal, en cours de propagation dans des directions non désirées, constitue un problème complexe, et les effets de ce phénomène doivent être étudiés par des méthodes statistiques.

Les antennes-rideaux (B.dam) constituées de doublets horizontaux sont rendues unidirectives par addition d'un écran réflecteur. Cet écran peut être constitué:

- soit par un réseau identique constitué de dix doublets accordés pour obtenir un rapport avant-arrière optimal pour la gamme des fréquences de fonctionnement. En général, ce type de réflecteur n'est pas alimenté et est connu sous le nom de «doublet accordé» ou de «réflecteur parasite»;

- soit d'un écran constitué de fils horizontaux qui jouent le rôle d'un réflecteur non accordé. Ce type de réflecteur est connu sous le nom de réflecteur «apériodique».

Les déviations maximales obtenues en pratique pour différents types d'antennes sont données au Tableau I de l'Annexe II.

La déviation du tir n'affecte pas de façon appréciable l'ouverture horizontale du lobe principal, mais elle augmente son asymétrie et donne lieu en même temps à un premier lobe secondaire très important. Lorsque l'angle de déviation augmente, le gain du lobe principal baisse et le rayonnement des lobes latéraux augmentent. Le champ créé par les lobes latéraux augmentera donc de façon substantielle.

En République populaire de Chine, l'expérience a confirmé qu'il était possible d'obtenir une déviation satisfaisante en utilisant des déphasages en courant calculés par approximations successives [CCIR, 1986-90a].

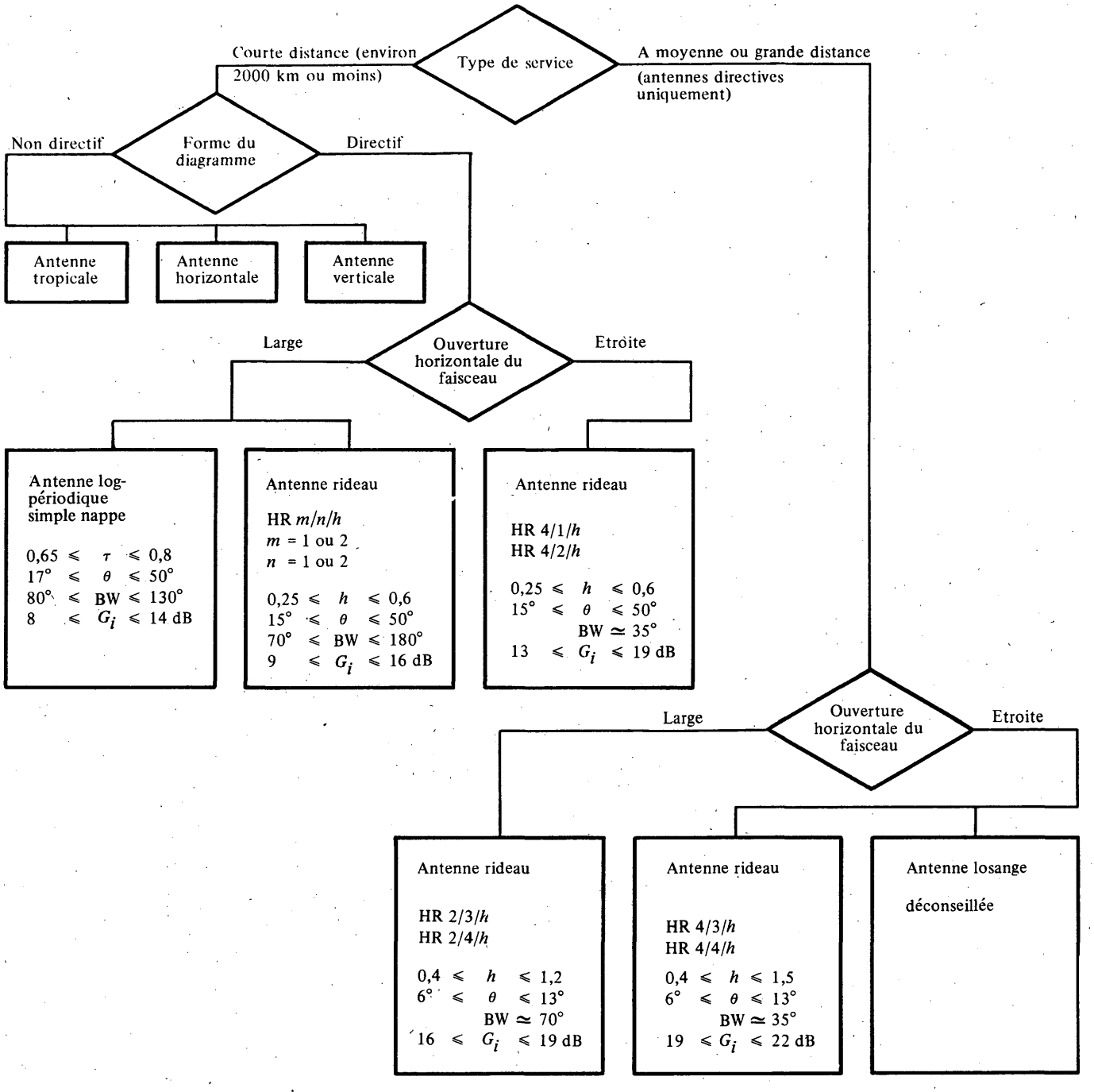



FIGURE 1 – *Diagramme de sélection d'antenne*

θ: angle de site

$G_i$: gain par rapport à une antenne isotrope isolée dans l'espace (dB)

$G_d$: gain par rapport à un doublet demi-onde isolé dans l'espace ($G_i = G_d + 2{,}2$ dB) (dB)

} du rayonnement maximal dans le faisceau principal

BW: ouverture totale du faisceau dans le plan horizontal (−6 dB par rapport au maximum)

HR: antenne rideau à doublets horizontaux avec réflecteur

$m$: nombre d'éléments demi-onde par rangée horizontale

$n$: nombre d'éléments demi-onde par rangée verticale

$h$: hauteur au-dessus du sol de la rangée d'éléments la plus basse (longueurs d'onde)

τ: facteur de diminution du gain d'une antenne log-périodique

Des essais effectués en Italie [CCIR, 1963-66a] ont montré qu'avec une antenne de type HRS 5/4/1,5, il est possible de diminuer l'amplitude des lobes secondaires lorsqu'on alimente les cinq colonnes de doublets séparément. Cette propriété se conserve lorsqu'on dévie le faisceau principal.

La particularité de certaines antennes du type HR 4/4 construites en France, est que le réflecteur est alimenté, ce qui permet de régler avec précision les amplitudes et les phases des courants dans les rideaux avant et arrière. La mesure des diagrammes par hélicoptère a montré que ceux-ci étaient très voisins des diagrammes théoriques («zéros» de l'ordre de 40 dB). Comparés aux antennes à réflecteurs passifs, les nouveaux rideaux ont une largeur de bande plus grande, et le réglage est plus facile.

En France, les calculs ont aussi montré que, pour les antennes multibande du type HR $2/n/h$, si l'on porte le rapport de fréquences $f_{max}/f_{min}$ à une valeur voisine de 3, on obtient des diagrammes de rayonnement théoriques satisfaisants sans augmentation importante des lobes secondaires.

Bien qu'il soit possible jusqu'à un certain point de supprimer les lobes latéraux pour certains des systèmes d'antennes-rideau, les méthodes employées jusqu'à présent introduisent des difficultés mécaniques et augmentent le prix de l'antenne.

## 3. Vérification des diagrammes de rayonnement

La RAI en Italie et l'Etat de la Cité du Vatican [CCIR, 1982-86a, 1986-90b] ont effectué une série de mesures du champ pour étudier et vérifier les diagrammes de rayonnement réels d'une variété de types d'antennes en ondes décamétriques. Les mesures ont été réalisées en utilisant un équipement aéroporté. Les résultats de ces mesures effectuées sur des antennes non occultées confirment le fait que les diagrammes de rayonnement du faisceau principal concordent assez bien avec les valeurs théoriques données dans la publication spéciale du CCIR sur les Diagrammes d'antennes, publiée en 1984. Des études détaillées effectuées par plusieurs administrations confirment la validité de ces valeurs théoriques. On trouvera des détails sur ces études, entre autres dans [CCIR, 1986-90c]. En outre, on constate que, dans le cas d'une antenne dipôle horizontale réelle avec un réflecteur écran apériodique, le rayonnement vers l'arrière et le rayonnement du lobe vers l'avant, sont environ à 20 dB en dessous du maximum du lobe principal. On peut conclure que la méthode de mesure des diagrammes d'antenne par hélicoptère décrite dans la Partie 2 de l'Annexe I à la Recommandation 705 est un moyen intéressant permettant d'évaluer les caractéristiques des antennes d'émission.

## 4. Discrimination obtenue dans la pratique par les antennes directives

De nombreuses campagnes de mesure ont été organisées dans différents pays pour déterminer les champs des émetteurs situés dans la même zone d'émission ou dans des zones d'émission différentes. Ces résultats ont été utilisés pour calculer les valeurs de discrimination d'antenne, c'est-à-dire la diminution du champ, par rapport à la valeur dans le faisceau principal, à des angles d'azimut et de site différents de ceux du faisceau principal. La discrimination obtenue dans la pratique correspond à la valeur limite donnée dans la présente Recommandation. La discrimination calculée à partir d'antennes théoriques est bien supérieure à celle qui a été mesurée dans la réalité (voir la Partie 1 de l'Annexe I à la Recommandation 705). Le Royaume-Uni [CCIR, 1962, 1963, 1963-66b; 1970-74] et l'Inde [CCIR, 1974-78] ont présenté leur rapport sur ces campagnes de mesure.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1962]: (Bad Kreuznach). X/15 (Royaume-Uni).

[1963]: (Genève). X/221 (Royaume-Uni).

[1963-66]: **a.** X/49 (Italie); **b.** X/124 (Royaume-Uni).

[1970-74]: 10/180 (Royaume-Uni).

[1974-78]: 10/57 (Inde).

[1982-86]: **a.** 10/254 (Italie et Cité du Vatican).

[1986-90]: **a.** 10/92 (Chine (République populaire de)); **b.** 10/47 (Italie et Cité du Vatican); **c.** GTI 10/1-7 (Italie).

BIBLIOGRAPHIE

CCIR [1978] Diagrammes d'antenne.

CCIR [1984] Diagrammes d'antenne.

LACHARNAY, S. [août 1966] Nouvelles antennes rideaux en ondes décamétriques au Centre d'Issoudun (France). *Rev. de l'UER*, **98-A**.

LACHARNAY, S. [1983] *Antennes pour la radiodiffusion*, Première édition. Information Promotion Française, Paris, France.

MAGENTA, A. et GIUDICI, P. V. [septembre-octobre 1985] Diagrammi di Antenne. *Poste e Telecomunicazioni*, anno LIII, **5**.

MAGENTA, A. et GIUDICI, P. V. [juillet-août 1987] Diagrammi di irradiazione di antenna per onde medie verifica e misura con elicottero. (Diagrammes de rayonnement des antennes O.M.; contrôle et mesure par hélicoptère). *Poste e Telecomunicazioni*, anno LV, **4**.

PARMEGGIANI, C. [1963] Progetto e realizzazione delle nuove cortine a larga banda del Centro onde corte di Prato Smeraldo (Projet et réalisation de nouveaux rideaux à large bande du Centre ondes courtes de Prato Smeraldo). *Elettronica*, **3**.

PARMEGGIANI, C. [1964] Antenne a più dipoli con particolari leggi di distribuzione delle correnti di alimentazione (Antennes à plusieurs doublets dont les courants d'alimentation suivent des lois de distribution particulières). *Elettronica*, **1** et **2**.

## ANNEXE II

### DIAGRAMMES D'ANTENNES B.dam POUR LA PLANIFICATION ET LA CONCEPTION DES SYSTÈMES

### 1. Ensemble de caractéristiques d'antenne de référence

La Recommandation 705 donne des formules et le logiciel correspondant pour calculer le diagramme et les valeurs du gain maximum d'une large gamme de types d'antennes B.dam. La CAMR HFBC-87 a adopté un ensemble réduit de caractéristiques d'antenne B.dam de référence en se fondant sur les diagrammes des antennes à doublets horizontaux, considérant qu'il s'agit du type d'antenne le plus répandu. L'examen des différentes caractéristiques de cet ensemble d'antennes constitue une introduction utile à la gamme des caractéristiques d'antenne que l'on rencontre dans la pratique.

Les principales caractéristiques de cet ensemble d'antennes de référence sont résumées au Tableau I, qui présente 24 types d'antennes directives ainsi qu'un diagramme simplifié d'une antenne non directive du type 25. Cet ensemble d'antennes a été choisi de manière qu'une gamme relativement étendue de caractéristiques soit représentée, avec cependant de faibles différences entre les types d'antennes. On y trouve aussi les caractéristiques de fonctionnement multibande et à tir dévié.

Les caractéristiques données au Tableau I s'appliquent à une fréquence nominale de 10 MHz et à un sol de conductivité moyenne. Les caractéristiques des antennes à double bande et des antennes multibande dépendent de la fréquence; les renseignements concernant les variations de caractéristique en fonction de la fréquence sont fournis au § 3.

Des renseignements sont fournis en ce qui concerne:

- le gain de directivité maximum du lobe principal de rayonnement, en dB par rapport à une antenne isotrope (dBi);
- l'angle de site qui donne lieu au rayonnement maximum;
- l'ouverture angulaire en azimut par rapport aux points à −6 dB, en degrés;
- les possibilités pratiques de déviation dans les cas où le radiateur/réflecteur appartient à l'une des catégories suivantes:
  - (A): écran réflecteur apériodique avec éléments à alimentation centrale,
  - (T): réflecteur à doublets accordés avec éléments à alimentation centrale,
  - (TE): réflecteur à doublets accordés avec éléments alimentés en extrémité.

Les types 1 à 6 sont des antennes ayant quatre doublets colinéaires dans chaque rangée, deux à quatre rangées parallèles de doublets étant empilées les unes sur les autres et dotées d'un réflecteur d'un des types susmentionnés. On y trouve de plus des caractéristiques de fonctionnement multibande et à tir dévié.

Si l'on diminue le nombre d'éléments empilés ou la hauteur de la rangée inférieure de doublets, on constate:

- que le gain maximum diminue;
- que l'angle de site du maximum du lobe principal augmente;
- que l'ouverture angulaire en azimut ne varie pas.

Le faisceau principal des antennes multibande et à double bande avec éléments à alimentation centrale peut être dévié au maximum de ± 30° avant que les lobes secondaires aient des valeurs de gain maximum proches de −6 dB par rapport au maximum du faisceau principal.

*Note* – Les caractéristiques de site et d'azimut varient en fonction de la fréquence de fonctionnement en ce qui concerne les antennes multibande et à double bande (voir le § 3).

TABLEAU I – *Types d'antennes B.dam de référence*

*Principales caractéristiques à la fréquence nominale*

| N° d'antenne de référence | Type d'antenne HR(S) *m/n/h* | Gain max. $G_i$ (dBi) | Angle de site du rayonnement maximum (degrés) | Ouverture angulaire en azimut (−6 dB) (degrés) | Déviation maximale (degrés) |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | HR (S) 4/4/1,0 | 22,3 | 7 | 36 | |
| 02 | HR (S) 4/4/0,8 | 22,1 | 8 | 36 | (A) Multibande 30 |
| 03 | HR (S) 4/4/0,5 | 21,5 | 9 | 36 | (T) Multibande 30 |
| 04 | HR (S) 4/3/0,5 | 20,5 | 12 | 36 | (T) A double bande 30 |
| 05 | HR (S) 4/2/0,5 | 19,1 | 17 | 36 | (TE) Monobande 15 |
| 06 | HR (S) 4/2/0,3 | 18,1 | 20 | 36 | |
| 07 | HR (S) 2/4/1,0 | 19,7 | 7 | 66 | |
| 08 | HR (S) 2/4/0,8 | 19,4 | 8 | 68 | |
| 09 | HR (S) 2/4/0,5 | 18,8 | 9 | 68 | (A) Multibande 15 |
| 10 | HR (S) 2/3/0,5 | 17,9 | 12 | 68 | (T) Multibande 15 |
| 11 | HR (S) 2/2/0,5 | 16,5 | 17 | 68 | (T) A double bande 15 |
| 12 | HR (S) 2/2/0,3 | 15,5 | 20 | 70 | |
| 13 | HR (S) 2/1/0,5 | 14,5 | 27 | 72 | |
| 14 | HR (S) 2/1/0,3 | 13,4 | 40 | 80 | |
| 15 | HR 1/2/0,5 | 14,1 | 17 | 108 | |
| 16 | HR 1/2/0,3 | 13,1 | 20 | 110 | |
| 17 | HR 1/1/0,5 | 11,8 | 27 | 116 | |
| 18 | HR 1/1/0,3 | 9,6 | 44 | 148 | |
| 19 | H 2/1/0,5 | 10,8 | 28 | 78 | |
| 20 | H 2/1/0,3 | 8,5 | 47 | 106 | |
| 21 | H 1/2/0,5 | 11,2 | 17 | 114 | |
| 22 | H 1/2/0,3 | 10,2 | 21 | 116 | |
| 23 | H 1/1/0,5 | 8,9 | 28 | 124 | |
| 24 | H 1/1/0,3 | 6,9 | 47 | 180 | |
| 25 | ND | 3,9 | 47 | 360 | |

H: antenne-rideau à doublets horizontaux

R: avec réflecteur

S: antenne à tir dévié

*m*: nombre d'éléments colinéaires dans chaque rangée horizontale

*n*: nombre d'éléments parallèles dans chaque pile verticale

*h*: hauteur au-dessus du sol de la rangée inférieure d'élément(s) en longueur d'onde à la fréquence nominale

(A): écran-réflecteur apériodique avec éléments à alimentation centrale

(T): réflecteur à doublets accordés avec éléments à alimentation centrale

(TE): réflecteur à doublets accordés avec éléments alimentés en extrémité

ND: antenne non directive

Les types 7 à 14 ont deux doublets colinéaires dans chaque rangée avec une à quatre rangées de doublets empilés les uns sur les autres. On observe les mêmes tendances que pour le groupe précédent, si ce n'est que l'ouverture angulaire en azimut augmente beaucoup quand les antennes ont très peu d'éléments.

La déviation du faisceau principal doit normalement être limitée au maximum à ± 15° pour éviter que les lobes secondaires n'aient des valeurs de gain maximum approchant −6 dB par rapport au maximum du faisceau principal.

Les types 15 à 18 sont des antennes composées d'un seul doublet dans chaque rangée, doté d'un réflecteur; ces antennes unidirectionnelles présentent un diagramme de rayonnement dans le plan vertical maximum aux angles supérieurs et une ouverture angulaire en azimut comparativement large entre points à −6 dB.

Les types 19 à 24 comprennent les antennes avec un ou deux éléments empilés l'un sur l'autre, sans réflecteurs. Leurs caractéristiques sont en général semblables à celles du groupe précédent, si ce n'est que le diagramme de rayonnement est bidirectionnel parce qu'il n'est pas utilisé de réflecteur. L'antenne non directive du type 25 a un diagramme de rayonnement dans le plan vertical analogue à celui de l'antenne du type 24.

## 2. Comparaison entre les données du CCIR et les caractéristiques de fonctionnement réelles

Des comparaisons entre les données obtenues au moyen du programme d'ordinateur du CCIR, les valeurs obtenues à partir des données de référence et celles de la présente Recommandation sont illustrées à la Fig. 2 qui montre les diagrammes en azimut (HR 2 et HR 4) et à la Fig. 3 qui montre les diagrammes dans le plan vertical (HR *m*/2/0,5) et (HR *m*/4/0,5).

L'Annexe I fait état des mesures qui montrent que le rayonnement minimum à l'arrière de l'antenne pourrait ne pas atteindre 20 dB en dessous du rayonnement maximum d'une antenne courante de type HR 4/4/*h*.

Il est nécessaire de poursuivre les études afin de vérifier les caractéristiques concrètes des antennes à faible gain, notamment en ce qui concerne l'affaiblissement obtenu dans la pratique pour les directions autres que celle du lobe principal.

## 3. Antennes multibande et à double bande

Les antennes multibande peuvent fonctionner dans une gamme de fréquences d'environ 2 : 1, c'est-à-dire d'environ 0,6 à 1,4 fois le rapport (Fr) de la fréquence de fonctionnement à la fréquence nominale. Les antennes à double bande peuvent seulement fonctionner dans une gamme de fréquences de 0,9 à 1,1 fois Fr.

Le Tableau II indique le gain maximum, l'angle de site correspondant et l'affaiblissement vertical à intervalles de 3° de l'angle de site pour des rapports de Fr compris entre 0,6 et 1,4 pour des antennes multibande des types HR(S) 4/4/0,5 ($m = 4$) et HR(S) 2/4/0,5 ($m = 2$). Les caractéristiques verticales données montrent que l'angle de site du rayonnement maximum décroît et que le faisceau principal de l'antenne devient plus étroit à mesure que Fr augmente.

Le Tableau III donne les valeurs d'affaiblissement en azimut à intervalles de 5° en azimut pour ces deux types d'antennes et pour des valeurs de Fr comprises entre 0,6 et 1,4.

Le Tableau IV donne les valeurs d'affaiblissement en azimut pour une antenne multibande HR(S) 4/4/0,5 dotée d'un réflecteur à écran apériodique à la fréquence nominale, sans déviation et pour des déviations au pas de 5° jusqu'à un maximum de 30°

## 4. Diagrammes en site d'antenne équivalente

Les caractéristiques du diagramme en site des antennes en ondes décamétriques dépendent de la hauteur $h$ de la rangée inférieure d'éléments, du nombre $n$ d'éléments parallèles empilés les uns sur les autres et de la conductivité du sol. Les diagrammes en site sont calculés au moyen d'une fonction de réflexion sur le sol qui dépend de l'espacement des éléments rayonnants et de leur image sur le sol. Cette fonction peut être simplifiée en utilisant la moitié de cette distance, c'est-à-dire la hauteur moyenne $h_m$ des éléments rayonnants, illustrée pour les antennes à 2 piles et à 4 piles sur la Fig. 4a.

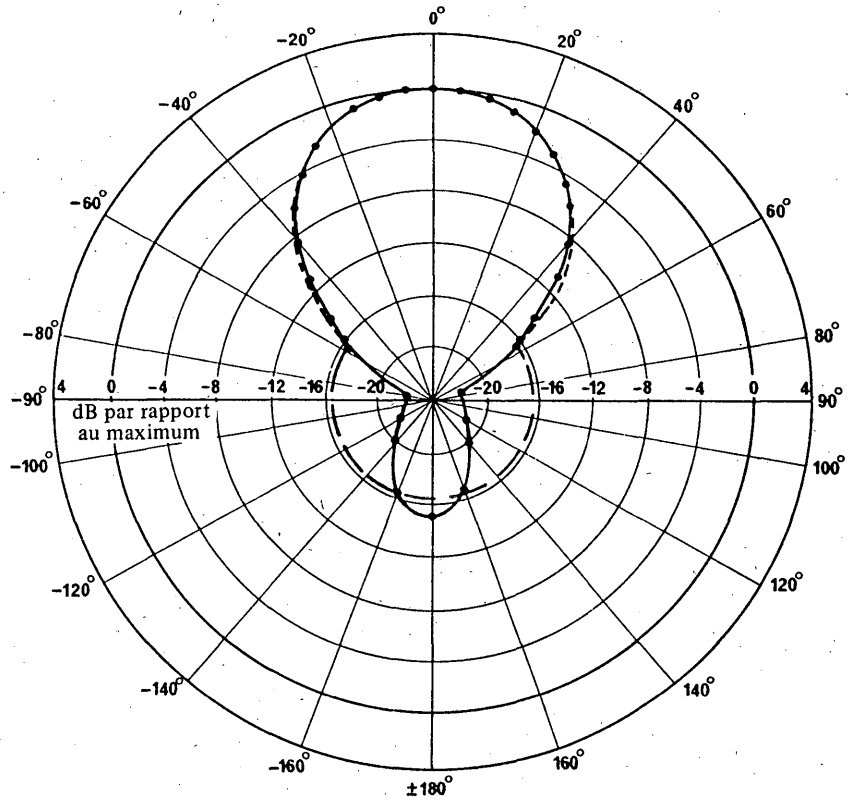
L'angle de site qui donne lieu au maximum du premier lobe principal est alors donné approximativement par:

$$\theta_{max} = \arcsin (1/4{,}5 \times h_m)$$

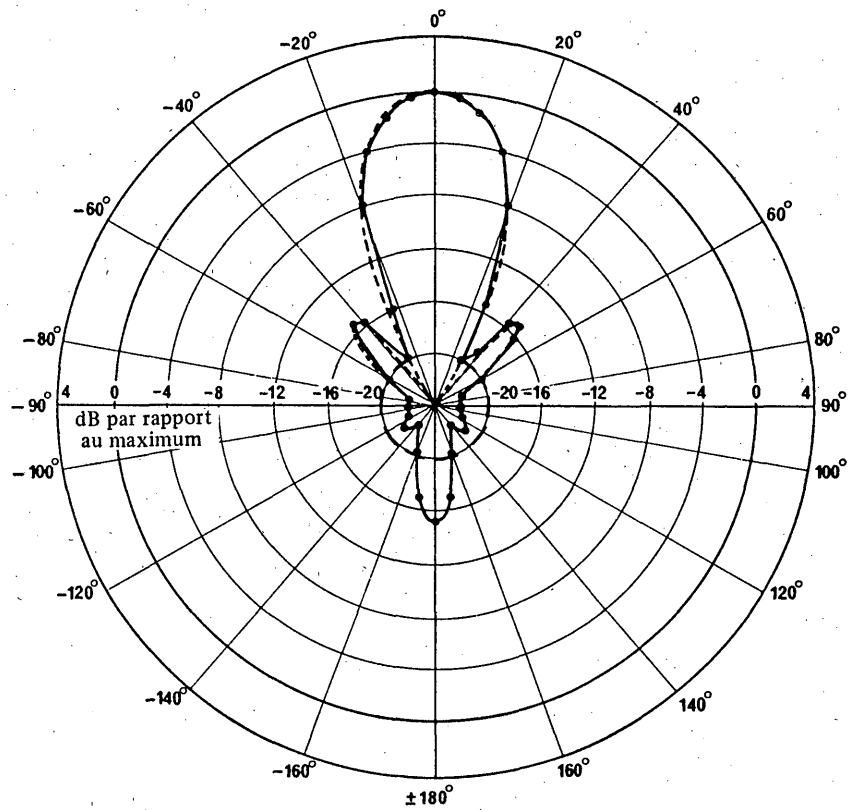
où:

$$h_m = h + 0{,}25\,(n - 1),$$

$h$ et $n$ étant définis au Tableau I.



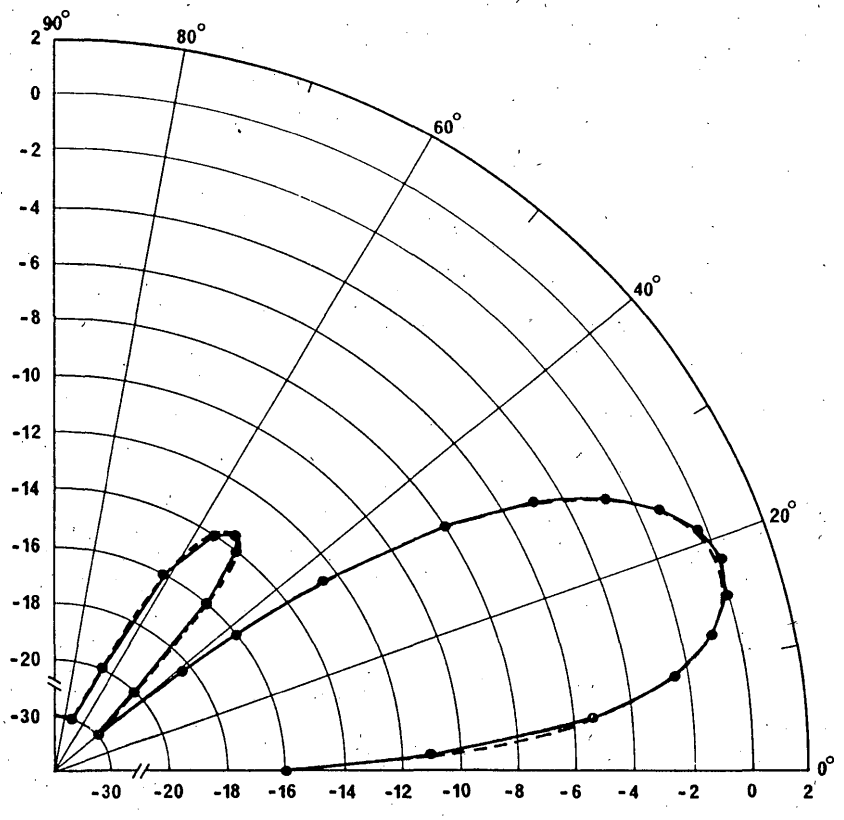

*a)* Diagramme en azimut HR 2/4/0,5, gain maximal: 19 dBi




*b)* Diagramme en azimut HR 4/4/1, gain maximal: 22 dBi

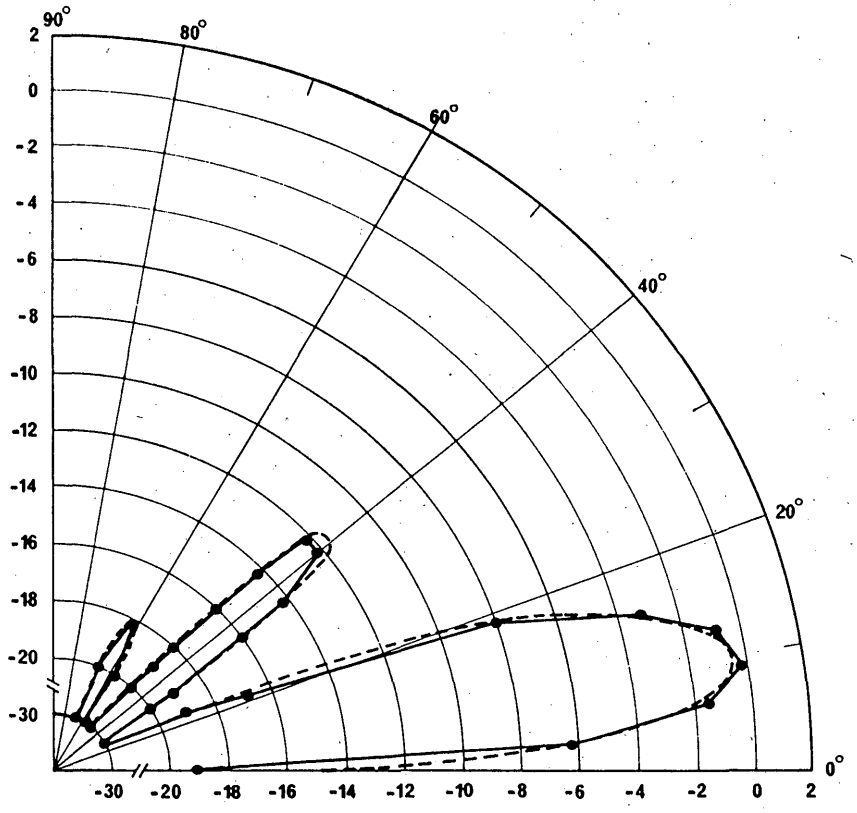
FIGURE 2 – *Diagrammes de rayonnement en azimut*

—●— Données types
- - - - Données CCIR
— — Recommandation 80




dB par rapport au maximum

Diagramme dans le plan vertical, HR $m/2/0{,}5$




dB par rapport au maximum

Diagramme dans le plan vertical, HR $m/4/0{,}5$

FIGURE 3 – *Diagrammes de rayonnement dans le plan vertical*

—●—●—● Données types

– – – – Données CCIR

TABLEAU II – *Caractéristiques verticales des types d'antenne HR(S) 4/4/0,5 et HR(S) 2/4/0,5*

| Rapport de fréquence | | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $G_i$ max (dB) | $m = 4$ | 17,8 | 18,9 | 19,9 | 20,7 | 21,5 | 22,2 | 22,8 | 23,3 | 23,5 |
| | $m = 2$ | 16,1 | 16,9 | 17,5 | 18,2 | 18,8 | 19,4 | 20,0 | 20,4 | 20,7 |
| Angle de site du maximum (degrés) | | 15 | 13 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| Angle de site (degrés) | | Affaiblissement vertical (dB) | | | | | | | | |
| 0 | | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 3 | | 9,9 | 8,7 | 7,7 | 6,8 | 6,0 | 5,3 | 4,7 | 4,1 | 3,6 |
| 6 | | 4,4 | 3,4 | 2,5 | 1,9 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,1 |
| 8 | | 2,4 | 1,6 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,3 |
| 9 | | 1,7 | 1,0 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 1,1 |
| 12 | | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,8 | 1,6 | 2,7 | 4,2 | 6,1 |
| 15 | | 0,0 | 0,2 | 0,8 | 1,9 | 3,5 | 5,6 | 8,6 | 12,7 | 19,0 |
| 18 | | 0,3 | 1,2 | 2,8 | 5,2 | 8,6 | 13,6 | 22,4 | 30,0 | 23,9 |
| 21 | | 1,3 | 3,2 | 6,2 | 10,8 | 18,4 | 30,0 | 24,2 | 25,3 | 30,0 |
| 24 | | 2,9 | 6,2 | 11,4 | 21,3 | 28,7 | 23,8 | 30,0 | 23,5 | 15,2 |
| 27 | | 5,2 | 10,5 | 20,5 | 28,0 | 24,3 | 30,0 | 19,6 | 13,5 | 11,2 |
| 30 | | 8,3 | 17,0 | 30,0 | 24,3 | 30,0 | 18,8 | 13,1 | 11,5 | 12,7 |
| 33 | | 12,5 | 28,9 | 24,4 | 30,0 | 20,2 | 13,5 | 11,9 | 13,8 | 21,5 |
| 36 | | 18,4 | 27,4 | 27,2 | 24,6 | 14,8 | 12,3 | 14,1 | 22,6 | 20,3 |
| 39 | | 27,8 | 24,8 | 30,0 | 17,4 | 13,0 | 13,7 | 21,0 | 21,6 | 15,7 |
| 42 | | 30,0 | 27,5 | 23,4 | 14,5 | 13,3 | 18,2 | 25,3 | 16,6 | 18,0 |
| 45 | | 26,2 | 30,0 | 18,3 | 13,7 | 15,7 | 27,5 | 18,4 | 17,4 | 30,0 |
| 48 | | 25,9 | 29,5 | 15,9 | 14,3 | 20,4 | 22,9 | 17,3 | 23,7 | 22,1 |
| 51 | | 28,4 | 22,8 | 15,1 | 16,2 | 28,3 | 19,0 | 19,5 | 30,0 | 18,1 |
| 54 | | 30,0 | 19,8 | 15,3 | 19,5 | 25,5 | 18,5 | 26,3 | 21,8 | 19,6 |
| 57 | | 30,0 | 18,3 | 16,2 | 24,5 | 21,6 | 20,2 | 30,0 | 19,7 | 25,0 |
| 60 | | 30,0 | 17,7 | 17,9 | 30,0 | 20,4 | 24,0 | 25,4 | 21,0 | 20,4 |
| 63 | | 27,8 | 17,9 | 20,2 | 28,9 | 20,8 | 30,0 | 22,5 | 25,1 | 15,6 |
| 66 | | 25,7 | 18,5 | 23,1 | 26,0 | 22,3 | 30,0 | 22,4 | 27,1 | 13,6 |
| 69 | | 24,8 | 19,6 | 26,7 | 24,9 | 24,7 | 30,0 | 23,9 | 23,1 | 13,1 |
| 72 | | 24,7 | 21,0 | 30,0 | 25,0 | 28,0 | 28,6 | 26,7 | 20,6 | 13,7 |
| 75 | | 25,3 | 22,8 | 30,0 | 25,9 | 30,0 | 28,1 | 30,0 | 19,8 | 15,2 |
| 78 | | 26,5 | 25,1 | 30,0 | 27,5 | 30,0 | 29,0 | 30,0 | 20,2 | 17,3 |
| 81 | | 28,6 | 27,9 | 30,0 | 29,9 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 21,7 | 20,2 |
| 84 | | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 24,7 | 24,1 |
| 87 | | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 90 | | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |

TABLEAU IIIa – *Affaiblissement en azimut de l'antenne sans déviation du type HR(S) 4/4/0,5*

| Rapport de fréquence | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Azimut | Affaiblissement en azimut (dB) | | | | | | | | |
| 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| 10 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 3,5 |
| 15 | 1,8 | 2,3 | 2,9 | 3,5 | 4,3 | 5,3 | 6,3 | 7,6 | 9,1 |
| 20 | 3,2 | 4,1 | 5,3 | 6,6 | 8,3 | 10,5 | 13,3 | 17,6 | 25,3 |
| 25 | 5,1 | 6,6 | 8,7 | 11,3 | 15,2 | 21,8 | 30,0 | 21,5 | 16,4 |
| 30 | 7,5 | 9,9 | 13,5 | 19,4 | 30,0 | 22,6 | 16,9 | 14,1 | 12,7 |
| 35 | 10,4 | 14,4 | 21,6 | 30,0 | 20,4 | 16,0 | 14,1 | 13,4 | 13,7 |
| 40 | 14,0 | 20,7 | 30,0 | 21,3 | 16,8 | 15,0 | 14,8 | 15,8 | 18,6 |
| 45 | 18,5 | 30,0 | 24,4 | 18,6 | 16,5 | 16,3 | 17,7 | 21,7 | 30,0 |
| 50 | 24,5 | 30,0 | 21,6 | 18,5 | 17,9 | 19,2 | 23,3 | 30,0 | 25,1 |
| 55 | 30,0 | 27,5 | 21,4 | 19,8 | 20,5 | 24,0 | 30,0 | 28,3 | 20,9 |
| 60 | 30,0 | 26,5 | 22,7 | 22,2 | 24,4 | 30,0 | 30,0 | 24,7 | 20,9 |
| 65 | 30,0 | 27,5 | 25,0 | 25,6 | 29,4 | 30,0 | 30,0 | 25,0 | 22,9 |
| 70 | 30,0 | 29,8 | 28,3 | 29,8 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 27,4 | 26,6 |
| 75 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 80 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 85 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 90 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 95 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 100 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 105 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 110 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 115 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 120 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 125 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 130 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 135 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 140 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 145 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 150 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 29,4 |
| 155 | 28,3 | 29,4 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 160 | 26,7 | 27,1 | 27,7 | 28,4 | 29,3 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 165 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,4 | 25,5 | 25,7 |
| 170 | 24,6 | 24,2 | 23,9 | 23,4 | 22,9 | 22,3 | 21,6 | 20,8 | 19,9 |
| 175 | 24,0 | 23,5 | 22,9 | 22,3 | 21,5 | 20,6 | 19,6 | 18,4 | 17,1 |
| 180 | 23,9 | 23,3 | 22,7 | 21,9 | 21,0 | 20,1 | 19,0 | 17,7 | 16,2 |

TABLEAU IIIb – *Affaiblissement en azimut de l'antenne sans déviation du type HR(S) 2/4/0,5*

| Rapport de fréquence | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Azimut | Affaiblissement en azimut (dB) | | | | | | | | |
| 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 10 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| 15 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,7 |
| 20 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 3,1 |
| 25 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,7 | 4,1 | 4,6 | 5,1 |
| 30 | 3,2 | 3,5 | 3,9 | 4,4 | 4,9 | 5,5 | 6,1 | 6,9 | 7,9 |
| 35 | 4,4 | 4,9 | 5,4 | 6,0 | 6,8 | 7,7 | 8,8 | 10,1 | 11,8 |
| 40 | 5,8 | 6,4 | 7,1 | 8,0 | 9,1 | 10,4 | 12,1 | 14,5 | 18,1 |
| 45 | 7,5 | 8,2 | 9,2 | 10,3 | 11,8 | 13,8 | 16,5 | 21,3 | 30,0 |
| 50 | 9,4 | 10,3 | 11,5 | 13,0 | 15,0 | 18,0 | 22,9 | 30,0 | 24,9 |
| 55 | 11,6 | 12,7 | 14,2 | 16,1 | 18,9 | 23,5 | 30,0 | 28,2 | 20,1 |
| 60 | 14,1 | 15,5 | 17,3 | 19,7 | 23,4 | 30,0 | 30,0 | 24,1 | 19,0 |
| 65 | 17,1 | 18,7 | 20,8 | 23,8 | 28,9 | 30,0 | 30,0 | 23,7 | 19,7 |
| 70 | 20,5 | 22,5 | 25,0 | 28,6 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 25,3 | 21,8 |
| 75 | 24,8 | 27,0 | 29,9 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 28,6 | 25,5 |
| 80 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 85 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 90 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 95 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 100 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 105 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 110 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 115 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 120 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 125 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 130 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 135 | 29,0 | 29,4 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 140 | 27,9 | 28,1 | 28,5 | 28,9 | 29,5 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 145 | 27,0 | 27,0 | 27,1 | 27,3 | 27,4 | 27,7 | 28,1 | 28,7 | 29,5 |
| 150 | 26,2 | 26,1 | 25,9 | 25,8 | 25,7 | 25,6 | 25,5 | 25,4 | 25,3 |
| 155 | 25,5 | 25,2 | 24,9 | 24,6 | 24,3 | 23,9 | 23,4 | 22,9 | 22,2 |
| 160 | 24,9 | 24,5 | 24,1 | 23,7 | 23,1 | 22,5 | 21,8 | 20,9 | 19,9 |
| 165 | 24,4 | 24,0 | 23,5 | 22,9 | 22,2 | 21,4 | 20,5 | 19,5 | 18,3 |
| 170 | 24,1 | 23,6 | 23,0 | 22,3 | 21,6 | 20,7 | 19,7 | 18,5 | 17,1 |
| 175 | 23,9 | 23,4 | 22,7 | 22,0 | 21,2 | 20,2 | 19,1 | 17,9 | 16,4 |
| 180 | 23,9 | 23,3 | 22,7 | 21,9 | 21,0 | 20,1 | 19,0 | 17,7 | 16,2 |

TABLEAU IV – *Affaiblissement en azimut d'une antenne à tir dévié du type HR(S) 4/4/0,5*

| Rapport de fréquence: 1,0 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Déviation = | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Az max = | 0 | 4 | 9 | 13 | 17 | 22 | 26 |
| −6 dB = | 18 | 23 | 27 | 32 | 37 | 42 | 46 |
| −6 dB = | −18 | −13 | −9 | −4 | 0 | 5 | 9 |
| Largeur = | 36 | 36 | 36 | 36 | 37 | 37 | 37 |
| $s_{eff}$ = | 0 | 5 | 9 | 14 | 18 | 23 | 27 |

| Angle | Affaiblissement en azimuth (dB) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,0 | 0,4 | 1,5 | 3,5 | 6,8 | 12,7 | 30,0 |
| 5 | 0,5 | 0,0 | 0,3 | 1,3 | 3,1 | 6,1 | 11,2 |
| 10 | 1,8 | 0,5 | 0,0 | 0,2 | 1,0 | 2,6 | 5,3 |
| 15 | 4,3 | 2,0 | 0,7 | 0,1 | 0,1 | 0,8 | 2,1 |
| 20 | 8,3 | 4,5 | 2,2 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,5 |
| 25 | 15,2 | 8,4 | 4,7 | 2,4 | 0,9 | 0,2 | 0,0 |
| 30 | 30,0 | 14,7 | 8,5 | 4,9 | 2,6 | 1,1 | 0,3 |
| 35 | 20,4 | 29,7 | 14,2 | 8,5 | 5,1 | 2,9 | 1,4 |
| 40 | 16,8 | 23,8 | 24,9 | 13,6 | 8,5 | 5,4 | 3,2 |
| 45 | 16,5 | 19,0 | 29,7 | 21,8 | 13,2 | 8,7 | 5,7 |
| 50 | 17,9 | 18,4 | 22,2 | 30,0 | 19,7 | 12,9 | 9,0 |
| 55 | 20,5 | 19,5 | 21,0 | 27,2 | 30,0 | 18,4 | 13,0 |
| 60 | 24,4 | 22,0 | 22,0 | 24,9 | 30,0 | 25,9 | 17,8 |
| 65 | 29,4 | 25,4 | 24,3 | 25,7 | 30,0 | 30,0 | 23,7 |
| 70 | 30,0 | 29,9 | 27,9 | 28,2 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 75 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 80 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 85 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 90 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 95 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 100 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 105 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 110 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 115 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 120 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 125 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 130 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 28,5 |
| 135 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 28,7 | 25,8 |
| 140 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 28,9 | 25,8 | 23,7 |
| 145 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 29,1 | 25,7 | 23,5 | 22,1 |
| 150 | 30,0 | 30,0 | 29,3 | 25,7 | 23,4 | 22,0 | 21,2 |
| 155 | 30,0 | 29,4 | 25,6 | 23,3 | 21,9 | 21,1 | 20,9 |
| 160 | 29,3 | 25,5 | 23,2 | 21,8 | 21,1 | 21,0 | 21,5 |
| 165 | 25,4 | 23,0 | 21,7 | 21,1 | 21,1 | 21,9 | 23,2 |
| 170 | 22,9 | 21,6 | 21,1 | 21,2 | 22,1 | 23,7 | 26,3 |
| 175 | 21,5 | 21,1 | 21,3 | 22,3 | 24,1 | 27,1 | 30,0 |
| 180 | 21,0 | 21,4 | 22,5 | 24,5 | 27,9 | 30,0 | 30,0 |
| 185 | 21,5 | 22,7 | 24,9 | 28,4 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 190 | 22,9 | 25,1 | 28,9 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 195 | 25,4 | 29,1 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 200 | 29,3 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 205 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 210 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 215 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 220 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 225 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 230 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 235 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 240 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 245 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 250 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 255 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 260 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 265 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 270 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 275 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 280 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 285 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 290 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 28,7 | 27,2 | 27,9 | 30,0 |
| 295 | 29,4 | 30,0 | 30,0 | 26,4 | 24,0 | 23,7 | 25,7 |
| 300 | 24,4 | 30,0 | 30,0 | 25,8 | 22,0 | 20,7 | 21,3 |
| 305 | 20,5 | 24,4 | 30,0 | 27,9 | 21,3 | 18,7 | 18,1 |
| 310 | 17,9 | 19,8 | 25,5 | 30,0 | 22,7 | 18,1 | 16,2 |
| 315 | 16,5 | 16,7 | 19,4 | 27,5 | 29,2 | 19,3 | 15,6 |
| 320 | 16,8 | 15,0 | 15,8 | 19,2 | 30,0 | 24,5 | 16,8 |
| 325 | 20,4 | 15,1 | 13,9 | 15,0 | 18,9 | 30,0 | 21,8 |
| 330 | 30,0 | 18,3 | 13,9 | 12,9 | 14,2 | 18,3 | 30,0 |
| 335 | 15,2 | 30,0 | 16,7 | 12,8 | 12,0 | 13,2 | 17,2 |
| 340 | 8,3 | 15,4 | 30,0 | 15,7 | 12,0 | 11,1 | 12,1 |
| 345 | 4,3 | 8,2 | 15,3 | 30,0 | 15,0 | 11,2 | 10,2 |
| 350 | 1,8 | 4,1 | 7,8 | 14,8 | 30,0 | 14,7 | 10,6 |
| 355 | 0,5 | 1,7 | 3,8 | 7,4 | 13,9 | 30,0 | 14,8 |

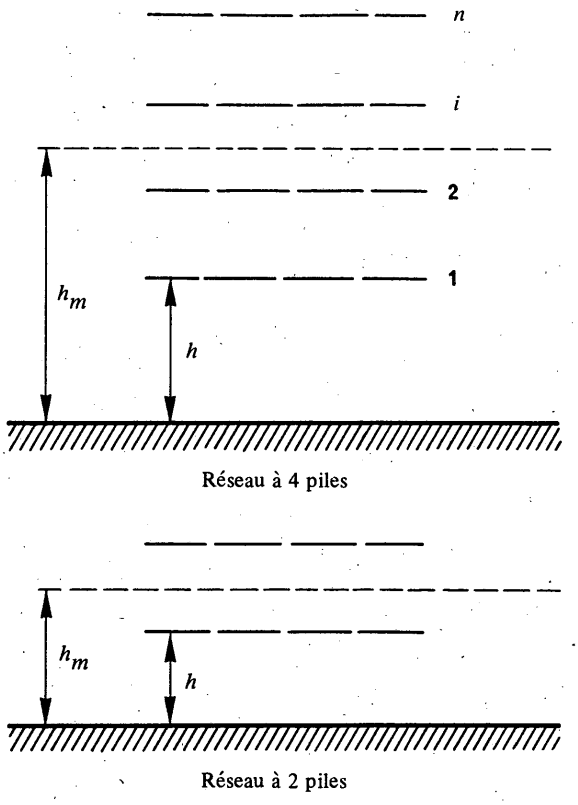



FIGURE 4a

La Fig. 4b montre les angles de site de rayonnement maximum obtenus d'après les calculs d'antenne du CCIR et tracés en fonction de la hauteur moyenne $h_m$ et la courbe obtenue par la formule ci-dessus. La Fig. 4c montre $h_m$ à la fréquence nominale et la variation de la valeur de $h_m$ pour les antennes multibande mentionnées au Tableau I.

Une antenne HR 4/6/0,5 a une hauteur moyenne de 1,75 longueur d'onde à la fréquence nominale et elle aura, comme le montre la Fig. 4c, la même hauteur moyenne que celle d'une antenne HR 4/4/1,0. En conséquence, le rayonnement maximum se produira à un angle de site analogue.

## 5. Antennes à tir dévié horizontalement

L'angle de déviation est la différence entre l'azimut de la perpendiculaire aux doublets, c'est-à-dire la direction du maximum du faisceau non dévié, et l'azimut du rayonnement dévié. L'angle de déviation réel du maximum du faisceau dévié peut varier en fonction de la fréquence d'exploitation.

La déviation est généralement obtenue par déphasage de l'alimentation des éléments rayonnants déplacés horizontalement. Par conséquent, si la déviation est telle que l'azimut du faisceau principal se trouve accru, les azimuts des lobes latéraux dirigés vers l'arrière diminueront.

