

Annexe 8A

**Méthode permettant de combiner les diagrammes d'antennes horizontal et vertical
dans le Service Mobile Terrestre**

1 - Calcul du 3-D du diagramme de rayonnement de l'antenne

La description ci-dessous montre comment calculer le diagramme 3-D de rayonnement de l'antenne à partir des données suivantes des antennes d'émission et de réception :

- les codes des parties horizontale et verticale de l'antenne, respectivement 9XH et 9HV ;
- l'azimut et l'angle de site du rayonnement maximal, respectivement 9A, 9B ;
- l'azimut et l'angle de site de la direction dans laquelle l'atténuation résultante du diagramme de rayonnement 3-D de l'antenne doit être calculé (trajet de propagation).

Dans une première étape, les deux vecteurs (direction de l'antenne et trajet de propagation) sont combinés en un vecteur représenté par l'angle de différence horizontal et vertical (hda , vda) qui peut être appliqué à l'antenne dans sa position de base. Cela est fait par transformation en coordonnées sphériques simple. Cette étape prend en compte l'azimut et le tilt mécanique (élévation) de l'antenne.

Si l'antenne a un tilt électrique supplémentaire, il peut maintenant être simplement appliqué à l'angle de différence vertical résultant étant donné qu'il est indépendant de l'azimut.

Avec l'angle de différence horizontal et vertical résultant, les valeurs de l'atténuation horizontale et verticale peuvent être calculées conformément aux codes d'antennes correspondants.

La méthode de combinaison généralement appliquée pour obtenir la valeur d'atténuation 3-D est la somme géométrique. Pour des raisons décrites au chapitre 2, des cas particuliers doivent être considérés et pris en compte afin d'éviter des inconsistances.

2 - Combinaison des parties horizontale et verticale des diagrammes de rayonnements dans le diagramme de rayonnement résultant 3-D

Le diagramme d'antenne résultant 3-D est pleinement défini seulement dans les deux plans basiques horizontal et vertical au moyen de $hCode$ et $vCode$. L'atténuation dans des directions aléatoires peut uniquement être évaluée par une approximation soit simple ou bien sophistiquée. $hCode$ et $vCode$ représentent deux sections croisées perpendiculaires du diagramme résultant de rayonnement 3D de l'antenne et par conséquent leur atténuations du lobe arrière doivent être égales, comme démontré à la figure 2.

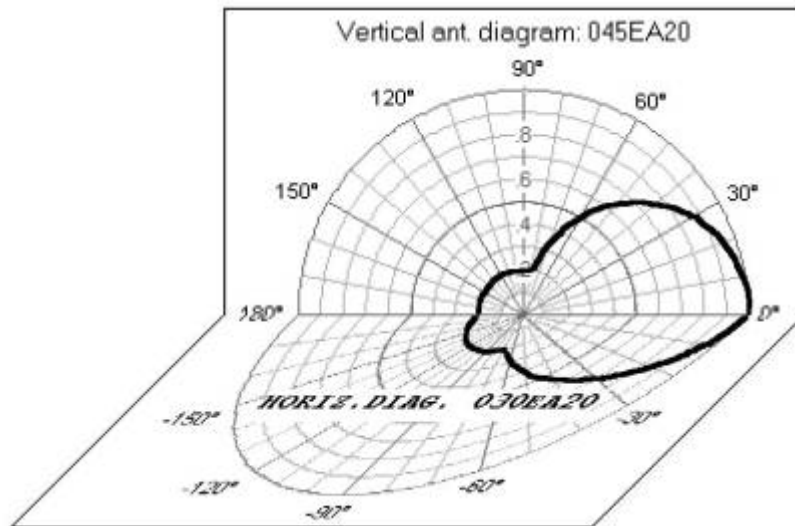


Fig. 2

La réalité est qu'une partie des demandes de coordination contiennent des codes d'antennes incompatibles mathématiquement, comme cela est démontré à la figure 3.

