

RAPPORT 464-5

**POLARISATION DES ÉMISSIONS DE RADIODIFFUSION
A MODULATION DE FRÉQUENCE DANS LA BANDE 8 (ONDES MÉTRIQUES)**

(Question 46/10, Programme d'études 46C/10)

(1970-1974-1978-1982-1986-1990)

1. Introduction

Dès le début de la radiodiffusion en ondes métriques (bande 8), on a mis l'accent sur la haute qualité et cette tendance a été encore accentuée par l'introduction de la stéréophonie. Lors de la planification de ces nouveaux services, on a donc essentiellement tenu compte des installations de réception correctement établies avec des antennes sur les toits. Des études ont montré que, dans ces conditions, la polarisation horizontale présente certains avantages.

L'apparition des transistors a permis de produire en masse des récepteurs portatifs bon marché pour la MF en ondes métriques, de forte sensibilité et capables de fonctionner de manière satisfaisante à l'aide d'antennes foudres incorporées. Par ailleurs, l'utilisation des ondes métriques et de la MF dans les récepteurs pour automobiles se développe. D'une manière générale, ces nouvelles catégories de récepteurs contribuent à créer un marché de masse et, bien qu'ils ne permettent pas de tirer tout le parti possible des émissions de haute qualité, leur nombre est tel que les organismes de radiodiffusion doivent en tenir compte. On doit aussi mentionner l'augmentation constante de la demande de récepteurs de haute qualité, notamment en stéréophonie.

En conséquence, il est possible d'utiliser pour les récepteurs domestiques fixes des antennes fixes afin d'obtenir un gain et une directivité supérieurs à ceux d'une antenne d'automobile ou d'une radio portative qui doit être théoriquement omnidirectionnelle dans le plan horizontal.

Le présent Rapport est destiné à fournir aux organismes de radiodiffusion des informations complémentaires qui leur permettront de choisir plus facilement en fonction des circonstances, la polarisation la mieux adaptée à leurs nouveaux programmes.

2. Types de polarisation utilisés en radiodiffusion

La polarisation en radiodiffusion peut être de plusieurs types définis comme suit:

Polarisation horizontale: le vecteur électrique est dans un plan horizontal.

Polarisation verticale: le vecteur électrique est dans le plan vertical.

Polarisation oblique: le vecteur électrique est incliné à 45° par rapport à l'horizontale, ce qui peut être considéré comme la résultante de deux composantes d'amplitude égale et de même phase, l'une étant polarisée horizontalement et l'autre verticalement.

La polarisation est dite oblique dextrogyre (ou droite) ou bien oblique lévogyre (ou gauche) suivant que le vecteur électrique de l'onde qui se propage, vu depuis le point d'émission, a tourné de 45° par rapport à la verticale respectivement dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse.

Polarisation elliptique: l'extrémité du vecteur électrique décrit une ellipse. On peut considérer cette polarisation comme la résultante de composantes polarisées verticalement et horizontalement d'amplitude et de phase différentes.

La polarisation est dite dextrogyre (ou droite) ou bien lévogyre (ou gauche) suivant que le vecteur électrique vu depuis le point d'émission tourne respectivement dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse.

Polarisation circulaire: polarisation dans laquelle l'extrémité du vecteur électrique décrit un cercle. C'est un cas particulier de la polarisation elliptique dans lequel des composantes polarisées verticalement et horizontalement, de même amplitude, sont combinées en quadrature de phase.

La polarisation circulaire est dite dextrogyre (ou droite) ou bien lévogyre (ou gauche) suivant que le vecteur électrique, vu depuis le point d'émission, tourne respectivement dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse.

Polarisation double: polarisation dans laquelle l'antenne rayonne des composantes en polarisation verticale et horizontale, d'amplitude sensiblement égale mais sans relation de phase précise entre elles. En général, les sources polarisées verticalement et horizontalement peuvent être décalées l'une par rapport à l'autre, de sorte que la polarisation résultante est comprise entre la polarisation circulaire et la polarisation oblique, en fonction de l'azimut.

