

L. JOFRE et A. CARDAMA*

Y. MICHEL, F. ROBIN et A. HECKLI**

RESUME

Pendant les dernières années on a suscité un fort intérêt pour la mesure de la distribution des champs dans la zone proche des ouvertures, ainsi que pour son utilisation dans l'obtention des caractéristiques de rayonnement et la restitution de la répartition d'amplitude et phase sur l'ouverture même de l'antenne.

On présente d'abord un système complet d'acquisition, traitement et représentation des mesures en champ proche. On présente aussi une étude des différents paramètres qui interviennent : longueur de la mesure, pas d'échantillonnage et distance sonde ouverture, ainsi qu'une étude de l'influence produite par la sonde et les algorithmes de correction.

INTRODUCTION ET PRINCIPES

Soit S' une surface contenue dans le plan XY. On sait [1] [2] qu'à partir de la connaissance de la composante tangentielle du champ électrique sur celle-ci, on peut trouver les champs à une distance r tel que : a) R >> λ/2π et b) r >> r' comme :

$$E_{\theta} = -j \frac{e^{-jKr}}{\lambda r} [Ly \cos \phi - Lx \sin \phi] \tag{1}$$

$$E_{\phi} = j \frac{e^{-jKr}}{\lambda r} \cos \theta [Lx \cos \phi + Ly \sin \phi]$$

$$G(\theta, \phi) = \frac{4\pi r^2}{Y} \frac{|E_{\theta}|^2 + |E_{\phi}|^2}{\text{Re} \left\{ \iint_{S'} \vec{E} \times \vec{H}^* \cdot d\vec{S}' \right\}} \tag{2}$$

où :

$$\vec{L}(Kx, Ky) = \iint_{S'} \vec{K}_m(x', y') e^{j(Kx x' + Ky y')} dx' dy' \tag{3}$$

$$\vec{K}_m = -\hat{n} \times \vec{E}$$

Si on veut obtenir des diagrammes de rayonnement relativement larges, il faut tenir compte du diagramme de rayonnement de la sonde de mesure [3] suivant le processus indiqué sur la figure 2. Sur la figure 3 on représente le diagramme obtenu pour un cornet pyramidal en utilisant une bouche de guide ouverte comme sonde avec et sans correction.

SYSTEME DE MESURE EN CHAMP PROCHE

Le système de mesure en champ proche représenté schématiquement sur la figure 4 peut mesurer l'amplitude et la phase de deux composantes orthogonales du champ proche de l'antenne à mesurer.

* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. BARCELONA.

** Société d'Etude du Radant. Avenue de l'Atlantique, Z.I. de Courtaboeuf - B.P. 39 - 91402 ORSAY.

La surface maximum d'exploration est un rectangle de 2m x 3m avec un pas minimum de 0,36 mm. Dans tous les axes de rotation ont été incorporés des joints tournants pour minimiser les variations de phase et d'amplitude dues aux rotations mécaniques. Le récepteur utilisé, Scientific Atlanta 1750 envoie directement l'amplitude et la phase au miniordinateur HP 1000 à travers les convertisseurs analogique-digital Scientific Atlanta 1833 A et 1823.

L'erreur du système de mesure est estimée inférieure à 0.3 dB en amplitude et 3° en phase pour une marge dynamique de 40 dB.

PARAMETRISATION EXPERIMENTALE DU SYSTEME DE MESURE

Dans un système à champ proche il faut d'abord définir les paramètres géométriques de la mesure qui sont (Figure 5) la longueur d'exploration X_0 , le pas d'échantillonnage Δx_0 et la distance de l'ouverture au plan de mesure Z_0 .