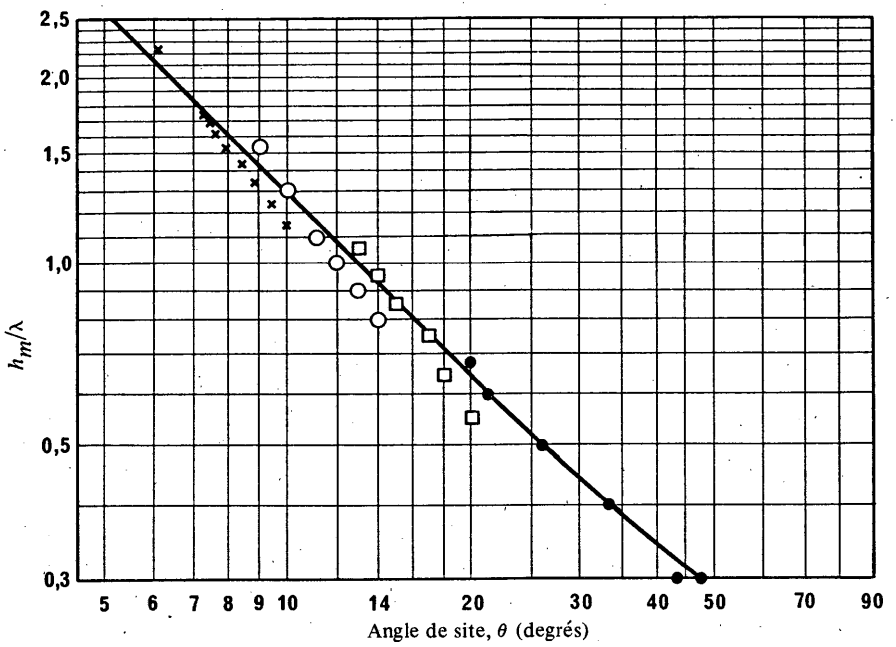



FIGURE 4b – *Angle de rayonnement en fonction de la hauteur moyenne ($h_m$)*

× 4 éléments par pile
○ 3 éléments par pile
□ 2 éléments par pile
● 1 élément par pile

Par exemple, si le maximum du faisceau non dévié a une orientation en azimut de 90°, pour une déviation du faisceau de 110° en azimut, les azimuts correspondants d'un lobe de rayonnement vers l'arrière seront respectivement de 270° et 250°. Cela est illustré à la Fig. 5.

Quand une antenne est déviée dans le plan horizontal, le diagramme de rayonnement horizontal n'est pas symétrique par rapport à l'azimut de rayonnement maximum. Le degré d'asymétrie augmente à mesure que l'ampleur de la déviation augmente.

Il convient aussi de noter que l'angle de déviation, $s$, ne définit pas toujours précisément le centre du diagramme horizontal donné par la moyenne des angles auxquels le gain maximum dans le diagramme de rayonnement vers l'avant est réduit de 6 dB. Cette valeur moyenne est appelée «déviation efficace» $s_{eff}$. Ce paramètre représente de façon plus précise les caractéristiques de fonctionnement des antennes à tir dévié, notamment des antennes multibande. L'adoption du terme «déviation efficace», tel qu'il est défini ci-dessus, permet de réduire les ambiguïtés que soulève souvent la description des diagrammes de rayonnement d'antennes à tir dévié.

En raison de la forte probabilité d'erreurs dans l'étude des antennes à tir dévié, en particulier lorsqu'il est fait mention d'un angle de déviation, il est recommandé de spécifier dans tous les documents les azimuts de rayonnement maximum pour les antennes à tir dévié ou non.

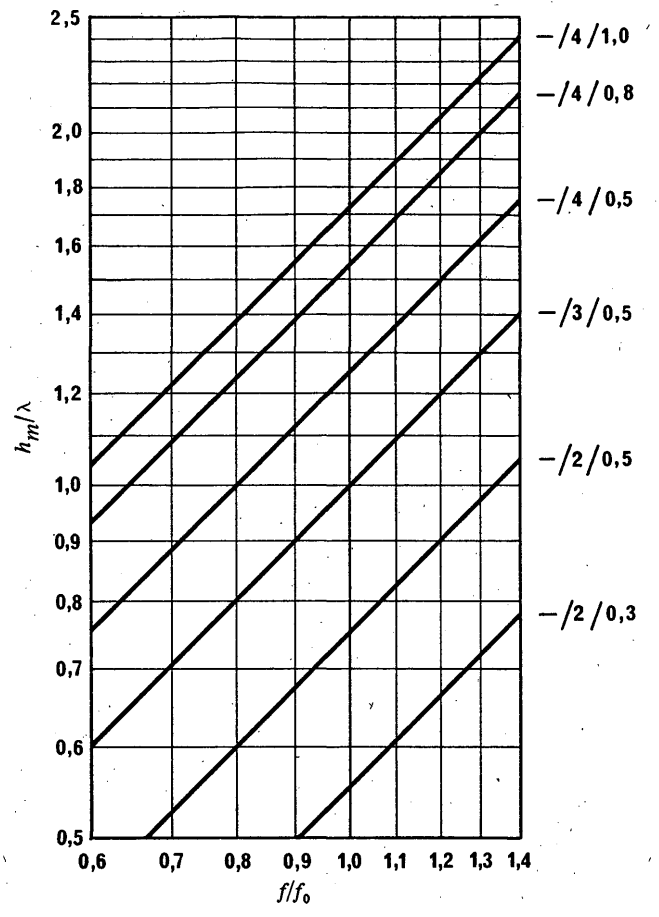



FIGURE 4c — *Variation de la hauteur moyenne ($h_m$) des antennes multibande types*

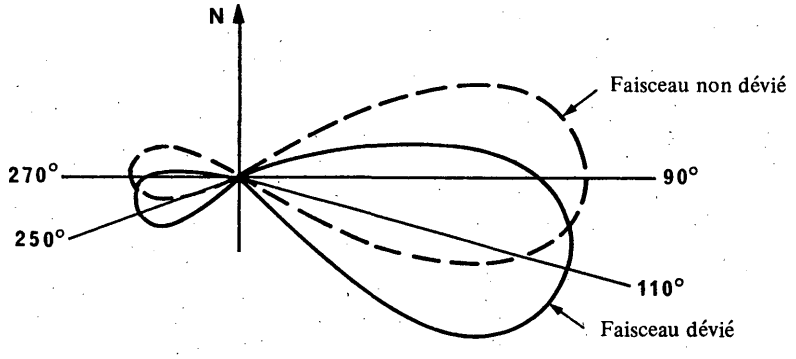



FIGURE 5 — *Diagramme pour une antenne à tir dévié ou non dévié*

RECOMMANDATION 705

# CARACTÉRISTIQUES ET DIAGRAMMES DES ANTENNES D'ÉMISSION EN ONDES DÉCAMÉTRIQUES

(Question 44/10, Programmes d'études 44G/10 et 44H/10)

(1990)

Cette Recommandation fait l'objet d'une publication séparée.

RECOMMANDATION 703*

# CARACTÉRISTIQUES DE RÉCEPTEURS DE RÉFÉRENCE DE RADIODIFFUSION SONORE A MODULATION D'AMPLITUDE A DES FINS DE PLANIFICATION

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que les plans d'assignation de fréquences doivent nécessairement tenir compte des caractéristiques des récepteurs;

*b)* que les récepteurs utilisés par le public présentent des caractéristiques de fonctionnement très diverses;

*c)* qu'un récepteur de référence dont les caractéristiques correspondent à celles des récepteurs actuellement disponibles, peut être utile à des fins de planification;

*d)* qu'il convient, par conséquent, d'établir des normes pour des récepteurs de référence qui puissent être prises comme base pour la planification des fréquences;

*e)* que ces normes doivent être prises en considération par les fabricants de récepteurs,

RECOMMANDE À L'UNANIMITÉ

que les caractéristiques de récepteurs figurant à l'Annexe I soient utilisées à des fins de planification de la radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude (MA).

## ANNEXE I

Pour définir les caractéristiques recommandées, il a été également tenu compte des paramètres indiqués dans l'Annexe II.

### 1. Sensibilité

Aux fins de planification, la «sensibilité» signifie la «sensibilité limitée par le bruit» et elle est exprimée par la valeur du champ nécessaire pour obtenir un rapport signal/bruit spécifié à la sortie audiofréquence.

La plupart des récepteurs MA actuellement disponibles sont munis d'antennes incorporées. En bande 5 (B.km) et en bande 6 (B.hm), ce sont habituellement des antennes en ferrite (voir la Note 1). En bande 7 (B.dam), on utilise fréquemment une antenne fouet téléscopique. En conséquence, on devrait prendre comme référence les récepteurs munis de ces types d'antenne même si des antennes extérieures diverses peuvent occasionnellement être utilisées pour améliorer la réception.

Dans le cas où des administrations emploient des systèmes à large bande (voir la Note 2) dans la bande 6 (B.hm), il convient d'utiliser des antennes de référence unipolaires.

Il convient d'exprimer la sensibilité au moyen d'une valeur unique pour chaque bande de fréquences, à partir de laquelle il soit possible de calculer, compte tenu d'autres influences (bruit artificiel, par exemple), le champ minimal utilisable. Les valeurs proposées de la sensibilité minimale d'un récepteur moyen sont les suivantes:

| | |
|---|---|
| Bande 5 (B.km): | 66 dB(μV/m) |
| Bande 6 (B.hm): | 60 dB(μV/m) (voir la Note 3) |
| Bande 7 (B.dam): | 40 dB(μV/m) (voir la Note 4) |

Ces valeurs sont déterminées à partir du rapport signal/bruit non pondéré en audiofréquence (valeur efficace) de 26 dB et se rapportent à une modulation de 30%. Pour d'autres valeurs du rapport signal/bruit en audiofréquence, la sensibilité minimale correspondante peut être facilement calculée (voir le § 6 de l'Annexe II). La mesure du rapport signal/bruit en audiofréquence est effectuée conformément à la Publication 315-3 de la CEI; les champs dans le cas de la bande 5 (B.km) et de la bande 6 (B.hm) sont mesurés conformément à la Publication 315-1 de la CEI.

---

* Le Directeur du CCIR est prié de porter cette Recommandation à l'attention de la CEI. Cette Recommandation remplace le Rapport 617-2 (Dubrovnik, 1986) qui est, en conséquence, supprimé.

*Note 1* – Dans [CCIR, 1970-74], on décrit une disposition particulière de deux antennes à barreaux de ferrite dans laquelle les signaux de sortie sont reçus et traités séparément jusqu'au niveau de la détection ce qui réduit fortement les effets des évanouissements dans la zone des brouillages nocturnes dans les bandes 6 (B.hm) et 7 (B.dam).

*Note 2* – Conformément aux dispositions de la planification actuelle prises dans les différentes Régions de l'UIT, en général un «système à bande étroite» se réfère à un système dans lequel la largeur de bande du système est inférieure à 5 kHz. Un «système à large bande» se réfère à un système ayant une largeur de bande du système supérieure à 5 kHz.

*Note 3* – Des valeurs de 54 dB(μV/m) et 40 dB(μV/m) ont aussi été proposées, respectivement, dans [CCIR, 1982-86a et b] et [CCIR, 1986-90a].

*Note 4* – Cette valeur a été adoptée pour le cas de réception DBL et BLU, lors de la CAMR HFBC(2), Genève, 1987.

## 2. Sélectivité

La sélectivité d'un récepteur traduit son aptitude à distinguer le signal utile sur lequel il est accordé, des signaux indésirables qui lui parviennent par le circuit d'antenne.

Par sélectivité, on entend la sélectivité effective comprenant la sélectivité RF, la sélectivité FI, la réponse en fréquence du démodulateur et la réponse en audiofréquence.

La sélectivité doit être suffisante pour respecter les rapports de protection relatifs aux radiofréquences (RF) figurant aux § 2.1, 2.2 et 2.3. Les rapports de protection relatifs RF sont définis dans la Recommandation 560 et doivent être mesurés conformément à la Recommandation 559.

2.1 Pour les bandes 5 (B.km), 6 (B.hm) et 7 (B.dam) dans le cas de réception DBL à bande étroite (voir la Note 2 du § 1) les rapports de protection relatifs RF de la courbe D de la Recommandation 560 doivent être satisfaits lorsque l'écartement des porteuses est $\leqslant$ 20 kHz. Avec un écartement des fréquences porteuses $>$ 20 kHz, on doit utiliser une valeur constante de $-55$ dB.

L'emploi de la courbe D convient dans le cas où un nombre maximal de canaux doit être planifié dans une zone donnée et où les critères de qualité ne sont pas considérés comme prioritaires.

Les courbes du rapport de protection de la Recommandation 560 sont basées sur une courbe de sélectivité d'un récepteur unique. Il conviendra cependant de noter que d'autres combinaisons de largeur de bande à 3 dB et de décroissance de sélectivité peuvent également répondre aux courbes de rapport de protection relatif figurant dans la Recommandation 560 (voir les exemples donnés au § 2 de l'Annexe II).

2.2 Pour les systèmes à large bande, en ondes hectométriques, pour lesquels on emploie une bande passante du signal de modulation AF plus grande, l'utilisation des rapports de protection relatifs des courbes A ou B de la Recommandation 560 peut être mieux appropriée. Toutefois ces courbes ont été établies à partir du récepteur MBF de référence de l'UER.

2.3 Pour la bande 7 (B.dam), dans le cas de réception BLU (après la période de transition) il y a lieu de se reporter au Rapport 1059. Les rapports de protection relatifs de la Fig. 1 doivent être satisfaits lorsque l'écartement des porteuses est $\leqslant$ 10 kHz. Avec un écartement de porteuses $>$ 10 kHz, il faut se conformer à une valeur constante de $-57$ dB (voir également la Recommandation 640).

Les rapports de protection relatifs $A_{rel}$, pour la BLU sont donnés en fonction de la différence de fréquence $\Delta f$ entre la porteuse utile $f_w$ et la porteuse brouilleuse $f_i$: $\Delta f = f_w - f_i$. Si la différence de fréquence $\Delta f$ est négative, le brouillage provient du canal adjacent supérieur.

## 3. Caractéristiques en présence de signaux de grande intensité

La surcharge de récepteurs de radiodiffusion en modulation d'amplitude par de forts signaux d'entrée peut avoir les effets suivants:

- désensibilisation;
- transmodulation et intermodulation;
- distorsion du signal audiofréquence dans les étapes d'amplification et/ou dans le démodulateur.

Il n'est pas possible de recommander des valeurs limites pour la tension maximale à l'entrée du récepteur à prendre en compte pour la planification étant donné l'apparition inévitable de ce phénomène à proximité étroite des émetteurs MA.

Ces difficultés peuvent être palliées grâce à un choix attentif de l'emplacement des émetteurs, au stade de la planification, et/ou par l'adoption de solutions appropriées à chaque cas (récepteurs moins sensibles au brouillage) lorsque l'on ne peut éviter des emplacements de réception au voisinage de la station d'émission.

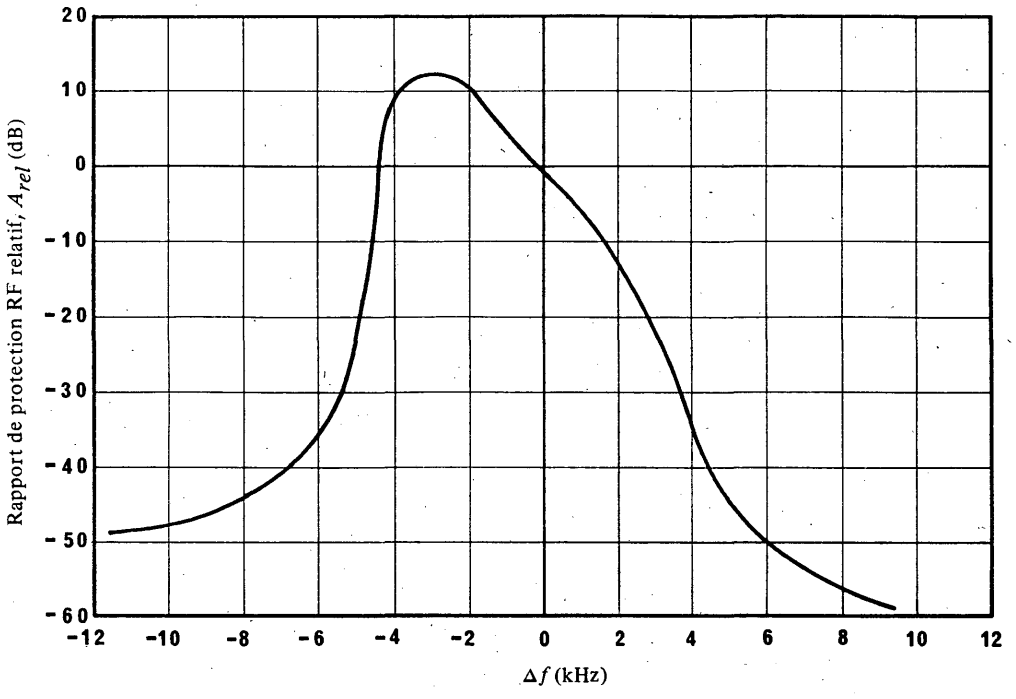



FIGURE 1* – *Rapports de protection RF relatifs $A_{rel}$ pour la BLU*

* Cette courbe a été adoptée lors de la CAMR HFBC(1), Genève, 1984.

## 4. Fréquence intermédiaire

La valeur de l'affaiblissement sur la fréquence intermédiaire et sur la fréquence conjuguée, la production d'harmoniques de la fréquence intermédiaire et/ou de la fréquence de l'oscillateur sont des facteurs qui ont de l'influence sur le choix de la fréquence intermédiaire.

Si à la fois les fréquences porteuses et la fréquence intermédiaire sont un multiple entier de l'écartement des porteuses, dans ce cas tous les produits de brouillage seront des multiples entiers de l'écartement des porteuses. Donc, théoriquement, la protection maximale pourra être assurée, étant donné que la différence des fréquences entre n'importe quel signal brouilleur de ce type et la fréquence porteuse utile sera égale à zéro ou à un multiple de l'espacement des canaux.

Aucune fréquence intermédiaire particulière ne peut être recommandée, mais on fait usage, habituellement de fréquences comprises entre 450 et 470 kHz. Toutefois, il convient de noter que si ces fréquences sont utilisées, il n'est pas possible alors d'assurer un affaiblissement suffisant sur la fréquence conjuguée dans la bande 7 (B.dam). Dans ce cas, on doit envisager l'usage d'une fréquence intermédiaire beaucoup plus élevée conjointement avec un double changement de fréquence pour la bande 7 (B.dam).

### 4.1 *Affaiblissement sur la fréquence conjuguée*

Il est admis qu'on peut obtenir un affaiblissement sur la fréquence conjuguée de 30 dB, mesuré conformément à la Publication 315-3 de la CEI.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1970-74]: **a.** 10/119 (Australie).

[1982-86]: **a.** 10/8 + Add.1 (Japon); **b.** 10/334 (Groupe de travail 10A).

[1986-90]: **a.** GIT 10/7-38 (Etats-Unis d'Amérique).

## ANNEXE II

En définissant les caractéristiques recommandées figurant dans l'Annexe I, on a tenu compte de l'influence possible des paramètres ci-dessous concernant les récepteurs.

### 1. Réponse globale en audiofréquence et examen des systèmes

La réponse globale en audiofréquence a une grande influence sur les courbes de rapport de protection en radiofréquence.

1.1 *Systèmes à bande étroite*

Les courbes définies dans la Recommandation 560 sont basées sur les valeurs figurant au Tableau I.

TABLEAU I

| Fréquence (kHz) | Réponse globale en fréquence (dB) |
|---|---|
| 2 | −3 |
| 5 | −24 |
| 10 | −59 |

1.2 *Système à large bande*

En radiodiffusion en bande hectométrique utilisant un écartement de canaux de 10 kHz, une accentuation/désaccentuation normalisée et une limitation de largeur de bande à 10 kHz ont été mises en œuvre. Ceci produit un système d'émission/réception ayant une réponse globale en audiofréquence pratiquement plate de 50 Hz jusqu'au voisinage de 10 kHz, limitée uniquement par le choix de la largeur de bande du récepteur. Ceci réduit le brouillage causé aux stations fonctionnant à des fréquences situées à ± 20 kHz et élimine complètement les produits d'intermodulation dynamiques d'ordre élevé indésirables qui contribuent à la production de bruit et de brouillages dans la bande 6 (B.hm). Ce système est décrit dans [CCIR, 1986-90a] et dans le Rapport 458. Son influence sur les rapports de protection relatifs RF et donc sur la sélectivité des récepteurs est à l'étude.

### 2. Rapports de protection relatifs RF en fonction de la largeur de bande et de la sélectivité

On peut satisfaire aux courbes du rapport de protection indiquées dans la Recommandation 560 pour les systèmes DBL avec différentes combinaisons de largeur de bande et de décroissance de la courbe de sélectivité du récepteur.

Des exemples ont été calculés en utilisant la méthode numérique décrite au § 3 de la Recommandation 559.

Dans tous les cas, les paramètres de l'émetteur, dans un système à bande étroite correspondent à ceux de la courbe D de la Recommandation 560. Dans un système à large bande, on admet une largeur de bande d'émetteur de 10 kHz.

Cinq combinaisons différentes de largeur de bande de récepteur $B_n(-3\ \text{dB})$ et de décroissance de la courbe de sélectivité (en dB/kHz sur la pente la plus forte de la courbe de sélectivité globale) ont été choisies de façon que, pour une différence de 9 kHz entre porteuses dans le cas d'un système à bande étroite et pour une différence de 20 kHz entre porteuses dans le cas d'un système à large bande, on atteigne une valeur de $A_{rel}$ égale à −29,5 dB dans tous les cas. La valeur de −29,5 dB se déduit de la courbe D de la Fig. 1 de la Recommandation 560 et des Accords de Rio, 1981.

Les résultats qui correspondent à un système à bande étroite ayant un espacement de canaux de 9 kHz sont représentés à la Fig. 2.

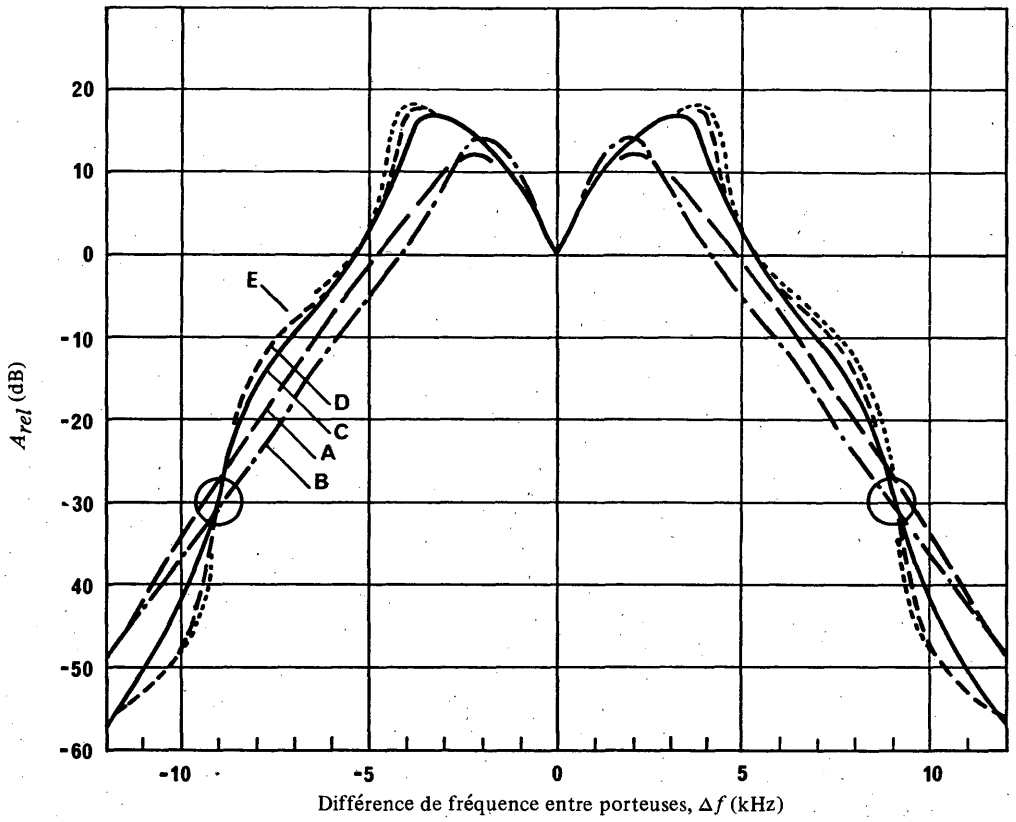



FIGURE 2 – *Rapports de protection relatifs RF; $A_{rel}$ (dB) pour un système à bande étroite*

| Combinaison | $B_n$ (kHz) | Décroissance (dB/kHz) |
|---|---|---|
| A | 2,0 | 8 |
| B | 2,2 | 12 |
| C | 3,7 | 16 |
| D | 4,0 | 25 |
| E | 4,2 | 40 |

$B_n$: largeur de bande globale (−3 dB) du récepteur (kHz)

Décroissance: pente de l'affaiblissement de la caractéristique de sélectivité globale du récepteur (dB/kHz au point de plus forte pente)

## 3. Caractéristiques de la commande automatique de gain (CAG)

En prenant pour référence les valeurs indiquées à l'Annexe I, on admet que le niveau de sortie ne variera pas de plus de 6 dB pour une diminution de niveau du signal de 10 dB. Pareillement, le niveau de sortie ne variera pas de plus de 3 dB pour une augmentation du niveau du signal de 20 dB.

On admet que le niveau de sortie d'un récepteur BLU ne variera pas de plus de 3 dB lors du passage des émissions DBL en émissions BLU avec une réduction de la porteuse de 6 ou 12 dB et une «puissance de bande latérale équivalente» appropriée (voir le Rapport 1059).

## 4. Commande automatique de fréquence de récepteurs BLU

On admet que le récepteur BLU est équipé d'un démodulateur synchrone permettant de restituer la porteuse au moyen d'une boucle de commande appropriée qui verrouille en phase le récepteur sur la porteuse du signal BLU dont le niveau a été réduit à l'émission jusqu'à 12 dB (voir le Rapport 1059).

**5. Distorsion harmonique totale globale**

On admet que la distorsion harmonique totale globale ne dépasse pas 3% pour un taux de modulation de 80%, mesurée conformément à la Publication 315-3 de la CEI.

**6. Rapport signal/bruit en audiofréquence aux niveaux les plus élevés du signal d'entrée**

On peut admettre que le rapport signal/bruit en audiofréquence s'améliorera linéairement d'au moins 40 dB avec l'augmentation du niveau du signal d'entrée.

**7. Effets du système sur la radiodiffusion stéréophonique à modulation d'amplitude**

A l'étude.

**8. Compatibilité entre les signaux radiophoniques principaux et les signaux d'information additionnels**

Lorsque des signaux additionnels sont ajoutés, il faut prendre en considération certains effets de brouillage. Il convient que les concepteurs de récepteur en tiennent compte afin d'éviter que des brouillages ne soient causés à la voie radiophonique principale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1986-90]: **a.** 10/103 (Etats-Unis d'Amérique).

RECOMMANDATION 640-1

# SYSTÈME A BANDE LATÉRALE UNIQUE (BLU) EN RADIODIFFUSION A ONDES DÉCAMÉTRIQUES*

(Programme d'études 44K/10)

(1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que l'emploi de la technique de modulation à bande latérale unique (BLU) au lieu de la technique de modulation à double bande latérale (DBL) permettrait d'améliorer l'utilisation du spectre radioélectrique;

*b)* que, de plus, l'emploi de récepteurs munis de démodulateurs synchrones pour les modulations BLU et DBL permettrait d'améliorer la qualité de reproduction;

*c)* que, dans leur grande majorité, les récepteurs existants sont munis de détecteurs d'enveloppe;

*d)* que, avec des détecteurs d'enveloppe, la qualité de reproduction des émissions BLU diminue lorsque l'on réduit le rapport de la puissance de l'onde porteuse à la puissance en crête;

*e)* qu'il faut une période de transition suffisamment longue au cours de laquelle la modulation DBL peut subsister parallèlement à l'introduction progressive de la modulation BLU;

*f)* que, avec des détecteurs d'enveloppe, on ne peut obtenir une qualité de réception acceptable que si la réduction de la puissance de la porteuse par rapport à la puissance en crête est faible,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que l'on applique les spécifications ci-dessous pour un système à bande latérale unique (BLU) chaque fois que la technique de modulation BLU est utilisée en radiodiffusion à ondes décamétriques:

## 1. Spécifications du système BLU à l'émission

### 1.1 *Largeur de bande en audiofréquence*

La limite supérieure de la largeur de bande en audiofréquence (−3 dB) de l'émetteur ne doit pas dépasser 4,5 kHz, l'affaiblissement au-delà de cette valeur étant de 35 dB/kHz; la limite inférieure doit être de 150 Hz avec, pour les fréquences inférieures, un affaiblissement de 6 dB par octave.

### 1.2 *Largeur de bande nécessaire*

La largeur de bande nécessaire ne doit pas dépasser 4,5 kHz.

### 1.3 *Caractéristiques du traitement de la modulation*

Le signal audiofréquence doit être traité de telle manière que la dynamique du signal de modulation soit au moins égale à 20 dB. Si l'on applique une compression d'amplitude excessive et une limitation inadéquate des crêtes, on obtient un rayonnement hors bande excessif et, par voie de conséquence, un brouillage dans le canal adjacent. Il faut donc éviter cette pratique.

### 1.4 *Espacement des canaux*

L'espacement des canaux et l'écartement des fréquences porteuses doivent être de 5 kHz (10 kHz jusqu'à la fin de la période de transition).

* Pour de plus amples renseignements, voir le Rapport 1059.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

1.5 *Fréquences porteuses nominales*

Les fréquences porteuses doivent être des multiples entiers de 5 kHz.

1.6 *Bande latérale à émettre*

La bande latérale supérieure doit être utilisée.

1.7 *Affaiblissement de la bande latérale non désirée*

Le degré d'affaiblissement de la bande latérale non désirée (bande latérale inférieure) et des produits d'intermodulation dans cette partie du spectre de l'émission doit être d'au moins 35 dB. Chaque fois que possible, cet affaiblissement doit être supérieur à 40 dB par rapport au niveau du signal dans la bande latérale utile.

1.8 *Degré de réduction de la porteuse*

La réduction de la porteuse par rapport à la puissance en crête doit être de 12 dB (6 dB jusqu'à la fin de la période de transition).

1.9 *Tolérance de fréquence*

La tolérance de fréquence des porteuses BLU doit être de ± 5 Hz. Cette tolérance suppose que les caractéristiques du récepteur sont conformes aux spécifications du § 2.2.

## 2. Spécifications du système BLU à la réception

2.1 *Sélectivité globale du récepteur*

Le récepteur de référence doit avoir une largeur de bande globale (−3 dB) de 4 kHz, avec une pente d'affaiblissement de 35 dB/kHz. Cela se traduit par un rapport de protection relatif en radiofréquence d'environ −27 dB pour une différence entre les porteuses de 5 kHz, cette valeur convient à la planification.

Les récepteurs utilisant d'autres combinaisons de largeur de bande et de pente d'affaiblissement présenteront le même rapport de protection relatif en radiofréquence d'environ −27 dB pour une différence entre les porteuses de 5 kHz. Deux exemples de combinaisons possibles de largeur de bande/pente d'affaiblissement sont donnés ci-dessous:

| *Pente d'affaiblissement* | *Bande passante audiofréquence du récepteur BLU* |
|---|---|
| 25 dB/kHz | 3300 Hz |
| 15 dB/kHz | 2700 Hz |

2.2 *Système de détection des récepteurs BLU*

Les récepteurs BLU doivent être équipés d'un démodulateur synchrone faisant appel, pour l'obtention de la porteuse, à un dispositif de régénération de celle-ci au moyen d'une boucle de commande verrouillant en phase le récepteur sur la porteuse reçue. Les récepteurs de ce genre doivent fonctionner tout aussi bien avec des émissions DBL classiques qu'avec des émissions BLU dont la porteuse est réduite de 6 dB ou de 12 dB par rapport à la puissance en crête.

RECOMMANDATION 706

# SYSTÈME DE DIFFUSION DE DONNÉES EN RADIODIFFUSION SONORE MONOPHONIQUE EN MODULATION D'AMPLITUDE (AMDS)

(Question 44/10, Programme d'études 44J/10)

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il se manifeste un intérêt croissant pour un système de transmission de données en radiodiffusion MA et pour ses applications;

*b)* qu'il est souhaitable de disposer d'un système utilisable dans toutes les bandes de radiodiffusion MA en tenant compte de l'introduction future de la BLU, y compris celle de la détection synchrone dans la bande d'ondes décamétriques;

*c)* que les systèmes existants ne peuvent être utilisés pour les émissions BLU dans la bande 7 (B.dam);

*d)* que certaines applications du système de transmission de données MA pourraient correspondre à des caractéristiques similaires du système de diffusion de données en radiodiffusion MF (RDS) défini dans la Recommandation 643, compte tenu toutefois du débit binaire disponible plus faible;

*e)* que, lors de la mise au point d'un système de ce genre, il conviendrait de tenir compte de la fabrication en grande série de récepteurs;

*f)* que des signaux de données peuvent être ajoutés à des émissions en modulation d'amplitude existantes de manière à être inaudibles, assurant ainsi une bonne compatibilité avec la réception des programmes normaux monophoniques;

*g)* qu'un certain nombre de systèmes de transmission de données en radiodiffusion MA dans la bande 5 (B.km) et dans la bande 6 (B.hm) ont été décrits (voir le Rapport 1061),

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que le système de diffusion de données en radiodiffusion MA (AMDS) soit conforme aux spécifications indiquées dans l'Annexe I;

**2.** que, en attendant la mise en œuvre d'un système qui corresponde à toutes les caractéristiques énumérées dans l'Annexe I, y compris celles des émissions BLU dans la bande 7 (B.dam), le système de transmission de données en radiodiffusion MA dans les bandes 5 (B.km) et 6 (B.hm) soit conforme aux spécifications minimales figurant dans l'Annexe II.

## ANNEXE I

### SPÉCIFICATIONS D'UN SYSTÈME DE DIFFUSION DE DONNÉES EN RADIO MA

### 1. Compatibilité

1.1 *Compatibilité avec le programme principal*

Le système de diffusion de données supplémentaires doit être compatible avec le programme audio principal dans toutes les conditions d'exploitation, y compris les suivantes:

- émetteurs faisant appel à des techniques de réglage de la porteuse permettant une économie d'énergie;
- réseaux d'émetteurs synchronisés;
- émissions BLU (si l'introduction d'un tel système de diffusion de données en bande 7 (B.dam) est réalisable);
- émetteurs employés comme référence de fréquence de haute stabilité;
- réception mobile et quand cela est nécessaire, réception avec un récepteur MA stéréophonique en bande 6 (B.hm).

1.2 *Compatibilité avec les autres programmes dans le même canal ou dans les canaux adjacents*

Les rapports de protection utilisés dans la planification ne doivent pas être affectés, c'est-à-dire que les données ne doivent causer aucun brouillage supplémentaire au programme audio.

## 2. Fiabilité de réception des données

La zone dans laquelle le signal de données peut être reçu de façon fiable doit être au moins aussi étendue que la zone de service du programme principal pour la propagation par onde de sol et par onde ionosphérique.

## 3. Applications

Par suite du faible débit binaire dont on disposera probablement dans un système de diffusion de données en radio MA, il risque d'être impossible de mettre en œuvre simultanément plus que quelques-unes des applications énumérées dans ce qui suit.

Il est prévisible qu'une grande partie de la capacité de transmission de données sera utilisée pour des possibilités liées à l'accord automatique ou assisté. Ces fonctions sont donc dénommées «primaires». Les autres applications portent le nom de «secondaires» et pourront être introduites de manière à répondre aux besoins particuliers des radiodiffuseurs. On notera que, malgré l'emploi de termes semblables, ces possibilités peuvent ne pas correspondre exactement à celles du RDS (voir la Recommandation 643).

*Fonctions primaires*

- Code d'identification du programme (PI) comprenant:
  - un code national spécifique pour chacun des pays de l'UIT;
  - un code spécifique par langue.
- Liste des autres fréquences (AF) (le nombre d'AF nécessaire reste à l'étude).
- Nom de la chaîne de programmes (PS): il comporte au moins quatre caractères alphanumériques et est destiné à être affiché.
- Identification de programmes pour les automobilistes (TP) et identification d'annonces pour les automobilistes (TA).

*Possibilités secondaires* (exemples)

- heure (CT) et date (UTC et MJD)
- identification de l'élément de programme (PIN)
- code d'identification du décodeur (DI) (par exemple, stéréophonie)
- code de type de programme (PTY)
- voie de données à utilisation libre (TDC)
- applications internes (IH)
- voie de messages pour les automobilistes (TMC)
- radiomessagerie (RP).

## ANNEXE II

### SPÉCIFICATIONS D'UN SYSTÈME DE DIFFUSION DE DONNÉES EN RADIODIFFUSION SONORE MONOPHONIQUE EN MODULATION D'AMPLITUDE

| | |
|---|---|
| Bandes de fréquences: | ondes kilométriques et hectométriques |
| Méthode de modulation: | modulation de phase de la porteuse principale |
| Excursion de phase maximale: | dépend du débit binaire (voir la Fig. 1) |
| Débit maximal: | 200 bit/s |
| Format des données: | dépend des applications. |

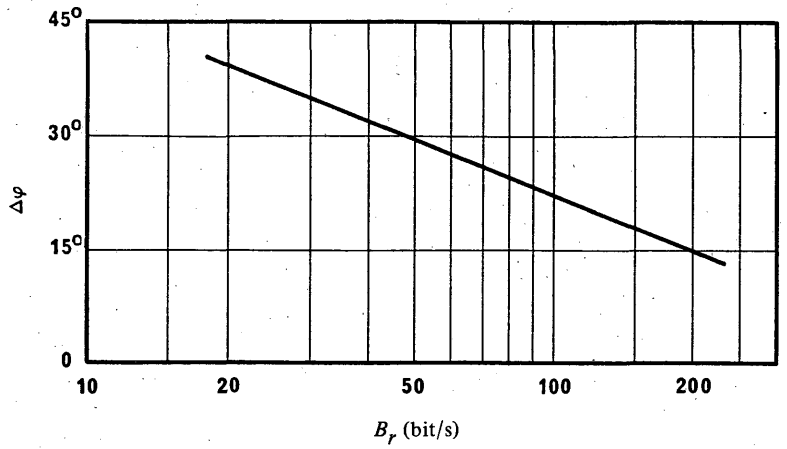



FIGURE 1 – *Relation entre la valeur de l'excursion de phase* $\Delta\varphi$ *et le débit binaire de transmission* ($B_r$)

$\Delta\varphi$: excursion de phase maximale en crête

$$\Delta\varphi^\circ = \frac{210}{\sqrt{B_r(\text{bit/s})}}$$

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 10A-2: RADIODIFFUSION SONORE DANS LA ZONE TROPICALE

## RECOMMANDATION 216-2

## RAPPORT DE PROTECTION POUR LA RADIODIFFUSION SONORE DANS LA ZONE TROPICALE

(Rapport 302, Question 45/10, Programme d'études 45E/10)

(1951-1953-1956-1978-1982)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il est nécessaire de fixer une valeur pour le rapport de protection qui doit être assuré aux services de radiodiffusion sonore utilisant des bandes partagées dans la Zone tropicale;

*b)* que le fonctionnement d'émetteurs de radiodiffusion sonore avec une séparation de 10 kHz ne permet pas d'effectuer, avec facilité, les mesures de rapport de protection avec un récepteur muni d'un filtre audiofréquence coupant au-dessus de 5 kHz;

*c)* que l'on a besoin de plus amples renseignements sur les valeurs de bruit dans certaines parties de la Zone tropicale pour pouvoir déterminer une valeur plus précise du champ minimal pour laquelle le rapport de protection devrait être maintenu; ce champ minimal devrait toutefois assurer une réception satisfaisante à la limite de la zone de couverture de la radiodiffusion sonore, telle qu'elle est définie au numéro 2666 du Règlement des radiocommunications,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que, jusqu'à nouvel ordre et dans toute la mesure possible, la protection contre le brouillage qui doit être assurée à un service de radiodiffusion sonore fonctionnant dans la Zone tropicale, et qui est définie par le rapport «valeur médiane du champ de l'onde porteuse utile divisée par la valeur médiane du champ de l'onde porteuse de brouillage», atteigne la valeur de 40 dB de manière que la valeur du rapport signal/brouillage soit au moins égale à 23 dB pendant au moins 90% des heures et 90% des jours (compte tenu des effets des évanouissements à court terme et à long terme – voir la Recommandation 411);

**2.** que le rapport de protection ainsi défini soit mesuré à la sortie d'un récepteur muni d'un filtre audiofréquence coupant à 5 kHz;

**3.** que, jusqu'à nouvel ordre, le rapport de protection défini au § 1 ci-dessus soit maintenu dans toute la zone de couverture de l'émetteur de radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale, pour une valeur de champ minimale de 200 μV/m ou même une valeur inférieure, si toutefois celle-ci correspond à une réception satisfaisante;

**4.** que les conditions de fonctionnement nécessaires pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale restent compatibles avec le rapport de protection nécessaire pour les autres services en dehors de la Zone tropicale, conformément au numéro 346 du Règlement des radiocommunications.

RECOMMANDATION 48-2

## CHOIX DES FRÉQUENCES POUR LA RADIODIFFUSION SONORE DANS LA ZONE TROPICALE

(Question 45/10, Programme d'études 45E/10)

(1951-1978-1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

que les stations mobiles, étant donné leur faible stabilité de fréquence et leurs variations d'emplacement, sont susceptibles de provoquer plus de brouillage à la radiodiffusion dans la Zone tropicale que les stations fixes, lorsqu'elles fonctionnent à l'intérieur des bandes partagées, particulièrement lorsqu'elles emploient des émissions de classe A3E,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les administrations évitent, dans la mesure du possible, de faire fonctionner des stations mobiles dans la Zone tropicale à l'intérieur des bandes partagées avec la radiodiffusion, particulièrement lorsque ces stations mobiles utilisent des émissions de classe A3E.

RECOMMANDATION 215-2

## PUISSANCES MAXIMALES DES ÉMETTEURS DE RADIODIFFUSION SONORE DANS LA ZONE TROPICALE*

(Question 45/10, Programme d'études 45A/10, Recommandation 214)

(1956-1978-1982)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que les observations et les études prolongées qui ont été effectuées confirment l'existence de niveaux de bruit élevés dans la Zone tropicale;

*b)* qu'un service de bonne qualité postule le maintien d'une valeur satisfaisante du rapport signal/bruit dans la totalité de la zone de couverture;

*c)* que la valeur élevée du niveau de bruit constatée dans les régions tropicales à certaines heures de la journée et à certaines époques de l'année, d'une part, et la nécessité d'avoir un rapport signal/bruit permettant d'assurer un service donnant satisfaction à la quasi-totalité des auditeurs dans la zone de couverture spécifiée, d'autre part, incitent à utiliser une puissance d'émission élevée pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale. Il est souhaitable, en conséquence, pour l'évaluation des puissances à utiliser, de considérer des valeurs raisonnables pour le niveau moyen du bruit et le rapport signal/bruit, afin d'arriver à des valeurs pratiques de puissances d'émission assurant, à la limite de la zone de couverture, des conditions de réception acceptables durant un pourcentage convenable du temps d'émission;

*d)* que, lorsque la zone de couverture est limitée à 400 km, des antennes à rayonnement vertical peuvent être utilisées de manière efficace, afin de concentrer l'énergie dans la zone de couverture et de réduire le rayonnement au-delà de cette zone;

*e)* que, pour des distances plus grandes, il paraît nécessaire d'utiliser des types d'antennes à faible gain, telles qu'un simple doublet, pour obtenir la valeur désirable du champ à une distance de 800 km; toutefois, ce genre d'antennes rayonne aux faibles angles de site et peut produire des brouillages à grande distance;

*f)* qu'il convient de procéder à un choix judicieux des fréquences d'émission qui, pour un programme de radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale, pourront se trouver dans les bandes partagées dont la limite supérieure est de 5060 kHz et dans les bandes de radiodiffusion sonore à ondes décamétriques de valeur supérieure à 5060 kHz,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que la limite supérieure de la puissance porteuse des émetteurs de radiodiffusion sonore en ondes décamétriques à courte distance à double bande latérale (MA) fonctionnant dans la Zone tropicale dans les bandes de fréquences inférieures à 5060 kHz, à l'exception de la bande de 3900 à 4000 kHz, soit fixée comme suit:

1.1 pour une zone de couverture limitée à 400 km, la puissance porteuse de l'émetteur ne devra pas dépasser 10 kW;

1.2 pour une zone de couverture limitée à 800 km, la puissance porteuse de l'émetteur ne devra pas dépasser 50 kW;

1.3 lorsque les services de radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale utilisent les mêmes bandes de fréquences, supérieures à 5060 kHz, que les services de radiodiffusion en ondes décamétriques, aucune limite de puissance ne sera appliquée, comme pour les bandes d'ondes décamétriques attribuées en exclusivité;

**2.** que, dans le cadre des limites fixées ci-dessus, les administrations utilisent, dans toute la mesure possible, des puissances moins élevées si ces puissances suffisent à assurer une réception satisfaisante dans toute la zone desservie utilement par l'émetteur de radiodiffusion;

**3.** que la fréquence utilisée soit toujours choisie de manière à se rapprocher le plus possible de la fréquence optimale de travail (à condition que la fréquence utilisée reste dans une des bandes de radiodiffusion sonore admises), afin d'obtenir un rapport signal/bruit aussi satisfaisant que possible;

**4.** que, conformément aux dispositions de la Recommandation 139 et afin de permettre l'utilisation maximale des bandes de fréquences attribuées, les administrations emploient des antennes appropriées, de manière que les rayonnements aux faibles angles de site soient réduits au minimum pour éviter tout brouillage préjudiciable en dehors de la zone de couverture.

---

* Voir l'article 30 du Règlement des radiocommunications.

RECOMMANDATION 139-3*

## ANTENNES D'ÉMISSION POUR LA RADIODIFFUSION SONORE DANS LA ZONE TROPICALE

(Question 45/10, Programme d'études 45F/10)

(1953-1978-1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il est souhaitable d'utiliser, pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale, des antennes émettrices ne causant, hors de la zone de service, qu'un minimum de brouillage;

*b)* que la construction des antennes doit être économique et leur exploitation aisée;

*c)* que l'Annexe I expose les principes qui doivent présider à la conception et à la construction des antennes pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale et décrit les antennes couramment utilisées pour la radiodiffusion sonore dans cette Zone,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** aux administrations et aux organisations qui exploitent des services de radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale d'utiliser des systèmes d'antennes conçus de manière que la puissance rayonnée:

- soit la plus élevée possible pour les grands angles de site qui permettent de desservir la zone de service;
- garde une valeur suffisante, pour assurer un champ convenable, sous l'angle de site qui correspond à la région marginale de la zone de service;
- soit la plus faible possible pour les angles de site plus petits que celui qui correspond à la région marginale de la zone de service;

**2.** aux administrations de fournir au CCIR des données d'exploitation pratiques relatives à ces antennes.

## ANNEXE I

### 1. Choix de l'emplacement

L'antenne émettrice doit être située aussi près que possible du centre de la zone à desservir. Lorsqu'il s'agit d'antennes dont la directivité verticale dépend de la réflexion sur le sol, il faut que l'emplacement choisi corresponde à un sol de bonne conductivité. Si cette condition n'est pas réalisable, on peut recourir à l'emploi d'un contrepoids composé d'une série de fils parallèles aux doublets demi-onde, espacés entre eux d'un dixième de longueur d'onde au plus et dépassant d'une demi-longueur d'onde les extrémités de l'antenne.

Lorsqu'il n'est pas possible de placer l'antenne au centre de la zone de service, il convient d'incliner convenablement le faisceau en utilisant une antenne émettrice à plusieurs éléments, de manière à couvrir la zone de service voulue. Lorsque cette inclinaison dépasse environ 15°, il se produit souvent de grands lobes latéraux qui peuvent causer des brouillages en dehors de la zone de service.

Lorsqu'il n'existe pas, dans les environs, d'autres zones de réception, par exemple dans le cas d'une île isolée, la situation centrale de l'antenne revêt moins d'importance.

### 2. Orientation du rayonnement

Si l'on désire implanter une station en un point autre que le centre de la zone de service, on peut modifier la direction du faisceau vertical en divisant en deux moitiés chaque rangée de doublets demi-onde de l'ensemble et en alimentant chaque moitié par des courants de phases différentes. Cette méthode d'orientation du rayonnement s'applique très aisément dans le cas d'ensembles comprenant deux ou quatre doublets demi-onde par rangée.

---

* Cette Recommandation contient en Annexe I des extraits du Rapport 301 qui est ainsi supprimé.

## 3. Antennes pour incidence verticale

Parmi les ensembles couramment utilisés par différents organismes pour la radiodiffusion sonore dans la Zone tropicale, il y a l'antenne de la Trinité, l'antenne de la Jamaïque, l'ensemble à 16 éléments et le système à grande incidence comportant 4 doublets dont la longueur est égale à la longueur d'onde, disposés en carré.

On trouvera, aux Fig. 20 et 21 de la publication [CCIR, 1969], le schéma de l'antenne de la Trinité et son diagramme de rayonnement.

L'antenne de la Jamaïque se compose de quatre doublets demi-onde alimentés en extrémité, situés dans le même plan horizontal. La hauteur des éléments au-dessus du sol est de 0,2 λ, mais cette caractéristique n'a pas une importance déterminante. Les éléments sont alimentés en courants en phase et de même intensité. Le diagramme de rayonnement azimutal de cette antenne, parfois appelée antenne de type TRO/*n*/*h*, est pratiquement équidirectif. Le diagramme de rayonnement pour une antenne de type TRO/2/0,2 est reproduit à la Fig. 16 de la publication [CCIR, 1969].

On trouvera, à la Fig. 17 de la publication [CCIR, 1969], le schéma de l'antenne à 16 éléments et son diagramme de rayonnement.