Polarisation mixte: ce terme s'applique à toutes les méthodes où l'on diffuse des composantes polarisées verticalement et horizontalement. Il comprend la polarisation oblique, la polarisation elliptique (y compris la circulaire) et la double polarisation.

En pratique, par suite des types d'antennes utilisées par la réception à domicile, il est peu vraisemblable qu'un mode de polarisation mixte présente un avantage quelconque sur un autre.

Lorsque les organismes de radiodiffusion souhaitent utiliser une polarisation mixte plutôt qu'une polarisation horizontale ou verticale, le choix doit tenir compte de la disposition la plus commode pour la réalisation de l'antenne d'émission. En pareil cas, il convient d'augmenter la puissance d'émission de 3 dB si l'on a l'intention de fournir le même niveau à l'entrée des récepteurs utilisant des antennes de réception polarisées horizontalement ou verticalement. On doit noter que, si l'on utilise des antennes directives, la polarisation spécifiée ne sera vraisemblablement obtenue que dans le lobe principal.

3. Utilisation de la polarisation horizontale, verticale et mixte

Les renseignements disponibles donnent à penser que, avec le type d'antenne utilisé par les récepteurs portatifs ou les récepteurs d'automobiles, le signal reçu peut parfois être plus intense si l'on émet une composante en polarisation verticale. L'utilisation d'une composante polarisée verticalement, s'ajoutant à la composante horizontale existante, se généralise en Amérique du Nord et les nouveaux services utilisent fréquemment la polarisation circulaire. Cette méthode d'émission s'est révélée offrir des avantages pour la réception en automobile car elle permet de compenser les évanouissements dus à des ondes stationnaires et fournit généralement un signal plus élevé dans les emplacements dégagés. Des essais décrits dans [CCIR, 1982-86a] confirment ce qui précède mais uniquement en terrain plat. En région montagneuse, la couverture est limitée par le relief; la distorsion par trajets multiples sur une grande distance dégrade le service et, pour la réception domestique, il y a peu de différence de niveau moyen du signal entre les émissions à polarisation horizontale et celles à polarisation circulaire. En Irlande, la plupart des ————— émissions en ondes métriques se font en polarisation verticale encore que la polarisation mixte soit utilisée par des stations couvrant d'importantes zones urbaines. En revanche, au Royaume-Uni, la plupart des stations (y compris 13 stations de la BBC ayant chacune 3 ou 4 émissions à forte puissance dans la gamme 130 - 250 kW) utilisent maintenant une polarisation mixte (circulaire ou oblique) et l'on s'attache à équiper pour la polarisation mixte les stations qui utilisent encore la polarisation horizontale.

Des essais effectués en Suède [CCIR, 1978-82a] montrent aussi que la réception à bord de véhicules automobiles est améliorée dans les agglomérations proches de l'émetteur si l'on utilise une polarisation circulaire ou verticale plutôt que la polarisation horizontale. Toutefois, des études faites en République fédérale d'Allemagne et en Italie ont montré que les émissions en polarisation horizontale sont moins sensibles à la distorsion par trajets multiples sur certains types de terrain, ce qui est particulièrement important pour la stéréophonie et les autres signaux multiplexés.

Des études en vue d'évaluer la différence entre la propagation des ondes à polarisation verticale et celle des ondes à polarisation horizontale ont été menées en 1988 en République socialiste fédérative de Yougoslavie par la Société de radiodiffusion yougoslave RTV Ljubljana et l'institut de recherches allemand "Institut für Rundfunktechnik" [CCIR, 1986-90a]. La station utilisée pour les essais était un émetteur de radiodiffusion sonore MF à ondes métriques de grande puissance, dont la zone de service comprenait à la fois des parties vallonnées et d'autres plus accidentées. Les résultats ont montré que les ondes à polarisation verticale subissent un affaiblissement de diffraction nettement plus prononcé dans la plupart des emplacements situés dans la zone de mesure et qu'elles subissent beaucoup plus de réflexions diffuses. Cela entraîne une augmentation perceptible des distorsions dans la réception à domicile et une multiplication sensible des interruptions bruyantes dans la réception sur véhicule.