Pour étudier les différents paramètres on a réalisé des mesures à 9. GHz en utilisant comme antenne à mesurer un cornet pyramidal standard de 21 dB (20 cm x 14 cm) et comme sonde [4] une bouche de guide ouverte (2.29 cm x 1.02 cm) (figure 6). L'utilisation du cornet permet d'abord d'étudier des grands angles sans beaucoup d'atténuation et aussi d'approximer le diagramme total par le diagramme obtenu à partir d'une mesure unidimensionnelle.

a) Longueur d'exploration

La limite supérieure de cette caractéristique sera surtout conditionnée par la dynamique du récepteur et aussi par la dynamique de l'ensemble du système de mesure. La limite inférieure sera fonction de l'angle désiré du diagramme de rayonnement. Une première approximation de cette valeur (plus vraie à mesure que Z_0 augmente) est :

$$\theta_c \approx \arctan \left(\frac{X_0 - a}{2 Z_0} \right) \quad (4)$$

Sur la figure 7 on voit la mesure à $Z_0 = 16$ cm et sur la figure 8 la variation du diagramme à mesure qu'on diminue X_0 .

b) Pas d'échantillonnage en fonction de Z_0

Le pas d'échantillonnage est fixé par le recouvrement du spectre de la mesure $L(Kx, Ky)$ [5]. Ce recouvrement dépend de la largeur du spectre, largeur qui est donnée par la distance Z_0 entre la sonde et l'ouverture.

Sur la figure 9 on a le spectre $L(Kx, Ky)$ pour différentes distances Z_0 , et on voit que pour la distance $Z_0 = \lambda/2\pi$ la contribution des ondes évanescentes est encore importante ce qui nous obligera, si on veut travailler à cette distance, à prendre un pas de l'ordre de $\lambda/4$.

Le pas d'échantillonnage plus fort en fonction de l'angle maximum du diagramme de rayonnement (pour diagrammes où $G(\theta) \approx 0$ pour $\theta > m$) est donné par :

$$\Delta X_0 = \frac{\lambda/2}{\sin \theta_m} \quad (5)$$

Sur la figure 10 on voit la variation du diagramme quand ΔX_0 varie de 0.1λ jusqu'à 0.9λ .

CONCLUSION

On a présenté une étude des différents paramètres d'un système de mesure en champ proche dont il faut tenir compte au moment de la définition de l'ensemble. On a vu aussi l'importance de la correction de sonde dès qu'on veut obtenir des diagrammes larges par rapport au diagramme de rayonnement approximativement omnidirectionnel de la sonde.

A partir du champ proche on peut trouver aussi le champ sur l'ouverture même, ce qui peut être intéressant soit pour la compréhension du diagramme obtenu, soit pour la localisation des défauts sur les structures d'illumination ou de protection.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. APPEL-HANSEN, "Antenna measurements"
Electro. Inst, Technical University of Denmark, 1981.
- [2] L. JOFRE, A. CARDAMA, "Algoritmos para el cálculo de los campos lejanos radiados por antenas, o partir de mediadas en campo próximo", URSI, Madrid, Octobre 1980.
- [3] E.B. JOY, D.T. PARIS, "Spatial sampling and filtering in near-field measurements"
IEEE Trans. Ant. Prop., vol AP-20, May 1972, pp 253-261.
- [4] J.D. DYSON, "Measurement of near-fields of antennas and scatterers"
IEEE Trans Ant. Prop., vol AP-21, July 1973, pp 446-460.
- [5] P.C. CLEMMOW, "The plane wave spectrum representation of electromagnetics fields", London : Pergamon, 1966.

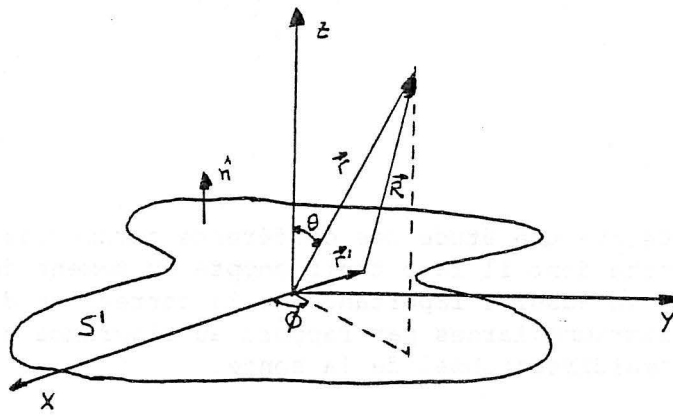


Figure 1 : Ouverture plane (S') sur le plan $Z = 0$.