Certains organismes utilisent un système à grande incidence, qui assure une couverture en ondes décamétriques suffisante pour une zone circulaire pouvant avoir jusqu'à 1000 km de rayon. L'antenne se compose de 4 doublets dont la longueur est égale à la longueur d'onde, disposés en carré et alimentés de telle manière que les courants dans deux éléments adjacents soient en phase et aient la même amplitude. La hauteur moyenne au-dessus du sol est de 0,15 λ, mais il ne semble pas que cette caractéristique ait une importance déterminante. Les éléments rayonnants sont formés de cages à quatre fils ayant chacune une impédance de 2200 ohms; les quatre cages étant mises en parallèle au centre de l'antenne, on obtient une bonne adaptation à une ligne de 550 ohms. Une ligne quart d'onde d'adaptation fait partie du système. Le schéma de l'antenne et son diagramme de rayonnement sont représentés dans les Fig. 18 et 19 de la publication [CCIR, 1969]. Le gain de l'antenne, par rapport à la source isotrope, est de 8 dBi. Pour tout angle de site inférieur à 30°, le rayonnement du système à grande incidence est inférieur de 16 dB au rayonnement maximal du doublet pour cet angle de site. Le rayonnement de l'antenne sous un grand angle est supérieur à celui du doublet dans la direction transversale aux angles de site compris entre 50° et 75°; cela représente une amélioration du champ, à des distances de 100 à 400 km. Dans la direction longitudinale, pour des angles de site compris entre 25° et 75°, on obtient une amélioration du champ, pour des distances de 100 à 1000 km.

On peut également utiliser un réseau simple de doublets à deux étages, H 1/2, avec espacement normalisé de 0,5 λ, permettant d'assurer une couverture suffisante jusqu'à 800 km [CCIR, 1963-66]. Une antenne H 1/2/0,5 à alimentation déphasée donne un angle de tir de 41°. Des essais sur le terrain effectués sur le système d'antenne H 1/2/0,4 à alimentation déphasée ont montré que, à moins de 600 km de distance, le champ produit par l'antenne est supérieur à celui d'un doublet. Au-delà de 600 km, le champ de l'antenne est faible par rapport à celui du doublet [CCIR, 1963-66].

## 4. Considérations générales en matière de conception d'antennes

Lors de la spécification des antennes destinées au service nocturne, il faut tenir compte du champ dû à des modes élevés tels que 2-F. De jour, l'absorption ionosphérique est très grande, entraînant une limitation de la propagation à un seul bond. L'absorption s'accroît aussi avec l'obliquité de l'incidence; une antenne destinée au service diurne doit donc avoir un gain maximal correspondant à l'angle requis au bord de la zone de service. Pour des angles inférieurs, il doit y avoir une coupure nette. De nuit, toutefois, on peut observer une propagation par bonds multiples, due à une absorption moindre. Les champs dus au mode 2-F doivent donc être pris en considération dans la spécification de ces antennes, Fig. 1 de [CCIR, 1966-69].

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CCIR [1969] Radiodiffusion dans la bande 7 (ondes décamétriques dans la Zone tropicale).

*Documents du CCIR*

[1963-66]: XII/4 (Inde).

[1966-69]: XII/6 (Inde).

## BIBLIOGRAPHIE

ADORIAN, F. et DICKINSON, A. H. [février 1952] High frequency broadcast transmission with vertical radiation. *J. Brit. IRE*, Vol. 12, **2**.

AIR RESEARCH – A 2 × 2 Array at 0.2 λ above ground. Rapport N° 382.

CCIR [1984] Atlas de diagrammes d'antennes.

RECOMMANDATION 415-2*

## SPÉCIFICATIONS DES CARACTÉRISTIQUES MINIMALES DES RÉCEPTEURS DE RADIODIFFUSION SONORE A PRIX MODIQUE

(1963-1982-1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que les avantages de la radiodiffusion devraient être plus largement mis à la disposition des populations des pays où la densité des récepteurs est aujourd'hui particulièrement faible pour des raisons économiques, géographiques ou techniques;

*b)* qu'à cette fin, il est souhaitable que des récepteurs de radiodiffusion à bon rendement soient disponibles à des prix assez bas pour leur assurer une large distribution dans ces pays;

*c)* qu'un accord général sur les caractéristiques de récepteurs de radiodiffusion possédant des normes appropriées communément admises serait utile aux fabricants en les aidant à produire au plus bas prix de tels récepteurs,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les spécifications minimales, figurant dans l'Annexe I à la présente Recommandation, soient utilisées pour faciliter l'étude et la réalisation de récepteurs de radiodiffusion sonore à prix modique, susceptibles d'être construits en grande série.

## ANNEXE I

Les spécifications ci-après s'appliquent aux types de récepteurs suivants:

Type A : récepteur pour ondes hectométriques à faible sensibilité,

Type B : récepteur combiné pour ondes hectométriques et décamétriques,

Type C : récepteur pour ondes métriques (modulation de fréquence), à sensibilité moyenne.

### 1. Généralités

1.1 Les récepteurs de chacun des trois types doivent pouvoir être fournis avec alimentation par pile ou avec alimentation secteur. Les récepteurs alimentés par pile doivent être entièrement équipés de composants à état solide, afin que leur consommation d'énergie soit plus faible. Les récepteurs alimentés par le secteur peuvent être munis de tubes électroniques ou de transistors, le critère à prendre en considération étant le prix de revient.

1.2 Pour les récepteurs alimentés par pile, les spécifications minimales de la présente Recommandation devraient être respectées, pour une tension de la pile inférieure de 30% à sa valeur nominale (selon la publication correspondante de la CEI).

1.3 Les méthodes de mesure employées devraient être celles que recommande la CEI dans ses publications applicables aux récepteurs à modulation d'amplitude ou de fréquence.

1.4 Il convient que les récepteurs soient simples, robustes et bien protégés contre la poussière. Ceux qui sont conçus pour fonctionner dans des régions dont le climat est chaud et humide doivent être traités convenablement, de manière à pouvoir être utilisés dans les conditions climatiques spécifiées par l'administration intéressée. Les essais appropriés demandés par les administrations qui désireront se procurer de tels récepteurs devront être conformes aux publications correspondantes de la CEI.

1.5 Au cas où un cahier des charges national prescrit des méthodes de mesure ou des essais différents de ceux de la CEI, l'administration intéressée devra, si cela est nécessaire, attirer l'attention des constructeurs sur ce point.

1.6 En cas d'écoute collective, des puissances de sortie plus élevées sont nécessaires. Les autres spécifications restent inchangées.

---

* Cette Recommandation inclut le texte de la Recommandation 416 qui est ainsi supprimée.

## 2. Spécifications des récepteurs de type A

| | |
|---|---|
| 2.1 Gamme de fréquences (kHz) | 526,5-1606,5 (Régions 1 et 3)<br>525-1705 (Région 2) |
| 2.2 Sensibilité pour 50 mW de sortie, modulation 30% à 400 Hz | 5 mV/m (avec une antenne incorporée avec possibilité de relier le récepteur à une antenne extérieure) |
| 2.3 Rapport signal/bruit pour un niveau d'entrée correspondant aux conditions du § 2.2 | 20 dB pour les récepteurs sur secteur équipés de tubes<br>26 dB pour les récepteurs équipés de transistors |
| 2.4 Puissance de sortie pour moins de 10% de distorsion | pas moins de 0,1 W |
| 2.5 Sélectivité globale:<br>points à − 6 dB<br>points à −20 dB | <br>bande passante: au moins ± 3 kHz<br>bande passante: au plus ± 10 kHz |
| 2.6 Protection contre les réponses parasites (fréquence conjuguée, fréquence intermédiaire, etc.) | pas moins de 30 dB |
| 2.7 Fidélité globale, y compris la réponse acoustique du haut-parleur | 250-3150 Hz, dans les limites de 18 dB |
| Il peut être plus commode, pour certains constructeurs, de considérer seulement les caractéristiques électriques, qui devraient être: | 100-4000 Hz dans les limites de 12 dB (dans le cas d'une représentation graphique, le niveau de référence 0 dB doit être pris à 400 Hz) |

## 3. Spécifications des récepteurs de type B (les deux types diffèrent seulement par la gamme de fréquences)

| | |
|---|---|
| 3.1 Gamme de fréquences (MHz) | B1 : 0,5265-1,6065; 2,3-15,6 (Régions 1 et 3)<br>0,5250-1,7050; 2,3-15,6 (Région 2)<br>B2 : 0,5265-1,6065; 2,3-21,85 (Régions 1 et 3)<br>0,5250-1,7050; 2,3-21,85 (Région 2)<br>Ce récepteur doit être muni de dispositifs mécaniques ou électriques appropriés, permettant de réaliser facilement l'accord et le repérage des stations |
| 3.2 Sensibilité pour 50 mW de sortie, modulation 30% à 400 Hz | mieux que 150 μV |
| 3.3 Rapport signal/bruit pour un niveau d'entrée correspondant aux conditions du § 3.2 | 20 dB pour les récepteurs sur secteur équipés de tubes<br>26 dB pour les récepteurs équipés de transistors |
| 3.4 Puissance de sortie pour moins de 10% de distorsion | pas moins de 0,1 W |
| 3.5 Sélectivité globale:<br>points à − 6 dB<br>points à −20 dB<br>points à −40 dB | <br>bande passante: au moins ± 3 kHz<br>bande passante: au plus ± 10 kHz<br>bande passante: au plus ± 20 kHz |
| 3.6 Protection contre les réponses parasites (fréquence conjuguée, fréquence intermédiaire, etc.) | pas moins de 30 dB en ondes hectométriques |
| Pour la fréquence intermédiaire et les réponses parasites | pas moins de 12 dB en ondes décamétriques |
| Pour la fréquence conjuguée | pas moins de 5 dB en ondes décamétriques |
| 3.7 Fidélité globale, y compris la réponse acoustique du haut-parleur | 250-3150 Hz dans les limites de 18 dB |
| Il peut être plus commode, pour certains constructeurs, de considérer seulement les caractéristiques électriques, qui devraient être: | 100-4000 Hz dans les limites de 12 dB (dans le cas d'une représentation graphique, le niveau de référence 0 dB doit être pris à 400 Hz) |

| | |
|---|---|
| 3.8 Fonctionnement de la c.a.g.: variation du niveau de sortie lorsque le niveau d'entrée est réduit de 30 dB à partir d'une valeur initiale de 0,1 V | pas plus de 10 dB |
| 3.9 Stabilité en fréquence | doit être telle qu'il ne soit pas nécessaire de réaccorder fréquemment le récepteur |

**4. Spécifications des récepteurs de type C**

| | |
|---|---|
| 4.1 Gamme de fréquences (MHz) | 87,5-108 (Région 1)<br>88-108 (Région 2)<br>87-108 (Région 3) |
| 4.2 Rapport signal/bruit | 30 dB |
| 4.3 Sensibilité (limitée par le bruit) | −75 dB par rapport à 1 mW pour un rapport signal/bruit de 30 dB et pour une puissance de sortie de 50 mW |
| 4.4 Fréquence intermédiaire | 10,7 MHz |
| 4.5 Suppression de la modulation d'amplitude | 20 dB |
| 4.6 Puissance de sortie | pas moins de 0,1 W |
| 4.7 Sélectivité globale | −30 dB à ± 300 kHz |
| 4.8 Fidélité globale, y compris la réponse acoustique du haut-parleur | 200-5000 Hz dans les limites de 18 dB |
| Il peut être plus commode, pour certains constructeurs, de considérer seulement les caractéristiques électriques, qui devraient être: | 100-5000 Hz dans les limites de 6 dB (dans le cas d'une représentation graphique, le niveau de référence 0 dB doit être pris à 400 Hz) |
| 4.9 Rayonnement | le rayonnement de l'oscillateur local devrait être inférieur aux limites spécifiées par le CISPR. Cependant, s'il existe un règlement national, le rayonnement devra être inférieur aux limites spécifiées par ce règlement |
| 4.10 Distorsion | la distorsion devrait être inférieure à 5% pour une excursion de fréquence comprise entre ± 15 kHz et ± 75 kHz, avec une fréquence de modulation de 400 Hz et une puissance de sortie de 50 mW |
| 4.11 Stabilité en fréquence | doit être telle que l'on n'ait pas besoin de réaccorder fréquemment le récepteur. |

SECTION 10B: RADIODIFFUSION SONORE A MODULATION DE FRÉQUENCE DANS LES BANDES DES ONDES MÉTRIQUES (BANDE 8) ET DÉCIMÉTRIQUES (BANDE 9)

## RECOMMANDATION 642-1

## LIMITEURS POUR SIGNAUX DE PROGRAMMES RADIOPHONIQUES DE HAUTE QUALITÉ

(Questions 46/10, 19/CMTT et 20/CMTT, Programme d'études 46B/10)

(1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que la surmodulation des émetteurs à modulation de fréquence peut apporter de la distorsion aux programmes et causer des brouillages à d'autres émissions;

*b)* que le niveau de certaines composantes des signaux son (la plupart du temps aux fréquences audio supérieures) peut être augmenté par la préaccentuation du signal modulant;

*c)* qu'il existe des techniques permettant de concevoir des limiteurs à faible distorsion sans suroscillation (par exemple, au moyen de lignes à retard);

*d)* qu'il faut généralement éviter d'appliquer plus d'une opération de limitation aux signaux son,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** d'utiliser des limiteurs à faible distorsion pour protéger les émetteurs contre la surmodulation et pour permettre d'utiliser plus efficacement la gamme dynamique disponible;

**2.** que, dans le cas d'utilisation de la préaccentuation, il en soit tenu compte dans la conception des limiteurs. On trouvera, à titre d'exemple, dans les Annexes I et II la description d'un limiteur qui répond à cette condition;

**3.** de placer les limiteurs aux interfaces entre studios et circuits de distribution radiophonique afin que chaque limiteur puisse répondre aux besoins d'un nombre relativement important d'émetteurs et que, en principe, il ne soit pas nécessaire de procéder ultérieurement à une limitation. Les limiteurs installés dans ces conditions peuvent également offrir un degré appréciable de protection contre la surcharge des circuits radiophoniques.

## ANNEXE I

### LIMITEURS A ACCENTUATION VARIABLE

Les limiteurs sont couramment employés aux entrées de programme des émetteurs radiophoniques à modulation de fréquence, afin que l'excursion de porteuse et donc le rapport signal/bruit au récepteur soient maintenus aussi élevés que possible, tout en évitant une excursion excessive et donc le risque d'avoir une distorsion audible ou de causer un brouillage. De même, des limiteurs peuvent être utilisés aux extrémités d'émission des circuits radiophoniques point à point, analogiques ou numériques, de façon à optimiser les rapports signal/bruit aux extrémités de réception, en permettant le maintien du signal à des niveaux élevés sur les circuits sans risque de distorsion causée par une surcharge.

Dans les cas ci-dessus, les signaux sonores sont couramment soumis à une préaccentuation haute fréquence. Toutefois, les niveaux des programmes sont normalement contrôlés avec un appareil de mesure (Rapport 292) en un point du circuit qui n'est pas soumis à une préaccentuation. En conséquence, les composantes haute fréquence de niveau élevé risquent de causer une surmodulation, même sur des programmes convenablement contrôlés, à moins que l'on utilise un limiteur pour empêcher ce phénomène.

Dans un limiteur classique, les variations de gain affectent au même degré tous les signaux sonores, et l'action du limiteur provoquée par les composantes de haute amplitude et de fréquence élevée peut causer des fluctuations de niveau manifestes et critiquables des composantes basse et moyenne fréquences du programme reproduit. Cet effet, couramment appelé «plongeon du gain» ou «rabattement du limiteur», peut être réduit en laissant une marge importante entre les crêtes maximales nominales du programme et le niveau de limitation. Cette pratique n'est pas jugée souhaitable, car le rapport signal/bruit à l'écoute serait alors inférieur à ce qu'il pourrait être sans cela. Des essais ont montré [Manson, 1973 et 1975] que l'on peut éviter de recourir à cette marge importante en employant un limiteur sélectif en fréquence.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MANSON, W. I. [1973] Frequency-dependent limiters for f.m. sound transmitters. BBC Research Department Report 1973/25.

MANSON, W. I. [1975] Frequency-dependent limiters for f.m. sound broadcasting: optimisation of attack period and of delay-length in the variable de-emphasis stage. BBC Research Department Report 1975/22.

## ANNEXE II

### DESCRIPTION D'UN LIMITEUR A ACCENTUATION VARIABLE POUR LES SIGNAUX DE PROGRAMMES RADIOPHONIQUES DE HAUTE QUALITÉ

La Fig. 1 donne le schéma de principe d'un limiteur à accentuation variable qui a été jugé satisfaisant sur des signaux à préaccentuation de 50 µs. S'il y a lieu, on peut utiliser une constante de temps de préaccentuation de valeur différente.

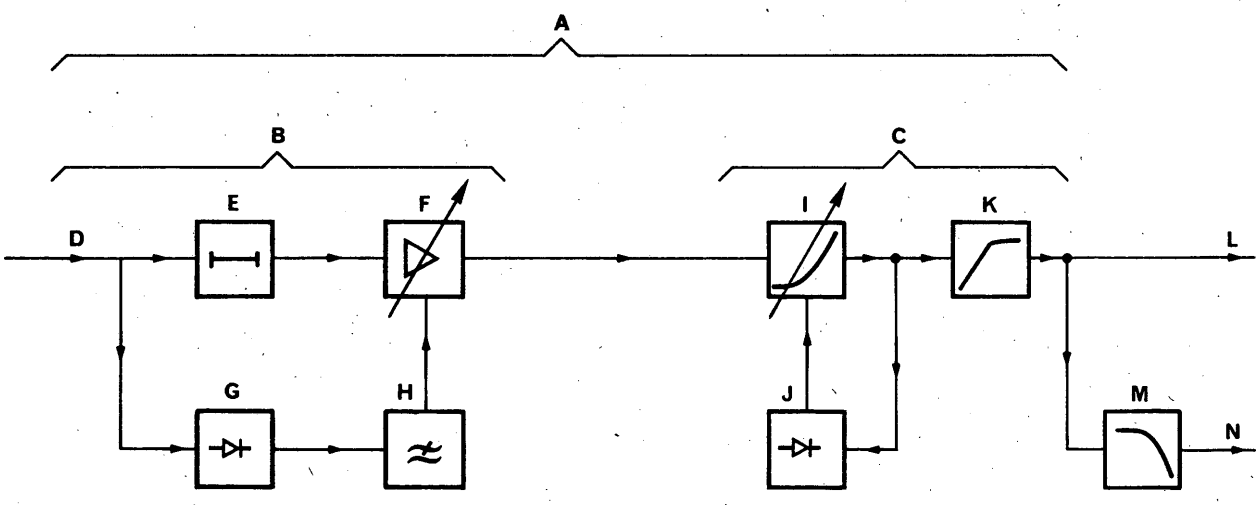



FIGURE 1 – *Schéma de principe d'un limiteur à accentuation variable*

A: limiteur à accentuation variable (complet)
B: 1er étage limiteur (spectre plat, ligne à retard)
C: 2e étage limiteur (accentuation variable)
D: entrée audiofréquence
E: ligne à retard
F: amplificateur à gain variable, selon une loi adaptée à la commande assurée par G
G: redresseur du signal de commande, circuits de lissage et de constante de temps
H: circuit de mise en forme (filtre passe-bas)
I: circuit à préaccentuation variable, quiescent 50 µs
J: redresseur du signal de commande, circuits de lissage et de constante de temps
K: écrêteur
L: sortie audiofréquence, protégée avec une préaccentuation de 50 µs
M: circuit de désaccentuation de 50 µs (facultatif)
N: sortie audiofréquence, signal protégé à préaccentuation de 50 µs avec application d'une désaccentuation de 50 µs, si nécessaire (par exemple, pour la surveillance)

Dans le premier étage, le signal audiofréquence entrant est limité par un limiteur «à spectre plat» utilisant une ligne à retard et des techniques de commande de la vitesse de variation du gain [Shorter et autres, 1967] pour empêcher la suroscillation transitoire.

Dans le second étage, il est limité par un circuit à préaccentuation variable. Cela impose une préaccentuation de 50 µs tant que le signal de sortie résultant ne dépasse pas la valeur maximale prescrite, mais réduit momentanément la quantité de préaccentuation nécessaire pour que le niveau de sortie maximal prescrit ne soit pas dépassé quand les composantes du signal radiophonique haute fréquence de niveau élevé sont présentes.

Des essais subjectifs [Manson, 1973] montrent une préférence marquée pour un limiteur à accentuation variable plutôt que pour un limiteur plat. D'autres essais [Manson, 1975] ont indiqué que, si un écrêteur réglé à environ 0,75 dB au-dessus du niveau de limitation est employé à la sortie du limiteur comme le montre la Fig. 1, il n'est pas nécessaire que l'étage à accentuation variable comprenne une ligne à retard.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MANSON, W. I. [1973] Frequency-dependent limiters for f.m. sound transmitters. BBC Research Department Report 1973/25.

MANSON, W. I. [1975] Frequency-dependent limiters for f.m. sound broadcasting: optimisation of attack period and of delay-length in the variable de-emphasis stage. BBC Research Department Report 1975/22.

SHORTER, D. E. L., MANSON, W. I. et STEBBINGS, D. W. [1967] The dynamic characteristics of limiters for sound programme circuits. BBC Engineering Division Monograph No. 70.

RECOMMANDATION 641 *

## DÉTERMINATION DES RAPPORTS DE PROTECTION RF EN RADIODIFFUSION SONORE A MODULATION DE FRÉQUENCE

(Question 46/10, Programme d'études 46L/10)

(1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il existe une étroite relation entre le rapport de protection RF et le rapport de protection en audiofréquence (voir la Recommandation 638);

*b)* que cette relation dépend d'un certain nombre de paramètres techniques, à savoir:

- la séparation de fréquence entre la porteuse utile et la porteuse brouilleuse,
- la déviation maximale de crête,
- la distribution d'énergie du signal modulant à la fois dans le spectre et dans le temps,
- les caractéristiques de préaccentuation et de désaccentuation,
- le mode de réception (monophonique ou stéréophonique),
- les caractéristiques acoustiques de l'oreille humaine (dont on a dûment tenu compte en utilisant le réseau de pondération de la Recommandation 468),
- la tension à l'entrée du récepteur;

*c)* que le rapport de protection RF dépend également des caractéristiques du récepteur, dont les plus importantes sont:

- les caractéristiques de sélectivité,
- les caractéristiques du limiteur et du décodeur stéréophonique,
- les caractéristiques de fonctionnement aux signaux de forte amplitude et la sensibilité,
- la réponse en audiofréquence,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** d'utiliser la mesure objective à deux signaux décrite en Annexe I pour déterminer les rapports de protection RF en radiodiffusion sonore à modulation de fréquence avec des normes d'émission faisant appel à une déviation de fréquence maximale de ± 75 kHz et à une préaccentuation de 50 µs;

**2.** de vérifier chaque fois que c'est possible par des mesures subjectives d'écoute les résultats obtenus par l'application de cette méthode.

## ANNEXE I

### MESURE OBJECTIVE A DEUX SIGNAUX POUR DES NORMES D'ÉMISSION FAISANT APPEL A UNE DÉVIATION DE FRÉQUENCE MAXIMALE DE ± 75 kHz ET A UNE PRÉACCENTUATION DE 50 µs

**1. Méthode de mesure**

La méthode objective de mesure des rapports de protection RF est essentiellement une méthode psophométrique à deux signaux dans laquelle l'émetteur brouilleur est modulé par un signal de bruit coloré normal avec une déviation de fréquence donnée. L'effet du brouillage est mesuré à la sortie audiofréquence du récepteur au moyen d'un mesureur de bruit de norme internationale (psophomètre). La valeur de référence utilisée pour définir le rapport signal/brouillage en audiofréquence est celle que l'on mesure à la sortie audiofréquence du récepteur en utilisant le même mesureur de bruit, lorsque l'émetteur utile est modulé par un signal sinusoïdal audible de 500 Hz, tandis que l'émetteur brouilleur est déconnecté.

---

* Cette Recommandation remplace le Rapport 796 qui est ainsi supprimé.

## 2. Psophomètre

Le dispositif de mesure de bruit placé à la sortie du récepteur pour mesurer les signaux utile et brouilleur est constitué, conformément à la Recommandation 468, par un indicateur de quasi-crête possédant des caractéristiques dynamiques déterminées et par un filtre de pondération reproduisant la sensibilité de l'oreille. Comme ce dispositif sert également à régler la déviation maximale de fréquence et à déterminer le niveau de référence, le filtre de pondération doit pouvoir être mis hors circuit. Si l'on ne dispose que d'un indicateur de taux de modulation, cet appareil devra avoir les mêmes caractéristiques dynamiques que le mesureur de bruit.

## 3. Signal de bruit modulant le brouilleur

Le bruit coloré normalisé est décrit en détail dans la Recommandation 559 (voir Note).

Le spectre du bruit normalisé doit être limité à la bande nécessaire, au moyen d'un filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure de 15 kHz et une pente de 60 dB/octave. Avec un niveau d'entrée constant, la variation de déviation maximale du brouilleur en fonction de la fréquence jusqu'à 15 kHz, sans préaccentuation, ne doit pas dépasser 2 dB.

*Note* – La Recommandation 571 propose un signal de bruit coloré différent. L'effet qui résulterait de l'emploi de ce signal au lieu du signal proposé dans la Recommandation 559 est étudié dans [CCIR, 1978-82].

## 4. Dispositif de mesure

Le schéma de principe du dispositif est indiqué à la Fig. 1.

Il est utilisable aussi bien en stéréophonie qu'en monophonie. En stéréophonie, on mesure la voie A ou la voie B. L'émetteur brouilleur est toujours modulé en monophonie, puisque c'est la monophonie qui provoque la plus forte gêne.

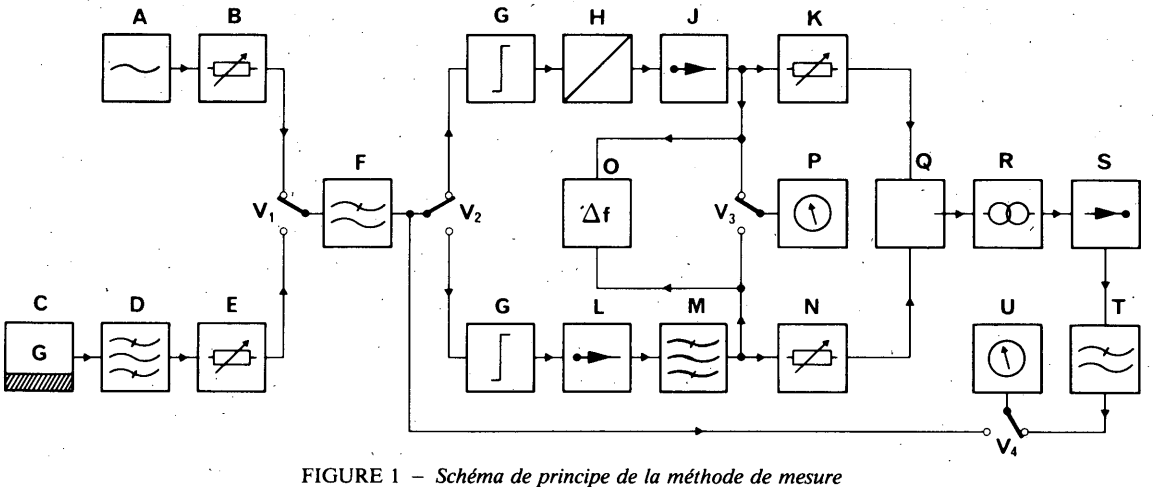



FIGURE 1 – *Schéma de principe de la méthode de mesure*

A: générateur audiofréquence de 500 Hz (étalonnage de la déviation maximale de fréquence)
B: affaiblisseur étalonné AF
C: générateur de bruit
D: filtre de coloration de bruit selon la Recommandation 559
E: affaiblisseur étalonné AF
F: filtre passe-bas 15 kHz
G: préaccentuation
H: codeur stéréo
J: générateur (signal utile)
K: affaiblisseur étalonné RF
L: générateur (signal brouilleur)
M: filtre passe-bande RF accordable
N: affaiblisseur étalonné RF
O: fréquencemètre pour la mesure de la différence de fréquence entre les générateurs J et L
P: indicateur de déviation de fréquence
Q: coupleur RF
R: réseau d'adaptation
S: récepteur à mesurer
T: filtre passe-bas 15 kHz
U: psophomètre (avec ou sans filtre de pondération)
$V_1$: commutateur de modulation
$V_2$: commutateur pour la modulation des générateurs utile et brouilleur
$V_3$: inverseur de l'indicateur de déviation de fréquence (générateurs J ou L)
$V_4$: commutateur de sélection pour la mesure du signal AF

Il est très important que l'émetteur brouilleur soit exempt d'harmoniques. Pour cela, on insère à sa sortie un filtre de bande réglable, dont la largeur à 3 dB est d'environ 300 kHz. Il faut également s'assurer que les étages de sortie des émetteurs ne réagissent pas l'un sur l'autre. On utilise éventuellement un coupleur directif.

Le rapport signal/brouillage AF est mesuré à la sortie du récepteur, en amont du réglage de tonalité. Si ce n'est pas possible, on ajuste la tonalité pour obtenir une réponse en fréquence uniforme.

Dans de nombreux récepteurs du commerce, en stéréophonie, la fréquence pilote à 19 kHz est insuffisamment affaiblie à la sortie AF. On doit donc limiter la bande du signal de sortie par un filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure de 15 kHz. L'affaiblissement de ce filtre doit être égal ou supérieur à 40 dB au-delà de 19 kHz.

## 5. Déviation maximale de fréquence des générateurs de mesure

La précision des mesures dépend essentiellement de l'exactitude de la déviation maximale de fréquence du générateur utilisé, en particulier pour le signal brouilleur. Cette déviation doit être ajustée très soigneusement.

Pour fixer un niveau de référence, on module tout d'abord l'émetteur utile J avec un signal sinusoïdal de 500 Hz fourni par le générateur A. Avec l'affaiblisseur B, on ajuste la déviation maximale à la valeur ± 75 kHz (compte tenu de la fréquence pilote, s'il y a lieu). Le filtre de pondération étant éliminé, l'indicateur de tension de bruit U fournit le niveau de référence cherché. Dans la suite des opérations, l'émetteur utile n'est pas modulé. En stéréophonie, on ne transmet que la fréquence pilote.

L'émetteur brouilleur L est alors modulé à 500 Hz par le générateur A. On règle la déviation maximale à ± 32 kHz à l'aide de l'affaiblisseur étalonné B (voir Note).

Avec l'indicateur U, on mesure le niveau correspondant à l'entrée du brouilleur et avant préaccentuation. Le filtre de pondération du psophomètre reste hors circuit. On remplace ensuite le générateur sinusoïdal par le signal de bruit C + D et l'on ajuste l'affaiblisseur étalonné E pour retrouver le même niveau de crête à l'indicateur U. Dans ces conditions, l'émetteur brouilleur est modulé par du bruit coloré avec une déviation maximale de ± 32 kHz, sans préaccentuation. La déviation maximale effective du brouilleur est plus grande à cause de la préaccentuation. Le procédé d'étalonnage est celui qui est couramment utilisé en radiodiffusion pour le réglage du niveau à partir de la mesure du taux de modulation.

*Note* – On simule un programme normal de radiodiffusion sonore sans compression en modulant l'émetteur brouilleur avec le signal de bruit coloré normalisé, avec une déviation de fréquence de ± 32 kHz. Les résultats obtenus au moyen de cette méthode et avec cette déviation de fréquence ne sont donc valables que pour les programmes de radiodiffusion sonore sans compression.

## 6. Rapport signal utile/signal brouilleur RF

A l'aide de l'affaiblisseur K, on maintient le niveau RF de l'émetteur utile J assez bas pour éviter tout phénomène de non-linéarité dans les étages d'entrée du récepteur. Ce niveau doit toutefois être suffisant pour fournir un rapport signal/brouillage AF de 56 dB, l'émetteur brouilleur étant arrêté.

On ajuste le niveau RF de l'émetteur brouilleur avec l'affaiblisseur N de manière à obtenir, à la sortie du récepteur S, un rapport signal/brouillage AF de 50 dB. Pour cette mesure, le filtre de pondération de l'indicateur U est mis en circuit. Les niveaux RF des émetteurs utile et brouilleur donnent alors le rapport signal utile/signal brouilleur RF recherché.

On répète la mesure pour différents espacements des canaux utile et brouilleur, dans la plage de 0 à 400 kHz. Les résultats peuvent être donnés sous forme de tableau ou de courbe. Dans ce dernier cas, on relie les points de mesure par des segments de droites. On note en outre la tension RF à l'entrée du récepteur, ainsi que l'impédance d'entrée.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1978-82]: 10/51 (Allemagne (République fédérale d')).

RECOMMANDATION 599

## DIRECTIVITÉ DES ANTENNES DE RÉCEPTION DE RADIODIFFUSION SONORE DANS LA BANDE 8 (ONDES MÉTRIQUES)

(Question 46/10, Programme d'études 46L/10)

(1963-1982)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les caractéristiques de directivité des antennes de réception représentées à la Fig. 1 soient utilisées pour l'établissement de plans des services de radiodiffusion sonore dans la bande 8 (ondes métriques). Toutefois, dans le cas de réception de radiodiffusion sonore au moyen de récepteurs portatifs ou mobiles, la planification ne doit tenir compte d'aucune directivité de l'antenne de réception.

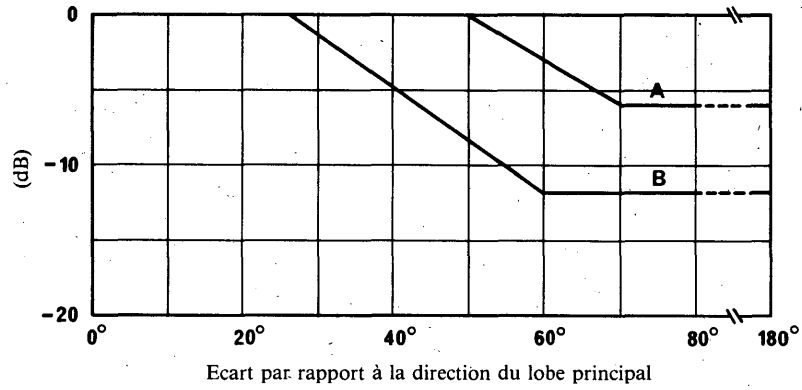



FIGURE 1 – *Protection obtenue par l'utilisation d'antennes de réception directives*

Courbes A: radiodiffusion sonore monophonique
B: radiodiffusion sonore stéréophonique

*Note 1* – On admet qu'une telle protection est réalisable pour la plupart des antennes situées dans les zones urbaines. Dans les zones rurales dégagées, des valeurs légèrement supérieures peuvent être obtenues.

*Note 2* – Les courbes de la Fig. 1 sont valables pour des signaux ayant une polarisation horizontale ou verticale, le signal brouilleur ayant la même polarisation que le signal utile.

*Note 3* – La Conférence régionale spéciale, Genève, 1960, la Conférence européenne de radiodiffusion sur ondes métriques et décimétriques, Stockholm, 1961 et la Conférence africaine de radiodiffusion à modulation de fréquence, Genève, 1963, n'ont pas pris en considération, pour le cas de la radiodiffusion sonore, ces caractéristiques de directivité des antennes.

RECOMMANDATION 704*

## CARACTÉRISTIQUES DES RÉCEPTEURS DE RÉFÉRENCE DE RADIODIFFUSION SONORE EN MODULATION DE FRÉQUENCE A DES FINS DE PLANIFICATION

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que les plans d'assignation de fréquence doivent nécessairement tenir compte des caractéristiques des récepteurs;

*b)* que les récepteurs utilisés par le public présentent des caractéristiques de fonctionnement très diverses;

*c)* qu'un récepteur de référence dont les caractéristiques correspondent à celles des récepteurs actuellement disponibles, peut être utile à des fins de planification;

*d)* qu'il convient, par conséquent, d'établir des normes pour des récepteurs de référence qui puissent être prises comme base pour la planification des fréquences;

*e)* que ces normes doivent être prises en considération par les fabricants de récepteurs,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les caractéristiques des récepteurs figurant à l'Annexe I soient utilisées à des fins de planification de la radiodiffusion sonore en modulation de fréquence (MF).

## ANNEXE I

### RÉCEPTION MONOPHONIQUE ET STÉRÉOPHONIQUE UTILISANT LE SYSTÈME A FRÉQUENCE PILOTE (DÉVIATION DE FRÉQUENCE ± 75 kHz) OU LE SYSTÈME A MODULATION POLAIRE (DÉVIATION DE FRÉQUENCE ± 50 kHz)

Pour définir les caractéristiques recommandées, il a été également tenu compte des paramètres indiqués dans les Annexes II et III.

### 1. Antenne

La Recommandation 599 donne la directivité d'une antenne extérieure qui s'applique uniquement aux installations fixes. En général, les récepteurs portatifs ou installés dans les automobiles ont des antennes fouet; toutefois, dans le cas de réception de radiodiffusion sonore au moyen de récepteurs portatifs ou mobiles, la planification ne doit tenir compte d'aucune directivité de l'antenne de réception.

### 2. Sensibilité

Aux fins de planification, la «sensibilité» signifie la «sensibilité limitée par le bruit» et elle est exprimée par la valeur du champ ou le niveau de puissance nécessaire pour obtenir un rapport signal/bruit spécifié à la sortie audiofréquence. La sensibilité doit être indiquée par une valeur moyenne unique. Les valeurs ci-après sont proposées pour qualifier la sensibilité d'un récepteur moyen:

- avec une entrée d'antenne extérieure (récepteurs d'automobiles inclus):
  − 5 dB(pW) pour la réception monophonique,
  15 dB(pW) pour la réception stéréophonique;
- avec une antenne incorporée, orientée pour une réception optimale dans le champ réel dans lequel est placé le récepteur (pour les conditions de mesure, voir [CCIR, 1986-90a et b]):
  30 dB(μV/m) pour la réception monophonique,
  50 dB(μV/m) pour la réception stéréophonique.

Ces valeurs sont fondées sur un rapport signal/bruit AF de 40 dB. Le rapport signal/bruit AF est mesuré conformément à la Publication 315-4 de la CEI, conjointement avec la Recommandation 468 du CCIR: déviation de la fréquence de référence: ± 75 kHz pour le système à fréquence pilote et ± 50 kHz pour le système à modulation polaire. S'il faut appliquer des rapports signal/bruit AF plus élevés, pour les besoins de la planification, on peut calculer la sensibilité correspondante par extrapolation linéaire jusqu'à au moins 56 dB (voir le § 5 de l'Annexe II).

---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

## 3. Sélectivité

La sélectivité d'un récepteur traduit son aptitude à distinguer le signal utile sur lequel il est accordé des signaux indésirables qui lui parviennent par le circuit de l'antenne.

Par sélectivité, on entend la sélectivité effective comprenant la sélectivité RF, la sélectivité FI, les caractéristiques du limiteur, du dénominateur, du décodeur stéréophonique et la réponse en fréquence AF.

### 3.1 *Sélectivité avec des écarts entre fréquences porteuses inférieurs ou égaux à 400 kHz*

La sélectivité doit être suffisante pour respecter les rapports de protection RF indiqués dans la Recommandation 412. Le rapport de protection est mesuré conformément à la Recommandation 641. On suppose que les signaux d'essai sont injectés par l'intermédiaire de l'antenne incorporée lorsque les récepteurs ne disposent pas d'une entrée d'antenne extérieure.

### 3.2 *Sélectivité avec des écarts entre fréquences porteuses supérieurs à 400 kHz*

Il faut obtenir des rapports de protection RF nettement inférieurs à $-25$ dB. Avec l'écart critique de 10,7 MHz entre les fréquences porteuses (si la valeur nominale de la fréquence intermédiaire est de 10,7 MHz), il faut que les rapports de protection RF soient inférieurs à $-20$ dB.

## 4. Caractéristiques en présence de signaux de forte intensité *

La surcharge des récepteurs de radiodiffusion en modulation de fréquence par de forts signaux d'entrée peut avoir les effets suivants:

- désensibilisation ou effets comparables,
- intermodulation.

Une telle surcharge peut, par exemple, se produire dans les cas suivants:

a) un signal utile de (très) forte intensité;
b) un signal utile et un signal brouilleur de forte intensité;
c) un signal utile et deux signaux brouilleurs de forte intensité;
d) un signal utile et plus de deux signaux brouilleurs de forte intensité.

En ce qui concerne le cas b), les rapports de protection RF ne devraient pas être fortement modifiés ($\leqslant$ 3 dB) si la puissance d'entrée du signal utile se trouve portée à 50 dB(pW). On trouvera des informations complémentaires à ce sujet dans [CCIR, 1986-90c].

## 5. Commande automatique de fréquence (CAF)

La CAF doit être commutable (voir le § 4 de l'Annexe II).

## 6. Fonctionnement stéréophonique/monophonique

Les récepteurs stéréophoniques portatifs et les récepteurs stéréophoniques installés dans les véhicules doivent de préférence être équipés d'un commutateur manuel stéréo/mono qui permettra de passer à une écoute monophonique satisfaisante lorsque le champ du signal est insuffisant ou lorsqu'on se trouve en présence de signaux brouilleurs de niveau élevé.

## 7. Fréquence intermédiaire

On adopte, par hypothèse, une fréquence de 10,7 MHz, bien que certains récepteurs utilisent des fréquences supérieures pour différentes raisons (par exemple, réception en diversité de fréquence).

### 7.1 *Affaiblissement sur la fréquence conjuguée*

L'affaiblissement sur la fréquence conjuguée à un seul signal, mesuré conformément à la Publication 315-4 de la CEI, doit être d'au moins 50 dB.

Dans l'hypothèse d'une fréquence intermédiaire de 10,7 MHz, on peut faire abstraction de l'affaiblissement sur la fréquence conjuguée par rapport au brouillage à l'intérieur de la bande. Toutefois, il faut tenir compte des brouillages en provenance d'autres services.

---

* Les administrations sont priées d'envoyer des contributions sur le sujet au CCIR dans le cadre du Programme d'études 46N/10.

7.2 *Brouillages apparaissant dans le récepteur et liés à la fréquence intermédiaire* (voir le Rapport 946)

Le rapport signal/bruit AF doit être d'au moins 50 dB aux fréquences critiques qui sont des multiples entiers de la fréquence intermédiaire (par exemple 96,3, 107 MHz); pour un niveau d'entrée RF de 40 dB(pW), en réception stéréophonique. Le rapport signal/bruit est mesuré conformément à la Publication 315-4 de la CEI, conjointement avec la Recommandation 468 du CCIR; déviation de la fréquence de référence: ± 75 kHz pour le système à fréquence pilote et ± 50 kHz pour le système à modulation polaire.

## 8. Rayonnement de l'oscillateur local

La modification N° 1 à la Publication 13 du CISPR et le projet de norme européenne EN 55013 présentent une méthode de mesure et spécifient les valeurs suivantes:

Fréquence fondamentale de l'oscillateur local: ⩽ 60 dB(μV/m)
Harmoniques au-dessous de 300 MHz: ⩽ 52 dB(μV/m)
Harmoniques au-dessus de 300 MHz: ⩽ 56 dB(μV/m)

Cependant, certaines administrations appliquent la norme internationale du Conseil d'assistance économique mutuel (CAEM) 784-77; 3894-82 et la norme nationale de l'URSS (GOST) 16842-82; 2205-83. Dans ces normes, les valeurs suivantes sont spécifiées:

Fréquence fondamentale de l'oscillateur local: ⩽ 43,5 dB(μV/m)
Harmoniques au-dessous de 300 MHz: ⩽ 43,5 dB(μV/m)
Harmoniques au-dessus de 300 MHz: ⩽ 43,5 dB(μV/m)

# ANNEXE II

Pour définir les caractéristiques recommandées dans l'Annexe I pour les récepteurs dans le cas d'un système à fréquence pilote, on a tenu compte de l'influence possible des paramètres suivants du récepteur:

## 1. Réponse audiofréquence globale

Une réponse audiofréquence globale avec affaiblissement maximal de 3 dB à 40 Hz et 15 kHz a été adoptée.

## 2. Distorsion harmonique globale

On suppose que la distorsion harmonique globale est inférieure à 1%, les mesures étant faites conformément à la Publication 315-4 de la CEI.

## 3. Diaphonie linéaire et non linéaire

En réception stéréophonique, la diaphonie influe sur les courbes du rapport de protection. On suppose que la diaphonie linéaire entre A et B est inférieure à −35 dB aux fréquences comprises entre 100 Hz et 3 kHz et qu'elle est inférieure à −20 dB entre 50 et 100 Hz et entre 3 et 15 kHz. La diaphonie non linéaire est supposée inférieure à −40 dB.

Ces valeurs sont mesurées conformément à la Publication 315-4 de la CEI et ne doivent pas dépendre du niveau du signal d'entrée du récepteur, pour autant qu'il soit suffisamment élevé pour assurer une exploitation stéréophonique appropriée.

## 4. Possibilités de réglage de l'accord

Pour la planification, on peut prendre en compte les diverses possibilités de réglage du récepteur, par exemple:

- les moyens mécaniques et/ou électriques permettant d'assurer un réglage continu ou par pas;
- la commande automatique de fréquence commutable qui évite le désaccord en présence de signaux de grande intensité dans les canaux adjacents et permet aussi d'effectuer des essais;
- les fonctions offertes par le RDS (voir la Recommandation 643) ou les autres systèmes de transmission d'informations supplémentaires (voir le Rapport 463).

**5. Rapport signal/bruit AF pour des niveaux élevés du signal d'entrée**

Compte tenu de la Recommandation 641, on suppose que le rapport signal/bruit AF en réception monophonique et stéréophonique est d'au moins 56 dB pour un niveau du signal d'entrée de 40 dB(pW). Le rapport signal/bruit AF est mesuré conformément à la Publication 315-4 de la CEI, conjointement avec la Recommandation 468 du CCIR; déviation de la fréquence de référence: ± 75 kHz (voir également le § 7.2 de l'Annexe I).

**6. Compatibilité entre les signaux de programme principal et les signaux d'information additionnels**

Lorsque des signaux additionnels sont ajoutés sur les fréquences des sous-porteuses supplémentaires (voir la Recommandation 643 et le Rapport 463), il faut prendre en considération certains effets de brouillage. Il convient que les concepteurs de récepteurs en tiennent compte afin d'éviter que des brouillages ne soient causés au programme principal.

6.1 *RDS* (voir la Recommandation 643)

Il se peut que des composantes non essentielles dues au RDS apparaissent dans la bande AF. En présence d'un signal de test RDS qui provoque une déviation de ± 2 kHz sur la porteuse principale, la somme des puissances de ces composantes non essentielles doit être au moins à 76 dB en dessous du niveau du signal audio correspondant à une déviation de ± 75 kHz utilisant un signal sinusoïdal de 500 Hz. Pour les mesures, un signal de test RDS comportant seulement deux composantes de bandes latérales symétriquement situées par rapport à la fréquence de 57 kHz est utilisé en appliquant une modulation par un train de données ne comportant que des zéros. Afin de supprimer les effets du bruit à large bande non corrélés, les composantes non essentielles dans la bande AF sont mesurées de façon sélective.

## ANNEXE III

La définition des caractéristiques recommandées dans l'Annexe I, pour les récepteurs utilisant le système de modulation polaire, repose sur les valeurs suivantes:

- irrégularité de ± 3 dB dans la bande de fréquences 30 Hz-15 kHz pour la réponse globale amplitude-fréquence AF;
- un taux de distorsion inférieur à 1%;
- une diaphonie linéaire entre les voies A et B inférieure à −30 dB à la fréquence de 1000 Hz et inférieure à −24 dB aux fréquences de 250 et 5000 Hz.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[CCIR, 1986-90]: **a.** GTI 10/7-14 (France); **b.** GTI 10/7-46 (Suisse); **c.** 10/308 (Allemagne (République fédérale d')).

RECOMMANDATION 412-5*

# NORMES DE PLANIFICATION POUR LA RADIODIFFUSION SONORE A MODULATION DE FRÉQUENCE EN ONDES MÉTRIQUES

(Question 46/10, Programme d'études 46L/10)

(1956-1959-1963-1974-1978-1982-1986-1990)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les normes de planification suivantes soient utilisées pour la radiodiffusion sonore en ondes métriques à modulation de fréquence (bande 8):

## 1. Champ minimal utilisable

En présence de parasites dus à des installations industrielles ou domestiques (pour les limites du rayonnement de ces installations, se référer à la Recommandation 433 qui indique les recommandations correspondantes du CISPR), une qualité de service satisfaisante nécessite un champ médian (mesuré à 10 m au-dessus du sol) au moins égal à:

1.1 *pour le service monophonique:*

48 dB(μV/m) dans les zones rurales;

60 dB(μV/m) dans les zones urbaines;

70 dB(μV/m) dans les grandes villes;

1.2 *pour le service stéréophonique:*

54 dB(μV/m) dans les zones rurales;

66 dB(μV/m) dans les zones urbaines;

74 dB(μV/m) dans les grandes villes.

*Note* – En l'absence de brouillage dû à des installations industrielles ou domestiques, on peut considérer qu'un champ (mesuré à 10 m au-dessus du sol) au moins égal à 34 dB(μV/m) ou à 48 dB(μV/m) peut donner, respectivement, une qualité de service monophonique ou stéréophonique acceptable. Ces valeurs de champ s'appliquent lorsqu'une antenne extérieure est utilisée pour la réception monophonique ou lorsqu'une antenne directive ayant un gain appréciable est utilisée pour la réception stéréophonique (système à fréquence pilote défini dans la Recommandation 450).

## 2. Rapports de protection

2.1 Les rapports de protection en radiofréquence, pour une réception satisfaisante en monophonie pendant 99% du temps, sont donnés par la courbe M2 de la Fig. 1 pour les systèmes qui utilisent une déviation maximale de fréquence de ± 75 kHz; dans le cas de brouillage constant, il convient d'assurer une protection plus grande, donnée par la courbe M1 de la Fig. 1 (voir Annexe I).

Les rapports de protection sont également donnés dans le Tableau I pour des valeurs importantes de l'écart entre les fréquences.