L'expérience du Royaume-Uni [CCIR, 1978-82b], en particulier à la suite d'essais effectués dans la région de Londres, a montré que la polarisation mixte (voir le § 2) offre un meilleur service que la polarisation horizontale pour les récepteurs portatifs ou les récepteurs d'automobile, sans causer de dégradation sensible à la réception stéréophonique si on utilise une antenne extérieure à polarisation horizontale correctement installée. Avec une puissance apparente rayonnée (p.a.r.) de 400 W, les mesures ont été effectuées sur des distances allant jusqu'à 25 km à partir de l'émetteur et on a constaté que l'adjonction d'une composante verticale (d'égale puissance) à une émission existante à polarisation horizontale se traduit par une augmentation effective du signal de 5 à 7 dB pour les récepteurs portatifs et les récepteurs d'automobile. Des essais faits au Canada confirment ce qui précède pour un terrain plat et jusqu'à environ 160 km. Une antenne à polarisation circulaire a été utilisée et les puissances des stations allaient de 21 kW à 360 kW p.a.r. Il semble avantageux d'utiliser la polarisation circulaire surtout pour les récepteurs mobiles aux limites de la zone de couverture, mais les frais d'investissement et d'exploitation sont plus élevés dans ce cas que pour les émissions à polarisation horizontale.

4. Utilisation de la polarisation orthogonale

Le Rapport 122-3 (Genève, 1982) décrit les avantages que l'on peut obtenir en émettant des signaux à polarisation orthogonale verticale et horizontale à partir de différentes stations et en utilisant la discrimination de polarisation à la réception. En principe, on peut aussi appliquer cette technique dans les bandes de fréquences utilisées pour la radiodiffusion sonore MF. Toutefois, on ne peut retirer le maximum d'avantages que lorsque la polarisation des antennes de réception correspond à celle du signal utile. Quand la polarisation des antennes de réception est quelconque, par exemple lorsque en radiodiffusion à modulation de fréquence (B.m), les antennes fixes et d'automobile ont des polarisations différentes, on ne peut espérer aucun avantage général de l'utilisation systématique de polarisations orthogonales et cette solution risque même de gêner la réception.

De plus, avec une polarisation mixte, il devient généralement impossible d'assurer une protection mutuelle entre programmes en utilisant des polarisations orthogonales (verticale ou horizontale). Dans le cas de polarisation mixte, aucun avantage dans la discrimination de polarisation ne peut être obtenu sur la polarisation horizontale ou verticale en utilisant à la réception le même type d'antenne que celui utilisé à l'émetteur utile. Cette considération s'applique également à la polarisation circulaire à droite et à gauche, car le sens de rotation du signal provenant de l'arrière de l'antenne est l'inverse de celui du signal provenant de l'avant.

5. Définition de la puissance apparente rayonnée dans le cas de la polarisation mixte [CCIR, 1978-82c] pour le calcul des brouillages

Tout type de polarisation mixte peut être représenté par la combinaison d'une composante en polarisation horizontale et d'une composante en polarisation verticale, qui peuvent produire des tensions différentes à l'entrée du récepteur, suivant le type d'antenne utilisé. D'une manière générale, on perd toute possibilité de protection entre services utilisant des polarisations orthogonales, comme il vient d'être signalé et il est donc sans importance de tenir compte de la relation de phase entre les deux composantes pour le calcul des brouillages. Il faut néanmoins définir clairement la puissance apparente rayonnée (p.a.r.). Il convient donc de spécifier séparément les puissances associées aux deux composantes orthogonales du signal rayonné (c'est-à-dire la composante à polarisation horizontale et la composante à polarisation verticale) et de ne pas se contenter d'indiquer la valeur totale de la p.a.r.