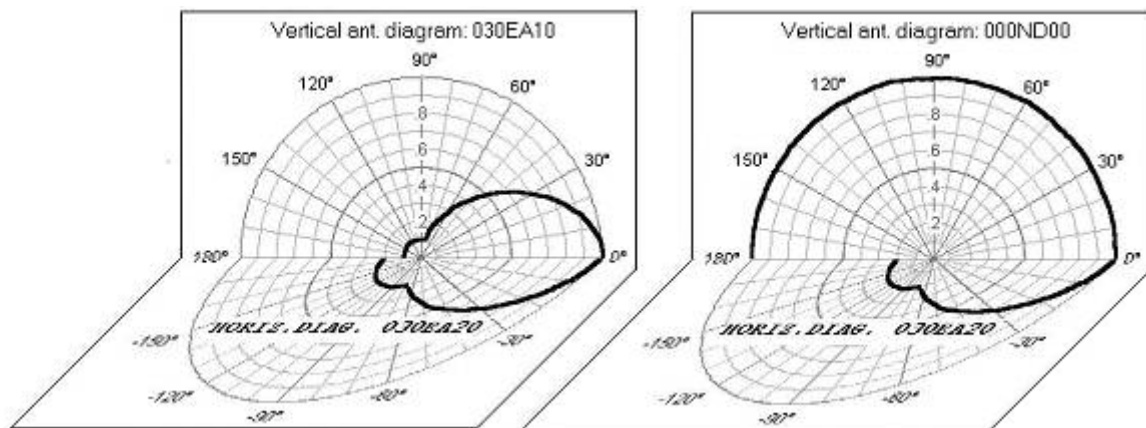


Fig. 3

Une des raisons pour ceci est que le demandeur de coordination n'a pas l'intention de demander des restrictions dues au diagramme vertical notamment représenté par le code *000ND00* en relation avec un code d'antenne horizontal. Mais cette interprétation est un non sens du point de vue mathématique car il cause une ambiguïté et une discontinuité du diagramme de radiation 3-D, comme cela est démontré à la figure 3.

La première étape pour combiner les parties des diagrammes d'antenne est par conséquent de voir si les parties des diagrammes d'antenne sont compatibles. S'ils ne sont pas compatibles, le diagramme d'antenne vertical est adapté pour s'aligner au diagramme d'antenne horizontal. L'adaptation des deux diagrammes est faite au moyen de la fonction de lissage suivante

$$A_{VD_arrière} = A_{VD_arrière_O} * \text{SQR}(\sin^2 vda + rb * \cos^2 vda) \dots\dots [5]$$

où : $A_{VD_arrière}$ est l'atténuation de la partie arrière adaptée de l'antenne dans le plan vertical

$A_{VD_arrière_O}$ est l'atténuation de la partie arrière de l'antenne originale (donc non modifiée) dans le plan vertical
 rb est le ratio des atténuations des parties arrière verticale et horizontale du diagramme de l'antenne originale à l'angle $vda = \pm 180$ deg.

La fonction de lissage affecte la partie arrière du diagramme vertical d'antenne seulement où cela crée une nouvelle forme tandis que la partie avant du diagramme reste inchangée.

Le résultat du processus d'adaptation est démontré par l'exemple donné à la figure 4.