Les valeurs correspondantes pour les systèmes monophoniques qui utilisent une déviation maximale de fréquence de ± 50 kHz sont celles que donnent les courbes M2 et M1 de la Fig. 2 (voir Annexe I). Les rapports de protection sont également donnés dans le Tableau II pour des valeurs importantes de l'écart entre les fréquences.

---

* Le Directeur du CCIR est prié de porter cette Recommandation à l'attention de la CEI, pour permettre à celle-ci d'informer de son contenu les constructeurs de récepteurs à modulation de fréquence. L'exploitation de services stéréophoniques à modulation de fréquence établis conformément aux normes qui figurent dans cette Recommandation a soulevé de graves difficultés. Il y aurait lieu d'examiner plus particulièrement les § 2.4 et 2.6 où sont mentionnés les problèmes qui se poseront si les caractéristiques nominales des récepteurs considérés ne répondent pas aux prescriptions.

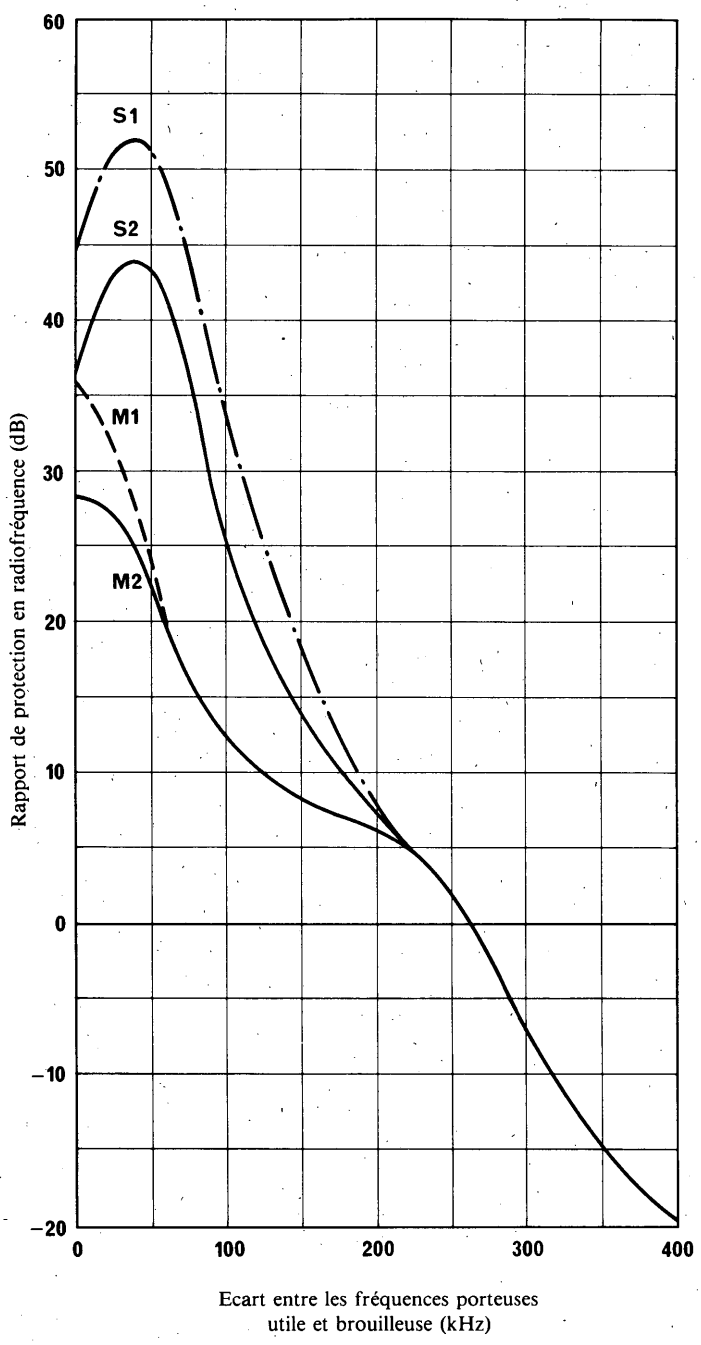



FIGURE 1 – *Rapport de protection en radiofréquence pour la radiodiffusion en ondes métriques (bande 8) aux fréquences comprises entre 87,5 et 108 MHz, pour une déviation maximale de fréquence de ± 75 kHz*

Courbe M1: radiodiffusion monophonique; brouillage constant

Courbe M2: radiodiffusion monophonique; brouillage troposphérique (protection pendant 99 % du temps)

Courbe S1: radiodiffusion stéréophonique; brouillage constant

Courbe S2: radiodiffusion stéréophonique; brouillage troposphérique (protection pendant 99 % du temps)

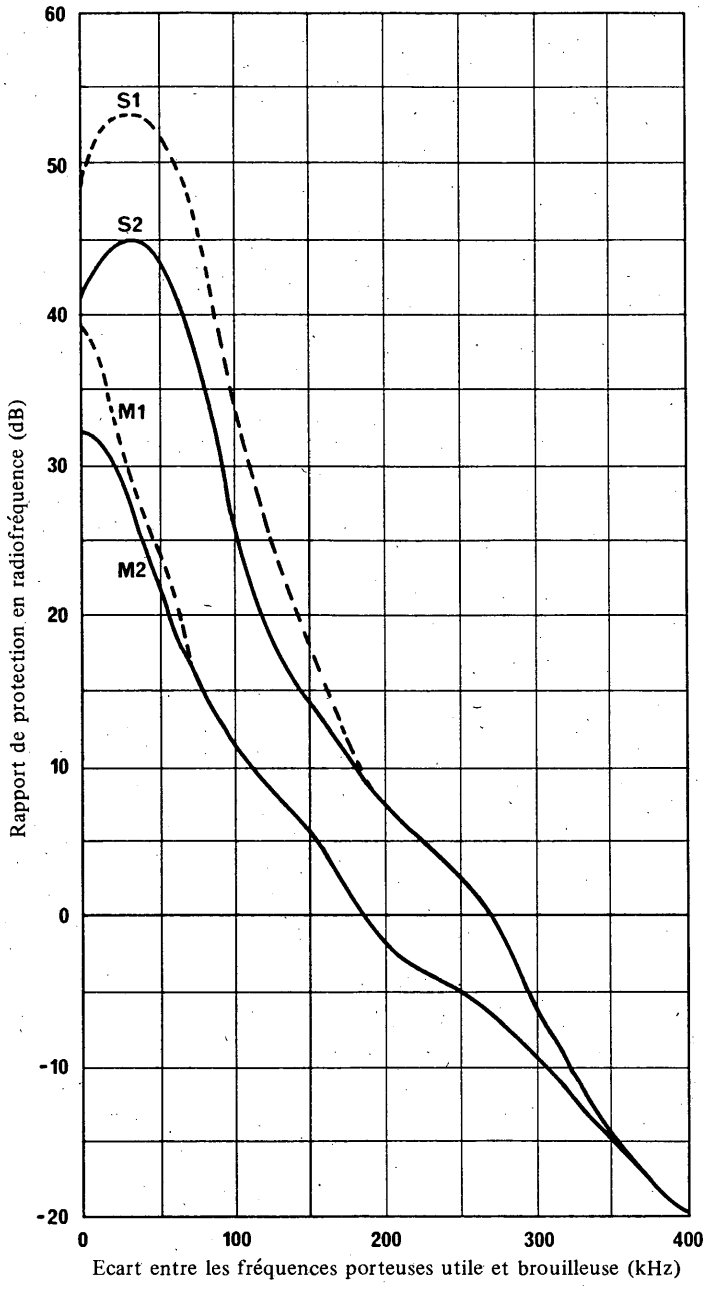



FIGURE 2 – *Rapports de protection en radiofréquence pour la radiodiffusion en ondes métriques (bande 8), pour une déviation maximale de fréquence de ±50 kHz*

Courbe M1: radiodiffusion monophonique; brouillage constant

Courbe M2: radiodiffusion monophonique; brouillage troposphérique (protection pendant 99% du temps)

Courbe S1: radiodiffusion stéréophonique; brouillage constant

Courbe S2: radiodiffusion stéréophonique; brouillage troposphérique (protection pendant 99% du temps)

Les valeurs des courbes S1 et S2 s'appliquent aussi bien au système à fréquence pilote qu'au système à modulation polaire.

TABLEAU I

| Ecart entre les fréquences (kHz) | Rapport de protection en radiofréquence (dB) avec une déviation maximale de fréquence de ± 75 kHz | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Monophonie | | Stéréophonie | |
| | Brouillage constant | Brouillage troposphérique | Brouillage constant | Brouillage troposphérique |
| 0 | 36,0 | 28,0 | 45,0 | 37,0 |
| 25 | 31,0 | 27,0 | 51,0 | 43,0 |
| 50 | 24,0 | 22,0 | 51,0 | 43,0 |
| 75 | 16,0 | 16,0 | 45,0 | 37,0 |
| 100 | 12,0 | 12,0 | 33,0 | 25,0 |
| 125 | 9,5 | 9,5 | 24,5 | 18,0 |
| 150 | 8,0 | 8,0 | 18,0 | 14,0 |
| 175 | 7,0 | 7,0 | 11,0 | 10,0 |
| 200 | 6,0 | 6,0 | 7,0 | 7,0 |
| 225 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| 250 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 275 | −2,0 | −2,0 | −2,0 | −2,0 |
| 300 | −7,0 | −7,0 | −7,0 | −7,0 |
| 325 | −11,5 | −11,5 | −11,5 | −11,5 |
| 350 | −15,0 | −15,0 | −15,0 | −15,0 |
| 375 | −17,5 | −17,5 | −17,5 | −17,5 |
| 400 | −20,0 | −20,0 | −20,0 | −20,0 |

TABLEAU II

| Ecart entre les fréquences (kHz) | Rapport de protection en radiofréquence (dB) avec une déviation maximale de fréquence de ± 50 kHz | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Monophonie | | Stéréophonie | |
| | Brouillage constant | Brouillage troposphérique | Brouillage constant | Brouillage troposphérique |
| 0 | 39 | 32 | 49 | 41 |
| 25 | 32 | 28 | 53 | 45 |
| 50 | 24 | 22 | 51 | 43 |
| 75 | 15 | 15 | 45 | 37 |
| 100 | 12 | 12 | 33 | 25 |
| 125 | 7,5 | 7,5 | 25 | 18 |
| 150 | 6 | 6 | 18 | 14 |
| 175 | 2 | 2 | 12 | 11 |
| 200 | −2,5 | −2,5 | 7 | 7 |
| 225 | −3,5 | −3,5 | 5 | 5 |
| 250 | −6 | −6 | 2 | 2 |
| 275 | −7,5 | −7,5 | 0 | 0 |
| 300 | −10 | −10 | −7 | −7 |
| 325 | −12 | −12 | −10 | −10 |
| 350 | −15 | −15 | −15 | −15 |
| 375 | −17,5 | −17,5 | −17,5 | −17,5 |
| 400 | −20 | −20 | −20 | −20 |

2.2 Les rapports de protection en radiofréquence pour une réception satisfaisante en stéréophonie pendant 99% du temps, pour des émissions qui utilisent le système à fréquence pilote et une déviation maximale de fréquence de ± 75 kHz, sont donnés par la courbe S2 de la Fig. 1. Dans le cas de brouillage constant (voir Annexe I), il convient d'assurer une protection plus grande, donnée par la courbe S1 de la Fig. 1. Les rapports de protection sont également donnés dans le Tableau I pour des valeurs importantes de l'écart entre les fréquences. Les valeurs correspondantes pour les systèmes stéréophoniques qui utilisent une déviation maximale de fréquence de ± 50 kHz sont celles que donnent les courbes S2 et S1 de la Fig. 2. Les rapports de protection sont également donnés dans le Tableau II pour des valeurs importantes de l'écart entre les fréquences.

2.3 Les rapports de protection en radiofréquence supposent que la déviation maximale de fréquence de ± 75 kHz n'est pas dépassée. De plus, on suppose que la puissance du signal multiplex complet (y compris le signal pilote et les signaux supplémentaires) intégrée sur tout intervalle de 60 s n'est pas plus élevée que la puissance d'un signal multiplex comprenant un signal sinusoïdal unique qui cause une déviation maximale de ± 19 kHz (voir Note 4).

Il est important de ne pas dépasser les limites des niveaux de modulation indiquées ci-dessus, sans quoi la puissance rayonnée des émetteurs devra être réduite en rapport avec l'augmentation des rapports de protection donnés dans le Rapport 1064.

2.4 La valeur du rapport de protection en radiofréquence pour un écart de fréquence égal à 10,7 MHz devrait être inférieure à −20 dB.

Pour des écarts différents, mais supérieurs à 400 kHz, la valeur du rapport de protection devrait être considérablement inférieure à celle qui est définie ci-dessus.

2.5 Les rapports de protection en radiodiffusion stéréophonique supposent l'utilisation d'un filtre passe-bas en aval du démodulateur MF dans le récepteur pour réduire le brouillage et le bruit aux fréquences supérieures à 53 kHz, dans le système à fréquence pilote et supérieures à 46,25 kHz dans le système à modulation polaire. Faute d'un tel filtre, ou d'un dispositif équivalent dans le récepteur, les courbes des rapports de protection en radiodiffusion stéréophonique ne peuvent être respectées, et des brouillages importants par les canaux adjacents ou voisins sont possibles.

2.6 Dans le cas des récepteurs MA-MF, il est nécessaire de prendre des dispositions pour que les circuits MA à fréquence intermédiaire (généralement sur 450-470 kHz) n'entraînent pas de dégradation des rapports de protection quand le récepteur fonctionne en modulation de fréquence, en particulier, pour des écarts de fréquence entre la porteuse utile et la porteuse brouilleuse supérieurs à 300 kHz.

2.7 En cas d'introduction de systèmes de données ou autres systèmes, ceux-ci ne doivent pas causer aux services monophonique et stéréophonique un brouillage dépassant le niveau indiqué par les courbes de rapport de protection de la Fig. 1 (voir le Rapport 463). On estime qu'il n'est pas possible, dans la planification, d'accorder une protection supplémentaire aux services de données ou à d'autres services transmettant des signaux d'information supplémentaires.

*Note 1* – Les courbes des rapports de protection de la Fig. 1 ont été déterminées initialement par évaluation subjective des effets de brouillage. Comme les essais subjectifs sont assez longs, on a mis au point une méthode de mesure objective (voir l'Annexe I à la Recommandation 641) et on a obtenu des résultats qui concordent bien avec ceux des essais subjectifs.

*Note 2* – Pour déterminer les caractéristiques du filtre dont la réponse en phase présente une certaine importance pour assurer la séparation entre voies aux audiofréquences élevées, il faut se référer à l'Annexe III à la Recommandation 644.

*Note 3* – Les rapports de protection en cas de brouillage constant donnent un rapport signal/bruit d'environ 50 dB (mesure de quasi-crête pondérée conforme à la Recommandation 468, avec signal de référence pour la déviation maximale de fréquence). Voir également l'Annexe I à la Recommandation 641.

*Note 4* – La puissance d'un signal sinusoïdal causant une déviation maximale de ± 19 kHz est égale à la puissance du signal de modulation de bruit coloré conformément à la Recommandation 641, c'est-à-dire un signal de bruit coloré déterminant une déviation quasi-crête de ± 32 kHz.

## 3. Espacement des canaux

Les canaux doivent être assignés de telle sorte:

3.1 que les fréquences porteuses qui définissent la position nominale des canaux dans la bande soient des multiples de 100 kHz;

3.2 qu'un espacement uniforme de 100 kHz entre les canaux soit appliqué aux émissions monophoniques et aux émissions stéréophoniques.

*Note* – Dans le cas où un espacement entre canaux de 100 kHz serait difficile à obtenir, un espacement correspondant à un multiple de 100 kHz serait également acceptable, sous réserve que les fréquences porteuses soient choisies conformément au § 3.1 ci-dessus.

## ANNEXE I

Pour appliquer les courbes du rapport de protection des Fig. 1 et 2, il est indispensable de déterminer si, dans les circonstances particulières, il convient de considérer le brouillage comme constant ou troposphérique [CCIR, 1978-82]. A cet égard, un critère valable est fourni par le concept du «champ perturbateur» qui est le champ de l'émetteur brouilleur (à la p.a.r. correspondante) augmenté du rapport de protection approprié.

Par conséquent, le champ perturbateur pour un brouillage constant:

$$E_s = P + E(50,50) + A_s$$

et le champ perturbateur pour un brouillage troposphérique:

$$E_t = P + E(50,T) + A_t$$

où

$P$: p.a.r. (dB(1 kW)) de l'émetteur brouilleur,

$A$: rapport de protection en radiofréquence (dB),

$E(50,T)$: champ (dB(μV/m)) de l'émetteur brouilleur, normalisé à 1 kW et dépassé pendant $T$% du temps,

et où les indices $s$ et $t$ indiquent un brouillage constant ou troposphérique, respectivement.

La courbe du rapport de protection pour un brouillage constant est applicable lorsque le champ perturbateur est supérieur à celui qui provient d'un brouillage troposphérique,

c'est-à-dire $E_s \geqslant E_t$

Ce qui signifie que $A_s$ devra être utilisé dans tous les cas lorsque:

$$E(50,50) + A_s \geqslant E(50,T) + A_t.$$

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1978-82]: 10/241 (Yougoslavie (République socialiste fédérative de)).

## BIBLIOGRAPHIE

*Documents du CCIR*

[1982-86]: 10/14 (UER); 10/38 (URSS); 10/48 (Italie).

[1986-90]: 10/323 (Allemagne (République fédérale d')).

RECOMMANDATION 450-1

# NORMES D'ÉMISSION POUR LA RADIODIFFUSION SONORE A MODULATION DE FRÉQUENCE EN ONDES MÉTRIQUES

(Question 46/10)

(1982)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que, pour la radiodiffusion sonore en modulation de fréquence dans la bande 8 (ondes métriques), les normes d'émission suivantes soient utilisées:

## 1. Emissions monophoniques

### 1.1 *Signal RF*

Le signal radiofréquence est constitué d'une porteuse modulée en fréquence par le signal son à transmettre, après préaccentuation, avec une déviation maximale de fréquence égale à:

± 75 kHz ou ± 50 kHz

*Note 1.* – Dans les pays de l'Europe occidentale et aux Etats-Unis, la déviation maximale est ± 75 kHz. En URSS et dans quelques autres pays européens, la déviation maximale est ± 50 kHz.

### 1.2 *Préaccentuation du signal son*

La caractéristique de préaccentuation du signal son est identique à la courbe admittance-fréquence d'un circuit résistance-capacité en parallèle, ayant une constante de temps de:

50 µs ou 75 µs.

*Note 2.* – En Europe, la préaccentuation est de 50 µs. Aux Etats-Unis, elle est de 75 µs.

## 2. Emissions stéréophoniques

### 2.1 *Système à modulation polaire*

#### 2.1.1 *Signal RF*

Le signal RF est constitué d'une fréquence porteuse modulée par un signal en bande de base, appelé en pareil cas «signal multiplex stéréophonique», la déviation maximale de fréquence étant égale à:

± 75 kHz ou ± 50 kHz (voir Note 1 du § 1)

#### 2.1.2 *Signal multiplex stéréophonique*

Ce signal est produit comme suit:

2.1.2.1 On constitue un signal $M$ égal à la demi-somme du signal «gauche» $A$ et du signal «droite» $B$, correspondant aux deux voies stéréophoniques. Ce signal $M$ est préaccentué de la même façon que les signaux monophoniques (voir le § 1).

*Note 1.* – Ce signal $M$ est un signal «compatible», en ce sens que l'émission stéréophonique peut être reçue avec un récepteur monophonique prévu pour la même déviation maximale de fréquence et la même préaccentuation.

2.1.2.2 On constitue un signal $S$ égal à la demi-différence entre les signaux $A$ et $B$ précités. Ce signal $S$, préaccentué de la même façon que le signal $M$, est utilisé pour moduler en amplitude une sous-porteuse à 31,25 kHz; le spectre de la sous-porteuse à modulation d'amplitude est formé de manière que l'amplitude de la sous-porteuse soit réduite de 14 dB et que les composantes spectrales du signal modulant donné soient transformées comme suit:

$$\overline{K}(f) = \frac{1 + j\,6{,}4\,f}{5 + j\,6{,}4\,f}$$

où $f$ est égal à chaque composante de fréquence en kHz.

2.1.2.3 Le signal multiplex stéréophonique est la somme:

- du signal préaccentué, $M$,
- des composantes spectrales latérales qui sont le produit de la porteuse non supprimée à modulation d'amplitude par un signal préaccentué $S$ transformé de plus à partir de la loi $\overline{K}(f)$,
- de la sous-porteuse dont l'amplitude est réduite de 14 dB.

2.1.2.4 L'amplitude des diverses composantes du signal multiplex stéréophonique, par rapport à l'amplitude maximale de ce signal (qui correspond à la déviation maximale de fréquence) est:

- signal $M$: maximum 80% ($A$ et $B$ étant égaux et en phase);
- signal $S$: maximum 80% ($A$ et $B$ étant égaux et en opposition de phase);
- sous-porteuse réduite à 31,25 kHz; amplitude résiduelle maximale: 20%.

2.1.2.5 La modulation de fréquence est organisée de manière que les valeurs positives du signal multiplex correspondent à une déviation de fréquence positive de la porteuse principale et les valeurs négatives à une déviation négative de fréquence.

## 2.2 *Système à fréquence pilote*

### 2.2.1 *Signal RF*

Le signal radiofréquence est constitué par une porteuse modulée en fréquence par un signal en bande de base, appelé dans ce cas «signal multiplex stéréophonique», avec une déviation maximale de fréquence égale à:

± 75 kHz ou ± 50 kHz (voir Note 1 du § 1)

### 2.2.2 *Signal multiplex stéréophonique*

Ce signal est formé de la façon suivante:

2.2.2.1 On constitue un signal $M$ égal à la moitié de la somme des signaux «gauche» $A$ et «droite» $B$ correspondant aux deux voies stéréophoniques. Ce signal $M$ est préaccentué de la même façon que les signaux monophoniques (voir § 1) (voir Note 1 du § 2).

2.2.2.2 On constitue un signal $S$ égal à la moitié de la différence des signaux $A$ et $B$ précédents. Ce signal $S$ est préaccentué de la même façon que le signal $M$. Avec ce signal $S$ préaccentué, on module en amplitude à porteuse supprimée une sous-porteuse à 38 kHz ± 4 Hz.

*Note 2.* – On obtient le même effet en préaccentuant le signal «gauche» $A$ et le signal «droite» $B$ avant codage. Pour des raisons d'ordre technique, cette procédure est parfois préférée.

2.2.2.3 Le signal multiplex stéréophonique est la somme:

- du signal $M$ préaccentué,
- des bandes latérales de la sous-porteuse supprimée modulée en amplitude par le signal $S$ préaccentué,
- d'un signal dit «signal pilote» dont la fréquence de 19 kHz est exactement la moitié de celle de la sous-porteuse.

2.2.2.4 Les amplitudes des divers signaux composant le signal multiplex stéréophonique, rapportées à l'amplitude maximale de ce signal (qui correspond à la déviation maximale de fréquence) sont:

- signal $M$: valeur maximale 90% (ce qui correspond à $A$ et $B$ égaux et en phase);
- signal $S$: valeur maximale de la somme des amplitudes des deux bandes latérales: 90% (ce qui correspond à $A$ et $B$ égaux et en opposition de phase);
- signal pilote: 8 à 10%;
- sous-porteuse à 38 kHz supprimée; amplitude résiduelle maximale 1%.

2.2.2.5 La phase relative du signal pilote et de la sous-porteuse est telle que, lorsque l'émetteur est modulé par un signal multiplex pour lequel $A$ est positif et $B = -A$, ce signal coupe l'axe des temps avec une pente positive chaque fois que la valeur instantanée du signal pilote est nulle. La tolérance de phase du signal ne doit pas dépasser ± 3° par rapport à la condition ci-dessus. En outre, lorsque le signal multiplex a une valeur positive, la déviation de la porteuse principale est également positive.

### 2.2.3 *Signal en bande de base dans le cas d'émission de signaux supplémentaires*

Dans le cas d'émission, en plus du programme monophonique ou stéréophonique, d'un programme monophonique supplémentaire et/ou de signaux d'informations supplémentaires, et dans le cas d'une déviation maximale de fréquence de ± 75 kHz, les conditions suivantes doivent être satisfaites:

2.2.3.1 L'insertion du programme ou des signaux supplémentaires dans le signal de bande de base doit permettre la compatibilité avec les récepteurs existants, c'est-à-dire que ces signaux additionnels ne doivent pas détériorer la qualité de réception du programme principal, monophonique ou stéréophonique.

2.2.3.2 Le signal de bande de base est constitué du signal monophonique ou du signal multiplex stéréophonique précédemment décrit dont l'amplitude est au moins égale à 90% de la valeur maximale du signal de bande de base, et des signaux supplémentaires dont l'amplitude maximale est au plus égale à 10% de cette même valeur.

2.2.3.3 Dans le cas d'un programme monophonique supplémentaire, la sous-porteuse et sa déviation de fréquence doivent être telles que la fréquence instantanée correspondante du signal reste comprise entre 53 et 76 kHz.

2.2.3.4 Dans le cas de signaux d'informations supplémentaires, la fréquence de toute sous-porteuse additionnelle doit être comprise entre 15 et 23 kHz ou entre 53 et 76 kHz.

2.2.3.5 En aucun cas, la déviation maximale de la porteuse principale par le signal de base total ne doit dépasser $\pm$ 75 kHz.

RECOMMANDATION 467

# CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES ÉMISSIONS DE RADIODIFFUSION STÉRÉOPHONIQUE A MODULATION DE FRÉQUENCE QU'IL CONVIENT DE CONTRÔLER

**Système à fréquence pilote**

(Question 46/10, Programme d'études 46F/10)

(1970)

Le CCIR

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** qu'il convient que, en cours d'émission, des appareils de mesure indiquent le taux de modulation en crête de la porteuse principale par:

1.1 la voie principale, *M*;

1.2 la voie sous-porteuse de stéréophonie, *S*;

1.3 le signal pilote;

1.4 l'ensemble de tous les signaux prévus dans la Recommandation 450 émis simultanément;

**2.** qu'il convient de plus de mesurer les caractéristiques suivantes pendant les périodes d'essai et de réglage:

2.1 réponse amplitude-fréquence de chacune des voies *M*, *A* et *B*;

2.2 distorsion harmonique dans chacune des voies *A* et *B*;

2.3 rapport signal/bruit dans chacune des voies *A* et *B*;

2.4 affaiblissement diaphonique entre les voies *A* et *B*;

2.5 diaphonie due à la voie principale, *M*, dans la voie sous-porteuse et due à la voie sous-porteuse de stéréophonie, *S*, dans la voie principale;

2.6 fréquence du signal pilote;

2.7 degré de suppression de la sous-porteuse;

2.8 phase de la sous-porteuse par rapport au signal pilote;

2.9 modulation d'amplitude parasite involontaire totale de la porteuse principale.

RECOMMANDATION 643-1*

## SYSTÈME DESTINÉ A L'ACCORD AUTOMATIQUE AINSI QU'A D'AUTRES FONCTIONS DANS LES RÉCEPTEURS DE RADIODIFFUSION MF ET UTILISABLE AVEC LE SYSTÈME A FRÉQUENCE PILOTE

(Question 46/10, Programme d'études 46H/10)

(1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'en radiodiffusion en ondes métriques à modulation de fréquence, la densité des émissions dans de nombreuses parties du monde augmente à un point tel qu'il devient de plus en plus difficile d'accorder le récepteur sur la chaîne de programme désirée, notamment dans le cas des récepteurs MF portatifs ou d'automobile;

*b)* que, par ailleurs, de nouvelles techniques offrent la possibilité d'ajouter aux signaux radiophoniques des signaux de données auxiliaires permettant l'application d'une grande variété de méthodes d'identification des émissions, ce qui facilitera l'accord assisté ou automatique des futurs récepteurs de radiodiffusion;

*c)* que de tels signaux de données peuvent être ajoutés à des émissions en modulation de fréquence existantes de manière à être inaudibles, assurant ainsi une bonne compatibilité avec la réception des programmes normaux en monophonie ou en stéréophonie;

*d)* qu'il existe des techniques permettant de réaliser l'accord assisté ou automatique du récepteur au moyen des signaux de données et que ces techniques peuvent être mises en œuvre à peu de frais dans des récepteurs construits en grande série;

*e)* qu'un tel système offre une souplesse suffisante pour permettre la réalisation de nombreuses applications facultatives répondant aux besoins particuliers de chaque radiodiffuseur;

*f)* que la plupart des Membres de l'UER ont collaboré à l'élaboration des normes adoptées à l'échelle internationale pour ce système;

*g)* que de nombreux pays ont mis en œuvre ce système dans leurs émissions;

*h)* qu'une normalisation internationale est nécessaire pour assurer la fabrication en grande série des récepteurs utilisant ce système, ce qui aura pour effet de réduire leur prix de vente et également pour permettre aux voyageurs d'utiliser leurs récepteurs MF à l'étranger, en particulier dans le cas des modèles portatifs et pour automobile,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que les radiodiffuseurs souhaitant introduire en radiodiffusion à modulation de fréquence la diffusion d'informations supplémentaires destinées à l'identification de la chaîne et de l'émetteur ou à d'autres applications adoptent le système de diffusion de données RDS (Radio Data System) décrit dans l'Annexe I.

*Note* – Des renseignements concernant les caractéristiques d'exploitation du RDS sont donnés dans l'Annexe II.

## ANNEXE I

### SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME DE DIFFUSION DE DONNÉES EN RADIODIFFUSION**

### 1. Modulation de la voie de données

1.1 Fréquence de la sous-porteuse: 57 kHz, verrouillée en phase ou en quadrature sur la troisième harmonique de la fréquence pilote 19 kHz (± 2 Hz) dans le cas de la stéréophonie. Tolérance de fréquence: ± 6 Hz. Si le système RDS est utilisé simultanément avec le système d'identification d'annonces routières ARI (voir le Rapport 463), sa sous-porteuse doit être déphasée de 90° ± 10° et la déviation nominale recommandée de la porteuse principale sera de ± 1,2 kHz pour le signal RDS et de ± 3,5 kHz pour la sous-porteuse ARI non modulée.

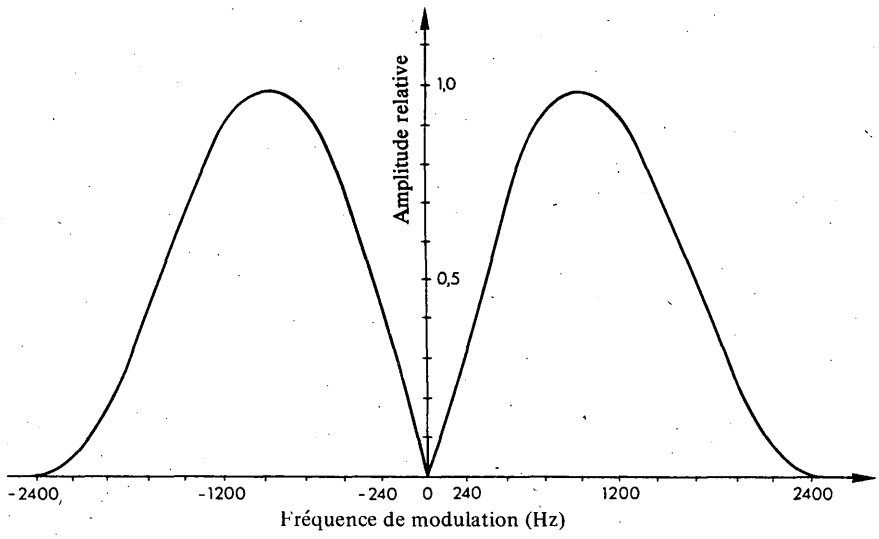
1.2 Niveau de la sous-porteuse: la déviation nominale recommandée de la porteuse MF principale due à la sous-porteuse modulée est de ± 2 kHz. Le décodeur doit toutefois être conçu pour fonctionner à des niveaux de sous-porteuse correspondant à des déviations comprises entre ± 1 et ± 7,5 kHz.

1.3 Méthode de modulation: la sous-porteuse est modulée en amplitude par le signal de données mis en forme et codé en biphase. La sous-porteuse est supprimée (Fig. 1*a)* à 1*c)*).

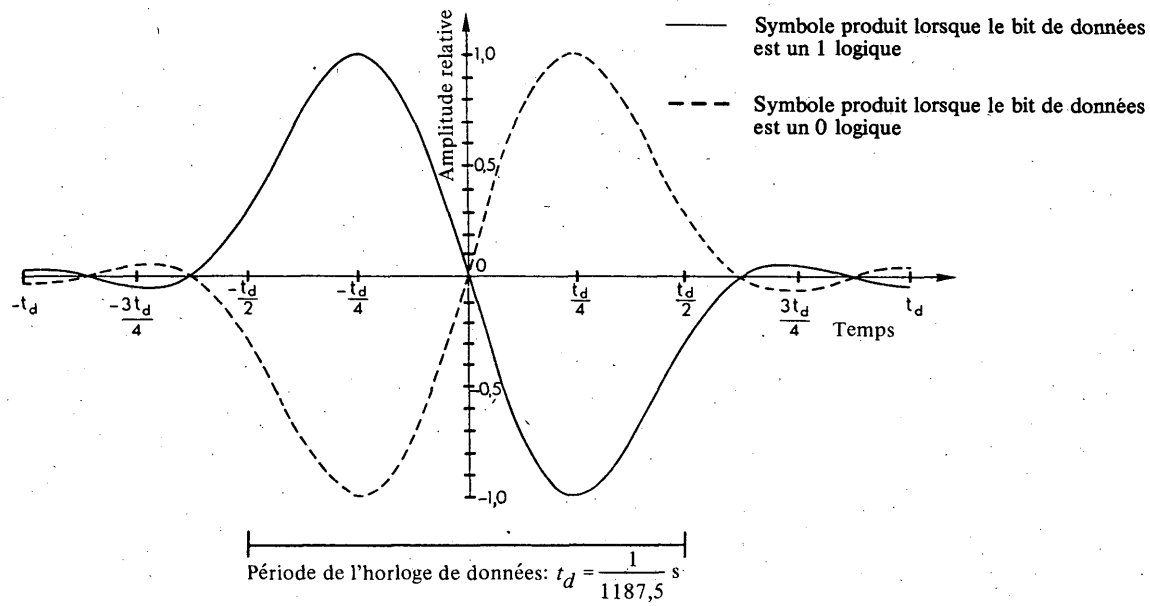
---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

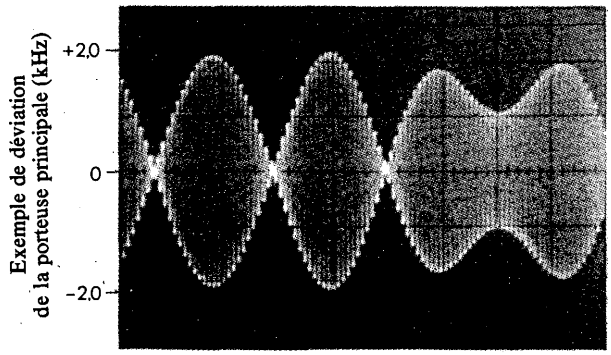
** Les caractéristiques qui figurent ici ne constituent qu'un résumé d'un document plus détaillé publié séparément.




*a)* Spectre des signaux de données radiodiffusées codés en biphase




*b)* Représentation temporelle d'un symbole de signal biphase




Un symbole biphase =
une période de bit de données =
$t_d = \frac{1}{1187,5}$ s

*c)* Signaux de données diffusées sur 57 kHz

FIGURE 1 – *Spectre et représentation temporelle des signaux RDS*

1.4 Fréquence d'horloge et débit de données: la fréquence d'horloge est obtenue en divisant par 48 celle de la sous-porteuse diffusée. En conséquence, le débit de données nominal est de 1187,5 ± 0,125 bit/s.

1.5 Codage différentiel: lorsqu'un 0 logique est appliqué à l'entrée du codeur de l'émetteur, le niveau de sortie reste inchangé par rapport à celui qui correspond au bit précédent. Dans le cas d'un 1 logique, le bit produit est le complément du précédent.

## 2. Codage en bande de base

2.1 Structure de codage: le plus grand élément de la structure est dénommé «groupe» et compte 104 bits. Chacun d'eux comporte quatre «blocs» de 26 bits, dont 16 bits significatifs et un mot de contrôle de 10 bits.

2.2 Ordre de transmission: tous les mots d'information, de contrôle et d'adresse sont diffusés avec leur bit de plus fort poids en premier.

2.3 Protection contre les erreurs: le mot de contrôle par redondance cyclique de 10 bits, auquel on ajoute un mot de décalage de 10 bits destiné à la synchronisation, permet au récepteur-décodeur de détecter et de corriger les erreurs à la réception.

2.4 Synchronisation des blocs et des groupes: la transmission de données est entièrement synchrone et il n'y a aucun espace entre les groupes ou les blocs. Le décodeur peut reconnaître le début et la fin des blocs de données en mettant à profit le fait que le décodeur de contrôle des erreurs détecte avec une forte probabilité les glissements de synchronisation de blocs. A l'intérieur d'un bloc, chacun des groupes est identifié par un mot de décalage différent ajouté au mot de contrôle de 10 bits correspondant.

2.5 Format du message: les cinq premiers bits du deuxième bloc de chacun des groupes constituent un code à 5 bits définissant l'application du groupe et sa version. Le Tableau I indique les types de groupes spécifiés. Une certaine capacité reste disponible en vue d'applications futures non encore définies.

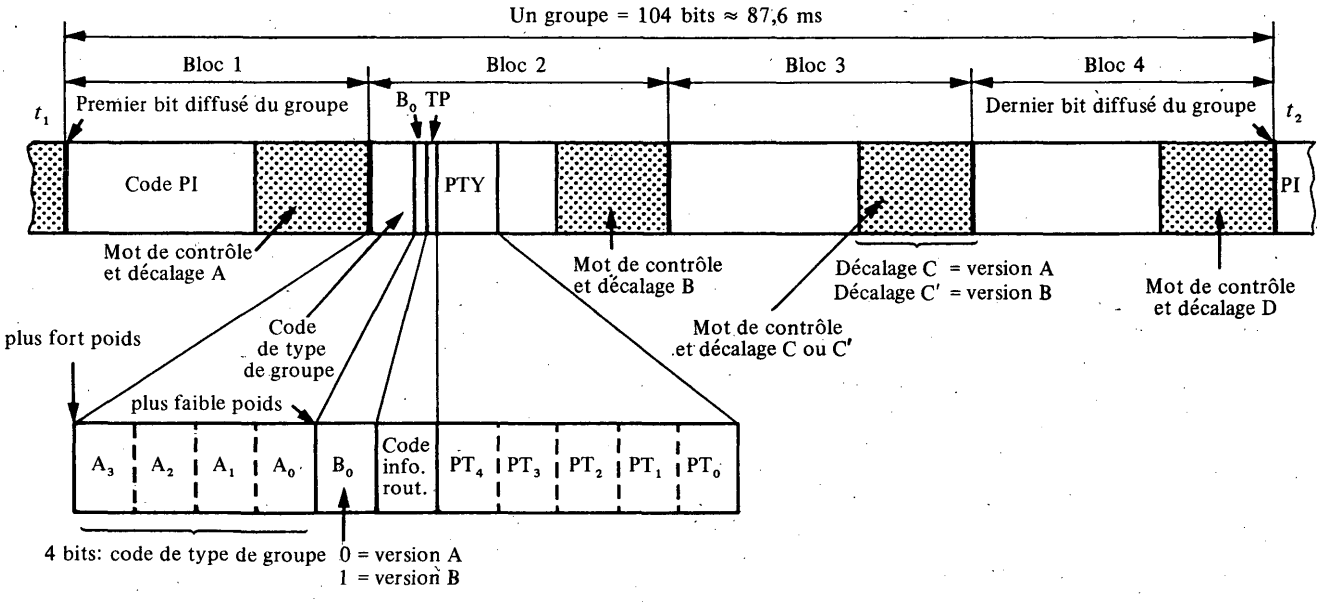



FIGURE 2 – *Format et adressage du message*

*Note 1.* – Code de type de groupe = 4 bits.

*Note 2.* – $B_0$ = code de version = 1 bit.

*Note 3.* – Code PI = code d'identification de programme = 16 bits.

*Note 4.* – TP = code d'identification d'un programme pour automobilistes = 1 bit.

*Note 5.* – PTY = code de genre de programme = 5 bits.

*Note 6.* – Mot de contrôle + décalage «N» = 10 bits ajoutés pour la protection contre les erreurs et l'information de synchronisation de bloc ou de groupe.

*Note 7.* – $t_1 < t_2$ : dans tout groupe, le bloc 1 est transmis en premier et le bloc 4 en dernier.

TABLEAU I – *Codes de types de groupes*

| Type de groupe | | | | | | Applications |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Valeur décimale | Code binaire $A_3$ | $A_2$ | $A_1$ | $A_0$ | $B_0$ | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X (1) | Information de base d'accord et de commutation |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | X | Horaire de l'émission |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | X | Radiotexte |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | X | Application non encore définie |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Heure et date |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | X | Voies banalisées pour textes ou autres graphismes (32 voies) |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | X | Applications internes |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | Radiomessagerie |
| 8-13 | | | | | | Applications non encore définies |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | Information sur les autres réseaux améliorée |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Information rapide de base d'accord et de commutation |

(1) X signifie qu'il y aurait un 0 ou un 1 en version B.

Une grande partie de la capacité du système RDS est utilisée pour des fonctions en rapport avec l'accord assisté ou automatique des récepteurs MF. De tels messages sont répétés fréquemment, ce qui permet d'obtenir un temps court d'acquisition des données pour l'accord ou le changement d'accord. Plusieurs des codes correspondants occupent toujours une position fixe dans chacun des goupes et peuvent donc être décodés sans se référer à aucun bloc autre que celui contenant l'information.

Le Tableau II explique la signification des abréviations utilisées et indique les caractéristiques auxquelles elles s'appliquent.

TABLEAU II – *Liste des abréviations et des caractéristiques*

| Fonctions d'accord | Autres fonctions |
|---|---|
| PI: identification du programme | TA: identification des annonces routières |
| PS: nom de la chaîne de programmes | DI: identification du décodeur |
| AF: liste des autres fréquences possibles | M/S: commutateur musique-parole |
| TP: identification des programmes pour automobilistes | PIN: horaire de l'émission |
| PTY: genre de programme | RT: radiotexte |
| EON: information sur les autres réseaux améliorée | TDC: voie de données banalisée |
| | IH: applications internes |
| | CT: heure et date |
| | RP: radiomessagerie |

2.6 Cadence de répétition: le Tableau III indique les cadences de répétition appropriées pour certaines des principales applications, quand et si elles sont mises en œuvre par le radiodiffuseur.

TABLEAU III – *Cadences de répétition appropriées*

| Applications | Types de groupes qui contiennent cette information | Cadence de répétition appropriée/s |
|---|---|---|
| Code d'identification de programme (PI) | tous | 11,4 (1) |
| Code du genre de programmes (PTY) | tous | 11,4 (1) |
| Code d'identification des programmes pour automobilistes (TP) | tous | 11,4 (1) |
| Nom de la chaîne de programmes (PS) | 0A, 0B | 1 (2) |
| Code des autres fréquences possibles (AF) | 0A | 4 (2) |
| Code d'annonces routières (TA) | 0A, 0B, 15B | 4 |
| Code d'identification du décodeur (DI) | 0A, 0B, 15B | 1 |
| Code musique/parole (M/S) | 0A, 0B, 15B | 4 |
| Message en radiotexte (RT) | 2A, 2B | 0,2 (3) |
| Information sur les autres réseaux améliorée (EON) | 14A, 14B | jusqu'à 2 (4) |

(1) Pour cette possibilité, des codes valables seront émis à la cadence indiquée lorsque l'émetteur diffuse un programme de radiodiffusion normal.

(2) On doit utiliser un total de 4 groupes 0A pour diffuser le nom PS entier et il faut donc prévoir 4 groupes 0A par seconde. Le rythme de répétition des groupes de type 0A peut être réduit si l'on demande davantage de capacité pour d'autres applications. Il faut toutefois diffuser au moins deux groupes de type 0A par seconde pour garantir un fonctionnement correct des possibilités PS et AF. Il faut noter que, dans ce cas, l'émission du PS complet demandera 2 s. Cependant, dans des conditions de réception normales, l'apparition d'erreurs imposera au récepteur un délai de 4 s ou davantage pour acquérir le nom PS en vue de son affichage.

(3) On doit utiliser un total de 16 groupes de type 2A pour diffuser un message de radiotexte de 64 caractères et il faut donc prévoir 3,2 groupes de type 2A par seconde.

(4) Le cycle de diffusion de *toutes* les données relatives à *tous* les programmes référencés ne doit pas dépasser 2 min.

*Note* – Certaines administrations qui ne font pas partie de la Région 1 n'ont pas terminé l'étude de certaines de ces questions et ont besoin d'un délai supplémentaire avant de pouvoir accepter cette Recommandation.

## BIBLIOGRAPHIE

CENELEC EN 50067 Specifications of the Radio Data System (RDS).

EDWARDSON, S. M. [1986] *Radio Receivers*, Chapitre 14 (Ed. W. Gosling), IEE Telecommunications Series 15, Peter Peregrinus, Londres, Royaume-Uni.

UER Bulletin RDS.

UER [1984] Spécifications du système RDS pour la diffusion de données en radio à modulation de fréquence. Document Tech. 3244, plus suppléments.

*Documents du CCIR*

[1978-82]: 10/214 (Suède).

[1982-86]: 10/15 + Add. (UER); 10/32 (Royaume-Uni); 10/84 (Suède); 10/234 (Suède); 10/236 (Allemagne (République fédérale d')); 10/271 (Japon).

## ANNEXE II

## CARACTÉRISTIQUES D'EXPLOITATION DU SYSTÈME RDS

### 1. Compatibilité avec les émissions en modulation de fréquence existantes

#### 1.1 *Compatibilité avec le programme principal en stéréophonie à fréquence pilote*

La fréquence, le niveau et la méthode de modulation de la sous-porteuse acheminant les signaux de données ont été soigneusement choisis pour éviter de perturber la réception du programme principal stéréophonique ou monophonique. Du fait de l'extrême importance des considérations de compatibilité, des essais en exploitation approfondis et prolongés ont été effectués dans plusieurs pays. On a ainsi constaté que la compatibilité est bonne dans des conditions de propagation et avec des récepteurs très divers. A certains endroits où les signaux reçus sont affectés d'effets importants de propagation par trajets multiples, on risque cependant d'observer une perturbation du programme principal, mais dans pareil cas, sa qualité de réception est généralement mauvaise du fait des distorsions, même en l'absence de signaux RDS.

1.2 *Compatibilité avec les signaux auxiliaires existants*

Le système RDS est conçu de manière à ne pas perturber les signaux auxiliaires actuellement utilisés dans certains pays pour identifier les émissions destinées aux automobilistes (système ARI (voir le Rapport 463)). On y parvient en mettant en forme le spectre des signaux RDS diffusés de manière à minimiser son recouvrement avec celui des signaux ARI. Toutefois, lorsque les signaux RDS et les signaux ARI sont diffusés simultanément par le même émetteur ou par des émetteurs différents, il convient de réduire le niveau d'injection des signaux RDS de telle sorte que la déviation de la porteuse principale due à ces derniers soit de ± 1,2 kHz, ce qui s'est révélé nécessaire pour assurer la compatibilité voulue avec certains modèles de récepteurs ARI actuels. Il convient parallèlement de réduire la déviation de la porteuse principale due à la sous-porteuse ARI non modulée de telle sorte qu'elle soit de ± 3,5 kHz. Néanmoins, il sera peut-être possible, par la suite, d'accroître les tolérances de déviation due aux signaux RDS.

## 2. Fiabilité de réception des signaux de données

Lors de l'évaluation de la fiabilité de réception des signaux de données, il importe de considérer les applications du système RDS comme se répartissant en deux catégories: celles utilisant des messages brefs fréquemment répétés, par exemple, pour l'accord automatique et celles, comme le radiotexte, dont les messages sont plus longs, mais moins souvent répétés.

Dans le cas de réception en limite de champ (ce qui peut arriver pour des installations domestiques fixes) et si les signaux RDS sont injectés au niveau recommandé de ± 2 kHz, on peut obtenir une fiabilité de réception suffisante pour les messages courts avec une tension à l'entrée du récepteur d'environ 20 dBμV (source à 50 Ω); pour les messages plus longs, cette tension doit atteindre environ 23 dBμV. Il faut cependant préciser que ces valeurs dépendent du facteur de bruit du récepteur qui est typiquement d'environ 7 dB. Elles correspondent respectivement à des taux d'erreur binaire de $1 \times 10^{-2}$ et $1 \times 10^{-4}$ à la réception avant correction. Dans ces conditions de réception en limite de champ, le taux d'erreur binaire décroît exponentiellement en fonction inverse du niveau à l'entrée du récepteur. De plus, quand les signaux RDS sont injectés à l'émission en respectant la plage de niveaux d'injection prévue (entre ± 1 et ± 7,5 kHz), la tension à l'entrée du récepteur nécessaire pour obtenir un taux d'erreur donné est à peu près inversement proportionnelle au niveau d'injection. C'est ainsi, par exemple, que si on réduit le niveau d'injection de ± 2 à ± 1 kHz, la tension, qui devra être présente à l'entrée d'un récepteur RDS pour obtenir un taux d'erreur binaire donné, augmentera de 6 dB.

Les études visant à déterminer le meilleur niveau d'injection des signaux RDS ont montré qu'il fallait trouver un compromis entre la compatibilité avec le programme principal et la fiabilité de réception des signaux RDS. Globalement, le niveau recommandé correspondant à une déviation de ± 2 kHz de la porteuse principale, constitue le meilleur compromis pour une large gamme de conditions de réception.

En réception mobile à bord de véhicules, on a souvent constaté que la propagation par trajets multiples constituait la principale source de dégradation des signaux RDS et des essais approfondis ont été réalisés dans plusieurs pays sur le comportement du système dans de telles conditions.