6. Influence de la propagation

6.1 Composante directe ou diffractée

Les signaux arrivant au point de réception comprennent généralement plusieurs composantes, la plus intense d'entre elles étant soit une onde directe, soit une onde diffractée. L'amplitude de cette onde directe ou diffractée est sensiblement indépendante de la polarisation, sauf lorsque la diffraction se produit sur des collines arrondies et lisses (sans végétation ni obstacles d'une hauteur supérieure à environ un mètre). Dans ce cas, une onde en polarisation verticale sera moins affaiblie qu'une onde en polarisation horizontale. Un autre cas particulier est celui où la propagation se fait au-dessus de collines couvertes de bois de conifères, car les arbres présentent une tendance plus importante à disperser la composante en polarisation verticale, ce qui produit une perte plus forte pour ce type de polarisation. Au voisinage du sol, les conditions à la limite permettent de préconiser une composante en polarisation verticale, car les signaux en polarisation horizontale sont affaiblis. Ainsi, si les hauteurs d'antenne sont faibles, la polarisation verticale donnera un signal plus intense.

6.2 Composante réfléchie

On recevra généralement, en plus de la composante directe ou diffractée, un ou plusieurs signaux réfléchis; ce phénomène peut être dû à plusieurs causes que l'on peut répartir dans les trois groupes suivants:

6.2.1 Réflexions rasantes sur le sol dans la direction de l'antenne de réception

La différence de trajet entre les signaux direct et réfléchi est généralement très faible et, par suite, l'écho ne produit pas de distorsion, mais seulement une variation du champ. Dans la plupart des cas où l'angle d'incidence n'est pas supérieur à environ 1° , l'effet est sensiblement indépendant de la polarisation. Cependant, si la transmission se fait entre des points d'émission et de réception élevés, par exemple au-dessus d'une vallée ou d'une baie, le retard de l'écho peut devenir sensible et la polarisation horizontale donnera généralement un écho relativement plus fort.

6.2.2 Réflexions provenant des côtés du trajet, le réflecteur étant une construction, des arbres, des collines ou des montagnes

Quand les réflexions sont dues à des surfaces verticales ou presque verticales, leur amplitude sera, en général, notablement plus élevée en polarisation verticale qu'en polarisation horizontale. C'est vraisemblablement ce facteur qui fait que les émissions en polarisation verticale sont relativement plus sensibles aux effets de trajets multiples que les émissions en polarisation horizontale. En pratique, le phénomène est plus marqué lorsque le trajet direct est masqué et qu'il existe sur les côtés du trajet des structures ou des éléments topographiques sur lesquels le champ est intense. L'effet peut devenir important lorsque la différence de trajet entre le signal direct et le signal réfléchi dépasse 3 km environ (10 μ s). Avec ce retard, on peut observer une distorsion perceptible si l'amplitude de l'écho est d'environ 15% en stéréophonie ou 40% en monophonie, mais la valeur exacte de ce pourcentage dépend du niveau de suppression de la modulation d'amplitude dans le récepteur.

6.2.3 Réflexions provenant de l'arrière du point de réception et produites par des surfaces verticales ou presque verticales, telles que des bâtiments, des arbres ou des montagnes

Lorsque le réflecteur a des dimensions importantes dans le plan vertical ou horizontal, la polarisation n'a généralement pas d'importance, bien que certains résultats obtenus en République fédérale d'Allemagne montrent que les bâtiments tendent à réfléchir les signaux en ondes métriques (bande 8) polarisés verticalement avec plus d'intensité que ceux polarisés horizontalement. Lorsque le réflecteur est un arbre, et notamment un conifère, les signaux en polarisation verticale seront réfléchis avec plus d'intensité. Comme dans le cas précédent, § 6.2.2, les effets ne sont importants que si la différence de trajet dépasse 3 km environ.

6.3 *Récapitulation des facteurs affectant la propagation*

Il est donc évident que l'émission d'une composante en polarisation verticale peut donner un champ plus intense lorsque les antennes de réception réagissent surtout à la polarisation verticale et sont utilisées à de faibles hauteurs. En contrepartie, il existe une possibilité d'augmentation de la distorsion par trajets multiples pour certains types de terrain. Cette distorsion est particulièrement importante lorsqu'on diffuse des signaux multiplexés.

Les données existantes montrent que, sur des terrains plats ou ondulés, les effets de trajets multiples sont minimaux tandis que le gain de niveau de champ obtenu en diffusant une composante à polarisation verticale est maximal. A l'autre extrême, dans une région très montagneuse, le gain de niveau de champ est réduit alors que les effets de trajets multiples peuvent être graves, notamment lorsque les réflexions sont dues à des montagnes couvertes de conifères.