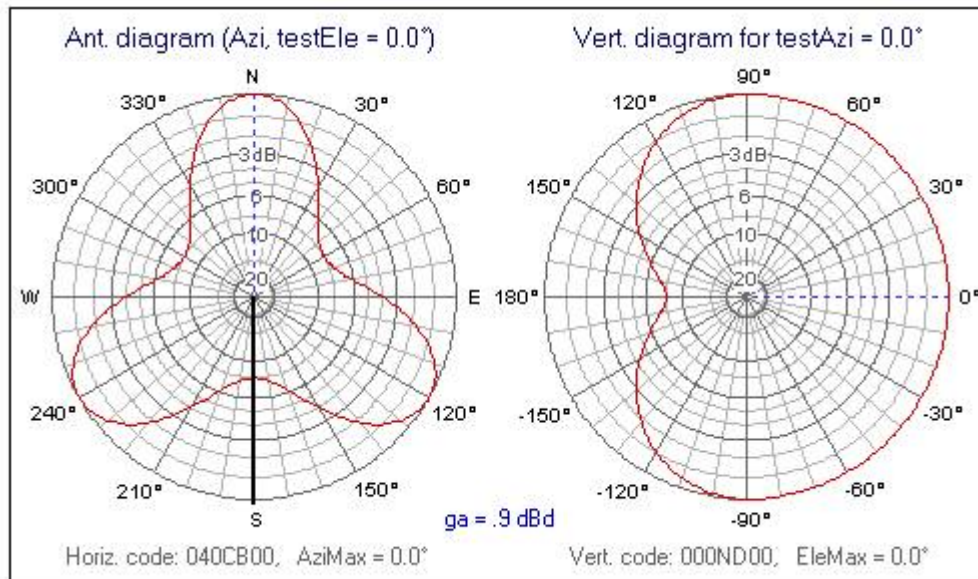


Fig. 4

La partie arrière du diagramme d'antenne vertical avec une plage de variation de vda variant de $+90^\circ$ à $\pm 180^\circ$ et de -90° à $\pm 180^\circ$ a été adaptée de manière continue à l'atténuation vers l'arrière du diagramme horizontal existant pour $hda = 180$ deg. La partie avant du diagramme d'antenne vertical reste omnidirectionnel c.à.d il reste inchangé.

Dans la deuxième étape de la combinaison des parties de diagrammes d'antennes, le diagramme d'antenne vertical résultant est interpolé sous différents azimuts hda à partir des sous-diagrammes source verticaux : la partie avant et la partie arrière du diagramme vertical qui est finalement adaptée.

Deux différents types d'interpolation sont utilisés : proportionnel ou linéaire. La méthode appropriée est fonction de la forme du diagramme d'antenne horizontal.

Les parties avant (forward branch) et arrière (back branch) du diagramme vertical source de l'interpolation sont montrées à la figure 5.

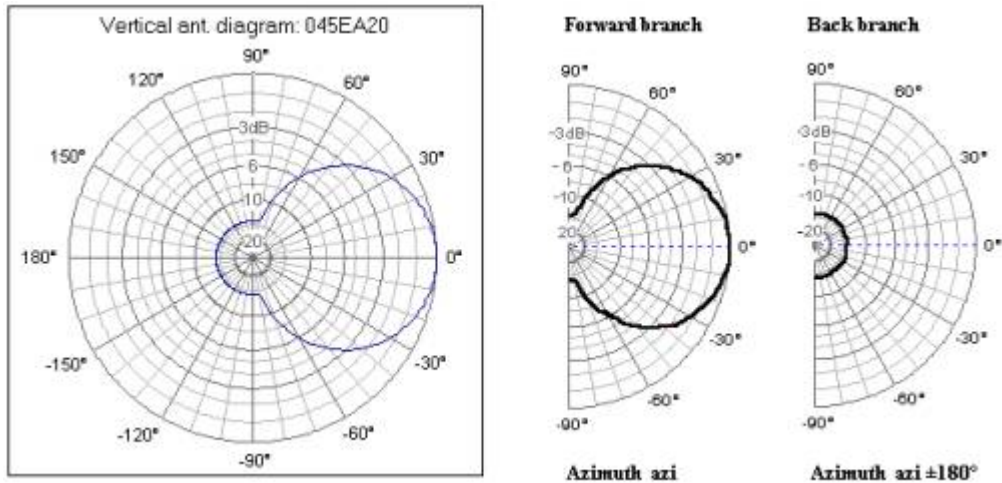


Fig. 5

L'interpolation proportionnelle des sous-diagrammes source verticaux est utilisée pour un diagramme horizontal d'antenne directive multilobe ou à simple lobe. Le coefficient pondérateur d'interpolation w est déterminé à partir de l'atténuation du diagramme horizontal de l'antenne sous l'angle mentionné hda et est décrit par la formule :

$$w = (1 - h) / (1 - hb)$$

où : h est l'atténuation du diagramme d'antenne horizontal dans l'azimut hda
 hb est l'atténuation du diagramme d'antenne horizontal dans la direction arrière ($hda = 180$ deg.)

L'interpolation proportionnelle assure, par exemple tel que représenté à la figure 4, que les diagrammes d'antenne verticaux seront identiques dans l'axe de symétrie hda du diagramme d'antenne horizontal 0, 120, 240 deg. Le cas du lobe unique du diagramme d'antenne horizontal directionnel est montré à la figure 6.