Au cours de ces essais en vraie grandeur menés sur des routes où les signaux des émetteurs locaux étaient gravement dégradés par des effets de propagation par trajets multiples, on a constaté que les messages fréquemment répétés nécessaires pour l'accord automatique des récepteurs RDS pouvaient encore souvent être reçus avec fiabilité, même quand le programme principal était gravement dégradé par de la distorsion et du bruit. Dans le cas où la possibilité de réception est limitée par le champ disponible, on a observé une amélioration de la fiabilité de réception lorsqu'on augmentait le niveau d'injection à l'émission, mais les résultats restaient néanmoins satisfaisants jusqu'au niveau minimal autorisé par la spécification du système RDS, soit ± 1 kHz.

Le rapport de protection RF qu'exige le système RDS vis-à-vis des émissions de radiodiffusion non désirées faites sur le même canal ou sur le canal adjacent a été déterminé par des mesures de laboratoire en utilisant une procédure semblable à celle utilisée pour établir les rapports de protection figurant dans la Recommandation 412. Les résultats de ces mesures sont donnés à la Fig. 3 pour les brouillages permanents. On notera que, pour les émissions respectant l'espacement recommandé de 100 kHz entre canaux, le rapport de protection exigé par le système RDS est très inférieur à celui demandé par les émissions en stéréophonie. La Fig. 3 montre que les rapports de protection RDS sont voisins de ceux qui s'appliquent aux signaux de programmes en monophonie; on peut les améliorer, si on le désire, en utilisant un niveau de sous-porteuse RDS accru.

Les expériences montrent que les rapports de protection existants pour les services de radiodiffusion en monophonie et en stéréophonie ne sont pas affectés par l'insertion d'une sous-porteuse RDS dans le signal brouilleur. Tel a été le cas pour une déviation allant jusqu'à ± 7,5 kHz de la porteuse principale par la sous-porteuse.

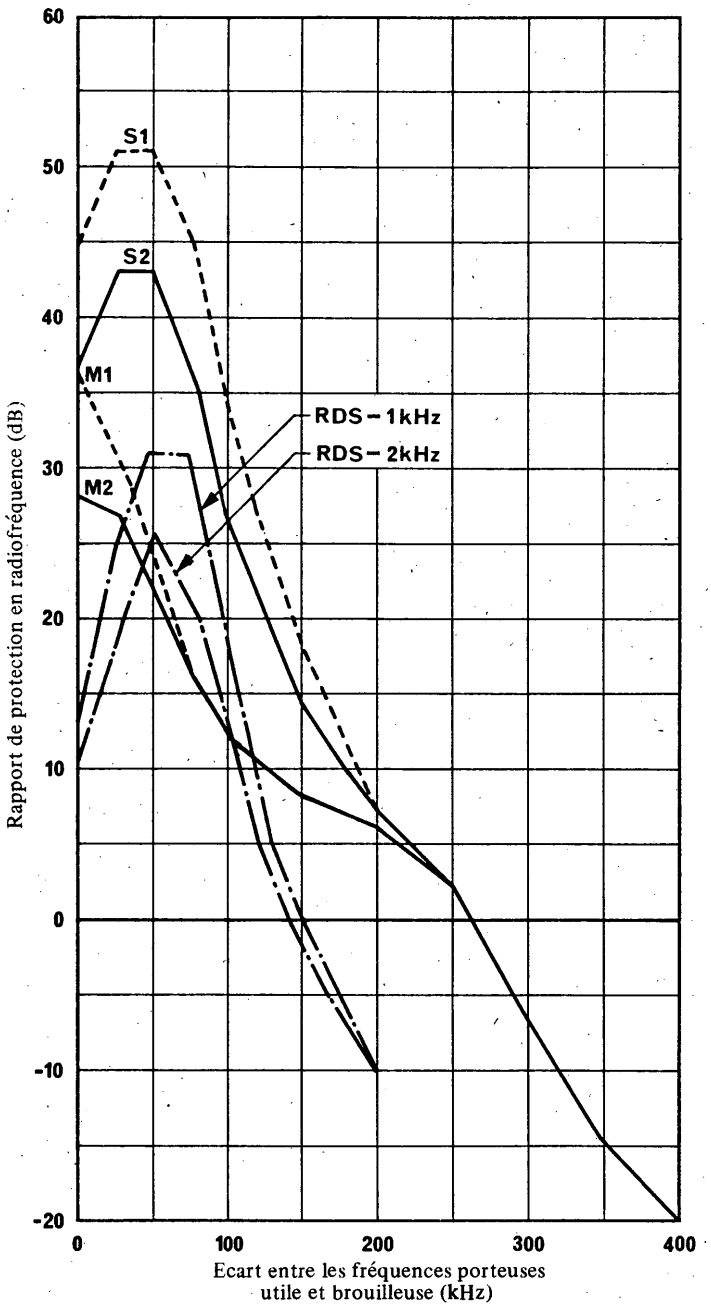



FIGURE 3 – *Comparaison des rapports de protection en monophonie et en stéréophonie définis dans la Recommandation 412 avec ceux mesurés pour le système RDS*

Courbe M1: radiodiffusion monophonique; brouillage constant
Courbe M2: radiodiffusion monophonique; brouillage troposphérique
Courbe S1: radiodiffusion stéréophonique; brouillage constant
Courbe S2: radiodiffusion stéréophonique; brouillage troposphérique
Courbe RDS-1 kHz: émission de données, déviation ± 1 kHz, brouillage constant, taux d'erreur binaire $1 \times 10^{-3}$
Courbe RDS-2 kHz: émission de données, déviation ± 2 kHz, brouillage constant, taux d'erreur binaire $1 \times 10^{-3}$

RECOMMANDATION 707

## ÉMISSION DE PLUSIEURS VOIES SON DANS LES SYSTÈMES DE TÉLÉVISION DE TERRE PAL B, G, H ET I*

(Question 47/10, Programmes d'études 47A/10 et 47B/10)

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* la demande croissante au niveau mondial de moyens permettant de diffuser un son stéréophonique et/ou multivoie et/ou des données avec des émetteurs de télévision de Terre;

*b)* les développements techniques dans ce domaine et, plus précisément, les avantages relatifs des différentes méthodes analogiques et numériques éventuelles décrites dans le Rapport 795;

*c)* les améliorations de la qualité du son en télévision obtenues grâce aux développements récents des équipements d'émission et de réception pour le système MF à deux porteuses son;

*d)* les améliorations de la qualité du son en télévision que permet le système NICAM-728 utilisant un codage numérique;

*e)* la Recommandation 651 concernant le «Codage numérique MIC pour l'émission de signaux audio de haute qualité en radiodiffusion par satellite (bande passante nominale 15 kHz)»;

*f)* la Recommandation 650 relative à l'adoption de systèmes MAC/paquets pour la radiodiffusion par satellite dans des canaux définis par la CAMR-RS-77 et la nécessité d'une grande uniformité entre les systèmes numériques pour la diffusion par satellite et par voie de Terre;

*g)* les avantages de circuits analogiques peu coûteux dans les récepteurs de télévision à plusieurs voies son pour le système MF à deux porteuses son;

*h)* le développement des circuits audionumériques pour d'autres applications domestiques;

*j)* la robustesse du système MF à deux porteuses son dans les zones à réception difficile, particulièrement en cas de réception par trajets multiples, et son excellente compatibilité avec les récepteurs, les émetteurs, les réseaux et les services existants, y compris le cas d'un écartement entre canaux de 7 MHz;

*k)* la nécessité d'utiliser un codage du son numérique en télévision qui satisfasse simultanément, et avec une marge confortable, les contraintes contradictoires:

- de la robustesse dans des zones à réception difficile, y compris l'exigence que la défaillance du son intervienne après celle de l'image, et
- de la compatibilité entre les nouveaux services et les services existants, y compris le cas d'un écartement entre canaux de 7 MHz;

*l)* le fait que le système MF à deux porteuses son a été présenté au CCIR en 1974 et qu'il est entré en exploitation en 1981, et qu'il est à présent largement utilisé en République fédérale d'Allemagne et dans de nombreux autres pays;

*m)* le fait que le système NICAM-728, qui a été présenté au CCIR en 1987, est entré en exploitation en 1988, qu'il est actuellement largement utilisé en Finlande, en Suède et au Danemark, qu'il est désormais exploité au Royaume-Uni et qu'il est prévu de l'introduire dans divers autres pays;

*n)* l'urgence d'établir des normes unifiées pour permettre la mise en œuvre d'un son stéréophonique et/ou multivoie pour le service de télévision,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que, en cas d'introduction de plusieurs voies son analogiques dans des émissions de télévision de Terre dans des pays utilisant les systèmes de télévision PAL B, G et H, le système MF à deux porteuses son défini dans l'Annexe I soit adopté;

**2.** que, en cas d'introduction de plusieurs voies son numériques dans des émissions de télévision de Terre dans des pays utilisant les systèmes de télévision PAL B, G, H et I, le système audionumérique spécifié dans l'Annexe II soit adopté.

*Note 1* – Des études sont en cours pour la définition des paramètres de systèmes à plusieurs voies son qui seront recommandés pour d'autres systèmes de télévision.

*Note 2* – Le système d'émission décrit peut, dans certains cas, être utilisé pour des services de données. Quand cela est applicable, les références à ces services de données se trouveront dans les annexes contenant les spécifications des systèmes.

*Note 3* – Les brouillages dus à l'émission de plusieurs voies son sur d'autres systèmes de télévision sont traités dans le Rapport 1214.

---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 11 et de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

# ANNEXE I

## SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME MF A DEUX PORTEUSES SON

TABLEAU I – *Caractéristiques d'émission du système MF à deux porteuses son*

(Systèmes B, G et H)

| Caractéristiques | | Porteuse son 1 | Porteuse son 2 |
|---|---|---|---|
| *Porteuses son RF* | | | |
| Différence de fréquence par rapport à la porteuse image | (MHz) | 5,5 (1) | 5,5 + 0,2421875 (1) |
| Puissance par rapport à la puissance crête image | (dB) | −13 | −20 |
| Modulation | | MF | MF |
| Déviation de fréquence | (kHz) | ± 50 | ± 50 |
| Largeur de bande audiofréquence | (Hz) | 40 à 15 000 | 40 à 15 000 |
| Préaccentuation | (μs) | 50 | 50 |
| *Signaux audiofréquence* | | | |
| Monophoniques | | Monophonique 1 | Monophonique 1 |
| Stéréophoniques | | $(A + B)/2$ | $B$ |
| Deux voies son | | Monophonique 1 | Monophonique 2 |
| *Signaux d'identification* (2) | | | |
| Fréquence de la sous-porteuse | (kHz) | | 54,6875 (3) (3,5 × fréquence de ligne) |
| Modulation | | | MA |
| Taux de modulation | (%) | | 50 (4) |
| Fréquence de modulation: (3) | (Hz) | | |
| monophonique | | | 0 |
| stéréophonique | | | 117,5 (fréquence de ligne/133) |
| deux voies son | | | 274,1 (fréquence de ligne/57) |
| Déviation de la seconde porteuse son par la sous-porteuse | (kHz) | | ± 2,5 |
| Compression-extension audiofréquence (5) | | A spécifier | |

(1) La différence de fréquence entre les porteuses son est de 15,5 × la fréquence de ligne = 242,1875 kHz. Le verrouillage de phase des deux porteuses son sur la fréquence de ligne donne certaines améliorations, mais n'est pas absolument nécessaire.

(2) Des signaux d'identification supplémentaires des trois modes son peuvent aussi être transmis sur la ligne de données numériques dans l'intervalle vertical de suppression de trame.

(3) Les fréquences de la sous-porteuse et d'identification sont verrouillées en phase sur la fréquence de ligne.

(4) Le taux de modulation résiduelle MA de 50% est réservé à l'identification future d'une compression-extension audiofréquence.

(5) L'emploi d'un système de compression-extension audiofréquence compatible améliorerait le rapport signal/bruit.

Les spécifications complètes du système se trouvent dans [ARD/ZDF, 1982].

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARD/ZDF [1982] Technische Pflichtenhefte 5/2.3.1. Coder für das Zweitenträgerverfahren. ARD/ZDF.

# ANNEXE II

## RÉSUMÉ DES SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME DE DIFFUSION DE PLUSIEURS VOIES SON NUMÉRIQUES AVEC LES SYSTÈMES DE TÉLÉVISION DE TERRE B, G, H ET I

### 1. Introduction

On trouvera dans ce qui suit un résumé des spécifications du système pour la diffusion de plusieurs voies son numériques en télévision de Terre dans les systèmes B, G, H et I. On trouvera des spécifications complètes relatives à ce système dans [CCIR, 1986-90] et au système I utilisé au Royaume-Uni dans [IBA/BREMA/BBC, 1988].

### 2. Structure de la trame

| | |
|---|---|
| Longueur de la trame | : 728 bits |
| Rythme de diffusion des trames | : 1 trame/ms |

2.1 *Organisation de la trame*

| | |
|---|---|
| Mot d'alignement de la trame | : 8 bits |
| Information de commande | : 5 bits |
| Données supplémentaires | : 11 bits |
| Bloc de codage son/données | : 704 bits |
| Total | : 728 bits |

Les 720 bits qui suivent le mot d'alignement de trame forment une structure identique à celle des blocs audio comprimés avec protection de premier niveau dans les systèmes de la famille MAC/paquets [CCIR, 1988]. Il est ainsi possible de décoder les signaux audio avec le même type de décodeur que celui utilisé pour les systèmes MAC évoqués plus haut. Les 16 premiers bits du bloc qui n'ont pas encore été affectés dans les systèmes de la famille MAC/paquets sont utilisés pour signaler les informations de commande (voir le § 3.2) et à titre de bits de données supplémentaires (voir le § 3.3).

La structure des trames pour les services de diffusion de données fait appel au même mot d'alignement, à un bit de drapeau et à des données supplémentaires avec des bits de commande, comme décrit au § 3.2.2, mais en remplaçant les échantillons audio par d'autres données.

2.2 *Entrelacement des bits*

On applique aux blocs de codage son/données un entrelacement pour réduire l'effet des erreurs affectant des bits successifs. Les bits de chacune des trames sont diffusés dans l'ordre suivant:

| Mot d'alignement | 5 bits de commande $C_0 \rightarrow C_4$ | 11 bits de données supplémentaires $AD_0 \rightarrow AD_{10}$ | 704 bits entrelacés son/données 16 bits | |
|---|---|---|---|---|
| 1,2,3,4,5,6,7,8 | 9,10,11,12,13 | 14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24 | 44 bits<br>4 × 11 bits<br>échantillons à<br>compression-extension | 25,69,113,157 ..... 685<br>26,70,114 ..... 686<br>27,71,115 ..... 687<br>28,72,116 ..... 688<br>– – – ..... –<br>– – – ..... –<br>– – – ..... –<br>– – – ..... –<br>68,112,156 ..... 728 |

2.3 *Brassage de dispersion d'énergie*

Après l'entrelacement des bits, le train de bits transmis subit une mise en forme de son spectre par l'addition modulo deux d'une séquence binaire pseudo-aléatoire. Le code de trame n'est pas brassé.

Le générateur de séquence pseudo-aléatoire est réinitialisé après chacun des mots d'alignement de trame, de sorte que le premier bit de la séquence est additionné à celui qui suit immédiatement le mot d'alignement. Le polynôme générateur de la séquence pseudo-aléatoire est $x^9 + x^4 + 1$ et le mot d'initialisation est 111111111.

## 3. Codage de l'information

### 3.1 *Mot de verrouillage de la trame*

Le mot de verrouillage de la trame est 01001110; on diffuse en premier le bit de gauche.

### 3.2 *Informations de commande*

Les informations de commande sont acheminées par un bit indicateur de trame $C_0$, trois bits de commande d'application, $C_1$, $C_2$ et $C_3$ plus un indicateur de commutation du son de secours $C_4$.

#### 3.2.1 *Bit indicateur de trame*

Le bit indicateur de trame $C_0$ est forcé à «1» pour 8 trames consécutives et à «0» pour les 8 trames suivantes; il définit ainsi une séquence de 16 trames. Celle-ci est utilisée pour synchroniser les changements de types d'informations acheminés dans le canal.

$C_0 = 1$ Trames 1 à 8
$C_0 = 0$ Trames 9 à 16

#### 3.2.2 *Bits de commande d'application*

Les bits de commande d'application définissent l'application du bloc de codage son/données à 704 bits comme on le décrit dans ce qui suit:

Lorsqu'on doit passer à une nouvelle application, ces bits de commande se modifient pour définir celle-ci dans la trame 1 de la dernière séquence de 16 trames de l'application en cours. Les blocs son/données de 704 bits se modifient pour la nouvelle application à partir de la trame 1 de la séquence de 16 trames qui suit.

| Information de commande d'application | | | Contenu du bloc son/données de 704 bits |
|---|---|---|---|
| $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ (1) | |
| 0 | 0 | 0 | Signal stéréophonique comportant des échantillons alternés de la voie A et de la voie B. |
| 0 | 1 | 0 | Deux signaux audio monophoniques indépendants diffusés dans des trames alternées (dénommés M1 et M2). |
| 1 | 0 | 0 | Un signal monophonique et une voie de données transparente à 352 kbit/s diffusée dans des trames alternées. |
| 1 | 1 | 0 | Une voie de données transparente à 704 kbit/s |

(1) $C_3 = 1$ permet de signaler des options de codage audio ou de données supplémentaires non encore définies. Lorsque $C_3 = 1$, les décodeurs n'étant pas équipés pour ces options supplémentaires ne doivent pas délivrer de signal audio.

3.2.3 *Indicateur de commutation audio de secours*

$C_4 = 0$ Le signal audio analogique n'achemine pas le même programme que le signal numérique

$C_4 = 1$ Le signal audio analogique achemine le même programme que le signal stéréophonique numérique (ou le signal monophonique dans les trames M1).

3.3 *Données supplémentaires*

Les onze bits de données supplémentaires dénommés $AD_0$ à $AD_{10}$ signalés au § 2.2 sont réservés pour des applications futures qui ne sont pas encore définies.

3.4 *Blocs son/données*

| | |
|---|---|
| Fréquence d'échantillonnage | 32 kHz |
| Résolution initiale | 14 bits par échantillon |
| Caractéristiques de compression | quasi instantanée, avec compression à 10 bits par échantillon dans des blocs de 32 échantillons (1 ms) |
| Codage des échantillons comprimés | complément de 2 |
| Préaccentuation | Recommandation J.17 du CCITT |
| Niveau maximal de modulation audio | systèmes B, G, H: +12 dBu0 à 2,0 kHz<br>système I: +14,8 dBu0 à 2,0 kHz |
| Protection contre les erreurs | 1 bit de parité par échantillon |
| Transmission du facteur de proportionnalité | signalé dans les bits de parité |
| Diffusion du signal audio stéréophonique | les échantillons impairs de chacun des blocs acheminent la voie A (gauche);<br>les échantillons pairs acheminent la voie B (droite) |
| Diffusion des signaux audio monophoniques | le signal monophonique M1 correspond aux trames impaires; le signal monophonique M2 correspond aux trames paires. Si on diffuse un seul signal monophonique, ce sera le signal M1 |
| Ordre de diffusion des bits | les bits de chacun des échantillons sont diffusés en commençant par celui de plus faible poids, avec le bit de parité suivant celui de plus fort poids. |

Les informations de commande décrites au § 3.6.2.3 de [CCIR, 1988] (Chapitre 3, Partie 3) ne sont pas utilisées. Cependant, d'autres informations pourraient être transmises par le même moyen, à savoir deux bits d'information modifiant les échantillons 55, 56, 57, 58, 59 et 60, 61, 62, 63, 64, respectivement. Les récepteurs devraient être conçus pour tenir compte de cette possibilité.

## 4. Caractéristiques de modulation

| | | *Systèmes B, G, H* | *Système I* |
|---|---|---|---|
| 4.1 | *Signaux analogiques* | | |
| 4.1.1 | Composante image | Comme indiqué dans le Rapport 624 du CCIR | |
| 4.1.2 | Composante son analogique | Comme indiqué dans le Rapport 624 du CCIR, sauf pour la puissance de la porteuse audio indiquée ci-dessous | |
| 4.1.3 | Rapport de puissance entre la porteuse image en crête et la porteuse audio analogique | Environ 20 à 1 | Environ 10 à 1 |

| | | *Systèmes B, G, H* | *Système I* |
|---|---|---|---|
| 4.2 | *Signal numérique* | | |
| 4.2.1 | Type de modulation | Modulation par quadrature de phase à codage différentiel (MDP-4) | |
| 4.2.2 | Débit binaire | 728 kbit/s $\pm 10^{-6}$ | |
| 4.2.3 | Fréquence porteuse | 5,85 MHz (sans relation avec le débit binaire) au-dessus de la fréquence de la porteuse image | 6,552 MHz au-dessus de la fréquence de la porteuse image* |
| 4.2.4 | Niveau du signal | Le rapport de puissance entre la porteuse image en crête et le signal numérique modulé est environ 100 à 1. | |
| 4.2.5 | Mise en forme du spectre | Avant d'être modulées en quadrature, les impulsions au débit de symboles de 364 kHz subissent un filtrage passe-bas ayant une réponse amplitude-fréquence donnée ci-dessous. Le temps de propagation de groupe du filtre est constant. | |

*Systèmes B, G, H*

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{pour } f < \dfrac{1-k}{2t_s} \\ \cos\left[\dfrac{\pi t_s}{2k}\left(f - \dfrac{1-k}{2t_s}\right)\right] & \text{pour } \dfrac{1-k}{2t_s} \leqslant f \leqslant \dfrac{1+k}{2t_s} \\ 0 & \text{pour } f > \dfrac{1+k}{2t_s} \end{cases}$$

$k = 0{,}4 \quad t_s = \dfrac{1}{364}$ ms

L'utilisation du même filtre à la réception donne une caractéristique de coupure globale en cosinus à 40%

*Système I*

$$H(f) = \begin{cases} \cos\dfrac{\pi t_s f}{2} & \text{pour } f \leqslant \dfrac{1}{t_s} \\ 0 & \text{pour } f > \dfrac{1}{t_s} \end{cases}$$

$t_s = \dfrac{1}{364}$ ms

L'utilisation du même filtre à la réception donne une caractéristique de coupure globale en cosinus à 100%

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CCIR [1988] Spécifications des systèmes de transmission pour le service de radiodiffusion par satellite. Publication spéciale du CCIR.

IBA/BREMA/BBC [août 1988] NICAM-728 Specification for two additional sound channels with System I television.

*Documents du CCIR*

[1986-90]: 10/269 (UER).

* Dans certains pays, l'écart de fréquence entre la porteuse son numérique et la porteuse image peut être verrouillé sur le débit binaire.

SECTION 10C: CARACTÉRISTIQUES AUDIOFRÉQUENCE DES SIGNAUX DE RADIODIFFUSION SONORE

## RECOMMANDATION 562-3*

## ÉVALUATION SUBJECTIVE DE LA QUALITÉ DU SON

(Question 50/10, Programme d'études 50C/10)

(1978-1982-1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que les essais subjectifs d'écoute permettent d'évaluer la gêne causée à l'auditeur par toute dégradation du signal utile au cours de sa transmission depuis la source du programme jusqu'à l'auditeur;

*b)* que cette évaluation implique qu'une séquence de programme dégradée doit être comparée à la séquence originale, laquelle doit être d'«excellente qualité» ou dégradée d'une façon «imperceptible»;

*c)* que, pour réaliser ces évaluations d'une manière comparable les unes avec les autres, les conditions d'écoute, la composition de l'équipe d'auditeurs et les séquences de programme doivent autant que possible être normalisées;

*d)* qu'il serait souhaitable de disposer, tant pour les programmes son que pour les programmes de télévision, d'une seule et même échelle d'évaluation,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que les échelles ci-dessous soient utilisées pour l'évaluation subjective de la qualité ou de la dégradation du son en radiodiffusion (pour les images de télévision, voir la Recommandation 500). D'après la nature et l'objet des essais, on déterminera quelle est celle de ces deux échelles qui convient le mieux:

1.1 *Echelle de qualité et de dégradation à cinq notes***

TABLEAU I

| Qualité | Dégradation |
|---|---|
| 5 Excellente | 5 Imperceptible |
| 4 Bonne | 4 Perceptible, mais non gênante |
| 3 Assez bonne | 3 Légèrement gênante |
| 2 Médiocre | 2 Gênante |
| 1 Mauvaise | 1 Très gênante |

* Cette Recommandation intéresse aussi la CMTT.

** Compte tenu de l'importante documentation existante sur des expériences faites avec des échelles à six notes, il est souhaitable de pouvoir convertir ces résultats en échelles à cinq notes, de manière que ces informations puissent être utilisables. Pour convertir les résultats d'une échelle dans une autre, on se heurte à des incertitudes. Cependant, on peut, en première approximation, utiliser la relation linéaire pour convertir une note $A_6$ obtenue dans une expérience faite avec une échelle à six notes (voir les notes 7 et 9 du Rapport 405-5 (Dubrovnik, 1986)) en une note $A_5$ de l'échelle à cinq notes correspondante:

$$A_5 = 5{,}8 - 0{,}8\ A_6$$

Lors de la présentation de résultats ainsi convertis, il convient d'indiquer que la conversion a été faite.

1.2 *Echelle de comparaison à sept notes*

Pour certaines catégories d'essais subjectifs, il peut être plus pratique d'utiliser une échelle de comparaison; dans ce cas, on pourrait utiliser l'échelle à sept notes suivante:

TABLEAU II

| | |
|---|---|
| 3 | Bien meilleur |
| 2 | Meilleur |
| 1 | Légèrement meilleur |
| 0 | Identique |
| −1 | Légèrement plus mauvais |
| −2 | Plus mauvais |
| −3 | Beaucoup plus mauvais |

## 2. Présentation des résultats

Les résultats obtenus avec des équipes d'auditeurs spécialisés et les résultats obtenus par des équipes d'auditeurs non spécialisés doivent être présentés séparément. Toute précision doit être fournie sur les conditions d'écoute et les niveaux sonores; les méthodes statistiques d'analyse des résultats d'essai doivent être décrites.

*Note* – L'Annexe I ci-après fournit quelques considérations générales sur les méthodes d'évaluation, les conditions d'écoute, le choix des auditeurs, etc.

# ANNEXE I

## 1. Généralités

Les séquences de programme d'essai doivent comprendre des silences pour permettre, en l'absence du signal utile, l'évaluation subjective de la dégradation causée par le bruit propre de la transmission. Par ailleurs, les essais doivent exclure toute évaluation de défauts dont les effets audibles, dans certains cas, pourraient ne pas être une gêne et même donner l'impression subjective d'une amélioration. Les séquences de programme doivent donc être exemptes de tout défaut audible qui soit semblable à l'un de ceux produits par le système en essai. Si cela est impossible, il convient d'indiquer clairement les limitations qui en découlent quant à la validité des résultats.

Pour les essais utilisant l'échelle à cinq notes du § 1.1, on doit utiliser un signal lumineux pour indiquer à tout moment à l'auditeur la source (dégradée ou non) du programme qu'il est en train d'écouter. Pour contrôler l'attention de l'auditeur et la reproductibilité de son jugement, on doit prévoir certains essais exécutés de manière aléatoire, sans prévenir l'auditeur, dans lesquels la séquence dégradée sera remplacée par une séquence non dégradée ou vice versa. Pour l'échelle de comparaison à sept notes, on ne donnera aucune indication qui puisse influencer le jugement de l'auditeur. Pour les essais comparatifs, il est cependant utile de donner de temps en temps une référence, qui peut être la séquence non dégradée; cette référence peut être indiquée par un signal lumineux.

La quantité de résultats qu'il est nécessaire de recueillir dépend de facteurs non indépendants tels que le degré de confiance dans les résultats statistiques, l'écart type des mesures et l'importance relative du défaut à déceler. Les suggestions suivantes, considérées comme des principes directeurs, ont pour but d'aider à concevoir un dispositif expérimental bien étudié.

## 2. Choix de l'équipe d'écoute

Bien que, dans un auditoire normal, il puisse se trouver des auditeurs spécialistes*, leur proportion est vraisemblablement si faible qu'il convient de limiter les essais en laboratoire à des personnes non spécialistes, car le recours à des spécialistes pourrait conduire à des résultats beaucoup plus «critiques» que ceux obtenus avec des auditeurs ordinaires. Pour les conditions d'écoute, on doit être plus sévère qu'en temps normal, mais sans excès. Comme les essais avec des auditeurs non spécialistes ont tendance à être longs, un essai rapide peut être exécuté par des spécialistes. Un plus petit nombre d'auditeurs est suffisant dans ce cas. Toutefois, dans certaines circonstances, des essais avec des auditeurs spécialistes risquent de ne pas remplacer de façon satisfaisante des essais avec des non-spécialistes. En cas de doute, il convient de rechercher les causes de divergences entre les opinions exprimées par les spécialistes et par les non-spécialistes.

---

* L'expression «auditeurs spécialistes» s'applique aux auditeurs ayant eu récemment une grande expérience de l'évaluation de la qualité ou de la dégradation du son du type étudié dans les essais subjectifs.

Le nombre minimal de non-spécialistes doit normalement être de vingt, et celui des spécialistes de dix. Dans tous les cas, il faut préciser le nombre et la catégorie des auditeurs ainsi que la durée des essais. Pour une transmission radiophonique ou une reproduction de haute qualité, il convient de faire appel uniquement à des auditeurs spécialistes.

### 3. Mode opératoire et durée des essais

La mémoire auditive à long ou à moyen terme étant fort imprécise, on opérera toujours par comparaison instantanée.

Pour les essais utilisant l'échelle à cinq notes, chaque opération de comparaison doit comprendre l'émission, quatre fois de suite, de la même séquence de programme, dans l'ordre suivant:

1. séquence originale,
2. même séquence, avec dégradation,
3. séquence originale (répétée),
4. même séquence, avec dégradation (répétée).

La durée de chaque séquence ne doit pas dépasser 15 à 20 secondes; elle peut être très courte (quelques secondes) pour certains essais. Dans le cas où la séquence est un élément musical, la phrase ne doit pas être interrompue. L'intervalle entre les présentations 1 et 2 et entre les présentations 3 et 4 doit être d'environ 0,5 à 1 seconde, tandis que l'intervalle entre 2 et 3 doit être légèrement plus long, par exemple 1,5 seconde. La durée exacte dépend du type de programme. Le dispositif de commutation instantané ne doit pas introduire de perturbation audible.

Les séquences de programme et dégradations doivent se succéder de façon aléatoire, à condition que la même séquence ne soit jamais émise deux fois de suite avec des dégradations identiques ou différentes.

Aucune séance d'écoute ne doit durer, pour un même auditeur, plus de 15 à 20 minutes environ sans interruption. Si de telles séances doivent se succéder, il faut les séparer par des périodes de repos d'une durée équivalente.

Pour les essais avec l'échelle de comparaison à sept notes utilisant deux types de dégradation, on pourra utiliser une présentation semblable, dans l'ordre suivant:

1. Type 1,
2. Type 2,
3. Type 1 (répété),
4. Type 2 (répété).

Les types 1 et 2 doivent être intervertis de façon aléatoire. On peut en outre présenter une condition de référence au début de chaque groupe de quatre présentations et, dans ce cas, on doit l'indiquer de manière efficace (par exemple, par un signal lumineux).

### 4. Choix des séquences de programme

Selon l'objectif précis qui a été fixé, et selon, en particulier, la catégorie à laquelle appartient le type de transmission radiophonique ou de reproduction en essai, on doit utiliser les séquences de programme suivantes:

- soit un choix représentatif de programme type,
- soit une sélection d'un petit nombre de séquences choisies spécialement pour leur comportement très critique à l'égard des défauts particuliers dus au système en essai. Par exemple, pour l'évaluation de rapports de protection, une séquence d'essai convenablement critique serait constituée par des paroles sur le programme utile, et une altération par de la musique «pop» sur le programme brouilleur.

Chaque fois que le système est destiné à acheminer un son de haute qualité, il convient d'utiliser le deuxième type de séquence de programme. Pour assurer la compatibilité des résultats d'expériences obtenus à des endroits et à des moments différents, il est préférable d'utiliser la même séquence. Le disque compact SQAM adopté et publié par l'UER constitue une source appropriée de programme numérique de haute qualité à partir de laquelle on peut choisir les extraits à utiliser à cette fin [1986-90a, b].

Dans tous les cas, le contenu artistique ou intellectuel de chaque séquence doit être tel qu'il ne risque pas de distraire l'auditeur soit par un caractère trop attrayant soit, au contraire, par un caractère désagréable ou fatigant.

### 5. Choix du dispositif de reproduction du son

Selon la nature de la dégradation à évaluer, on peut utiliser des casques d'écoute ou des haut-parleurs.

Il a été démontré que certains défauts de qualité sont mieux perceptibles avec des casques d'écoute qu'avec des haut-parleurs. Par exemple, le rapport signal/bruit nécessaire pour une écoute sans bruit avec casques d'écoute peut dépasser de 10 dB la valeur obtenue avec des haut-parleurs, pour une même intensité sonore. On relève des différences du même ordre pour les pertes de qualité causées par les clics (erreurs binaires dans la transmission numérique), les distorsions de quantification, les distorsions dues aux non-linéarités, les distorsions de phase, etc.

Cependant, d'autres défauts de qualité sont mieux perceptibles dans la reproduction par haut-parleurs. En particulier, les effets qui influencent les caractéristiques de l'image sonore stéréophonique entre les haut-parleurs devraient être évalués avec reproduction par haut-parleurs. Ces effets sont dus, par exemple, aux pertes de qualité imputables aux différences qui peuvent exister entre les voies A et B.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Si l'on veut obtenir des évaluations comparables dans la plus grande mesure possible, il serait souhaitable de faire usage de casques d'écoute. La reproduction par casques est indépendante des propriétés géométriques et acoustiques des salles d'écoute et des salles de régie; en principe, il est donc possible de définir cette condition d'écoute avec plus de précision et elle est facilement reproductible sans erreurs systématiques. Il n'en est pas ainsi dans le cas de la reproduction par haut-parleurs.

De plus, avec des casques d'écoute, les essais d'évaluation peuvent être effectués avec un grand nombre d'auditeurs à la fois et dans des conditions d'écoute identiques.

## 6. Niveau sonore

### 6.1 *Reproduction par haut-parleurs*

Lorsqu'on utilise le signal utile à un niveau de crête élevé, le niveau sonore doit être mesuré avec un sonomètre sans pondération, avec la constante de temps dite «lente» normalisée par la CEI (Publication 123). Pour les autres signaux et pour mesurer le bruit ambiant, on utilisera un sonomètre avec la pondération A et avec la constante de temps dite «lente» normalisée par la CEI dans la Publication 123. Pour une séquence de programme dont on veut mesurer le niveau sonore dans les conditions particulières de l'expérience, et en un emplacement déterminé de la salle d'écoute, ce niveau sera pris, par définition, comme égal à la valeur maximale indiquée par le sonomètre au cours de chacune des séquences. Lors de l'évaluation de signaux de haute qualité à fort niveau, le niveau d'écoute sera de 80 à 90 dB.

Le niveau sonore pris en compte pour définir précisément les conditions dans lesquelles ont été faits les essais sera la moyenne des niveaux sonores mesurés aux différents emplacements occupés par les auditeurs. Par rapport à cette valeur moyenne, l'écart correspondant à un emplacement déterminé devra être aussi limité que possible. Une valeur de $\pm$ 4 dB apparaît raisonnable. Toutes les mesures devront être effectuées en présence des auditeurs.

### 6.2 *Reproduction par casques d'écoute*

Pour éviter de mesurer le niveau sonore dans le canal auditif, dans le cas de la reproduction par casques d'écoute, il y a lieu de régler ce niveau de telle manière que l'intensité sonore soit égale à celle d'un champ sonore de référence. Pour déterminer l'égalité des intensités sonores, l'auditeur doit être placé dans un champ sonore de référence comme indiqué au § 6.1.

Pour comparer l'intensité sonore dans les casques avec celle du champ sonore de référence, les signaux sont présentés à l'auditeur alternativement (et non simultanément). Les casques reçoivent un signal de même nature que celui du champ sonore de référence et ils sont réglés sur la même intensité sonore, selon l'appréciation des auditeurs.

Afin de garantir le niveau sonore adéquat dans les casques d'écoute, il faut utiliser la valeur moyenne de toutes les estimations comparatives de l'intensité sonore pour les essais à effectuer.

## 7. Conditions d'écoute

On s'efforcera en général de minimiser l'effet de masque dû au bruit ambiant, notamment pour établir les tolérances relatives à une transmission sonore de haute qualité.

Le niveau moyen du bruit ambiant devra toujours être indiqué. Et lorsque ce bruit est, de toute évidence, susceptible de produire un effet de masque non négligeable, son spectre moyen sera également indiqué.

Par ailleurs, toutes les précautions seront prises pour éviter au maximum que le ou les auditeurs ne soient gênés ou distraits par certains aspects de leur environnement (température, lumière, objets ou personnes en mouvement, etc.).

### 7.1 *Reproduction par haut-parleurs*

Chaque fois que l'écoute est faite à l'aide de haut-parleurs, on doit donner toute précision essentielle concernant les dimensions et le temps de réverbération de la salle, la disposition des auditeurs dans cette salle et la distance qui les sépare du ou des haut-parleurs. *

Le document [CCIR, 1978-82a] décrit les caractéristiques techniques des haut-parleurs utilisés en URSS.

### 7.2 *Reproduction par casques d'écoute*

Chaque fois que l'écoute est faite à l'aide de casques, on doit donner toute précision essentielle concernant la désignation du type de casque.

Il convient de définir les spécifications techniques relatives aux caractéristiques des casques. L'UER a publié un texte qui propose un programme visant à établir une norme internationale applicable aux casques d'écoute de haute qualité [Theile, 1985].

---

* Pour les propriétés acoustiques des salles d'écoute, voir le Rapport 797.

## 8. Evaluation de caractéristiques particulières des équipements*, des programmes, des studios, etc.

### 8.1 *Rapports de protection*

L'évaluation du rapport de protection exige une méthode d'essai légèrement différente. Dans ce cas, la séquence de programme non perturbée de référence doit être telle que la qualité de son reproduit par le récepteur soit appropriée au système de radiodiffusion pour lequel le récepteur est conçu.

### 8.2 *Programmes enregistrés, studios, etc.*

Il n'existe aucune méthode uniforme pour évaluer la qualité des enregistrements. L'OIRT propose, dans [CCIR, 1978-82b], des méthodes de travail, notamment pour les enregistrements destinés à l'échange international de programmes (Recommandations N$^{os}$ 63/1 et 91 de l'OIRT) et, dans [CCIR, 1974-78a], des méthodes d'évaluation des propriétés acoustiques des studios de radiodiffusion et des salles de concert (Recommandation N° 68 de l'OIRT). [CCIR, 1974-78b] contient des renseignements sur les conditions appliquées en URSS pour les évaluations subjectives de haute qualité (conditions d'écoute, choix de la méthode, nombre d'auditeurs et choix de ces auditeurs).

### 8.3 *Applications de l'évaluation subjective de la qualité du son*

Dans des études effectuées en URSS, on a cherché à définir des spécifications pour des essais subjectifs en radiodiffusion [CCIR, 1982-86a]. Les applications de l'évaluation subjective ont été divisées en trois volets:

- enregistrement du son pour l'échange de programmes,
- studios, salles et autres lieux d'écoute,
- équipements.

Ces trois domaines ont encore été subdivisés en groupes qui sont présentés dans un tableau.

Les spécifications de l'évaluation sont fondées sur la pratique internationale, qui trouve son expression dans les textes de l'ISO, de la CEI et de l'OIRT; par exemple, pour le niveau de bruit, l'éclairage, les instructions, la position des haut-parleurs et des auditeurs, etc., dans la Publication 543 de la CEI; pour les protocoles, dans la Recommandation N° 68/1 de l'OIRT [CCIR, 1974-78a].

*Note* – Au cours des discussions qui ont eu lieu lors de la réunion finale de la Commission d'études 10, on a considéré que les travaux en matière d'évaluation subjective des programmes aux fins d'échanges et pour le perfectionnement de la typologie proposée ne pouvaient réussir que s'il existe des définitions uniformes pour les paramètres subjectifs. Pour cette raison, le Programme d'études 50C/10 a été modifié. Il est demandé de présenter de nouvelles contributions en vue d'améliorer le texte de la présente Recommandation.

## 9. Evaluations subjectives des systèmes audio multidimensionnels

Dans [CCIR, 1986-90c], il est indiqué que les méthodes décrites dans la présente Recommandation permettent de mesurer comme il convient les évaluations subjectives des défauts du signal causés par les non-linéarités, le brouillage ou le bruit.

Toutefois dans certains domaines, tels que ceux du son panoramique ou de la télévision à haute définition, le problème à étudier est plus complexe. Les évaluations subjectives sont nécessaires pour concevoir ou choisir un système audio à voies multiples et, dans ce cas, il faut tenir compte de nouveaux facteurs qui vont au-delà de la distorsion dans une voie unique. C'est ainsi qu'il faut tenir compte de la mesure dans laquelle la localisation est possible et de l'efficacité de la reproduction d'un champ sonore multidimensionnel en un point donné. On doit alors disposer de nouvelles méthodes d'évaluation qui vont au-delà de celles actuellement examinées dans la présente Recommandation.

Par exemple, on a examiné dans l'étude de Oghusi (NHK) qui utilise une échelle pluridimensionnelle les attributs suivants:

- largeur de l'image apparente,
- effet panoramique,
- taille apparente de la pièce,
- localisation verticale et horizontale,
- caractère naturel,
- réalisme,
- agrément,
- correspondance entre le son et l'image,
- adaptation de l'image sonore à l'image visuelle.

---

* Dispositifs et appareils tels que compresseurs, compresseurs-extenseurs, enregistreurs, etc.

Les observateurs étaient invités à évaluer un certain nombre de systèmes différents pour ces attributs. On a établi un tableau des dissemblances dans lequel deux axes perceptuels perpendiculaires semblent correspondre au réalisme perçu (lien le plus fort avec le nombre de voies) et la coïncidence entre le son et l'image (lien le plus fort avec l'existence d'une source centrale). Dans le cas étudié par la NKH, le système a été choisi en fonction de la qualité globale et c'est ce critère que le Japon recommande d'adopter en pareils cas [CCIR, 1986-90c, d].

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

THEILE, G. [mars 1985] On the standardisation of the frequency response of high quality studio headphones. 77th AES – Convention, Hamburg, Preprint No. 2207 (D-3).

*Documents du CCIR*

[1974-78]: **a.** 10/26 (OIRT); **b.** 10/311 (URSS).

[1978-82]: **a.** 10/45 (URSS); **b.** 10/35 (OIRT).

[1982-86]: **a.** 10/181(Rév.1) + Corr.1 (URSS).

[1986-90]: **a.** 10/224 (UER); **b.** 10/284 (Italie); **c.** 10/226 (UER); **d.** 10/337 (Japon).

## BIBLIOGRAPHIE

OIRT [1985] Monography No. 3/1: Terms and definitions for the assessment of sound events by means of subjective evaluation of the quality of listening events.

REZVIAKOVA, Z. N. [1982] Predlojenia po provedeniyou soubektivnoï otsenki katchestva zvouka (Proposition sur l'évaluation subjective de la qualité du son). *Radio i televidenie OEPT*, **5**, 17-29.

*Documents du CCIR*

[1970-74]: CMTT/45 (France); 10/202 (Royaume-Uni).

RECOMMANDATION 644-1 *

## CARACTÉRISTIQUES DE QUALITÉ EN AUDIOFRÉQUENCE APPLICABLES A UNE CHAÎNE DE TRANSMISSION RADIOPHONIQUE DE HAUTE QUALITÉ

(1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que les caractéristiques de qualité des circuits radiophoniques internationaux utilisés pour l'échange de programmes sont basées sur un circuit fictif de référence défini dans la Recommandation 502;

*b)* que la qualité d'un circuit radiophonique international réalisable en pratique plus court ou plus long que le circuit fictif de référence peut être déterminée par le calcul suivant les règles énoncées dans la Recommandation 605;

*c)* que la qualité d'une chaîne de transmission radiophonique depuis le bâtiment de radiodiffusion jusqu'à la sortie du récepteur doit donc être basée sur une chaîne de référence;

*d)* que les signaux radiophoniques servant à l'échange international des programmes sont transmis depuis le bâtiment de radiodiffusion jusqu'au centre radiophonique international sur des circuits nationaux qui sont, soit les mêmes, soit du même type que les circuits nationaux qui font partie de la chaîne de transmission radiophonique;

*e)* que la qualité d'une chaîne de transmission radiophonique doit être exprimée par un certain nombre de caractéristiques;

*f)* que, pour permettre la comparaison de la qualité, il faut utiliser des caractéristiques bien définies mesurées au moyen de signaux d'essai;

*g)* que ces caractéristiques et les valeurs qu'elles devraient atteindre (valeurs «cible») doivent se baser sur la perceptibilité des dégradations par l'oreille humaine,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que les caractéristiques d'une chaîne de transmission radiophonique de grande qualité soient basées sur la chaîne de référence décrite à l'Annexe I;

**2.** que la qualité de la chaîne de transmission de référence, depuis la sortie du bâtiment de radiodiffusion jusqu'à la sortie du récepteur, soit exprimée par les caractéristiques énumérées à l'Annexe II;

**3.** que les valeurs limites données dans l'Annexe III soient considérées comme des valeurs «cible» réalistes pour ces caractéristiques;

**4.** qu'en vue de planifier l'ensemble de la chaîne de radiodiffusion depuis la sortie du microphone jusqu'à la sortie du récepteur, on ait recours, à titre indicatif, aux valeurs limites subjectives indiquées pour les caractéristiques de qualité figurant à l'Annexe IV.

## ANNEXE I

### CHAÎNE DE RÉFÉRENCE DE TRANSMISSION RADIOPHONIQUE

La chaîne de référence de transmission radiophonique est représentée, pour les besoins de la présente Recommandation, par la Fig. 1 ci-après dans laquelle A, B et C sont les points de jonction des signaux audiofréquence 0 dBrs, permettant la comparaison de la qualité:

A : jonction entre l'origine du programme (bâtiment de radiodiffusion) et l'ensemble du circuit radiophonique;

A-B : ensemble du circuit radiophonique comprenant les sections suivantes: câble unique, radio, satellite de télécommunication ou fibre optique;

B : jonction entre l'ensemble du circuit radiophonique et l'ensemble d'émission-réception;

B-C : ensemble d'émission-réception comprenant un émetteur de radiodiffusion unique ou un réseau de câble unique et un récepteur de contrôle de haute qualité dans les conditions optimales;

C : jonction du signal audiofréquence à la sortie du récepteur.

---

* Cette Recommandation dérive du Rapport 293 qui a été supprimé; elle doit être portée à l'attention de la CMTT.

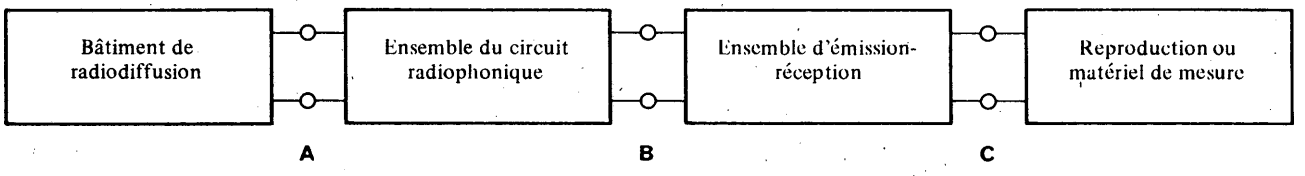



FIGURE 1 – *Chaîne de référence de transmission radiophonique*

L'UER [CCIR, 1986-90] a publié la Recommandation R.50 définissant la polarité des signaux acoustiques, des signaux électriques audio, des signaux audio aux connecteurs, des signaux magnétiques sur bandes audio et vidéo, des signaux audio numériques ainsi que des signaux de pression acoustique pour les haut-parleurs.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1986-90]: 10/313 (UER).

## ANNEXE II

### LISTE DES CARACTÉRISTIQUES DE QUALITÉ DU SON

Les caractéristiques de qualité son énumérées ci-après sont celles que l'on considère comme les plus importantes dans un environnement analogique. Certaines caractéristiques sont également appropriées pour les connexions qui comprennent des systèmes numériques mais il convient d'en spécifier quelques autres pour les essais de ces systèmes numériques. *

Il faut utiliser le «niveau de mesure» pour tous les signaux d'essai (voir la Recommandation 645) à moins qu'il en soit spécifié autrement. Pour la stéréophonie, les mesures doivent être effectuées dans les deux voies A et B.

**1. Largeur de bande nominale**

Bande de fréquence effectivement transmise (pour les deux voies A et B, dans le cas de stéréophonie).

**2. Réponse amplitude/fréquence**

La réponse doit être exprimée par rapport au niveau du signal à la fréquence de référence 1 kHz.

**3. Variation du temps de propagation de groupe**

On devra exprimer les résultats des mesures effectuées dans toute la largeur de bande nominale, par rapport à la valeur minimale du temps de propagation de groupe.

**4. Distorsion de non-linéarité** **

La distorsion harmonique totale (DHT) peut être mesurée au moyen d'un signal d'essai à signal unique de niveau +9 dBu0s et à des fréquences situées dans la bande 40 Hz-1 kHz; le résultat s'exprime comme valeur de «séparation» (c'est-à-dire: différence de niveau entre le signal d'essai et ses harmoniques, exprimée en dB).

---

* Les administrations sont priées d'étudier les caractéristiques de qualité et les méthodes d'essai pour les systèmes numériques, et de contribuer aux travaux du CCIR effectués au titre du Programme d'études 51B/10. Le Rapport 1070 est également pertinent.

** Les administrations sont invitées à étudier ces méthodes de mesure de la distorsion ainsi que d'autres méthodes possibles et à soumettre leurs conclusions au CCIR au titre du Programme d'études 50E/10.

On peut aussi mesurer la distorsion au moyen de la méthode de la distorsion totale avec fréquence-différence (DTFD) [Thiele, 1975]. Il s'agit d'un essai d'intermodulation où le signal d'essai comprend deux signaux à des fréquences choisies de telle sorte que les produits d'intermodulation du deuxième et du troisième ordres (un de chaque) soient sur des fréquences proches et puissent être mesurés ensemble au moyen d'un appareil de mesure à filtre sélectif. Des essais effectués au Royaume-Uni [CCIR, 1986-90a] ont montré que la méthode DTFD est moins sensible au bruit que la méthode DHT et ne contraint pas à utiliser des signaux d'essai à des fréquences inférieures à 5 kHz. Cela peut être important quand on a à étudier des liaisons préaccentuées, mais il faut veiller à éviter le risque de surcharge dû à la préaccentuation.