Dans ces cas extrêmes, il est donc possible de prendre une décision au sujet de la meilleure polarisation à utiliser à l'émission. Dans les cas intermédiaires plus courants, le choix est moins évident et peut dépendre du type de service que l'organisme de radiodiffusion s'efforce d'assurer.

7. **Perturbations radioélectriques artificielles**

La principale source de parasites provient de l'allumage des véhicules et l'expérience semble indiquer que l'importance de ce facteur varie d'un pays à l'autre. On ne connaît pas de manière certaine la cause du phénomène, mais il est peut-être dû aux différences dans les normes utilisées pour l'antiparasitage des circuits électriques des véhicules.

Les parasites produits par les allumages ont une polarisation semi-aléatoire, mais avec une prépondérance des composantes verticales. Ainsi, lorsque les antennes de réception sont situées assez haut au-dessus du niveau du sol et ont la même polarisation qu'à l'émission, il est préférable d'utiliser la polarisation horizontale. Lorsque l'antenne de réception est utilisée au voisinage du niveau du sol et répond surtout aux signaux en polarisation verticale, comme c'est actuellement le cas pour les récepteurs d'automobiles, le rapport signal/brouillage ne peut être amélioré qu'en diffusant une composante verticale.

8. **Services existants**

Il est important de savoir s'il existe déjà des émissions dans la zone à desservir. Si c'est le cas, il sera vraisemblablement nécessaire d'employer une polarisation telle que les récepteurs existants puissent, dans la plupart des cas, donner des résultats satisfaisants. En général, il est vraisemblable que, quand les services existants utilisent la polarisation horizontale ou verticale, le nouveau service devra utiliser soit la même polarisation, soit une polarisation mixte.

9. Discussion

On a passé en revue les différents facteurs qui affectent le choix de la polarisation pour les nouveaux services en ondes métriques (bande 8). Il apparaît que les différents types de polarisation horizontale, verticale ou mixte présentent chacun des avantages propres et que ceux-ci prennent un poids différent suivant la nature du terrain, le genre de récepteur et le type de service que l'on souhaite assurer. Aucun mode de polarisation ne donnera les meilleurs résultats dans toutes les circonstances.

Le Tableau I, établi en tenant compte de ces facteurs, est destiné à faciliter le choix du meilleur mode de polarisation en fonction des conditions locales.

TABLEAU I – Choix de la polarisation pour les nouveaux services

Type de service souhaité	Polarisation des services existants	Type de terrain	Polarisation préférée pour les nouveaux services
Essentiellement destiné aux récepteurs de haute qualité, probablement avec stéréophonie, sans amélioration de la réception pour les récepteurs portatifs ou pour automobiles.	néant	tous	horizontale
	horizontale	tous	horizontale
	verticale	plat ou ondulé	verticale
	verticale(1)	accidenté	mixte(2)
Essentiellement destiné à desservir l'auditoire le plus large possible et, en particulier, ceux qui utilisent des récepteurs portatifs ou pour automobiles. Il faudra tenir compte des installations déjà équipées pour recevoir les émissions existantes éventuelles.	néant ou horizontale	plat ou ondulé	mixte
		accidenté	horizontale
	verticale	plat ou ondulé	verticale
	verticale(3)	accidenté	mixte

(1) Il serait préférable de modifier les services existants éventuels pour utiliser la polarisation horizontale.

(2) Horizontale si l'on peut faire passer en polarisation horizontale les services existants.

(3) Il serait préférable de modifier les services existants éventuels pour utiliser la polarisation mixte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR

[1978-82]: a. 10/61 (Suède); b. 10/195 (Royaume-Uni); c. 10/240 (UER).

[1982-86]: a. 10/42 (Canada) + Add. 1.

[1986-90]: a. 10/266 (République fédérale d'Allemagne).

BIBLIOGRAPHIE

UER [février 1976] Choix de la polarisation pour les nouveaux services en bande II. *Rev. de l'UER (Technique)*, 155, 21-24.