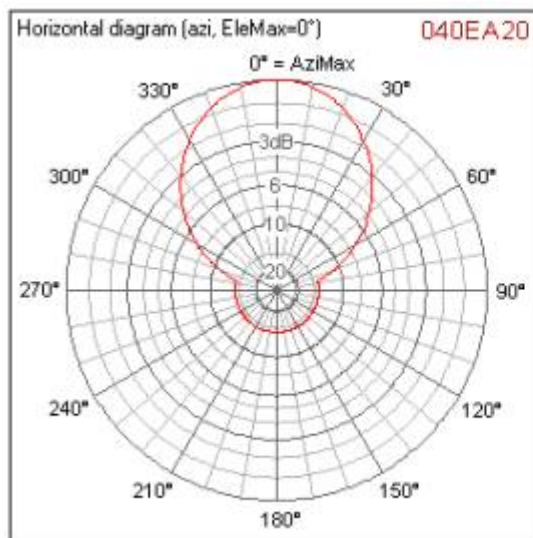


Fig. 6



Fig. 7

Le type d'interpolation proportionnelle assure dans le cas de la figure 6 que les parties arrières de tous les diagrammes d'antennes verticaux seront identiques dans l'azimut hda entre 80 et 280 deg, grâce à une atténuation constante du diagramme d'antenne horizontal.

L'interpolation linéaire est utilisée uniquement pour des diagrammes d'antenne horizontaux légèrement directifs. Un exemple typique de diagramme d'antenne légèrement directif est donné à la figure 7.

Le coefficient pondérateur d'interpolation w est déterminé à partir de l'écart angulaire entre l'angle azimut avant et l'angle azimut arrière hda , et il est décrit par la formule :

$$w = \text{ABS}(hda / 180)$$

La troisième étape de la combinaison des diagrammes d'antennes partiels consiste à contrôler si le diagramme d'antenne vertical interpolé et le diagramme d'antenne horizontal associé sont compatibles dans l'azimut évalué hda . La raison de ce dernier contrôle est démontrée à la figure 8. Si les diagrammes d'antenne pré-analysés ne sont pas compatibles dans certains azimuts, la partie du diagramme d'antenne vertical doit être adaptée à la partie du diagramme d'antenne horizontal.

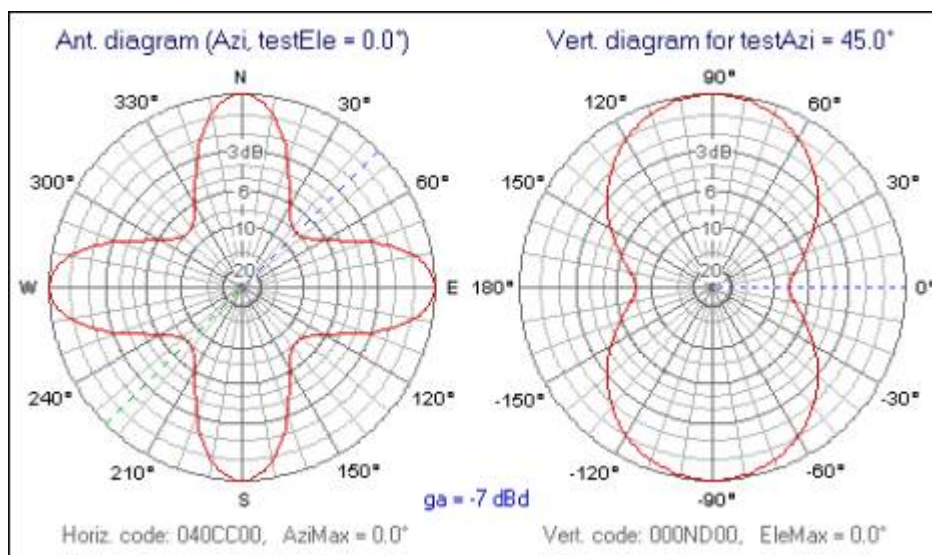


Fig. 8

L'exemple de démonstration donné à la figure 8 décrit le cas où les deux parties des diagrammes d'antenne sont compatibles et les deux parties du diagramme vertical source sont identiques c.à.d. omnidirectionnelles. Le diagramme vertical omnidirectionnel pré calculé doit par conséquent être adapté à la forme du diagramme d'antenne horizontal dans les azimuts où les atténuations des parties des diagrammes d'antennes sont différentes, par exemple dans l'azimut $hda = 45$ deg.

L'adaptation des deux parties des diagrammes d'antennes, ensemble, est réalisé au moyen d'une fonction de lissage analogique à [5] décrit plus haut.