La méthode DTFD est décrite à l'Annexe V.

Il convient de limiter la durée de transmission des signaux d'essai conformément aux Recommandations pertinentes du CCITT dans la série N.

## 5. Erreur sur la fréquence restituée

L'erreur sur la fréquence restituée ne doit pas dépasser les valeurs de l'Annexe III pour les voies individuelles.

Dans le cas de la stéréophonie, on ne tolère aucun écart de fréquence différentielle entre les voies A et B.

Une méthode de mesure précise est décrite dans les références bibliographiques [Thiele et Bonner, 1985].

## 6. Erreur dans la réponse amplitude/amplitude

On applique un signal à 1 kHz à l'entrée de la chaîne de transmission à des niveaux de +9 dBu0s et de −31 dBu0s alternativement. Il faut mesurer les niveaux de sortie correspondants et la différence de niveau doit se maintenir dans les limites figurant à l'Annexe III.

Le temps pendant lequel on transmet ce signal est limité conformément aux Recommandations appropriées de la série N du CCITT.

## 7. Stabilité de niveau

La différence de niveau correspondant à un signal de référence constant, au niveau de mesure, appliqué à l'entrée de la chaîne de transmission, doit être déterminée par rapport à son niveau nominal pendant une période de 24 heures. Cette différence peut varier au cours de cette période et peut comprendre une erreur de réglage constante.

Pour la stéréophonie, il faut déterminer la stabilité du niveau à la fois pour les deux voies A et B.

## 8. Bruit (et brouillage par fréquence unique)

On mesure le niveau de tension de bruit pondéré (et, le cas échéant, le niveau de la tension de brouillage par fréquence unique) conformément aux prescriptions de la Recommandation 468. Le rapport signal maximal permis/bruit (pondéré), (SMP/N exprimé en dB), est égal à la différence entre le niveau du signal maximal permis (SMP) et le niveau du bruit pondéré.

- Bruit de la voie au repos.
- Bruit à modulation radiophonique mesuré au moyen d'un signal d'essai sinusoïdal à 60 Hz appliqué à l'entrée de la chaîne de transmission à des niveaux de +9 dBu0s et de −31 dBu0s. La fréquence fondamentale et les harmoniques d'ordre inférieur sont supprimés à l'entrée de l'appareil de mesure par un filtre passe-haut dont la fréquence de coupure est comprise entre 200 et 400 Hz. L'affaiblissement d'insertion du filtre doit être d'au moins 56 dB à 60 Hz, compte tenu de l'affaiblissement du filtre de pondération (24 dB à cette fréquence).

  Le temps pendant lequel on émet ce signal doit être limité conformément aux Recommandations appropriées de la série N du CCITT.
- Si cela est nécessaire, il faut mesurer sélectivement le brouillage par fréquence unique aux fréquences auxquelles on a détecté ces fréquences ou auxquelles on peut s'attendre à les détecter. Il faut effectuer la mesure en utilisant un filtre passe-bande (dont l'affaiblissement d'insertion est de 0 dB dans la bande passante) conjointement avec l'appareil de mesure de bruit décrit dans la Recommandation 468, ou en utilisant un analyseur de spectre et en corrigeant le niveau mesuré au moyen du facteur de pondération correspondant.

## 9. Modulation perturbatrice par l'alimentation en énergie

C'est le rapport d'un signal d'essai sinusoïdal de fréquence 1 kHz à la composante latérale indésirable la plus intense résultant de la modulation de ce signal d'essai causée par des perturbations provenant de l'alimentation en énergie par le secteur à courant alternatif (à 50 ou 60 Hz).

## 10. Stéréophonie: différence de niveau entre les voies A et B

La différence de niveau entre les sorties A et B de la chaîne de transmission doit être mesurée avec le même signal sinusoïdal appliqué simultanément aux entrées des deux voies.

## 11. Stéréophonie: différence de phase entre les voies A et B

La différence de phase entre les sorties A et B de la chaîne de transmission doit être mesurée avec le même signal d'essai sinusoïdal appliqué simultanément aux entrées des deux voies.

Il est recommandé de conserver la polarité des signaux sonores [CCIR, 1986-90b].

## 12. Stéréophonie: diaphonie entre les voies A et B

– *Diaphonie linéaire*

On applique un signal d'essai sinusoïdal tour à tour à chaque voie et on mesure sélectivement le niveau du signal dans l'autre voie. L'affaiblissement diaphonique (exprimé en dB) est la différence entre les niveaux du signal dans chacune des deux voies.

– *Diaphonie non linéaire*

Le signal d'essai classique simulant des signaux radiophoniques (spécifié dans la Recommandation 571) est appliqué tour à tour à chacune des voies. Si l'autre voie est influencée par la diaphonie non linéaire, on peut observer une augmentation du niveau du bruit pondéré.

La tension majorée du bruit $N_s$ est constituée de la somme des deux éléments contribuant au bruit, à savoir le bruit $N_0$ de la voie au repos et le bruit apporté par diaphonie non linéaire $N_{cT}$. Cette dernière tension se calcule à l'aide de la formule:

$$N_{cT} = \sqrt{(N_s)^2 - (N_0)^2}$$

La diaphonie non linéaire est exprimée comme le rapport du signal maximal permis à ce niveau de diaphonie non linéaire (c'est-à-dire, $SMP/N_{cT}$).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

THIELE, A. N. [septembre 1975] Measurement of non-linear distortion in a band-limited system. IREECON International Convention Digest, 480-482, Sydney, Australie.

THIELE, A. N. et BONNER, D. J. [septembre-octobre 1985] Measuring reconstituted frequency error in f.d.m. sound-programme circuits. IREECON International Convention Digest, 684-686, Melbourne, Australie.

*Documents du CCIR*

[CCIR, 1982-86]: **a.** 10/213 (Suède); **b.** 10/224 (France).

[1986-90]: **a.** 10/236 (Royaume-Uni); **b.** 10/313 (UER).

# ANNEXE III

TABLEAU I – *Valeurs «cible» réalistes pour les caractéristiques d'une chaîne de transmission radiophonique de référence*

| Caractéristiques (pour les détails, voir l'Annexe II) | Signal d'essai | | Ensemble du circuit radiophonique (A-B) (1) | Ensemble d'émission-réception (B-C) (1) | Ensemble de la chaîne de référence (A-C) (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fréquence | Niveau | | | |
| Largeur de bande nominale (voir le § 1) | – | – | 40 Hz-15 kHz | 40 Hz-15 kHz | 40 Hz-15 kHz |
| Réponse amplitude/fréquence (voir le § 2) | 40 Hz -125 Hz<br>125 Hz - 10 kHz<br>10 kHz- 14 kHz<br>14 kHz- 15 kHz | –12 dBu0s | +0,2/–1,0 dB<br>+0,2/–0,2 dB<br>+0,2/–1,0 dB<br>+0,2/–1,4 dB | +0,4/–1,5 dB<br>+0,4/–0,4 dB<br>+0,4/–1,5 dB<br>+0,4/–2,3 dB | +0,5/–2,0 dB<br>+0,5/–0,5 dB<br>+0,5/–2,0 dB<br>+0,5/–3,0 dB |
| Variation du temps de propagation de groupe (voir le § 3) | 40 Hz<br>15 kHz | –12 dBu0s | 18 ms<br>4 ms | 37 ms<br>8 ms | 55 ms<br>12 ms |
| Distorsion harmonique totale (voir le § 4) | 40 Hz -125 Hz<br>125 Hz - 1 kHz | +9 dBu0s | –46 dB<br>–52 dB | –42 dB<br>–48 dB | –40 dB<br>–46 dB |
| Erreur sur la fréquence restituée (voir le § 5) | quelconque | –12 dBu0s | 0,2 Hz | 0 | 0,2 Hz |
| Erreur dans la réponse amplitude/amplitude (voir le § 6) | 1 kHz | +9 dBu0s<br>–31 dBu0s | 0,4 dB | 0,8 dB | 1,0 dB |
| Stabilité du niveau (pendant une période de 24 heures) (voir le § 7) | 1 kHz | –12 dBu0s | 0,6 dB | 0,8 dB | 1,0 dB |
| Bruit et brouillage par fréquence unique: | | | | | |
| – bruit de la voie au repos | – | – | 53 dB | 56 dB | 51 dB |
| – bruit à modulation radiophonique | 60 Hz | –31 dBu0s | 53 dB | 56 dB | 51 dB |
| – bruit à modulation radiophonique | 60 Hz | +9 dBu0s | 43 dB | 46 dB | 41 dB |
| – fréquence unique (voir le § 8) | – | – | 73 dB | 76 dB | 71 dB |
| Modulation perturbatrice par l'alimentation en énergie (voir le § 9) | 1 kHz | 0 dBu0s | 51 dB | 47 dB | 45 dB |
| Différence de niveau entre les voies A et B (voir le § 10) | 40 Hz -125 Hz<br>125 Hz - 10 kHz<br>10 kHz- 14 kHz<br>14 kHz- 15 kHz | –12 dBu0s | 1,0 dB<br>0,5 dB<br>1,0 dB<br>2,0 dB | 1,0 dB<br>0,5 dB<br>0,5 dB<br>1,0 dB | 1,5 dB<br>1,0 dB<br>1,5 dB<br>2,5 dB |
| Différence de phase entre les voies A et B (voir le § 11) | 40 Hz<br>40 Hz -125 Hz<br>125 Hz - 10 kHz<br>10 kHz- 15 kHz<br>15 kHz | –12 dBu0s | 15°<br>(2)<br>10°<br>(2)<br>15° | 10°<br>(2)<br>8°<br>(2)<br>10° | 20°<br>(2)<br>15°<br>(2)<br>25° |
| Diaphonie entre les voies A et B: | | | | | |
| – diaphonie linéaire | 40 Hz<br>40 Hz -300 Hz<br>300 Hz - 4 kHz<br>4 kHz- 15 kHz<br>15 kHz | 0 dBu0s | 46 dB<br>(2)<br>56 dB<br>(2)<br>46 dB | 22 dB<br>(2)<br><br>(2)<br>26 dB | 21 dB<br>(2)<br>35 dB<br>(2)<br>25 dB |
| – diaphonie non linéaire (voir le § 12) | Signal simulant les signaux radiophoniques (Recommandation 571) | | 60 dB | (3) | (3) |

(1) Les valeurs données pour les sections A-B et B-C et pour l'ensemble de la chaîne de transmission (A-C) sont souhaitables, et il faut en tenir compte lors de la conception des nouveaux réseaux de radiodiffusion nationaux.

(2) Les valeurs à l'intérieur de cette gamme sont obtenues par interpolation linéaire entre les valeurs pour les gammes adjacentes, sur un graphique à échelle de fréquences logarithmique.

(3) Les administrations sont priées de proposer des valeurs «cible».

## ANNEXE IV

Les valeurs limites subjectives sont définies par le seuil de discrimination établi à l'aide d'expériences statistiques subjectives dans des conditions d'audition idéale. Ces valeurs ont été obtenues à la suite des études réalisées par des membres du CCIR ou sont extraites de la documentation internationale.

TABLEAU II – *Valeurs limites subjectives*

| Caractéristique | Fréquence des signaux d'essai | Valeur limite subjective |
|---|---|---|
| Réponse amplitude/fréquence (voir le § 2 de l'Annexe II) | 40 Hz -125 Hz<br>125 Hz - 10 kHz<br>10 Hz - 14 kHz<br>14 kHz- 15 kHz | ±1,0 dB<br>±0,5 dB<br>±1,0 dB<br>±2,0 dB |
| Variation du temps de propagation de groupe (voir le § 3 de l'Annexe II) | 40 Hz-15 kHz | voir la Note 1 |
| Distorsion de non-linéarité (voir le § 4 de l'Annexe II) | 40 Hz-1 kHz | –52 dB<br>voir la Note 2 |
| Erreur sur la fréquence restituée (voir le § 5 de l'Annexe II) | quelconque | 0,25 Hz |
| Erreur dans la réponse amplitude/amplitude (voir le § 6 de l'Annexe II) | 1 kHz | voir la Note 1 |
| Stabilité du niveau (pendant une période de 24 heures) (voir le § 7 de l'Annexe II) | | 1 dB<br>voir la Note 3 |
| Bruit et brouillage par fréquence unique:<br>– conditions de la voie au repos<br>– niveau du signal d'essai: +9 dBu0s<br>– niveau du signal d'essai: –31 dBu0s<br>– brouillage par fréquence unique (voir le § 8 de l'Annexe II) | <br>–<br>60 Hz<br>60 Hz<br>– | <br>70 dB<br>voir la Note 1<br>voir la Note 1<br>80 dB |
| Modulation perturbatrice par l'alimentation en énergie (voir le § 9 de l'Annexe II) | | voir la Note 1 |
| Différence de niveau entre les voies A et B (voir le § 10 de l'Annexe II) | 40 Hz -125 Hz<br>125 Hz - 10 kHz<br>10 kHz- 14 kHz<br>14 kHz- 15 kHz | 2,0 dB<br>0,5 dB<br>1,5 dB<br>2,0 dB |
| Différence de phase entre les voies A et B (voir la Note 4) (voir le § 11 de l'Annexe II) | 40 Hz<br>40 Hz -125 Hz<br>125 Hz - 10 kHz<br>10 kHz- 15 kHz<br>15 kHz | 45°<br>voir la Note 5<br>30°<br>voir la Note 5<br>90° |
| Diaphonie entre les voies A et B<br>– Diaphonie linéaire<br><br><br><br><br>– Diaphonie non linéaire<br><br>(voir le § 12 de l'Annexe II) | <br>40 Hz<br>40 Hz -300 Hz<br>300 Hz - 4 kHz<br>4 kHz- 15 kHz<br>15 kHz<br>Signal simulant les signaux radiophoniques (Recommandation 571) | <br>15 dB<br>voir la Note 5<br>20 dB<br>voir la Note 5<br>15 dB<br>voir la Note 1 |

*Note 1.* – Les administrations sont invitées à indiquer des valeurs pour la limite subjective de cette caractéristique.

*Note 2.* – La valeur indiquée suppose que la distorsion est due essentiellement aux deuxième et troisième harmoniques.

*Note 3.* – Une variation de 1 dB n'est perceptible que s'il s'agit d'une variation brusque.

*Note 4.* – Les tolérances indiquées pour les différences de phase entre les voies A et B sont valables pour l'écoute stéréophonique; elles provoquent des variations inacceptables de la réponse amplitude/fréquence du signal monophonique (A + B). Les caractéristiques du signal monophonique imposent dès lors une exigence plus stricte sur la différence de phase entre les voies A et B et il en est tenu compte dans le Tableau de l'Annexe III.

*Note 5.* – Les valeurs à l'intérieur de cette gamme sont obtenues par interpolation linéaire entre les valeurs pour les gammes adjacentes, sur un graphique à échelle de fréquences logarithmique.

BIBLIOGRAPHIE

HOEG, W. [1968] Beitrag zur Festlegung zulässiger Globalwerte für die Übersprechdämpfung stereophoner Übertragungssysteme (Détermination des valeurs globales admissibles de l'affaiblissement diaphonique dans les systèmes de transmission stéréophoniques). *Techn. Mitt. RFZ.* Vol. 12, **4**, 114-117.

OELMANN, J. [1983] Zur erforderlichen Übersprechdämpfung im Zweikanalton-Fernsehen (Affaiblissement diaphonique nécessaire en télévision à deux voies son), *Techn. Ber.*, B 53-83, IRT.

PLENGE, G., JAKUBOWSKI, H. et SCHÖNE, P. [1980] Which bandwidth is necessary for optimal sound transmission? *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 28, **3**, 114-120.

SPIKOFSKI, G. [mars 1985] Signal-to-noise ratio requirement for digital transmission systems, 77th AES Convention, Preprint No. 2196 (G-4).

STEFFEN, E. [1972] Untersuchungen zur Geräuschspannungsmessung (Etudes sur les mesures du bruit). *Techn. Mitt. RFZ.* Vol. 16, **3**, 81-84.

STOLL, G. [12-14 novembre 1985] Experimente zur Hörbarkeit von Aliasing-Verzerrungen (Expériences sur la perceptibilité des distorsions en repliement du spectre), Proceedings of the Convention of NTG, Mannheim, Allemagne (République fédérale d').

# ANNEXE V

## MÉTHODES SPÉCIALES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES DE QUALITÉ EN AUDIOFRÉQUENCE

### 1. **Mesure de la distorsion de non-linéarité aux fréquences élevées dans les circuits pour signaux préaccentués** [CCIR, 1986-90a]

#### 1.1 *Introduction*

La distorsion de non-linéarité dans les circuits radiophoniques est le plus souvent mesurée par la méthode de distorsion harmonique totale (DHT), dans laquelle un signal sinusoïdal pur est envoyé dans le circuit en guise de signal d'essai. A la sortie, le signal sinusoïdal pur est éliminé du signal à l'aide d'un filtre, soit du type passe-haut, soit du type passe-bande, et les signaux restants donnent la DHT, leur amplitude étant exprimée par rapport à celle du signal de sortie complet.

Etant donné que la distorsion de non-linéarité est généralement la plus forte aux niveaux les plus élevés dans le circuit, on la mesure le plus souvent au niveau maximal que le circuit est capable de supporter, ou à proximité de ce niveau. C'est ce que l'on appelle habituellement, en radiodiffusion, le niveau maximal permis (NMP), à savoir +9 dBu0s.

Si la fréquence du signal d'essai est égale à plus d'un tiers de la fréquence limite de bande, par exemple si, dans un circuit à 15 kHz, le signal d'essai est supérieur à 5 kHz, toute composante de troisième harmonique produite dans le circuit sera incapable d'atteindre la sortie, et l'essai DHT sera sans valeur.

En conséquence, la non-linéarité dans la demi-décade supérieure d'un circuit à largeur de bande limitée, par exemple entre 5 kHz et 15 kHz dans un circuit à 15 kHz, ne peut être mesurée que par une méthode de mesure d'intermodulation dans laquelle deux signaux à des fréquences $f_1$ et $f_2$ sont mélangés pour produire le signal d'essai, et où les principaux produits d'intermodulation dans la bande, à des fréquences $f_2 - f_1$ pour la distorsion d'ordre pair et $2f_1 - f_2$ pour la distorsion d'ordre impair, sont mesurés et additionnés en valeurs quadratiques moyennes pour donner la mesure de la non-linéarité du circuit.

Cet essai mesure en fait les produits d'intermodulation ou de «battements». Il convient de noter que ce sont les produits non harmoniques non essentiels qui causent la majeure partie, sinon la totalité, de la dégradation subjective de la qualité du son due à la non-linéarité, et non les harmoniques qui tendent au contraire à ajouter de la «brillance» au son.

L'utilisation de la préaccentuation des fréquences élevées aux fins de réduction du bruit accroît la fréquence d'apparition et la gravité de cette distorsion et une méthode de mesure de cette distorsion est manifestement essentielle.

#### 1.2 *Méthode de mesure*

Parmi les différentes méthodes proposées pour mesurer l'intermodulation, la préférée est celle dans laquelle les deux fréquences d'essai $f_1$ et $f_2$ équivalent à $2f_0$ et $3f_0 + \Delta$, où $\Delta$ est petit [Thiele, 1983]. Dans ce cas, les produits principaux d'intermodulation dans la bande sont $f_0 + \Delta$ et $f_0 - \Delta$ pour les non-linéarités d'ordre pair et d'ordre impair respectivement. Ces produits sont mesurés ensemble après passage dans un filtre passe-bande centré sur $f_0$, et de bande passante étroite $\pm \Delta$, c'est-à-dire de largeur de bande $2\Delta$. Le filtre élimine les signaux d'essai initiaux ainsi que la majeure partie du bruit dans la bande, ce qui permet d'effectuer la mesure à des niveaux inférieurs de plus de 10 dB au bruit à large bande dans le circuit.

Les fréquences d'essai doivent être aussi élevées que possible dans la bande, mais pas au point de risquer un affaiblissement des composantes de fréquence élevée dû à la réduction de la réponse à proximité de la limite de la bande, qui pourrait affecter la précision de la mesure de non-linéarité. Dans l'essai adopté dans le projet de révision de la Publication 268 de la CEI «Equipement pour systèmes électroacoustiques, Troisième partie: Amplificateurs», les deux fréquences d'essai sont 8000 Hz et 11 950 Hz. Dans cette configuration, $f_0$ est égal à 4000 Hz et $\Delta$ à $-50$ Hz. C'est ce que montre de manière schématique la Fig. 2.

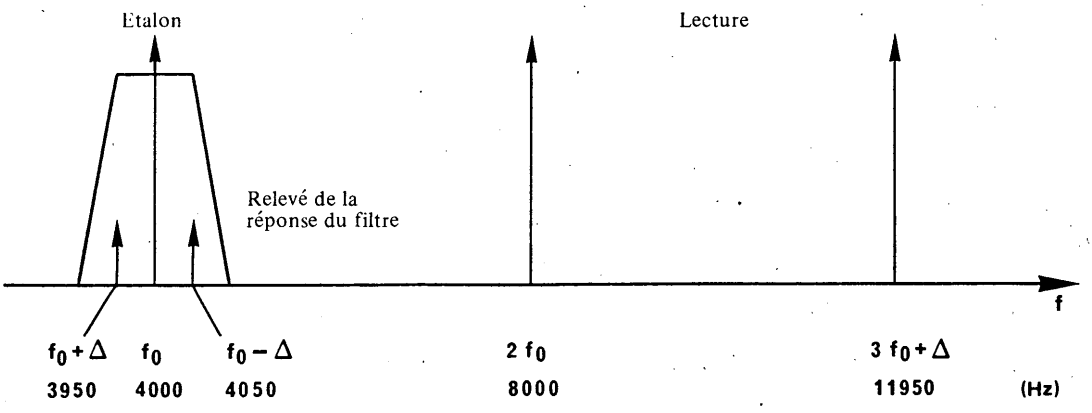



FIGURE 2 – *Fréquences des signaux d'essai et produits de distorsion dans la bande*

Dans la méthode décrite ci-dessus, les amplitudes des deux signaux d'essai à $2f_0$ et $3f_0 + \Delta$ sont égales. L'amplitude de crête d'un mélange de deux signaux d'amplitude égale, dont les fréquences ne sont pas dans un rapport entier petit, équivaut au double de l'amplitude de crête de chaque signal. Ainsi, pour tester le circuit à une amplitude de crête égale à celle d'une onde sinusoïdale unique à +9 dBu0s (NMP), l'amplitude de chaque signal doit être de +3 dBu0s. La puissance de ce signal somme vaut le double de celle des signaux individuels, c'est-à-dire qu'elle est égale à une seule onde sinusoïdale de +6 dBu0s dans le cas qui précède. Il faut toutefois souligner que la limitation du niveau que l'on peut appliquer à un circuit de programme concerne toujours l'amplitude de crête, c'est-à-dire la tension de crête, le courant de crête, l'excursion de crête, etc., qui vaut deux fois l'amplitude de chaque signal, ce qui veut dire qu'elle est supérieure de 6 dB.

La valeur efficace de la somme des produits d'intermodulation dans la bande, après passage dans un filtre passe-bande, est exprimée par rapport à la valeur efficace de l'UN des signaux composants (signaux sinusoïdaux) du signal d'essai, c'est-à-dire dans le cas susmentionné, une onde sinusoïdale unique à +3 dBu0s; ce rapport a une valeur numériquement très similaire à celle obtenue à partir d'une mesure DHT du même mécanisme non linéaire, de sorte que les techniciens plus familiers de l'ancienne méthode peuvent facilement l'évaluer. L'amplitude du signal d'essai à la sortie peut être mesurée directement à l'aide d'un instrument de mesure de la valeur quadratique vraie et en utilisant un niveau inférieur de 3 dB comme niveau de référence. Cette méthode est uniquement valable lorsque l'amplitude du niveau doit être établie avec un instrument de mesure dont le dispositif indicateur donne la valeur quadratique moyenne.

### 1.3 *Nécessité d'un signal étalon*

Cependant, il est important que les signaux acheminés sur des circuits de transmission radiophonique soient contrôlés avec les appareils de mesure usuellement employés pour les mesures de niveau dans les studios de radiodiffusion. Ceux-ci ne donnent pas la valeur efficace vraie. Le vumètre, qui lit des moyennes, comme l'indicateur de crête (PPM), qui lit des quasi-crêtes, sont étalonnés à l'aide d'un signal sinusoïdal et devraient donc être suffisamment précis pour la lecture de niveaux de signaux sinusoïdaux uniques. Ils ne permettent cependant pas la lecture de valeurs efficaces vraies ou de crêtes vraies pour d'autres types de signaux, notamment le signal d'essai à deux signaux. On peut cependant déduire le niveau de celui-ci avec précision d'après la lecture de ces instruments en envoyant d'abord, avant le signal d'essai principal, un signal étalon sinusoïdal unique dont le niveau est normalisé par rapport à celui du signal d'essai à deux signaux.

Le signal sinusoïdal étalon est à une fréquence $f_0$, par exemple 4 kHz lorsque $2f_0$ est égal à 8 kHz. Si son niveau est de +3 dBu0s, il peut être utilisé directement pour étalonner le niveau de référence pour les mesures de distorsion. Toutefois, un signal au niveau d'alignement, 0 dBu0s, est mieux approprié, premièrement pour la lecteur sur des vumètres et deuxièmement pour tester des circuits avec préaccentuation aux fréquences élevées, comme indiqué au Tableau III. Comme le signal est sinusoïdal, il peut être lu avec précision par des vumètres standard, et avec la fréquence $f_0$, il passe directement à travers le filtre passe-bande utilisé pour la mesure de la distorsion et fournit ainsi un moyen de vérifier l'étalonnage de l'instrument de lecture de la distorsion.

1.4 *Mesure dans des circuits avec préaccentuation*

La méthode à deux signaux, mesurant la distorsion totale avec fréquence-différence (DTFD), est supérieure à la méthode DTH pour des mesures à toutes les fréquences, mais aux fréquences élevées, c'est la seule qui soit efficace. Jusqu'à présent, on a supposé que la voie de transmission avait une réponse uniforme en amplitude et que ses possibilités en amplitude de crête étaient les mêmes à toutes les fréquences.

Toutefois, en radiodiffusion, une telle particularité ne se rencontre que dans les amplificateurs et le matériel numérique de qualité studio. Dans presque toutes les autres opérations de traitement des signaux, en enregistrement, transmission et émission MF, les fréquences élevées subissent une préaccentuation normalisée avant le traitement principal des signaux. A la sortie, le signal est désaccentué de manière complémentaire. Le but est de diminuer à la sortie, l'effet du bruit aux fréquences élevées, en partant de l'hypothèse implicite que les programmes comportent rarement des composantes à haute fréquence au voisinage des possibilités en crête du circuit. Bien que cette hypothèse puisse ne pas être valable pour certains types de programmes qui ont déjà subi une préaccentuation, spécialement certains programmes utilisés aujourd'hui, la préaccentuation est une pratique utilisée depuis longtemps par les radiodiffuseurs.

Un circuit de transmission est testé de manière classique en introduisant un signal d'essai dans ce circuit en un point où la réponse de fréquence est plate, c'est-à-dire avant toute préaccentuation. A nouveau, le résultat est lu de manière conventionnelle en un point où la réponse de fréquence est également plate, c'est-à-dire après la désaccentuation. Ainsi, tout signal d'essai introduit à l'entrée du circuit atteint le principal trajet de transmission sous une forme préaccentuée. En conséquence, un signal à hautes fréquences déjà optimalisé pour charger complètement un circuit à réponse plate, surchargera gravement le trajet pour signaux préaccentués.

Par exemple, si le signal d'essai de la CEI, composé d'un mélange de deux signaux à 8000 Hz et à 11 950 Hz, chacun à +3 dBu0s, est envoyé à travers un circuit préaccentué selon la Recommandation J.17 du CCITT avec une perte de 6,50 dB à 800 Hz, son niveau de crête, identique au départ à celui d'une sinusoïde unique à +9 dBu0s, augmentera après préaccentuation pour atteindre une valeur équivalente à +14,89 dBu0s. Cette valeur se situe à 2,89 dB au-dessous du point de surcharge de +12 dBu0s spécifié pour les méthodes de codages numériques CCIR A1, A2, A3 et A4, et seulement à 0,11 dB en dessous du point de surcharge de +15 dBu0s pour la méthode B5 (voir le Rapport 647).

Cependant, si un tel signal, optimalisé pour tester un trajet à réponse plate, est d'abord désaccentué selon la même caractéristique avant d'être appliqué à l'entrée, il atteindra le trajet pour signaux préaccentués exactement sous la même forme, et le testera exactement sous la même façon qu'il l'aurait fait dans des conditions de non-accentuation sur un trajet à réponse plate. Cette désaccentuation ne nécessite pas de faire appel à un réseau sélectif. Etant donné que le signal n'est composé que de deux signaux composants aux fréquences $2f_0$ et $3f_0 + \Delta$, le même effet est obtenu tout aussi bien en affaiblissant chacun d'eux au moyen d'une désaccentuation appropriée à l'intérieur du générateur avant de les mélanger et de les introduire à l'entrée. A la sortie, l'amplitude des produits d'intermodulation est comparée au niveau de référence, dont la valeur est inférieure de 3 dB à la valeur efficace de la somme des deux signaux d'essai. Il convient de noter qu'aucune préaccentuation complémentaire n'est nécessaire avant la lecture du signal de sortie. Le rapport distorsion/signal total est mesuré tel qu'il apparaît à la sortie.

Dans la méthode permettant de contrôler le niveau du signal à l'aide d'appareils de mesure du niveau de radiodiffusion utilisant un signal d'étalonnage à $f_0$, c'est-à-dire proche de 4 kHz, le niveau de la somme des signaux d'essai, après désaccentuation à la sortie, est déduit de l'amplitude du signal étalon. On évalue la différence entre ce niveau et la moyenne des puissances des signaux d'essai (voir au Tableau III la ligne «moyenne efficace 8 kHz + 12 kHz»). L'amplitude des produits d'intermodulation est ensuite ajustée en fonction de cette valeur et lue par rapport au niveau d'étalonnage. Dans ce cas, on applique un affaiblissement de 3 dB aux produits de distorsion pour une réponse plate, et on utilise différents gains pour les diverses normes de préaccentuation. On trouvera à la Fig. 3 une présentation schématique de l'équipement.

Le Tableau III montre les niveaux pour les diverses parties du circuit. Il suppose que, bien qu'il n'y ait pas de produits d'intermodulation ($-\infty$ dBu0s) dans le signal d'essai d'entrée, des produits d'intermodulation de même niveau, pris arbitrairement aux fins d'exemple à −37 dBu0s, sont produits dans chaque type de trajet pour signaux préaccentués, quand les niveaux du signal d'essai sont identiques. Cela montre comment, avec une préaccentuation croissante, le même rapport d'intermodulation à haute fréquence dans le trajet pour signaux préaccentués produit un rapport plus important des produits de distorsion dans la bande à la sortie désaccentuée.

1.5 *Utilisation avec différentes caractéristiques de préaccentation*

Bien que les fréquences des signaux d'essai dans les exemples donnés ici soient celles recommandées dans la Partie 3 de la Publication 268 de la CEI, à savoir $2f_0$ à 8000 Hz et $3f_0 + \Delta$ à 11 950 Hz, des ensembles de fréquences légèrement différents sont utilisés pour les différentes normes de préaccentuation utilisées en radiodiffusion. La Fig. 4 montre schématiquement comment chaque ensemble de fréquences est décalé par rapport à l'ensemble voisin. Un rapport de décalage d'environ 1,03 est suffisant pour faire en sorte que les signaux pour une norme de préaccentuation, avec ses réglages spécifiques de niveau et de gain, ne puissent être reçus par erreur dans un équipement prévu pour recevoir une autre norme nécessitant des réglages différents. Les bandes passantes des filtres de lecture étant chacune d'environ ±1% autour de $f_0$, tout signal d'étalonnage provenant d'une voie voisine sera affaibli d'au moins 30 dB. Cette méthode permet d'alerter l'opérateur à la réception si ses réglages ne sont pas adaptés au signal entrant, et empêche pratiquement toute mesure si la caractéristique de préaccentuation choisie n'est pas la bonne.

TABLEAU III – *Niveaux de signaux, réglages de gain et valeurs relatives pour les mesures d'intermodulation*

| Type de préaccentuation | | Réponse linéaire | J.17 | 50 µs/15 µs | 50 µs |
|---|---|---|---|---|---|
| *Niveau d'entrée (dBu0s) avant préaccentuation* | | | | | |
| étalonnage | 4 kHz | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| composante $f_1$ | 8 kHz | +3,0 | −2,6 | −3,7 | −5,6 |
| composante $f_2$ | ≈ 12 kHz | +3,0 | −3,1 | −5,2 | −8,8 |
| distorsion | ≈ 4 kHz | −∞ | −∞ | −∞ | −∞ |
| *Niveau (dBu0s) dans le trajet pour signaux préaccentués* | | | | | |
| étalonnage | 4 kHz | 0,0 | +3,5 | +3,5 | +4,1 |
| composante $f_1$ | 8 kHz | +3,0 | +3,0 | +3,0 | +3,0 |
| composante $f_2$ | ≈ 12 kHz | +3,0 | +3,0 | +3,0 | +3,0 |
| distorsion | ≈ 4 kHz | −37,0 | −37,0 | −37,0 | −37,0 |
| *Niveau de sortie (dBu0s) après désaccentuation* | | | | | |
| étalonnage | 4 kHz | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| composante $f_1$ | 8 kHz | +3,0 | −2,6 | −3,7 | −5,6 |
| composante $f_2$ | ≈ 12 kHz | +3,0 | −3,1 | −5,2 | −8,8 |
| moyenne efficace | 8 kHz + 12 kHz | +3,0 | −2,8 | −4,4 | −6,9 |
| distorsion | ≈ 4 kHz | −37,0 | −40,5 | −40,5 | −41,1 |
| *Taux de distorsion (dB)* | | −40,0 | −37,7 | −36,1 | −34,2 |

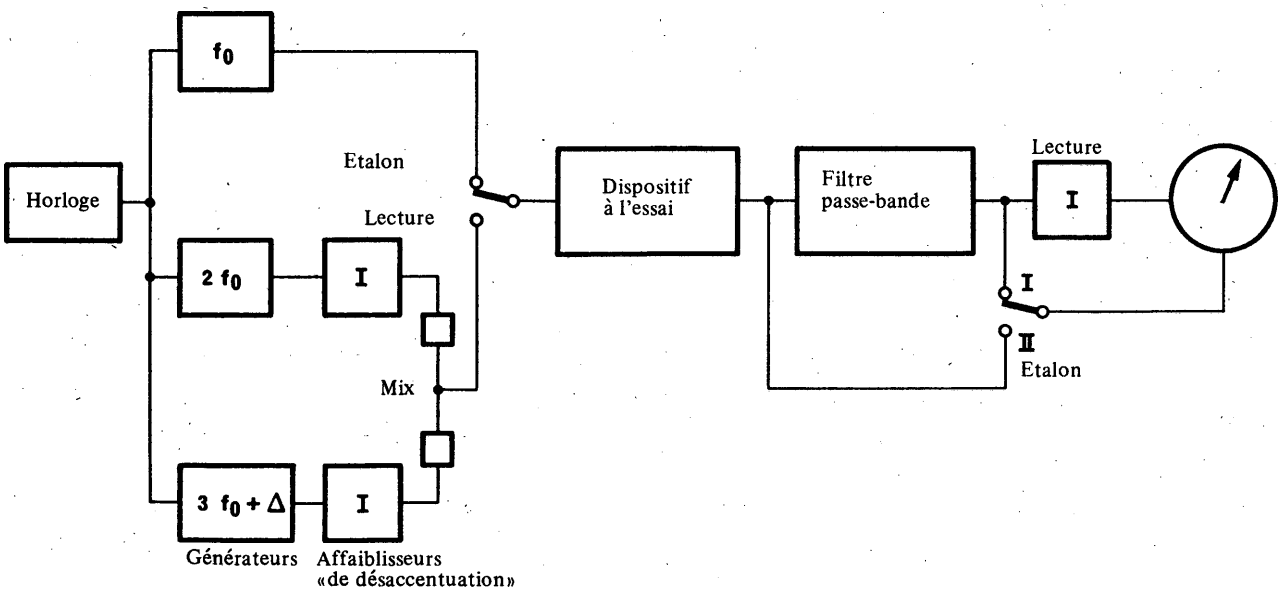



FIGURE 3 – *Schéma de principe de l'équipement de mesure*

**Dans le mode I, les signaux «étalon» et «lecture» sont envoyés séquentiellement.**

**Dans le mode II, seul le signal «lecture» (deux signaux) est envoyé. Les fréquences du générateur, les affaiblissements et les filtres passe-bande changent avec la préaccentuation.**

On prévoit que les caractéristiques à réponse plate ou J.17 seront utilisées pour les essais des chaînes de transmission, et que les caractéristiques 50µs/15µs et 50µs seront utilisées pour les essais des chaînes d'émission. Les mesures pour une chaîne constituée de liaisons avec différentes caractéristiques seront effectuées pour la caractéristique ayant la préaccentuation haute fréquence la plus élevée.

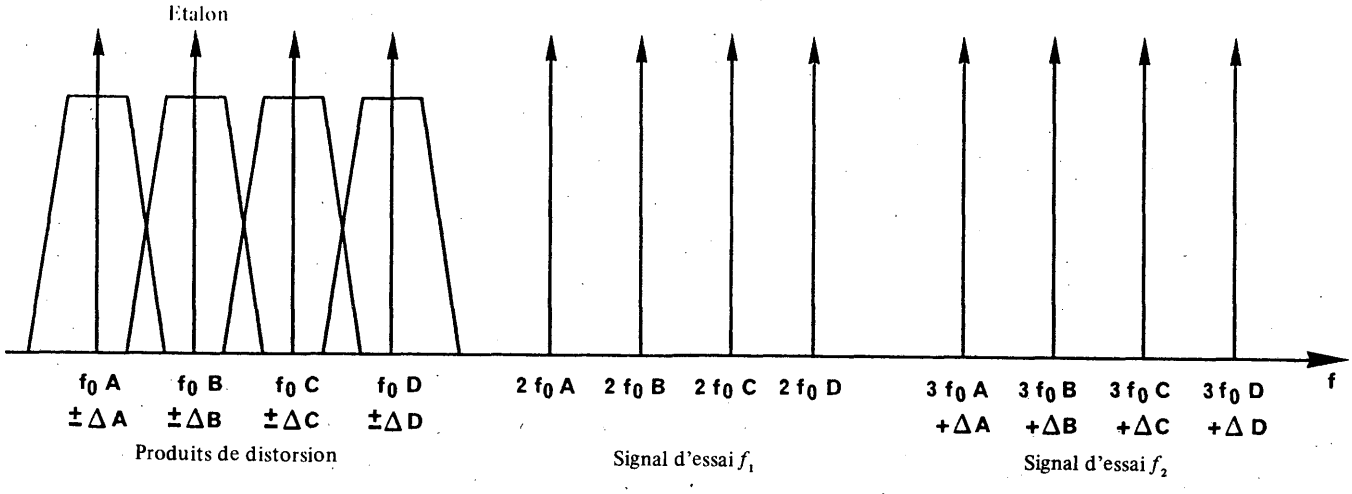



FIGURE 4 – *Signaux d'essai et produits de distorsion avec différentes caractéristiques de préaccentuation (A, B, C et D)*

1.6 *Conclusion*

La méthode décrite dans la présente Recommandation est une méthode simple de mesure de distorsion non linéaire à l'extrémité supérieure de la bande audiofréquence. Elle est facile à mettre en œuvre et permet de faire des mesures dans divers circuits préaccentués avec un risque minimal d'erreurs concernant l'alignement des niveaux ou le choix des caractéristiques de préaccentuation.

## 2. Méthode de mesure du bruit impulsif [CCIR 1986-90b]

Pendant la transmission de signaux sonores, des bruits de courte durée apparaissent fréquemment se traduisant souvent à la reproduction acoustique de manière perceptible et perturbatrice sous forme de clics. Il n'existe pas actuellement de procédures de mesure appropriée du paramètre «bruit impulsif» qui tienne compte de l'effet perturbateur subjectif, c'est-à-dire la gêne.

Des études statistiques subjectives approfondies ont été menées en République démocratique allemande sur tous les facteurs influant sur la gêne subjective due au bruit impulsif. Suite à ces recherches, la méthode de mesure du bruit impulsif suivante est suggérée.

Pour la mesure sélective en fréquence du bruit impulsif, il est proposé de faire appel à la «valeur de crête pondérée d'impulsion $\hat{U}_{IW}$», définie comme suit:

$$\hat{U}_{IW}\,(\mathrm{dB}) = 20 \cdot \log\left(\frac{\hat{U}}{U_0}\right) + 20 \cdot \log\,(k_1 \times k_2 \times k_3)$$

où $k_1$, $k_2$ et $k_3$ sont les facteurs d'évaluation objective relatifs respectivement à la durée d'impulsion $t_i$, à la forme de l'impulsion $u(t)$, à la fréquence de récurrence des impulsions $f_p$ qui résultent de tableaux d'évaluation subjective prédéterminés. Le calcul de la valeur $\hat{U}_{IW}$ ne peut être effectué qu'au moyen d'un système de mesure informatisé. Pour ce faire, l'impulsion est d'abord mémorisée et analysée. L'amplitude d'impulsion $U$ et sa durée $t_i$ peuvent être directement mesurées, ainsi que l'intervalle d'apparition de l'impulsion suivante. La forme de l'impulsion peut être déterminée par analyse spectrale au moyen d'analyseur à transformée de Fourier rapide ou, plus simplement, par comparaison avec des formes d'impulsion prédéterminées. A partir des valeurs mesurées de $t_i$, $u(t)$ et de $f_p$, les facteurs $k_1$, $k_2$ et $k_3$ sont déterminés en utilisant les tableaux d'évaluation subjective puis la valeur de $\hat{U}_{IW}$ est calculée.

Lorsqu'on évalue la qualité des équipements de studio et des liaisons de transmission, la valeur $\hat{U}_{IW}$ peut servir pour mesurer l'important paramètre «bruit impulsif». Pour ce qui est de la spécification d'une valeur admissible, il est nécessaire de procéder à un complément d'étude.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIES

THIELE, A.N. [1983] Measurement of non-linear distorsion in a band-limited system. Convention Digest, IREE International Electronics Convention, Sydney, Australie, 1975, 480-482: reprinted *JAES*, Vol. 31, **6**, juin 1983, 443-445.

*Documents du CCIR*

[1986-90]: **a.** 10/325 (Australie), **b.** 10/329 (République démocratique allemande).

## BIBLIOGRAPHIE

SCHAFFNER, H. [1988] Recherches sur l'évaluation subjective et les mesures objectives du bruit impulsif dans les canaux de radiodiffusion sonore (Untersuchungen für subjektiven Beurteilung und objektiven Messung impulsartiger Störungen im Hörrundfunk-Tonkanal). Exposé présenté lors de la 8e réunion sur la radiodiffusion, de ITG, Mayence, République fédérale d'Allemagne, novembre, 1988 (voir Actes finals).

WEINAUSE, N. [1988] Etude de l'évaluation subjective et des mesures objectives du bruit impulsif dans les canaux de radiodiffusion sonore (Beitrag für subjektiven Bewertung und objektiven Messung impulsartiger Störungen im Hörrundfunk-Tonkanal). Exposé présenté à l'Institut du Collège du trafic et des télécommunications. Dresde, République fédérale d'Allemagne.

RECOMMANDATION 468-4*

# MESURE DU NIVEAU DE TENSION DES BRUITS AUDIOFRÉQUENCE EN RADIODIFFUSION SONORE

(Question 50/10)

(1970-1974-1978-1982-1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il est souhaitable de normaliser les méthodes de mesure des bruits en audiofréquence pour l'enregistrement, la transmission et la diffusion du son;

*b)* que ces mesures des bruits doivent concorder de manière satisfaisante avec les évaluations subjectives,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que le niveau de tension du bruit soit mesuré en valeur pondérée et de quasi-crête à l'aide du système de mesure décrit ci-après:

## 1. Réseau de pondération

La courbe de réponse nominale du réseau de pondération est donnée à la Fig. 1b qui est la réponse théorique du réseau passif représenté à la Fig. 1a. Le Tableau I donne les valeurs de cette réponse à diverses fréquences.

Les écarts admissibles entre cette courbe nominale et la courbe de réponse de l'équipement de mesure, qui comprend l'amplificateur et le réseau, sont indiqués dans la dernière colonne du Tableau I et à la Fig. 2.

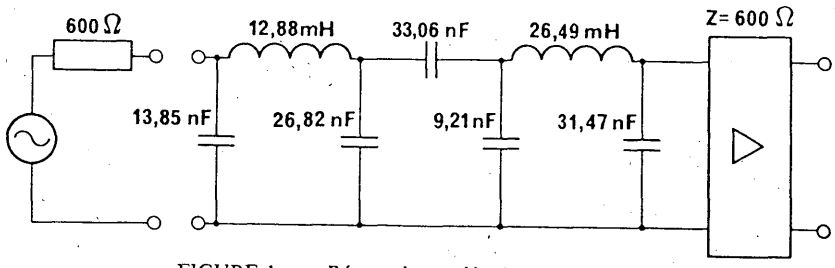



FIGURE 1a – *Réseau de pondération, modèle simple*

(Une réalisation à résistance constante est décrite dans l'Annexe I)

Une tolérance d'au plus 1% sur les composants et un facteur de qualité, $Q$, d'au moins 200 à 10 000 Hz sont suffisants pour respecter les tolérances spécifiées au Tableau I.

(La différence entre les réponses à 1 000 Hz et 6 300 Hz peut être ajustée de façon plus précise par un léger réglage du condensateur de 33,06 nF ou par une méthode différente qui consiste à utiliser un filtre actif [CCIR, 1982-86a].)

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la CMTT.

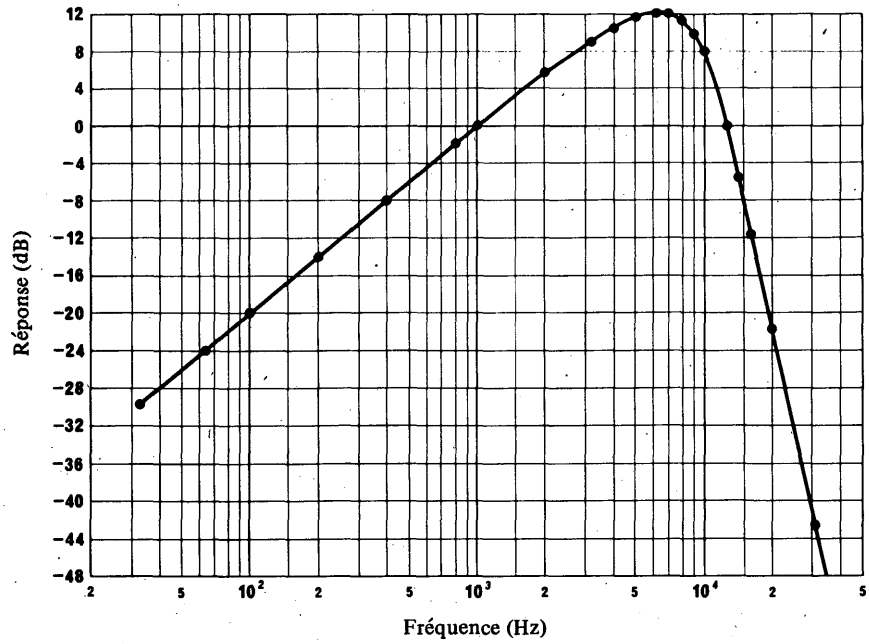



FIGURE 1b – *Courbe de réponse du réseau de pondération de la Fig. 1a*

TABLEAU I

| Fréquence (Hz) | Réponse (dB) | Tolérance proposée (dB) |
|---|---|---|
| 31,5 | −29,9 | ±2,0 |
| 63 | −23,9 | ±1,4(1) |
| 100 | −19,8 | ±1,0 |
| 200 | −13,8 | ±0,85(1) |
| 400 | − 7,8 | ±0,7(1) |
| 800 | − 1,9 | ±0,55(1) |
| 1 000 | 0 | ±0,5 |
| 2 000 | + 5,6 | ±0,5 |
| 3 150 | + 9,0 | ±0,5(1) |
| 4 000 | +10,5 | ±0,5(1) |
| 5 000 | +11,7 | ±0,5 |
| 6 300 | +12,2 | 0 |
| 7 100 | +12,0 | ±0,2(1) |
| 8 000 | +11,4 | ±0,4(1) |
| 9 000 | +10,1 | ±0,6(1) |
| 10 000 | + 8,1 | ±0,8(1) |
| 12 500 | 0 | ±1,2(1) |
| 14 000 | − 5,3 | ±1,4(1) |
| 16 000 | −11,7 | ±1,6(1) |
| 20 000 | −22,2 | ±2,0 |
| 31 500 | −42,7 | +2,8(1)<br>− ∞ |

(1) Cette tolérance est obtenue par interpolation linéaire sur un diagramme logarithmique à partir des valeurs spécifiées pour les fréquences servant à la définition du gabarit, à savoir, 31,5, 100, 1000, 5000, 6300 et 20000 Hz.

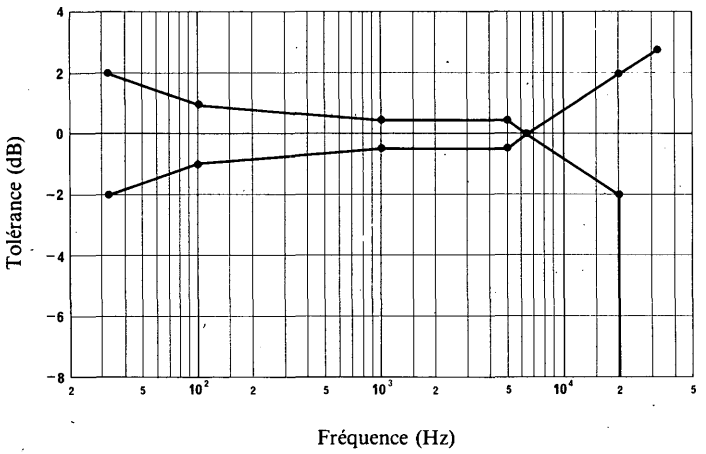



FIGURE 2 – *Tolérance maximale pour la courbe de réponse du réseau de pondération et de l'amplificateur*

*Note 1* – Quand on utilise pour la mesure du bruit audiofréquence un filtre de pondération conforme au § 1, l'appareil de mesure doit être un appareil de quasi-crête conforme au § 2. En effet, l'utilisation d'un appareil d'un autre type (tel qu'un appareil de mesure de valeurs efficaces) peut conduire à des valeurs du rapport signal/bruit qui ne sont pas directement comparables à celles obtenues en utilisant les caractéristiques spécifiées dans la présente Recommandation.

*Note 2* – L'ensemble de l'appareil est étalonné à 1 kHz (voir le § 2.6).

## 2. Caractéristiques de l'appareil de mesure

Il convient d'utiliser une méthode de mesure des valeurs de quasi-crête. Les caractéristiques dynamiques de l'appareil de mesure peuvent être obtenues de plusieurs façons (voir Note). Elles sont définies aux paragraphes suivants. Les essais de l'équipement de mesure, à l'exception de ceux du § 2.4, doivent être effectués à l'aide du réseau de pondération.

*Note* – Après redressement à deux alternances du signal d'entrée, on pourrait par exemple utiliser deux circuits détecteurs de crête de constantes de temps différentes, montés en cascade [CCIR, 1974-78].

### 2.1 *Réponse en régime dynamique à des salves isolées de signal sinusoïdal*

*Méthode de mesure*

On applique à l'entrée de l'appareil des salves isolées de signal sinusoïdal à 5 kHz, d'une amplitude telle que le signal en régime permanent donnerait une indication correspondant à 80% de l'échelle totale. La salve doit commencer au point où le signal à 5 kHz passe par la valeur zéro; elle doit être composée d'un nombre entier de périodes complètes. Les limites des valeurs lues pour les différentes durées de salve figurent dans le Tableau II.

Les mesures doivent être effectuées, d'une part, sans réglage des affaiblisseurs, les indications étant lues directement sur la graduation de l'appareil et, d'autre part, avec réglage des affaiblisseurs en fonction de la durée de la salve, de manière à maintenir l'indication aussi voisine de 80% de l'échelle totale que le permettent les échelons de réglage des affaiblisseurs.

### 2.2 *Réponse en régime dynamique à des salves récurrentes de signal sinusoïdal*

*Méthode de mesure*

On applique à l'entrée de l'appareil une série de salves de 5 ms de signal sinusoïdal à 5 kHz débutant par la valeur zéro et d'une amplitude telle que le signal permanent donnerait une indication correspondant à 80% de l'échelle totale. Les limites des valeurs indiquées pour les différentes fréquences de répétition figurent dans le Tableau III.

Les mesures doivent être effectuées sans réglage des affaiblisseurs, mais la réponse doit être comprise dans les tolérances, quelle que soit la gamme de mesure.

TABLEAU II

| Durée de salve (ms) | 1 (1) | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Indication par rapport à la lecture en régime permanent (%) | 17,0 | 26,6 | 40 | 48 | 52 | 59 | 68 | 80 |
| (dB) | −15,4 | −11,5 | −8,0 | −6,4 | −5,7 | −4,6 | −3,3 | −1,9 |
| Valeurs limites: | | | | | | | | |
| – limite inférieure (%) | 13,5 | 22,4 | 34 | 41 | 44 | 50 | 58 | 68 |
| (dB) | −17,4 | −13,0 | −9,3 | −7,7 | −7,1 | −6,0 | −4,7 | −3,3 |
| – limite supérieure (%) | 21,4 | 31,6 | 46 | 55 | 60 | 68 | 78 | 92 |
| (dB) | −13,4 | −10,0 | −6,6 | −5,2 | −4,4 | −3,3 | −2,2 | −0,7 |

(1) L'Administration de l'URSS projette d'utiliser des durées de salve ⩾ 5 ms.

TABLEAU III

| Nombre de salves par seconde | | 2 | 10 | 100 |
|---|---|---|---|---|
| Indication par rapport à la lecture en régime permanent | (%) | 48 | 77 | 97 |
| | (dB) | −6,4 | −2,3 | −0,25 |
| Valeurs limites: | | | | |
| – limite inférieure | (%) | 43 | 72 | 94 |
| | (dB) | −7,3 | −2,9 | −0,5 |
| – limite supérieure | (%) | 53 | 82 | 100 |
| | (dB) | −5,5 | −1,7 | −0,0 |

## 2.3 *Caractéristiques de surcharge*

La capacité de surcharge de l'appareil de mesure doit être supérieure à 20 dB par rapport à la valeur maximale lue sur l'échelle, quel que soit le réglage des affaiblisseurs. Cette «capacité de surcharge» correspond à la fois à l'absence d'écrêtage du signal dans les étages linéaires et à la conservation de la loi de fonctionnement de tout étage logarithmique ou similaire pouvant être compris dans l'appareil.

*Méthode de mesure*

On applique à l'entrée de l'appareil des salves isolées de 0,6 ms de signal sinusoïdal à 5 kHz débutant par la valeur zéro et d'une amplitude donnant l'indication de pleine échelle de mesure, l'appareil fonctionnant dans sa gamme de sensibilité maximale. On diminue alors l'amplitude des salves, par échelons, jusqu'à une diminution totale de 20 dB, tout en observant les valeurs indiquées par l'appareil, pour vérifier qu'elles diminuent selon des échelons correspondants, sous réserve d'une tolérance globale de ± 1 dB. On effectue cet essai pour chaque gamme de mesure.

2.4 *Erreur due à l'inversion de polarité*

La différence de lecture quand on inverse la polarité d'un signal asymétrique ne doit pas être supérieure à 0,5 dB.

*Méthode de mesure*

Dans le mode sans pondération, on applique à l'entrée de l'appareil des impulsions rectangulaires de courant continu d'une largeur de 1 ms à une cadence inférieure ou égale à 100 impulsions par seconde, et d'une amplitude telle que l'indication donnée corresponde à 80% de l'échelle totale. On inverse alors la polarité du signal d'entrée et l'on note la différence entre les valeurs indiquées.

2.5 *Suroscillations*

Le dispositif indicateur de l'appareil doit être exempt de suroscillations excessives.

*Méthode de mesure*

On applique à l'entrée de l'appareil un signal sinusoïdal de 1 kHz, d'une amplitude telle qu'après stabilisation la valeur indiquée est de 0,775 V ou 0 dB (voir le § 2.6). Quand on applique ce signal brusquement, la suroscillation doit être inférieure à 0,3 dB.

2.6 *Etalonnage*

L'appareil doit être étalonné de façon qu'un signal sinusoïdal permanent à 1 kHz, appliqué à l'entrée avec une tension efficace de 0,775 V et ayant une distorsion harmonique totale inférieure à 1% donne une indication de 0,775 V ou 0 dB. La graduation doit avoir un intervalle étalonné d'au moins 20 dB, l'indication correspsondant à 0,775 V ou 0 dB étant inférieure de 2 à 10 dB à l'échelle totale.

2.7 *Impédance d'entrée*

L'appareil doit avoir une impédance d'entrée au moins égale à 20 kΩ; s'il est fermé sur une impédance d'entrée, celle-ci doit être de 600 Ω ± 1%.

## 3. Présentation des résultats

Les niveaux de tension de bruit mésurés conformément à cette Recommandation sont exprimés en dBqps.

*Note 1* – Si, pour des raisons d'ordre technique, il est souhaitable de mesurer le bruit non pondéré, il faut employer la méthode décrite à l'Annexe II.

*Note 2* – L'influence du réseau de pondération sur les résultats obtenus avec des bruits aléatoires de spectres différents est décrite dans les Rapport 496.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1974-78]: 10/28 (Royaume-Uni).

[1982-86]: **a.** 10/248 (Australie).

## BIBLIOGRAPHIE

BBC [1968] Research Department Report N° EL-17. The assessment of noise in audio-frequency circuits.

NORMES ALLEMANDES DIN 45 405.

STEFFEN, E. [1972] Untersuchungen zur Geräuschspannungsmessung (Etudes sur la mesure de la tension de bruit). *Tech. Mitt. RFZ*, Heft 3.

WILMS, H. A. O. [décembre 1970] Subjective of psophometric audio noise measurement: A review of standards. *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 18, **6**.

*Documents du CCIR*

[1978-82]: 10/9 (UER); 10/31 (LM Ericsson); 10/38 (OIRT); 10/225 (République démocratique allemande).

## ANNEXE I

### RÉSEAU DE PONDÉRATION A RÉSISTANCE CONSTANTE

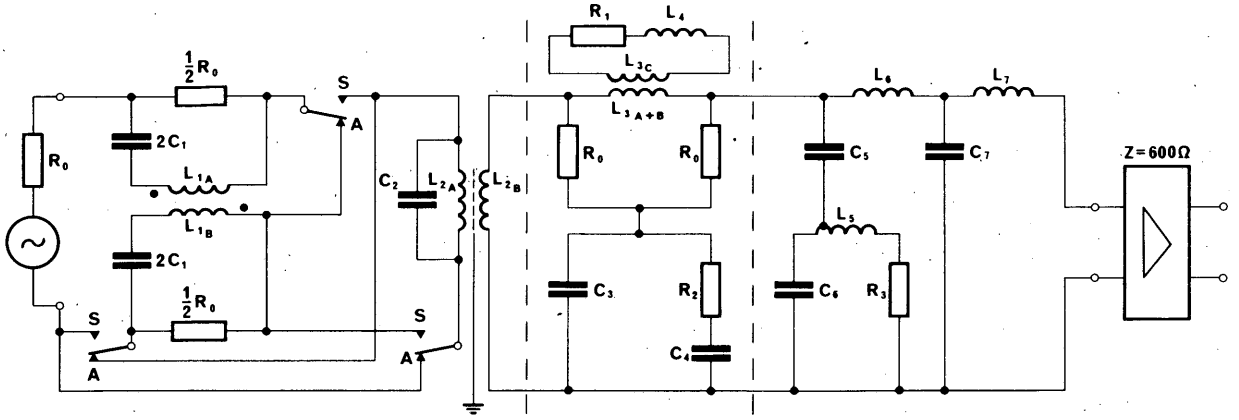



FIGURE 3 – *Réseau de pondération à résistance constante*

| R (Ω) | C (nF) | L (mH) | | |
|---|---|---|---|---|
| $R_0$: 600 | $2C_1$: 83,7 | $L_1$: | 12,70 | (pour les deux enroulements en série) |
| ½ $R_0$: 300 | $C_2$: 35,28 | $L_2$: | 15,06 | (pour chacun des deux enroulements séparés par un écran électrostatique) |
| $R_1$: 912 | $C_3$: 38,4 | $L_{3A+B}$: | 16,73 | (deux enroulements égaux en série) |
| $R_2$: 3340 | $C_4$: 7,99 | $L_{3C}$: | 4,18 | (un enroulement, moitié moins de spires que $L_{3A+B}$, pouvant avoir une grande résistance en courant continu compensée par $R_3$) |
| $R_3$: 941 | $C_5$: 23,8 | $L_4$: | 20,1 | (peut avoir une grande résistance en courant continu, compensée par $R_3$) |
| | $C_6$: 13,94 | $L_5$: | 31,5 | (20,1 avec prise à 0,798 fois le nombre total de spires) |
| | $C_7$: 35,4 | $L_6$: | 13,29 | |
| A: asymétrique | | $L_7$: | 8,00 | |
| S: symétrique | | | | |

## BIBLIOGRAPHIE

AUSTRALIAN BROADCASTING COMMISSION Engineering Development Report No. 106 – Constant resistance realisation of CCIR noise weighting network, Recommendation 468.

## ANNEXE II

### MESURE NON PONDÉRÉE

Il est reconnu que, pour des applications particulières, il peut être nécessaire de procéder à des mesures non pondérées qui n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation. Une réponse normalisée est incluse ici à titre indicatif.

*Réponse en fréquence*

Elle doit rester dans les limites indiquées à la Fig. 4.

Cette réponse sert à normaliser la mesure et à permettre des lectures cohérentes du bruit réparti sur l'ensemble du spectre utile. Lorsque des signaux hors bande, par exemple des résidus de porteuse, sont présents à une amplitude suffisante, ils peuvent donner lieu à des lectures incohérentes entre des équipements de mesure dont les réponses sont différentes, mais restent dans les limites de tolérance de la Fig. 4.

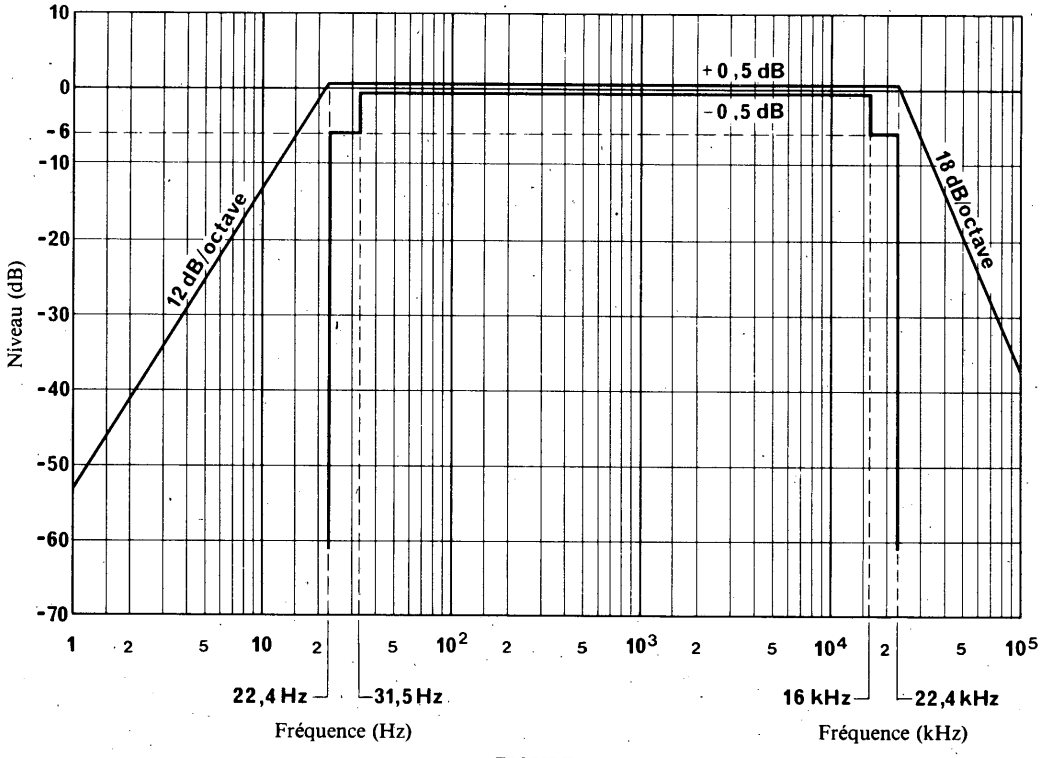



FIGURE 4

## BIBLIOGRAPHIE

*Documents du CCIR*

[1978-82]: 10/76 (CMTT/14 (Canada)).

RECOMMANDATION 645-1 *

## SIGNAUX D'ESSAI POUR LES LIAISONS RADIOPHONIQUES INTERNATIONALES

(Questions 50/10 et 19/CMTT, Programmes d'études 50B/10 et 50E/10)

(1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que de nombreuses dégradations dans l'échange international de programmes par liaisons radiophoniques sont imputables à la disparité des définitions nationales des signaux d'essai;

*b)* que certaines définitions existantes se trouvent dans différentes Recommandations du CCITT et du CCIR;

*c)* qu'une liste de ces définitions clarifierait la situation,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

que, pour les liaisons radiophoniques internationales, seuls les signaux d'essai définis ci-dessous soient utilisés:

### 1. Signal d'alignement (SA)

Signal sinusoïdal à la fréquence de 1 kHz, utilisé pour régler la liaison radiophonique internationale. Le niveau du signal correspond à 0 dBu0s (voir la Note) (tension efficace de 0,775 V en un point de niveau relatif zéro). Conformément à la Recommandation N.13 du CCITT, la durée d'émission du signal d'alignement doit être aussi courte que possible, de préférence inférieure à 30 s.

*Note* – La notation «dBu0s» est définie dans la Recommandation 574. D'autres textes de la CMTT se rapportant au même sujet utilisent la notation «dBm0s», également définie dans la Recommandation 574.

### 2. Signal de mesure (SM)

Signal sinusoïdal d'un niveau inférieur de 12 dB au niveau du signal d'alignement. Ce niveau devrait être utilisé pour les mesures de longue durée et les mesures à toutes les fréquences (Voir les Recommandations N.12, N.13, N.21 et N.23 du CCITT.).

### 3. Signal maximal permis (SMP)

Signal sinusoïdal à la fréquence de 1 kHz, d'un niveau supérieur de 9 dB au niveau du signal d'alignement. Il correspond au niveau du signal radiophonique maximal permis. Le radiodiffuseur qui fournit le signal radiophonique devrait le régler de telle manière que l'amplitude des crêtes ne dépasse que rarement l'amplitude de crête du signal maximal permis.

*Note* – Dans ces conditions, un modulomètre de crête indiquera des niveaux ne dépassant pas le niveau du signal maximal permis.

Un exemple numérique peut clarifier cette définition. Le signal d'alignement a une tension efficace de 0,775 V et une amplitude de crête de 1,1 V en un point de niveau relatif zéro. L'amplitude de crête instantanée du signal radiophonique en ce point ne doit que rarement dépasser 3,1 V.

Bien qu'il soit prévu que les crêtes du signal radiophonique ne dépassent pas le niveau du signal maximal permis, une capacité de surcharge doit être assurée de manière que les rares dépassements du signal radiophonique au-dessus du niveau du signal maximal permis puissent être tolérés.

*Note* – L'Annexe I décrit la réponse des modulomètres de crête et des vumètres à ces signaux d'essai.

---

* La CMTT et la Commission d'études 10 coordonneront l'évolution future de cette Recommandation. Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études IV du CCITT.

## ANNEXE I

### UTILISATION DES SIGNAUX D'ESSAI RECOMMANDÉS POUR L'ALIGNEMENT A L'AIDE DE MODULOMÈTRES DE CRÊTE OU DE VUMÈTRES

**1.** Pendant une quarantaine d'années, les radiodiffuseurs ont élaboré des méthodes d'utilisation des deux instruments pour contrôler les niveaux de modulation. Ces méthodes donnent satisfaction aux organisations qui les utilisent; elles ne produisent ni surmodulations qui entraînent de la distorsion, ni sous-modulations qui entraînent des dégradations dues au bruit.

Bien que ces deux instruments réagissent différemment selon la nature des programmes, les organisations qui les utilisent ont mis au point des techniques assurant un contrôle du niveau de modulation et un équilibre artistique satisfaisants.

**2.** La sensibilité des modulomètres de crête (PPM:Peak Programme Meters) est telle qu'un signal sinusoïdal au niveau d'alignement, soit 0 dBu0s, donne l'indication «Test» sur le modulomètre de crête de l'UER ce qui correspond à la graduation «4» du modulomètre BBC et à la graduation «−9» des modulomètres de la République fédérale d'Allemagne (RFA) et de l'OIRT, voir la Fig. 1).

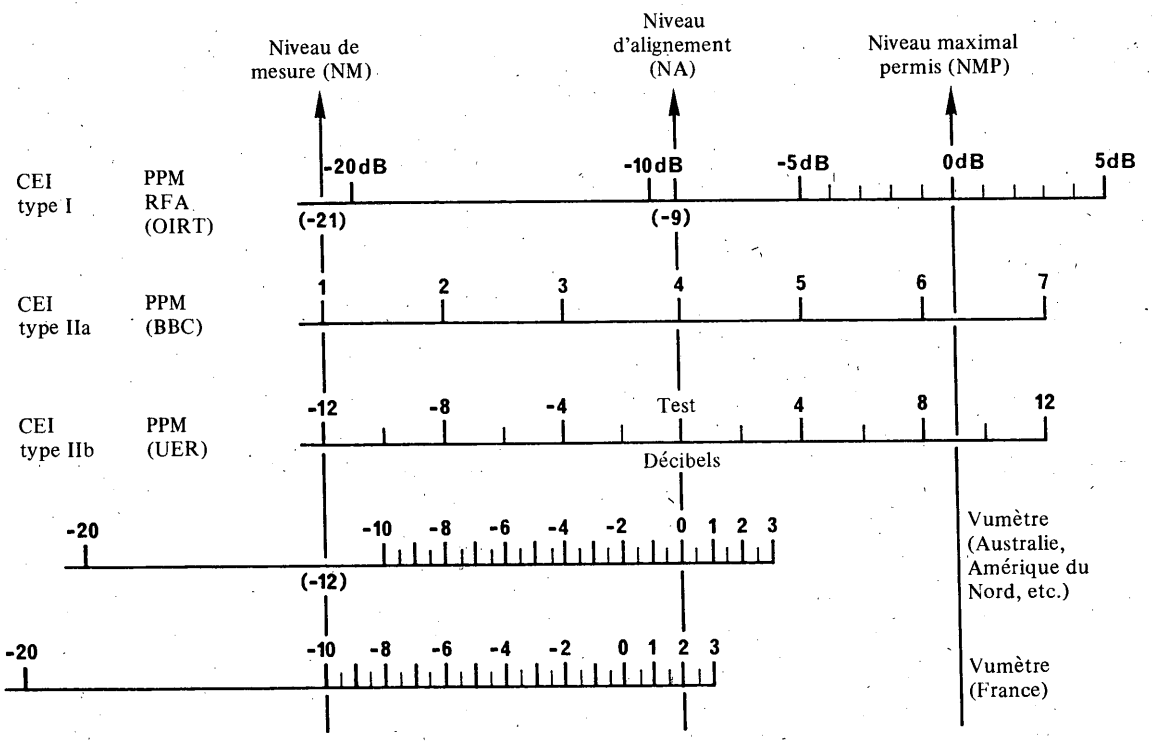



FIGURE 1 – *Indications fournies par divers types d'indicateurs de niveau pour les signaux d'essai recommandés*

*Note.* – Les indications des instruments sont schématisées et ne sont pas tracées à l'échelle.

**3.** La sensibilité du vumètre est telle qu'un signal sinusoïdal au niveau d'alignement, soit 0 dBu0s, donne une indication presque maximale sur l'échelle: 0 vu en Australie et en Amérique du nord, +2 vu en France (voir la Fig. 1).

**4.** Le modulomètre de crête indique des valeurs de quasi-crête, c'est-à-dire que les valeurs de crête qu'il indique pour des signaux radiophoniques sont légèrement inférieures aux valeurs de crête vraies. Les opérateurs ont pour consigne de faire en sorte que les crêtes de modulation donnent la même indication qu'un signal sinusoïdal à +9 dBu0s (+8 dBu0s dans certaines organisations). Les valeurs de crête vraies dépassent la valeur indiquée d'une quantité pouvant atteindre 3 dB. Si, en outre, on tient compte des erreurs des opérateurs, les valeurs de crête vraies du signal radiophonique peuvent atteindre l'amplitude d'un signal sinusoïdal à +15 dBu0s.

**5.** Le vumètre indique le niveau moyen du programme, qui est, en général, nettement plus bas que le niveau de crête vrai. Les opérateurs ont pour consigne de régler généralement les crêtes des programmes à 0 vu. L'expérience a montré que les niveaux de crête vrais dépassent les valeurs indiquées d'une quantité comprise entre +6 et +13 dB, selon la nature du programme. Si, en outre, on tient compte des erreurs des opérateurs, les niveaux de crête vrais du signal peuvent être de 16 dB supérieur aux valeurs indiquées, ce qui correspond à l'amplitude de crête d'un signal sinusoïdal à +16 dBu0s, ou bien à +14 dBu0s lorsque le signal d'alignement donne une indication de +2 vu.

**6.** Bien que les caractéristiques dynamiques des deux instruments soient différentes, les niveaux de crête les plus élevés qui ont été observés après contrôle de la modulation avec l'un ou l'autre sont très voisins.

**7.** En conséquence, une liaison internationale entre organismes de radiodiffusion sera correctement réglée, indépendamment du type d'instrument de mesure utilisé, lorsqu'un signal sinusoïdal au niveau d'alignement, soit 0 dBu0s, donne l'indication appropriée à ce niveau, aussi bien à l'extrémité émission qu'à l'extrémité réception du circuit.

Pour éviter toute confusion entre le niveau d'alignement et d'autres niveaux qui pourraient être utilisés, il est recommandé d'utiliser le signal d'essai à trois niveaux décrit dans la Recommandation 661 pour le réglage des liaisons radiophoniques internationales.

La Fig. 1 illustre les indications données par un certain nombre d'indicateurs de niveau quand on leur applique les signaux d'essai recommandés.

RECOMMANDATION 708*

## DÉTERMINATION DES PROPRIÉTÉS ÉLECTROACOUSTIQUES DES CASQUES DE CONTRÔLE POUR STUDIO

(Question 50/10, Programme d'études 50F/10)

(1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que des conditions d'écoute de référence unifiées et strictement spécifiées sont une condition préalable indispensable pour l'évaluation subjective et le contrôle de la qualité;

*b)* qu'il est extrêmement difficile d'harmoniser les caractéristiques acoustiques des salles de contrôle et des salles d'écoute existantes;

*c)* qu'on perçoit plus clairement certains aspects du signal sonore en utilisant des casques qu'en utilisant des haut-parleurs;

*d)* que la réponse en fréquence des casques de contrôle pour studio devrait fournir la même couleur sonore neutre que celle qui est demandée pour le contrôle des haut-parleurs dans les salles de contrôle ou les salles d'écoute de haute qualité,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que la courbe de réponse en fréquence mesurée conformément à l'Annexe II soit plate, dans les limites spécifiées à l'Annexe I;

**2.** que la réponse en fréquence des casques de contrôle pour studio soit mesurée conformément à l'Annexe II;

**3.** que la différence de réponse en fréquence entre l'écouteur de gauche et l'écouteur de droite n'excède pas 1 dB dans la gamme de fréquences 100 Hz-8 kHz et 2 dB dans la gamme de fréquences 10 kHz-16 kHz.

## ANNEXE I

### SPÉCIFICATION DES TOLÉRANCES

La caractéristique de réponse en fréquence des casques de contrôle pour studio est définie par la Fig. 1. Le gabarit de tolérance pour la réponse en fréquence en champ diffus représenté à la Fig. 1 est fondé sur une précision de mesure obtenue avec 16 observateurs.

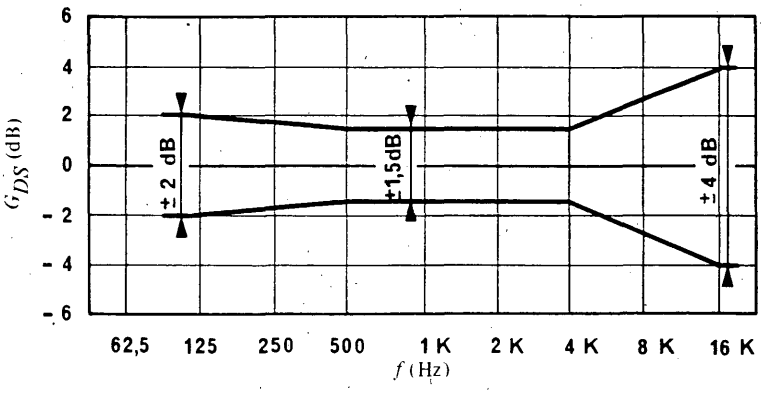



FIGURE 1 – *Gabarit de tolérance pour la réponse en fréquence en champ diffus des casques de contrôle pour studio*

$G_{DS}$: réponse du casque en champ diffus (dB(Pa/V))

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et de l'«Audio Engineering Society» (AES).

# ANNEXE II

## RÉPONSE EN FRÉQUENCE EN CHAMP DIFFUS DES CASQUES DE CONTRÔLE POUR STUDIO

### Spécification de mesure

### 1. Généralités

La méthode de mesure consiste à déterminer la réponse en fréquence de chaque écouteur d'un casque par le biais de mesures de la pression acoustique dans le conduit auditif des observateurs. Dans la méthode de mesure directe, on compare la pression acoustique créée par le casque d'écoute dans le canal auditif avec celle que produit le champ sonore de référence; dans la méthode indirecte, on remplace le champ sonore par un casque d'écoute de référence étalonné par la méthode directe. Le champ sonore de référence est le champ sonore diffus [CCIR, 1986-90a].

Le dispositif de mesure comprend une source de signal et un appareil de réception du signal. La source comprend un générateur de bruit, des filtres tiers d'octave, au moins un haut-parleur ou un casque d'écoute de référence et le casque d'écoute à essayer. On peut aussi se servir d'un analyseur tiers d'octave en temps réel auquel on applique un signal de bruit à large bande approprié. Côté réception, on a un microphone miniature ou intégré dans une sonde, qui mesure la pression acoustique dans l'oreille externe des observateurs et, dans le cas de la méthode directe, un microphone étalonné dont la réponse en fréquence en champ diffus est connue et qui mesure dans la chambre de réverbération la pression acoustique non pondérée. La tension des signaux aux bornes des microphones et des haut-parleurs doit être déterminée au moyen d'un voltmètre efficace à temps d'intégration suffisamment long.

### 2. Microphone sonde

Le microphone intégré dans une sonde qui, dans ce texte, est simplement appelé sonde, doit présenter les caractéristiques suivantes:

- le son sera capté dans le conduit auditif, au moins à 4 mm de l'entrée du conduit;
- dans le plan du pavillon et dans les 4 premiers millimètres du conduit auditif, il ne faut pas que la section transversale de la sonde excède 5 $mm^2$;
- dans la suite du conduit auditif, le rapport des sections transversales de la sonde et du conduit doit être inférieur à 0,6. (Chez l'adulte, la section transversale du canal auditif est de 45 $mm^2$ environ.) Le volume de la sonde, support compris, doit être inférieur à 130 $mm^3$;
- la fonction de transfert de la sonde n'est soumise à aucune exigence particulière. Toutefois, la réponse de la sonde doit être exempte de résonances. Il suffit que la réponse ne présente pas de différences supérieures à 3 dB entre tiers d'octave adjacents;
- il faut être sûr qu'on peut mesurer avec la sonde, l'oreille étant obturée, un niveau de sortie inférieur de 15 dB au moins à celui qu'on aurait si le conduit auditif était ouvert;
- un support est nécessaire pour maintenir la sonde dans l'axe du conduit auditif. Ce support doit comporter une suspension souple de dimensions telles que la sonde s'adapte suffisamment bien à des conduits auditifs de sections transversales diverses et puisse être introduite et retirée facilement;
- la sonde doit être inspectée et certifiée par un médecin en ce qui concerne les aspects médicaux de l'utilisation.

### 3. Méthode de mesure directe

Dans cette méthode, on compare les tensions de sortie d'une sonde disposée dans l'oreille externe d'un sujet lorsqu'un signal de bruit provient alternativement de deux sources, à savoir le casque d'écoute à l'essai et un champ sonore diffus d'une chambre de réverbération.

#### 3.1 *Signaux d'essai*

Les signaux d'essai préférés sont des signaux de bruit filtrés, obtenus à partir d'un bruit rose traité par des filtres tiers d'octave spécifié dans la Publication 225 (type b) de la CEI. La sortie de la sonde doit être mesurée sélectivement par échelon de tiers d'octave. On peut le faire successivement ou simultanément à l'aide d'un analyseur par tiers d'octave en temps réel. Il faut que la pression acoustique des signaux d'essai, à l'entrée de l'amplificateur du microphone, soit supérieure d'au moins 10 dB au bruit électrique intrinsèque de l'appareillage et au niveau de bruit organique présent dans le conduit auditif. Au point de référence, la pression acoustique ne doit pas dépasser 85 dB. On réglera la tension du casque d'écoute de telle sorte que, pour un tiers d'octave centré sur 500 Hz, le niveau de sortie de la sonde corresponde à 3 dB près au niveau de sortie pour le champ diffus.

3.2 *Champ sonore diffus*

On considère que le champ sonore dans la chambre de réverbération est suffisamment diffus si les deux conditions suivantes sont satisfaites:*

- en l'absence d'observateur, le niveau sonore mesuré au moyen d'un microphone omnidirectionnel situé à 15 cm soit devant, soit derrière, soit à gauche, soit à droite, soit au-dessus, soit au-dessous du point de référence (l'entrée du conduit auditif de l'observateur) ne doit pas s'écarter de plus de 2 dB de celui qu'on mesure au point de référence;
- en l'absence d'observateur, il faut mesurer le niveau sonore au point de référence au moyen d'un microphone directif dont la directivité est d'au moins 8 dB au-dessus de 500 Hz. Dans tout tiers d'octave supérieur ou égal à 500 Hz, le niveau de pression sonore ne doit pas varier de plus de 3 dB quelle que soit l'orientation du microphone.

3.3 *Observateurs*

Les mesures de la pression acoustique qui règne dans le canal auditif, doivent porter sur au moins 16 personnes. Pendant ces mesures, il faudra retirer lunettes, boucles d'oreille, etc. et dégager l'oreille des cheveux. On n'exige pas des observateurs une qualité d'audition particulière, mais leur oreille externe ne doit présenter aucune anomalie. Si, en raison des dimensions du conduit auditif, la sonde ne s'y adapte pas bien, on exclura l'observateur en question.

Il faut que les observateurs restent aussi immobiles que possible pendant les mesures. Le casque doit être porté comme le prévoit sa construction mécanique, en particulier pour ce qui est de l'écouteur de gauche et l'écouteur de droite. L'observateur devra aussi vérifier que le casque ne le gêne pas mais qu'il appuie aussi fortement que possible sur son oreille; ce sera à lui de le mettre et de l'ôter avec soin.

3.4 *Méthode de mesure*

On insère la sonde dans le conduit auditif de l'observateur avant le début des mesures. La position importe peu pourvu que la sonde soit à 4 mm au moins à l'intérieur du conduit. On fixe le câble du microphone ou le tube de la sonde au-dessous du pavillon, au moyen d'une bande adhésive par exemple. Il ne faut pas que la sonde change sensiblement de position dans le conduit auditif lorsqu'on met ou enlève le casque.

Pour chaque bande de fréquences, on mesure la tension à la sortie de la sonde quand l'observateur est exposé aux ondes du champ sonore (première mesure en champ sonore). Immédiatement après, l'observateur met son casque avec soin et on mesure pour chaque bande de fréquences la tension produite par la sonde (première mesure avec écouteur). Après que l'observateur a ôté et remis son casque, on effectue la deuxième mesure avec écouteur, après quoi on peut mesurer un autre type de casque. Pour finir, on répète la mesure en champ sonore (seconde mesure en champ sonore).

Pour être certain qu'au cours du cycle de mesures la sonde n'a pas bougé – ce qui est une condition indispensable pour obtenir des résultats corrects – on compare les tensions qu'elle a fournies au cours de la première et de la seconde mesure en champ sonore. Si, dans une bande de fréquences, on relève un écart de plus de 2,5 dB, il faut répéter le cycle de mesures. Si, de nouveau, on observe des écarts supérieurs à 2,5 dB, il faut changer d'observateur.

3.5 *Détermination des réponses en fréquence en champ diffus pour chaque observateur*

On calcule pour chaque bande de fréquences la moyenne arithmétique des tensions produites par la sonde au cours de la première et de la seconde mesure en champ sonore. On traite de même les tensions obtenues au cours des deux mesures avec écouteur. A partir de ces moyennes, on calcule la réponse en fréquence pour chaque observateur en champ diffus de l'écouteur à l'essai, au moyen de la formule suivante:

$$G_{DSi}\,(\text{re } 1\ \text{Pa/V}) = 20 \log \frac{U_{SK}}{U_{SD}}\ \text{dB} + L_D - 94\ \text{dB} - 20 \log \frac{U_K}{U_0} \qquad \text{dB}$$

* En principe, les chambres de réverbération conçues en vue de mesures acoustiques répondent à ces exigences. Si on ne dispose pas d'un tel local, on déterminera la réponse en fréquence en champ diffus des casques de contrôle pour studio par la méthode de mesure indirecte (voir le § 4).

où:

$G_{DSi}$ : réponse pour chaque observateur de l'écouteur en champ diffus par bande de fréquences

$U_{SK}$ : valeur efficace de la tension de sortie de la sonde, la source sonore étant l'écouteur

$U_{SD}$ : valeur efficace de la tension de sortie de la sonde en champ diffus

$U_K$ : valeur efficace de la tension à l'entrée de l'écouteur

$U_0$ : tension de référence 1 V

$L_D$ : niveau de pression acoustique en champ diffus au point de référence.

3.6 *Détermination de la réponse en fréquence en champ diffus*

La réponse en fréquence en champ diffus de l'écouteur $G_{DS}$ est déterminée par la moyenne arithmétique des résultats $G_{DSi}$ obtenus avec 16 observateurs dans chaque bande de fréquences. Il convient aussi de calculer l'écart type.

## 4. Méthode de mesure indirecte

Si on a déterminé la réponse en fréquence en champ diffus d'un casque d'écoute par la méthode directe, ce casque peut servir de référence à la place du champ sonore diffus. On applique alors les mêmes méthodes que pour les mesures directes. La réponse en fréquence pour chaque observateur en champ diffus est donnée par:

$$G_{DSi}\,(\text{re 1 Pa/V}) = G_{DSr} + 20 \log \frac{U_B}{U_K}\ \text{dB} - 20 \log \frac{U_{SB}}{U_{SK}}\ \text{dB}$$

où:

$G_{DSr}$ : réponse pour chaque observateur de l'écouteur de référence en champ diffus par bande de fréquences

$U_{SB}$ : valeur efficace de la tension de sortie de la sonde, la source sonore étant l'écouteur de référence

$U_B$ : valeur efficace de la tension à l'entrée de l'écouteur de référence.

Si l'on a opté pour la méthode de mesure indirecte, le type et la réponse en fréquence en champ diffus du casque de référence doivent être indiqués.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Documents du CCIR*

[1986-90]: **a.** 10/281 (Allemagne (République fédérale d')).

## BIBLIOGRAPHIE

SPIKOFSKI, G. [1988] Mesure par la méthode de sonde de la fonction de transfert en champ diffus des casques de studio. *Rev. de l'UER* (Technique), **229**, 111-126.

THEILE, G. [1986] On the standardisation of the frequency response of high-quality studio headphones, *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 34, 956-969.

RECOMMANDATION 646*

## CODAGE A LA SOURCE DES SIGNAUX AUDIONUMÉRIQUES DANS LES STUDIOS DE RADIODIFFUSION

(Question 51/10, Programme d'études 51B/10)

(1986)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que l'introduction des techniques numériques dans les studios de radiodiffusion devra améliorer la qualité et les possibilités d'exploitation;

*b)* qu'il faut définir une fréquence d'échantillonnage commune pour les programmes sonores et pour le son accompagnant les programmes de télévision dans les applications de studio;

*c)* que cette fréquence d'échantillonnage doit être en relation simple avec la valeur de 32 kHz recommandée pour les circuits de transmission et la radiodiffusion par satellite par le CCIR, de manière à réduire le prix de l'équipement de transcodage;

*d)* que la dynamique doit fournir une marge de traitement adéquate, tenant compte du fait qu'une dynamique d'au moins 14 bits est recommandée pour les circuits de transmission et la radiodiffusion par satellite,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que la fréquence d'échantillonnage utilisée pour le codage numérique des signaux sonores dans les studios de radiodiffusion ait une valeur nominale de 48 kHz, y compris pour l'enregistrement;

**2.** que la fréquence d'échantillonnage utilisée pour le codage numérique des signaux sonores en télévision ait la même valeur;

**3.** que, lorsqu'un équipement audionumérique fonctionne sans être synchronisé, la tolérance maximale pour la fréquence d'échantillonnage interne soit de $\pm 1 \times 10^{-5}$. Lorsque plusieurs équipements audionumériques sont interconnectés, en radiodiffusion sonore ou en télévision, il doit être possible de synchroniser la fréquence d'échantillonnage interne sur une fréquence d'échantillonnage extérieure (par exemple, signaux de synchronisation de télévision, horloge pilote de la maison de la radio, horloge de haute précision d'un réseau de télécommunications);

**4.** que le codage utilisé ait une résolution minimale équivalant à 16 bits par échantillon de codage uniforme;

**5.** qu'on ne fasse pas appel à la préaccentuation.

---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 11 et de la CMTT.

RECOMMANDATION 647-1 *

## INTERFACE AUDIONUMÉRIQUE POUR LES STUDIOS DE RADIODIFFUSION

(1986-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il faudra interconnecter dans le domaine numérique les différents appareils audionumériques présents dans les studios de radiodiffusion dont les magnétophones, les étages audio des magnétoscopes, les mélangeurs, etc.;

*b)* qu'il serait avantageux que tous les appareils utilisent les mêmes connexions d'interface;

*c)* que l'interface doit laisser une marge pour les traitements du point de vue de la résolution;

*d)* que l'interface doit prévoir des signaux auxiliaires de différents types;

*e)* que la présente Recommandation ne doit être modifiée qu'après mûre réflexion et étude,

RECOMMANDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que l'interface décrite dans les Annexes I et II soit adoptée;

**2.** que les propositions de modification de la présente Recommandation soient jointes d'abord à l'Annexe III ci-après, pour être examinées avant leur adoption éventuelle par le CCIR et avant les modifications qui pourraient en découler pour l'Annexe I ou l'Annexe II.

## ANNEXE I

### 1. Introduction

La présente Recommandation décrit une interface série destinée à l'interconnexion d'appareils audionumériques dans un centre de production, à l'aide de câbles pouvant avoir une longueur de quelques centaines de mètres.

L'interface est essentiellement destinée à acheminer des programmes monophoniques ou stéréophoniques dans les studios, à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et avec une résolution allant jusqu'à 24 bits par échantillon (la fréquence d'échantillonnage et le codage à la source doivent être conformes à la Recommandation 646). L'interface peut également être utilisée pour acheminer une ou deux voies échantillonnées à 32 kHz. Une horloge de référence et des informations auxiliaires sont transmises avec le programme.

Il est possible d'utiliser plusieurs interfaces pour interconnecter des appareils multivoies.

*Note* – Dans cette spécification d'interface à usage professionnel, il est fait mention également d'une interface à usage grand public. Ces deux interfaces ne sont pas identiques.

### 2. Terminologie

2.1 *Fréquence d'échantillonnage*

La fréquence d'échantillonnage est la fréquence des échantillons représentant un signal audio. Lorsqu'on transmet deux signaux par la même interface, leurs fréquences d'échantillonnage doivent être identiques.

2.2 *Mot d'échantillon audio*

Le mot d'échantillon audio représente l'amplitude de l'échantillon audionumérique. La représentation est linéaire, en binaire et en complément à 2. Les nombres positifs correspondent à des tensions logiques positives à l'entrée du convertisseur analogique-numérique.

Le nombre de bits attribué par mot est de 24 ou de 20. Si la source délivre un nombre de bits inférieur à celui qu'exige le format de l'interface, les bits de plus faible poids restants sont forcés au 0 logique.

Lorsque le nombre de bits attribué est égal à 20, les 4 bits disponibles peuvent être utilisés pour offrir deux voies audio de qualité vocale, l'une dans la sous-trame A et l'autre dans la sous-trame B. L'Annexe II contient de plus amples détails à ce sujet.

---

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et de l'«Audio Engineering Society» (AES).

2.3 *Drapeau de validité*

Un drapeau de validité est associé à chaque échantillon audio pour indiquer si sa valeur est certaine ou incertaine.

2.4 *Données d'état de voie*

Les données d'état de voie fournissent, dans une structure fixe, des informations relatives à chacune des voies audio et elles peuvent être décodées par n'importe quel utilisateur de l'interface. Parmi les informations fournies, on peut citer la longueur des mots d'échantillon audio, l'indication de la préaccentuation, la fréquence d'échantillonnage, les codes temporels, les codes alphanumériques de source et de destination.

2.5 *Données d'utilisateur*

Une voie de données d'utilisateur est prévue pour acheminer toute autre information. La structure des bits utilisateurs n'est pas imposée; il y a cependant avantage à adopter une structure de bloc semblable à celle du canal d'état de voie (voir les § 2.10 et 3.6).

2.6 *Bit de parité*

Un bit de parité permet la détection d'un nombre impair d'erreurs résultant d'un mauvais fonctionnement de l'interface.

2.7 *Préambules*

Les préambules sont des motifs particuliers utilisés pour la synchronisation. Il existe trois préambules différents, décrits au § 3.4.

2.8 *Sous-trame*

La sous-trame est la structure fixe utilisée pour acheminer les informations décrites dans les § 2.2 à 2.7 mentionnés ci-dessus. Deux sous-trames, une pour chaque voie audio, sont transmises séquentiellement dans un intervalle de temps égal à la période d'échantillonnage.

2.9 *Trame*

La trame est une séquence de deux sous-trames.

2.10 *Bloc*

Un groupe de 192 trames consécutives forme un bloc. Il contient, pour chaque voie, les 192 bits de données d'état de voie et 192 bits de données d'utilisateur. Un préambule de sous-trame particulier repère le début du bloc.

2.11 *Code en ligne*

Le code en ligne décrit la méthode par laquelle les chiffres binaires sont représentés pour la transmission par l'interface.

## 3. Structure de l'interface

3.1 *Structure de la sous-trame*

Chaque sous-trame est divisée en 32 intervalles de temps, numérotés de 0 à 31 (Fig. 1).

- *Les intervalles 0 à 3* acheminent l'un des trois préambules autorisés, notés X, Y ou Z. Ils assurent la synchronisation des sous-trames, des trames et des blocs.
- *Les intervalles 4 à 27* acheminent les mots d'échantillon audio en représentation linéaire en complément à 2. Le bit de plus fort poids est acheminé dans l'intervalle 27.
- Lorsqu'on utilise une plage de codage de 24 bits, le bit de plus faible poids est placé dans l'intervalle 4.
- Lorsqu'une plage de codage de 20 bits est suffisante, le bit de plus faible poids est placé dans l'intervalle 8 et les intervalles 4 à 7 peuvent être utilisés pour d'autres applications (par exemple, acheminement de signaux de qualité vocale utilisés pour des commentaires, pour la coordination ou pour les indications de service) décrites dans l'Annexe II. En pareils cas, les bits placés dans les intervalles 4 à 7 sont appelés bits auxiliaires du mot d'échantillon audio.

Si la source délivre un nombre de bits inférieur à celui qu'autorise l'interface (24 ou 20), les bits de plus faible poids restants doivent être forcés au 0 logique. Cette procédure permet d'interconnecter des appareils utilisant des nombres de bits différents.

- *L'intervalle 28* achemine le drapeau de validité associé au mot d'échantillon audio. Le drapeau est à 0 si l'échantillon est sûr; il est à 1 dans le cas contraire.
- *L'intervalle 29* achemine un bit de la voie de données d'utilisateur associée à la voie audio transmise dans la même sous-trame.
- *L'intervalle 30* achemine un bit du mot d'état de voie associé à la voie audio acheminée dans la même sous-trame.
- *L'intervalle 31* achemine un bit de parité qui a une valeur telle que les intervalles 4 à 31 inclus comprennent un nombre pair de «1» et un nombre pair de «0».

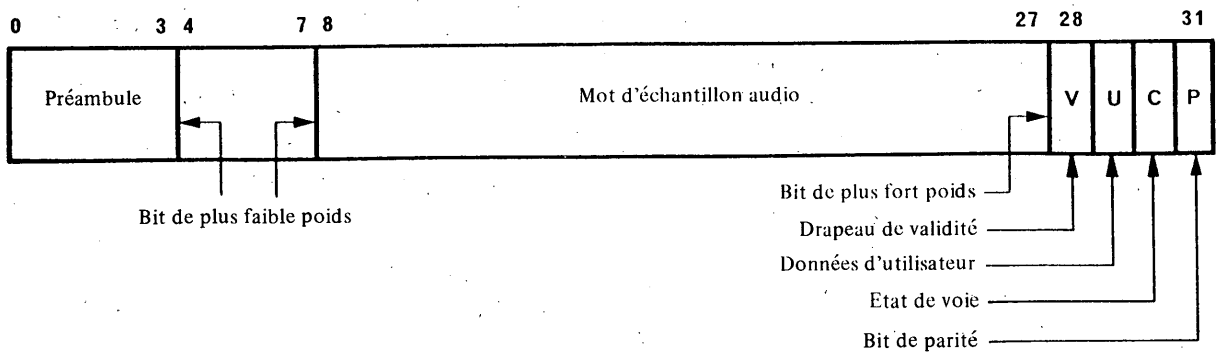



FIGURE 1 – *Structure de la sous-trame*

## 3.2 *Structure de la trame*

Une trame est constituée de deux sous-trames (Fig. 2). Les trames sont transmises à un rythme qui correspond exactement à la fréquence d'échantillonnage à la source.

Dans le mode de fonctionnement à deux voies, les échantillons des deux voies sont transmis par multiplexage dans le temps dans des sous-trames consécutives. Les sous-trames relatives à la voie 1 (voie de gauche ou «A» en stéréophonie, voie primaire en monophonie) commencent par le préambule X, à l'exception d'une trame sur 192 qui commence par le préambule Z. Cela définit la structure de bloc utilisée pour organiser l'information d'état de voie (voir le § 3.5).

Les sous-trames de la voie 2 (voie de droite ou «B» en stéréophonie, voie secondaire en monophonie) portent toujours le préambule Y.

Le mode de fonctionnement à une seule voie n'utilise que la voie 1. Dans les sous-trames affectées à la voie 2, l'intervalle 28 (drapeau de validité) doit être mis à 1 (échantillon non valable).

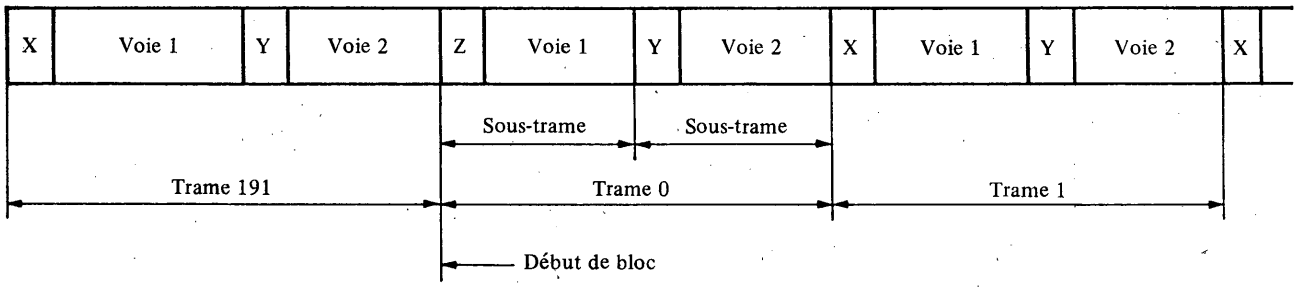



FIGURE 2 – *Structure de la trame*

## 3.3 *Code en ligne*

Les intervalles 4 à 31 sont codés en biphase-marque pour minimiser la composante continue en transmission, pour faciliter la récupération d'horloge à partir du train de données et pour rendre l'interface insensible à la polarité des connexions.

Chaque bit à transmettre est représenté par un symbole constitué de deux états binaires consécutifs. Le premier état d'un symbole est toujours différent du second état du symbole précédent. Le second état du symbole est identique au premier si le bit à transmettre est un 0; il est différent si le bit est un 1 (Fig. 3).

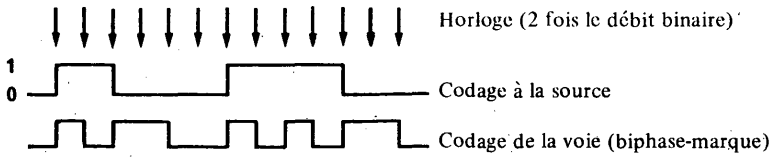



FIGURE 3 – *Codage en ligne*

3.4 *Préambules*

Les préambules sont des motifs particuliers assurant la synchronisation et l'identification des sous-trames, des trames et des blocs. Afin d'assurer la synchronisation dans une période d'échantillonnage et de rendre cette procédure parfaitement sûre, les préambules violent les règles de codage biphase-marque. On évite ainsi que des données ne soient décodées comme des préambules.

On utilise un jeu de trois préambules transmis dans la période attribuée à quatre symboles (intervalles de temps 0 à 3). Ils sont représentés par huit états successifs. Le premier état du préambule est toujours différent du second état du symbole précédent (représentant le bit de parité). Selon cet état (voir la Note), les préambules sont les suivants:

| | | |
|---|---|---|
| soit: | préambule X: 11100010 | (sous-trame 1) |
| | préambule Y: 11100100 | (sous-trame 2) |
| | préambule Z: 11101000 | (sous-trame 1 et début de bloc) |
| soit: | préambule X: 00011101 | |
| | préambule Y: 00011011 | |
| | préambule Z: 00010111. | |

Comme les signaux biphase-marque, ces préambules ne comportent pas de composante continue et permettent une récupération facile de l'horloge. Ils diffèrent par au moins deux états de toute séquence biphase valable ainsi que de toute séquence biphase décalée d'un état, comme l'illustre la Fig. 4 qui représente le préambule X.

*Note* – Du fait de la présence du bit de parité paire dans l'intervalle 31, tous les préambules commencent par une transition dans le même sens (voir le § 3.1). Dans ces conditions, on ne transmet en pratique qu'un seul jeu de préambules. Les deux jeux doivent toutefois être décodables, car une inversion de polarité peut se produire dans la connexion.

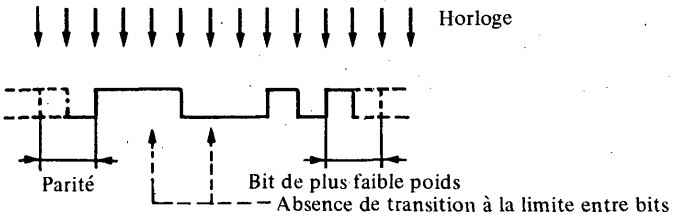



FIGURE 4 – *Préambule X (11100010)*

3.5 *Structure des données d'état de voie*

Pour chaque signal audio, les données d'état de voie fournissent l'information associée à ce signal audio. Des données d'état de voie différentes peuvent donc être transmises par les deux voies de signalisation.

Les données d'état de voie sont organisées en octets. Il y aura donc 24 octets par bloc (Fig. 5).

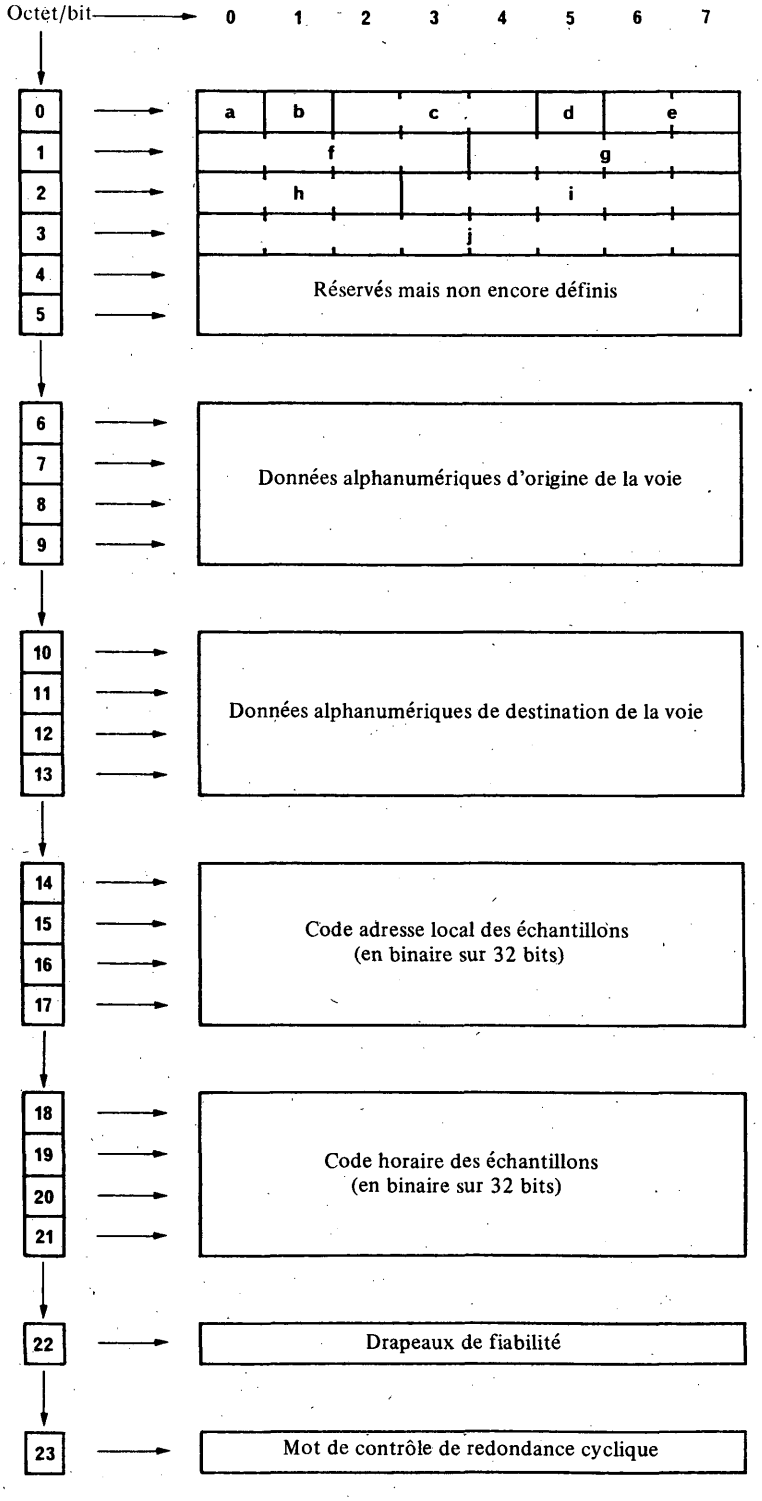



FIGURE 5 – *Structure des données d'état de voie*

a: utilisation du bloc d'état de voie
b: mode audio/non audio
c: préaccentuation du signal audio
d: verrouillage de la fréquence d'échantillonnage à la source
e: fréquence d'échantillonnage
f: mode de fonctionnement
g: emploi des données d'utilisateur
h: utilisation des bits auxiliaires du mot d'échantillon audio
i: codage à la source et historique du codage à la source
j: description d'un fonctionnement multivoies ultérieur

L'organisation précise est la suivante, où le suffixe 0 désigne le premier octet ou le premier bit.

*Octet 0:*

| | | |
|---|---|---|
| *bit 0* | 0 | Utilisation grand public du bloc d'état de voie. |
| | 1 | Utilisation professionnelle du bloc d'état de voie. |
| *bit 1* | 0 | Mode audio normal. |
| | 1 | Mode non audio. |
| *bits 2 à 4* | | Codage de la préaccentuation du signal audio. |
| bit | 2 3 4 | |
| état | 0 0 0 | Préaccentuation non indiquée. Le récepteur se place par défaut en position non préaccentuée avec forçage manuel possible. |
| | 1 0 0 | Pas de préaccentuation. Forçage manuel du récepteur impossible. |
| | 1 1 0 | Préaccentuation 50/15 µs. Forçage manuel du récepteur impossible. |
| | 1 1 1 | Préaccentuation de la Recommandation J.17 du CCITT (avec un affaiblissement d'insertion de 6,5 dB à 800 Hz). Forçage manuel du récepteur impossible. |

Tous les autres états des bits 2 à 4 ne sont pas encore définis mais sont réservés.

| | | |
|---|---|---|
| *bit 5* | 1 | Fréquence d'échantillonnage à la source déverrouillée. |
| | 0 | Indication par défaut et fréquence d'échantillonnage à la source verrouillée. |
| *bits 6 à 7* | | Codage de la fréquence d'échantillonnage. |
| bit | 6 7 | |
| état | 0 0 | Fréquence d'échantillonnage non indiquée. Le récepteur adopte 48 kHz par défaut et le forçage manuel ou automatique est possible. |
| | 0 1 | Fréquence d'échantillonnage de 48 kHz. Forçage manuel ou automatique impossible. |
| | 1 0 | Fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz. Forçage manuel ou automatique impossible. |
| | 1 1 | Fréquence d'échantillonnage de 32 kHz. Forçage manuel ou automatique impossible. |

*Note* – La signification des bits 0 à 4 est telle qu'une transmission en provenance d'une interface grand public peut être reconnue et un récepteur n'acceptant que le format grand public recevra correctement un signal formaté de manière appropriée provenant d'un émetteur professionnel.

*Octet 1:*

| | | |
|---|---|---|
| *bits 0 à 3* | | Codage du mode de fonctionnement. |
| bit | 0 1 2 3 | |
| état | 0 0 0 0 | Mode non indiqué. Le récepteur passe par défaut sur le mode à deux voies. Forçage manuel possible. |
| | 0 0 0 1 | Mode à deux voies. Forçage manuel impossible. |
| | 0 0 1 0 | Mode à une seule voie (monophonie). Forçage manuel impossible. |
| | 0 0 1 1 | Mode principal/auxiliaire (la voie 1 est la voie principale). Forçage manuel impossible. |
| | 0 1 0 0 | Mode stéréophonique avec échantillons simultanés dans la voie 1 et la voie 2 (la voie 1 est la voie gauche). Forçage manuel impossible. |
| | 0 1 0 1 | Mode stéréophonique avec échantillonnage alterné (la voie 1 est la voie de gauche et est échantillonnée avant la voie 2). Forçage manuel impossible. |
| | 0 1 1 0 à 1 1 1 0 | Réservés mais non définis. |
| | 1 1 1 1 | Renvoi vers l'octet 3 pour des applications ultérieures. |
| *bits 4 à 7* | | Codage de l'emploi des bits d'utilisateur. Réservés mais non encore définis. |

*Note* – Pour chaque voie dont les données d'état de voie sont exploitées, toutes les données des octets 0 et 1 du bloc d'état de voie en question doivent être transmises.

Si on n'utilise pas les données d'état de voie, toutes les données du bloc d'état de voie doivent être forcées au 0 logique. Dans ce cas, l'interface de réception passera par défaut sur une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz, un mode à deux voies avec des échantillons audio de 20 bits et pas de préaccentuation.

Il faut noter que, dans cet état, on ne peut pas recevoir les informations d'un émetteur grand public.

*Octet 2:*

| | | |
|---|---|---|
| *bits 0 à 2* | | Utilisation codée de bits auxiliaires du mot d'échantillon audio. |
| bit | 0 1 2 | |
| état | 0 0 0 | Utilisation de bits auxiliaires du mot d'échantillon audio non définie. Les échantillons audio ont une longueur de 20 bits. |
| | 0 0 1 | Bits auxiliaires utilisés pour les échantillons audio eux-mêmes. Les échantillons audio ont une longueur de 24 bits. |
| | 0 1 0 | Bits auxiliaires du mot d'échantillon audio dans cette voie utilisés pour acheminer un seul signal de coordination. |
| | 0 1 1 à 1 1 1 | Réservés mais non définis. |
| *bits 3 à 7* | | Codage à la source et historique du codage à la source. Réservés mais non définis. |

*Octet 3:* Réservé pour décrire un fonctionnement multivoies ultérieur grâce à un renvoi à partir de l'octet 1. Valeur par défaut 0 0 0 0 0 0 0 0.

*Octets 4 à 5:* Réservés mais non encore définis. Valeur par défaut 0 0 0 0 0 0 0 0.

*Octets 6 à 9:* Données alphanumériques d'origine de la voie. Données ASCII à 7 bits avec bit de parité impaire. (Le premier caractère du message est l'octet 6.)

*Octets 10 à 13:* Données alphanumériques de destination de la voie. Données ASCII à 7 bits avec bit de parité impaire. (Le premier caractère du message est l'octet 10.)

*Octets 14 à 17:* Code adresse local des échantillons* (en binaire sur 32 bits). Les bits de plus faible poids sont transmis en tête. Le code adresse est celui du premier échantillon du bloc en cours.

*Octets 18 à 21:* Code horaire des échantillons** (en binaire sur 32 bits). Les bits de plus faible poids sont transmis en tête. Le code horaire est celui du premier échantillon du bloc en cours.

*Note* – Lors du transcodage, en code temporel ou en temps réel, un code temporel binaire nul doit correspondre à minuit (c'est-à-dire 00 heures, 00 minutes, 00 secondes, 00 images).

Le transcodage du nombre binaire en un code temporel classique nécessite seulement la connaissance de la fréquence d'échantillonnage pour obtenir la valeur de code temporel à l'échantillon près, ou pour en déduire toute autre forme d'information temporelle classique.

*Octet 22:* Drapeau utilisé pour indiquer si les informations acheminées par les données d'état de voie sont fiables.

| | | |
|---|---|---|
| bits 0 à 3 | | Réservés, forcés à zéro. |
| bit 4 | 1 | Les octets 0 à 5 ne sont pas fiables. |
| bit 5 | 1 | Les octets 6 à 13 ne sont pas fiables. |
| bit 6 | 1 | Les octets 14 à 17 ne sont pas fiables. |
| bit 7 | 1 | Les octets 18 à 21 ne sont pas fiables. |

*Octet 23:* Mot de contrôle (CCRC) pour les données d'état de voie. Le polynôme générateur est $G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. Le CCRC porte l'information destinée à tester la validité de l'ensemble de données d'un bloc de données d'état de voie (octets 0 à 22 inclus); il est initialisé avec tous ses bits à 1.

---

* Ce code a la même fonction qu'un indice de comptage à l'enregistrement.

** Ce code représente la référence horaire fixée lors du codage à la source du signal, et celle-ci devrait rester inchangée pendant les opérations ultérieures.

3.6 *Structure des données d'utilisateur*

Les données d'utilisateur peuvent être utilisées comme le souhaite l'utilisateur. Pour de nombreuses applications, il est toutefois avantageux d'adopter une structure de bloc semblable à celle des données d'état de voie avec les limites entre blocs alignées sur celles des blocs d'état de voie.

Par exemple, dans certains systèmes de synchronisation où il peut être nécessaire de répéter ou d'éliminer des échantillons pour maintenir le synchronisme à long terme, la perturbation apportée aux données d'état de voie et aux données d'utilisateur peut être minimisée si la répétition ou la suppression porte sur des blocs de 192 échantillons audio correspondant à la structure de blocs de l'interface.

La valeur par défaut des données d'utilisateur est le 0 logique.

## 4. Caractéristiques électriques

4.1 *Généralités*

Les caractéristiques électriques de l'interface sont basées sur celles qui sont définies pour les circuits numériques symétriques en tension dans la Recommandation V.11 du CCITT. Afin d'améliorer la symétrie de l'émetteur, du récepteur ou des deux au-delà des valeurs spécifiées, il est possible d'employer la structure du circuit de transmission décrite à la Fig. 6. Dans cette version de l'interface, qui utilise des transformateurs tant du côté émetteur que du côté récepteur, les condensateurs placés en série protègent les transformateurs du courant continu. Bien qu'une égalisation à la réception soit appliquée, il n'est pas permis d'insérer un circuit d'égalisation avant émission.

Le câble de liaison doit être blindé et doit avoir une impédance caractéristique comprise entre 90 et 120 Ω pour les débits utilisés. On peut calculer ces débits binaires en multipliant la fréquence d'échantillonnage à la source par 64, c'est-à-dire par le nombre de bits par trame.

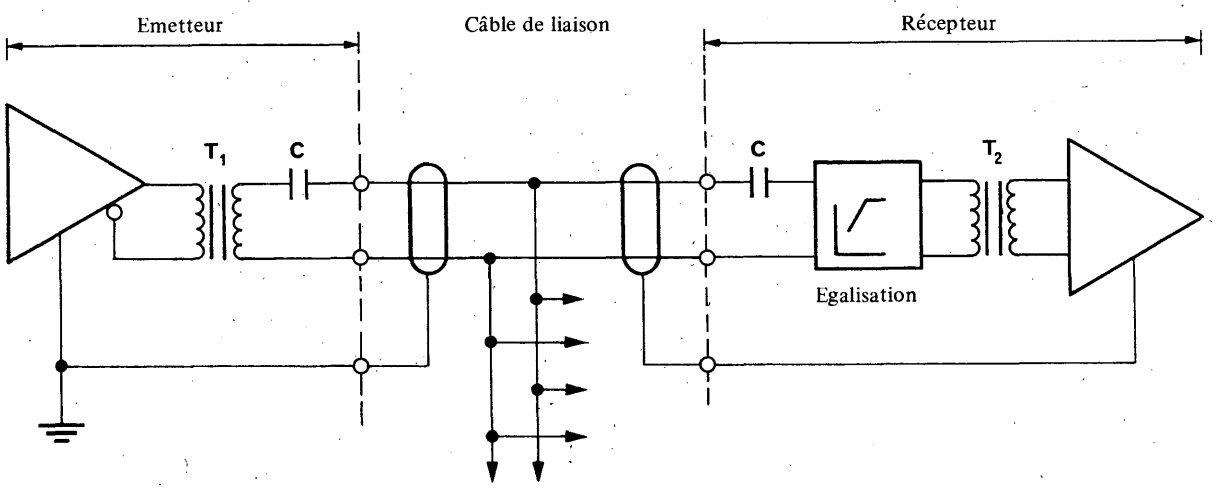



FIGURE 6 – *Structure générale du circuit*

4.2 *Caractéristiques de l'émetteur*

4.2.1 *Impédance de sortie*

La sortie de l'émetteur doit être symétrique et présenter une impédance interne de 110 Ω ± 20%, mesurée aux bornes auxquelles la ligne est connectée et à des fréquences de 0,1 à 6 MHz.

4.2.2 *Amplitude du signal*

L'amplitude du signal doit être comprise entre 3 et 10 V crête-à-crête, mesurée aux bornes d'une résistance de 110 Ω connectée directement à la sortie, sans câble de liaison.

4.2.3 *Temps de montée et de descente*

Les temps de montée et de descente, déterminés entre les points à 10% et à 90% et mesurés aux bornes d'une résistance de 110 Ω connectée directement à la sortie sans câble de liaison, doivent être compris entre 10 et 30 ns.

4.2.4 *Gigue d'horloge*

Les transitions entre états, mesurées entre points à mi-amplitude, ne doivent pas s'écarter de plus de ± 20 ns de leur position nominale.

4.3 *Caractéristiques du récepteur*

4.3.1 *Impédance terminale*

Le récepteur doit présenter au câble de liaison une impédance essentiellement résistive de 250 Ω dans une bande de fréquences de 0,1 à 6 MHz. On ne doit pas raccorder plus de quatre récepteurs à un émetteur donné par l'intermédiaire du câble de liaison. Pour de plus grandes longueurs de câble, il peut être nécessaire de réduire ce nombre pour respecter les conditions fixées au § 4.3.3.

4.3.2 *Niveau d'entrée maximal*

Le récepteur doit détecter correctement les données lorsqu'il est connecté directement à un émetteur fonctionnant dans les limites de tension définies au § 4.2.2.

4.3.3 *Niveau d'entrée minimal*

Le récepteur doit détecter correctement les données lorsqu'un signal d'entrée aléatoire produit à ses bornes le diagramme de l'œil de la Fig. 7, caractérisé par un $V_{min}$ de 200 mV et un $T_{min}$ égal à 50% de $T_{nom}$.

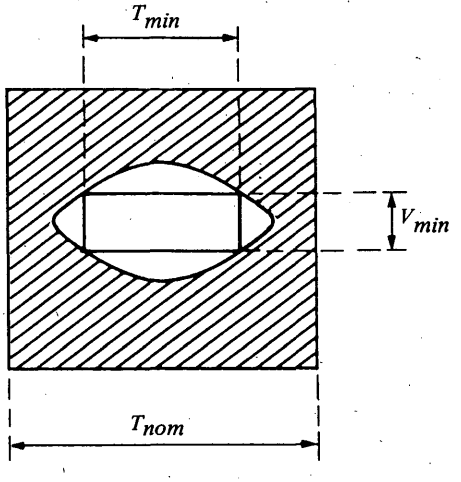



FIGURE 7 – *Diagramme de l'œil*

$T_{min}$ = 0,5 × $T_{nom}$

$V_{min}$ = 200 mV

$T_{nom}$ = une demi-période de symbole biphase

4.3.4 *Egalisation du récepteur*

On doit utiliser une égalisation à la réception, cela afin de permettre l'utilisation de liaisons d'interconnexion d'une longueur supérieure à 100 mètres. Une caractéristique d'égalisation en fréquence proposée est représentée à la Fig. 8. Le récepteur doit continuer à répondre aux conditions indiquées aux § 4.3.2 et 4.3.3.

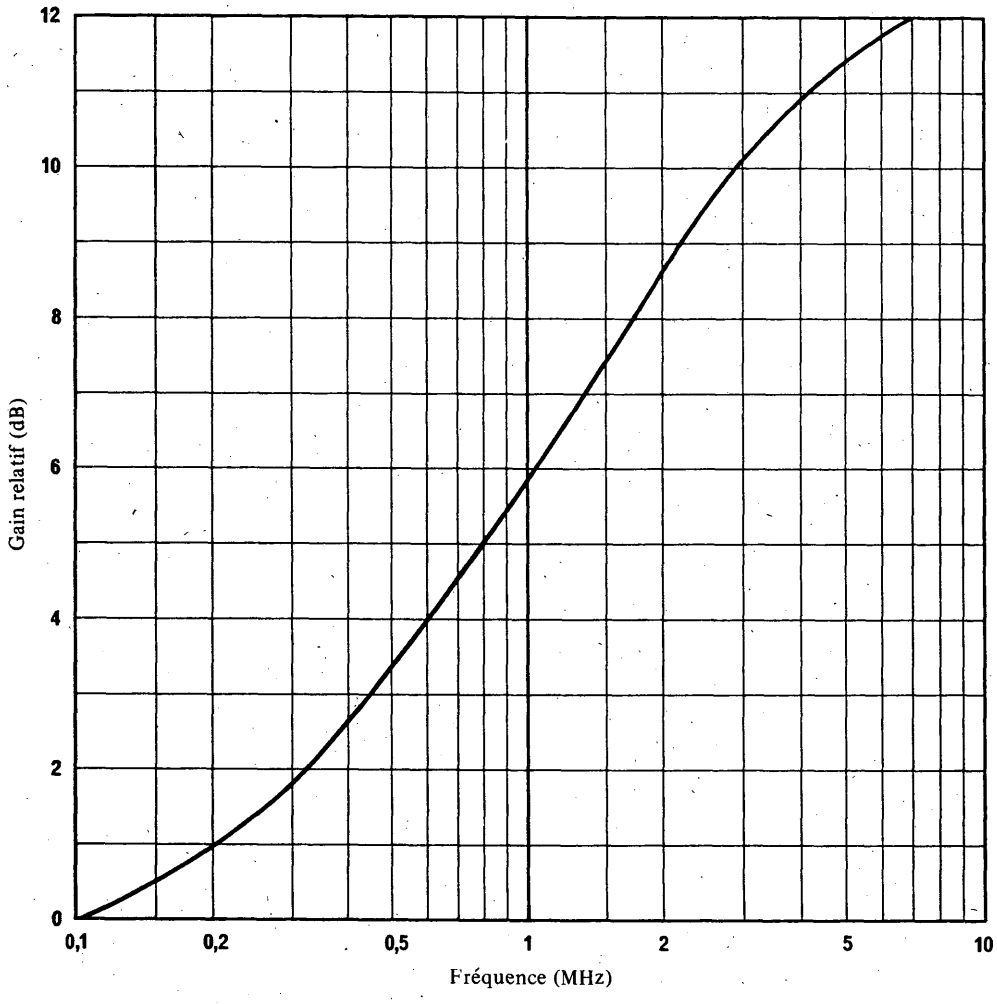



FIGURE 8 – *Proposition de caractéristique d'égalisation du récepteur*

## 5. Connecteurs

Le connecteur normalisé pour les entrées et les sorties doit être du type circulaire à trois broches et à verrouillage décrit dans la Publication 268-12 de la CEI: Equipements pour systèmes électroacoustiques: 12e Partie, Connecteurs circulaires pour radiodiffusion et usage analogue (on désigne parfois ce type de connecteur par le sigle «XLR»).

Il faut respecter les conventions de la CEI en ce qui concerne l'utilisation des contacts et des coquilles pour les entrées et les sorties.

Cette convention est la suivante:

Un connecteur de sortie fixé sur un appareil doit avoir des contacts mâles et une coquille femelle. Le connecteur de câble correspondant aura donc des contacts femelles et une coquille mâle.

Un connecteur d'entrée fixé sur un appareil doit avoir des contacts femelles et une coquille mâle, tandis que le connecteur du câble a des contacts mâles et une coquille femelle.

L'affectation des broches doit être la suivante:

- Broche 1: blindage du câble ou masse,
- Broche 2: signal,
- Broche 3: signal.

(On notera que la polarité relative des broches 2 et 3 est sans importance dans le cas des signaux numériques.)

Les constructeurs de matériel devront identifier clairement les entrées et les sorties numériques par les termes «entrée audionumérique» ou «sortie audionumérique», selon le cas.

Lorsque l'espace est limité ou quand les fonctions des connecteurs peuvent être confondues avec celles d'un connecteur analogique, on doit utiliser l'abréviation «DI» ou «DO» pour indiquer respectivement des entrées ou des sorties numériques (en anglais, «Digital Input» «Digital Output»).

## ANNEXE II

### INSERTION DE VOIES ADDITIONNELLES DE QUALITÉ TÉLÉPHONIQUE DANS L'INTERFACE AUDIONUMÉRIQUE

Lorsque l'interface audionumérique achemine un signal audionumérique échantillonné à 48 kHz en studio, et que 20 bits sont attribués au mot d'échantillon audio (par exemple, à la sortie d'un studio où les niveaux sont commandés par la personne chargée de l'émission), il reste 4 bits disponibles pour un échantillonnage auxiliaire, qui peuvent être utilisés pour acheminer des signaux de qualité téléphonique. En proposant des voies de qualité téléphonique assurées par les interfaces qui acheminent le programme audio, on peut transmettre dans le centre les signaux de «coordination» ou de «conversation de service» utilisés en radiodiffusion pour les communications entre studios, les opérateurs chargés de la continuité, les secteurs d'enregistrement, etc., sur les circuits affectés au programme lui-même. On constitue ainsi un système de transmission numérique plus simple et plus économique que les circuits qui seraient nécessaires avec un acheminement séparé du programme et des signaux de qualité téléphonique [Gilchrist et autres, 1986].

Les signaux de qualité téléphonique sont échantillonnés à 16 kHz (soit exactement un tiers de la fréquence d'échantillonnage du programme audio) et codés uniformément avec l'échantillon à 12 bits, puis acheminés par groupes de 4 bits dans les bits auxiliaires des sous-trames d'interface, comme indiqué dans la Fig. 9. Un signal de ce type peut être porté par les sous-trames A, l'autre par les sous-trames B. Le préambule Z qui figure au début de chaque bloc est utilisé comme mot d'alignement de trame pour les signaux de qualité téléphonique, les 4 bits de moindre poids du premier échantillon suivant immédiatement, comme indiqué dans la Fig. 10. La Fig. 10 représente également l'entrelacement des deux signaux de qualité téléphonique, par groupe de 4 bits.

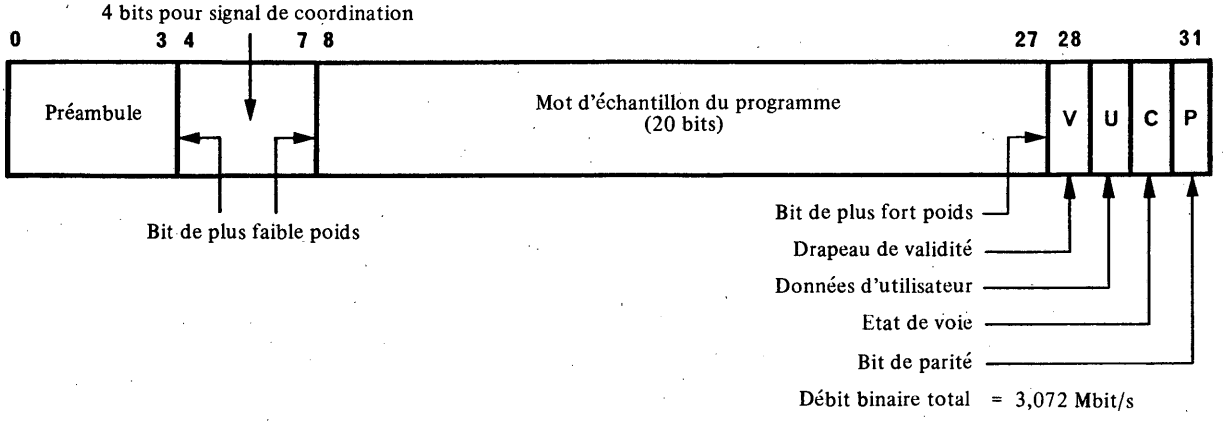



FIGURE 9 – *Sous-trame 32 bits*

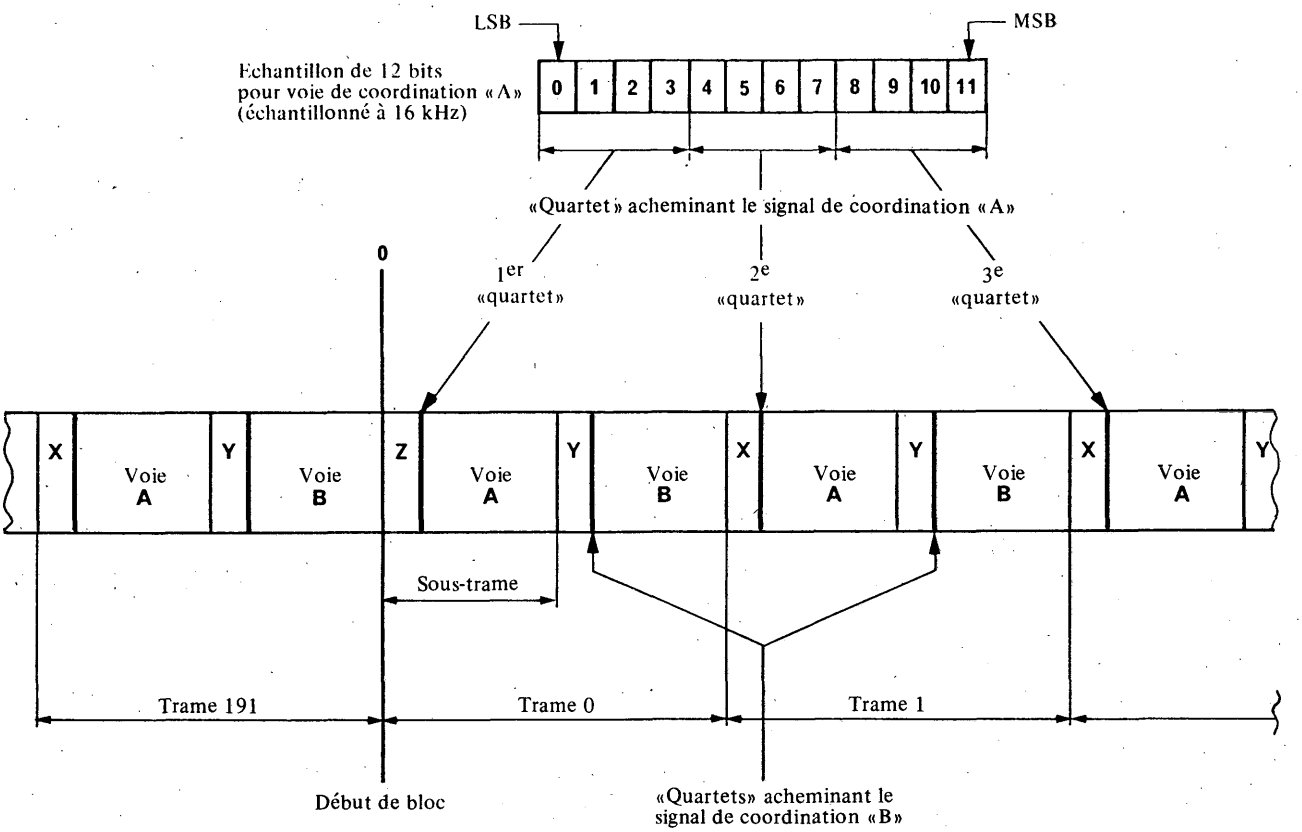



FIGURE 10 – *Structure de trame et de bloc*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GILCHRIST, N. H. C., CROWE, G. W. et LEGG, G. R. [1986] Routing of digital audio signals in a radio broadcasting centre. IEE Conference Publication No. 268, 114-117. *International Broadcasting Convention*, 1986 (IBC 86).

## ANNEXE III

## ÉVOLUTION DE L'INTERFACE AUDIONUMÉRIQUE

### 1. Introduction

Des changements pourront être proposés, afin d'améliorer les possibilités offertes par l'interface, ou pour lui permettre de répondre aux exigences de certaines applications. Il importe que les avantages et les inconvénients de ces changements soient examinés de façon approfondie, non seulement par ceux qui proposent les changements mais encore par d'autres utilisateurs de l'interface.

La présente Annexe expose un certain nombre de modifications et d'idées qui ont été proposées, mais pas forcément adoptées. Ces renseignements sont publiés à plusieurs fins:

- attirer l'attention de l'utilisateur sur les problèmes qui pourraient se poser dans l'avenir;
- attirer l'attention de l'utilisateur sur les nouveaux besoins et les nouvelles possibilités éventuels;
- aider l'utilisateur à se servir efficacement de l'interface dans les applications actuelles et futures;
- rendre les constructeurs d'interfaces attentifs aux domaines dans lesquels des changements pourraient intervenir;
- stimuler les études futures.

## 2. Autres codes temporels

La première spécification de l'interface audionumérique stipule l'emploi de «codes d'adresse d'échantillon», c'est-à-dire de comptages binaires d'échantillons (à la fréquence de l'échantillonnage audio). Il s'agit d'un type idéal de code temporel pour un grand nombre d'applications purement audio dans l'environnement numérique; plusieurs organisations ont mis au point des équipements de montage son à base de disques informatiques qui utilisent des codes temporels à adresse d'échantillon.

Cependant, dans certaines applications (par exemple, télévision et enregistrement [CCIR, 1986-90a]), il peut être nécessaire d'interconnecter deux appareils qui utilisent l'un et l'autre un code temporel BCD (décimal codé binaire) (appelé parfois code temporel «SMPTE/UER»). Ces appareils peuvent être compatibles du point de vue du code temporel, mais incapables d'échanger l'information de code temporel par l'intermédiaire de l'interface audionumérique sans transcodage à partir de l'adresse d'échantillon et vers l'adresse d'échantillon.

On trouvera ci-après quelques solutions qui peuvent être apportées à ce problème.

### 2.1 *Remplacement de l'adresse d'échantillon par le code temporel BCD*

Les codes temporels à adresse d'échantillon peuvent être remplacés directement par des codes temporels BCD, avec utilisation du même nombre d'octets dans les mêmes positions des mots d'état de voie de l'interface (4 octets par code temporel). Pour permettre à l'interface d'acheminer l'un ou l'autre type de code temporel, il est bon d'utiliser l'un des bits d'état de voie pour «repérer» le remplacement du code à adresse d'échantillon par le code temporel BCD [CCIR, 1986-90b].

### 2.2 *Utilisation d'un code temporel contenant des éléments du code BCD et du code à adresse d'échantillon dans l'état de voie*

Il est possible de réaliser un code temporel qui combine des éléments des deux types de code temporel. Par exemple, la partie de plus fort poids du code pourrait être une représentation en BCD des heures, minutes et secondes, et le temps à l'intérieur des secondes pourrait être indiqué par un comptage binaire d'échantillons. Autre possibilité: comptage BCD indiquant les trames de télévision et les blocs d'interface, avec un comptage binaire d'échantillons à l'intérieur du comptage des blocs d'interface [Du Boyce, 1989].

Il serait possible aussi de réaliser un code temporel répondant aux spécifications des appareils qui mettent en œuvre le code BCD, et doté de la résolution propre au code à adresse d'échantillon. Mais cette proposition présente les inconvénients suivants: d'une part, ce type de code exigerait un plus grand nombre d'octets d'état de voie, d'où la nécessité de réorganiser les données d'état de voie; d'autre part, il faudrait mettre en œuvre des équipements utilisant le code à adresse d'échantillon pour coder et décoder la partie BCD du code temporel dans les interfaces.

### 2.3 *Emploi de codes temporels supplémentaires dans la voie de données d'utilisateur*

On pourrait se servir de la voie de données d'utilisateur de l'interface pour acheminer des codes temporels BCD, en plus des codes à adresse d'échantillon dans les données d'état de voie. Il est probable que la voie de données d'utilisateur sera trop «précieuse» pour servir uniquement au transport des codes temporels; on a cependant développé un système HDLC («commande de niveau élevé pour liaisons de données») qui permet d'acheminer ces codes temporels ainsi que d'autres données dans cette voie [Komly et Viallevieille, 1989] et cette proposition pourrait être utilisée comme norme possible pour la transmission d'un large éventail d'informations dans la voie de données d'utilisateur.

## 3. Signalisation du nombre de bits inactifs dans l'échantillon audio

Il y a souvent intérêt à ajouter une fluctuation numérique aux signaux audionumériques, avant de les tronquer ou de les arrondir, pour éviter d'introduire une distorsion granulaire. Mais l'application correcte de cette fluctuation n'est possible que si l'on connaît la longueur du mot audio (c'est-à-dire le nombre de bits actifs de ce mot).

Les bits 3 à 7 de l'octet 2 des données d'état de voie donnent le moyen d'indiquer la longueur du mot audio. Ces bits sont réservés à cet usage et ils servent aussi à indiquer l'«historique du codage à la source». On a proposé l'emploi d'un code à 3 bits, transporté par les bits 3, 4 et 5 de l'octet 2, pour signaler le nombre de bits inactifs [CCIR, 1986-90c]. De cette information, on peut déduire le nombre de bits actifs (c'est-à-dire la longueur du mot audio).

## 4. Copies

La Commission électrotechnique internationale (CEI) a présenté une proposition [CCIR, 1986-90d] qui décrit en détail la protection des droits d'auteur et les moyens permettant d'indiquer si un enregistrement est un original ou une copie, dans l'interface grand public. Il conviendrait d'étudier la possibilité d'inclure cette information dans les données d'état de voie de l'interface professionnelle.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DU BOYCE, T. [octobre 1989] A proposal for a sample-block format AES-EBU channel status time code. Document soumis au Sous-Comité de normalisation de l'AES sur l'audionumérique. Groupe de travail sur l'Interface d'entrée/sortie.

KOMLY, A. et VIALLEVIEILLE, A. [septembre 1989] Programme labelling in the user channel. Digest of the AES Interface Conference. Londres, Royaume-Uni.

*Documents du CCIR*

[1986-90]: **a.** 10/344 (10-11R); **b.** 10/246 (Royaume-Uni); **c.** 10/214 (Royaume Uni); **d.** 10/324 (CEI).

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

## SECTION 10D: ENREGISTRÉMENT DES PROGRAMMES DE RADIODIFFUSION SONORE

Les textes sont publiés dans la Partie 3 des Volumes X et XI.

---

## SECTION 10E: SERVICE DE RADIODIFFUSION SONORE PAR SATELLITE

Les textes sont publiés dans la Partie 2 des Volumes X et XI.

---

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

RÉSOLUTIONS ET VŒUX

## RÉSOLUTION 64

## DÉTERMINATION DU NIVEAU DE BRUIT POUR LA RADIODIFFUSION SONORE DANS LA ZONE TROPICALE

(1978)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

que les études relatives aux caractéristiques du bruit atmosphérique radioélectrique et le rassemblement de données sur le bruit relèvent de la compétence de la Commission d'études 6,

DÉCIDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que les résultats des études décrites dans le Rapport 303 (Genève, 1974), qui ne se trouvent plus parmi les textes actuels du CCIR, devraient être portés à la connaissance de la Commission d'études 6;

**2.** que cette information devrait être prise en considération par la Commission d'études 6 lorsque celle-ci entreprendra de réviser les données contenues dans le Rapport 322, concernant le bruit radioélectrique à l'échelon mondial.

RÉSOLUTION 76-1

## PRÉSENTATION DES DIAGRAMMES D'ANTENNE

(1982-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que la CAMR HFBC-87, par sa Résolution N° 516, invite le CCIR à mettre à jour son Recueil de diagrammes d'antennes, et l'IFRB à fonder ses Normes techniques sur cette publication;

*b)* que de nouveaux types d'antennes, déjà utilisés par des administrations pour la radiodiffusion à ondes décamétriques, doivent être introduits dans le Recueil de diagrammes d'antennes du CCIR, édition 1984 afin de le compléter;

*c)* que la Commission d'études 10 a déjà accompli un travail considérable en cette matière à l'occasion de la préparation de la CAMR HFBC-84 et de la CAMR HFBC-87;

*d)* que, au titre de ses Programmes d'études 44H/10 et 45F/10, la Commission d'études 10 est chargée d'évaluer les diagrammes de rayonnement des antennes à ondes décamétriques, y compris leur performance en termes de couverture et de brouillage,

DÉCIDE A L'UNANIMITÉ

**1.** que les résultats des études effectuées par la Commission d'études 10, ainsi que les diagrammes d'antennes correspondants, feront l'objet d'une Recommandation du CCIR qui sera publiée séparément;

**2.** que cette Recommandation, qui assurera une certaine continuité avec les publications antérieures du CCIR sur les diagrammes d'antennes, contiendra suffisamment de renseignements techniques de base et de renseignements complémentaires pour guider le choix de l'antenne appropriée au service souhaité, ainsi que d'autres données, le cas échéant, relatives au fonctionnement de l'antenne dans les conditions réelles;

**3.** que ladite Recommandation spécifiera une série appropriée de diagrammes d'antennes couvrant, dans la mesure du possible, toute la gamme des types d'antennes utilisés par les administrations;

**4.** que cette Recommandation sera complétée par des programmes d'ordinateur appropriés pour le calcul des diagrammes de rayonnement des antennes; ces programmes seront disponibles auprès du Secrétariat du CCIR, qui assurera également la maintenance des logiciels;

**5.** que les participants aux travaux du CCIR seront invités à coopérer pour la tenue à jour et l'actualisation de cette nouvelle Recommandation en présentant des contributions pertinentes au CCIR.

VŒU 15-3

## RADIODIFFUSION DANS LA BANDE DES 26 MHz

(1953-1966-1970-1974)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* qu'il est du plus grand intérêt, pour la radiodiffusion à grande distance, d'utiliser toutes les bandes de fréquences dont elle dispose;

*b)* que, lorsque le nombre relatif après lissage des taches solaires atteint 70, des émissions de radiodiffusion à grande distance peuvent être réalisées avec efficacité sur des fréquences de la bande des 26 MHz, pendant le jour, sur un grand nombre de trajets;

*c)* que ces fréquences ne sont que rarement employées;

*d)* que les émissions sur ces fréquences présentent, quand elles sont possibles, des avantages importants, en raison des faibles niveaux de bruit atmosphérique et de la faible absorption,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

**1.** que les administrations signalent aux organismes de radiodiffusion les avantages de la bande des 26 MHz pour la radiodiffusion de Terre à grande distance lorsque les conditions ionosphériques sont favorables;

**2.** que les fabricants de récepteurs soient informés de ces possibilités et encouragés à étendre la gamme d'accords de leurs appareils afin de permettre la réception dans la bande des 26 MHz.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

VŒU 51*

## ÉTUDE DES MÉTHODES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE PAR LES COMMISSIONS D'ÉTUDES DU CCIR ET PAR LA CMTT

(1974)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que l'étude des méthodes de transmission numérique constituera une part importante des futurs travaux des Commissions d'études 4, 9, 10 et 11 et de la CMTT;

*b)* que toutes les questions relatives à la modulation par impulsions et codage à l'étude au CCITT sont confiées à la Commission d'études XVIII de ce Comité;

*c)* que la Commission d'études XVIII du CCITT, qui doit établir les caractéristiques techniques des systèmes de transmission, aura besoin, à cet effet, de connaître les débits binaires vraisemblables pour les divers services devant être assurés sur les réseaux numériques ainsi que les possibilités techniques des différents moyens de transmission (de Terre et par satellite),

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

**1.** que les études sur les systèmes de transmission numérique effectuées par les Commissions d'études 4 et 9 fassent l'objet d'une coordination étroite avec les travaux de la Commission d'études XVIII du CCITT; le Directeur du CCIR devrait transmettre à la Commission d'études XVIII du CCITT les documents pertinents des Commissions d'études 4 et 9;

**2.** que les Commissions d'études 10 et 11 examinent les méthodes de codage numérique et de protection contre les erreurs appropriées à la radiodiffusion, à l'enregistrement et au traitement en studio des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision, respectivement, et étudient les méthodes tendant à réduire la redondance de ces signaux;

**3.** que la CMTT étudie les méthodes de codage numérique, de transcodage et de protection contre les erreurs appropriées à la transmission sur grande distance des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision; la CMTT sera aussi chargée de la coordination nécessaire pour faire en sorte que les résultats des études des Commissions d'études 10 et 11 et de la CMTT soient transmis à la Commission d'études XVIII du CCITT, sous forme unifiée par l'intermédiaire du Directeur du CCIR;

**4.** que les résultats des travaux effectués au sein de la Commission d'études XVIII du CCITT soient transmis aux Commissions d'études intéressées du CCIR par l'intermédiaire du Directeur du CCIR.

---

* Il est demandé au Directeur du CCIR de porter ce Vœu à l'attention de la CEI et du CCITT.

VŒU 59*

## SIMULATION DE SIGNAUX RADIOPHONIQUES

(1978)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* que l'emploi de signaux radiophoniques simulés sous la forme de signaux de bruit colorés pouvant servir à diverses utilisations est inclus dans les Recommandations 559 et 571, et qu'il est actuellement examiné par la CEI;

*b)* que le nombre de ces signaux doit être réduit au minimum,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

**1.** que les travaux de la Commission d'études 10 du CCIR sur la simulation des signaux radiophoniques soient étroitement coordonnés avec les travaux de la CMTT et du SC 29B de la CEI. Le Directeur du CCIR devrait communiquer directement à la CEI les documents pertinents de la Commission d'études 10 et le Rapporteur principal de la Commission d'études 10 devrait en faire de même avec le Rapporteur principal de la CMTT;

**2.** que la CEI soit invitée à communiquer les nouveaux résultats de ses travaux à la Commission d'études 10 du CCIR par l'intermédiaire du Directeur du CCIR.

---

* Voir le Rapport 798.

VŒU 74-1 *

## SYSTÈMES D'INTERCONNEXION POUR LES RÉCEPTEURS DE RADIODIFFUSION SONORE ET LES ÉQUIPEMENTS ASSOCIÉS

(1982-1990)

Le CCIR,

CONSIDÉRANT

*a)* le fait qu'il est important de faciliter l'amélioration et l'obtention d'une plus grande efficacité des systèmes de radiodiffusion;

*b)* que l'introduction de telles améliorations a, jusqu'à maintenant, été souvent retardée par la nécessité d'attendre que les équipements que possède le public deviennent obsolètes;

*c)* que de tels délais pourraient être raccourcis si les moyens appropriés étaient fournis pour l'interconnexion des équipements associés;

*d)* les études qu'il a décidé d'entreprendre dans le cadre des Programmes d'études 46G/10 et 46H/10,

ÉMET A L'UNANIMITÉ LE VŒU

qu'il faut inviter la Commission électrotechnique internationale (CEI) à étudier et à établir des normes pour l'interconnexion entre les récepteurs de radiodiffusion sonore, les appareils d'enregistrement et de restitution du son, les décodeurs pour les services supplémentaires de radiodiffusion sonore, et autres équipements associés destinés à être utilisés par le public en tenant dûment compte des études qui seront effectuées par le CCIR à ce sujet.

---

* Il est demandé au Directeur du CCIR de porter ce Vœu à l'attention des Directeurs du CCITT et de la CEI. Ce Vœu a également été transmis à la Commission d'études 11.

[redacted]