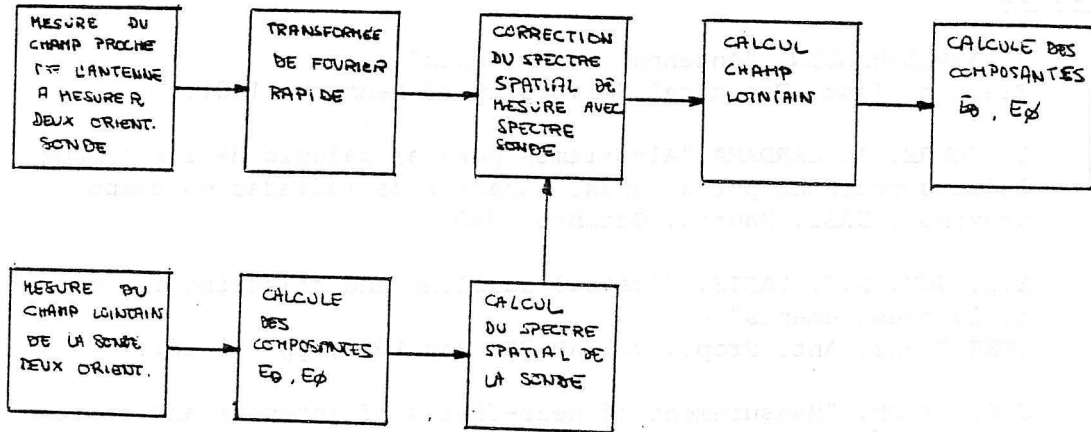


Figure 2 : Schéma du processus de correction de la sonde.

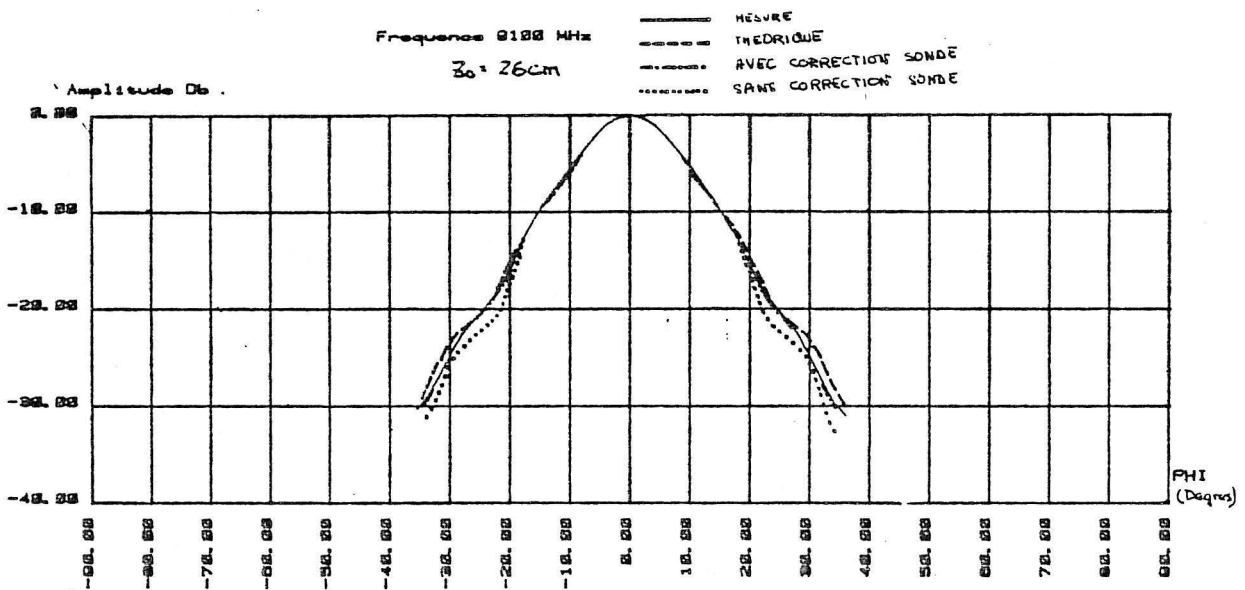


Figure 3 : Diagramme correspondant au cornet pyramidal standard bande X (20 cm x 14 cm)

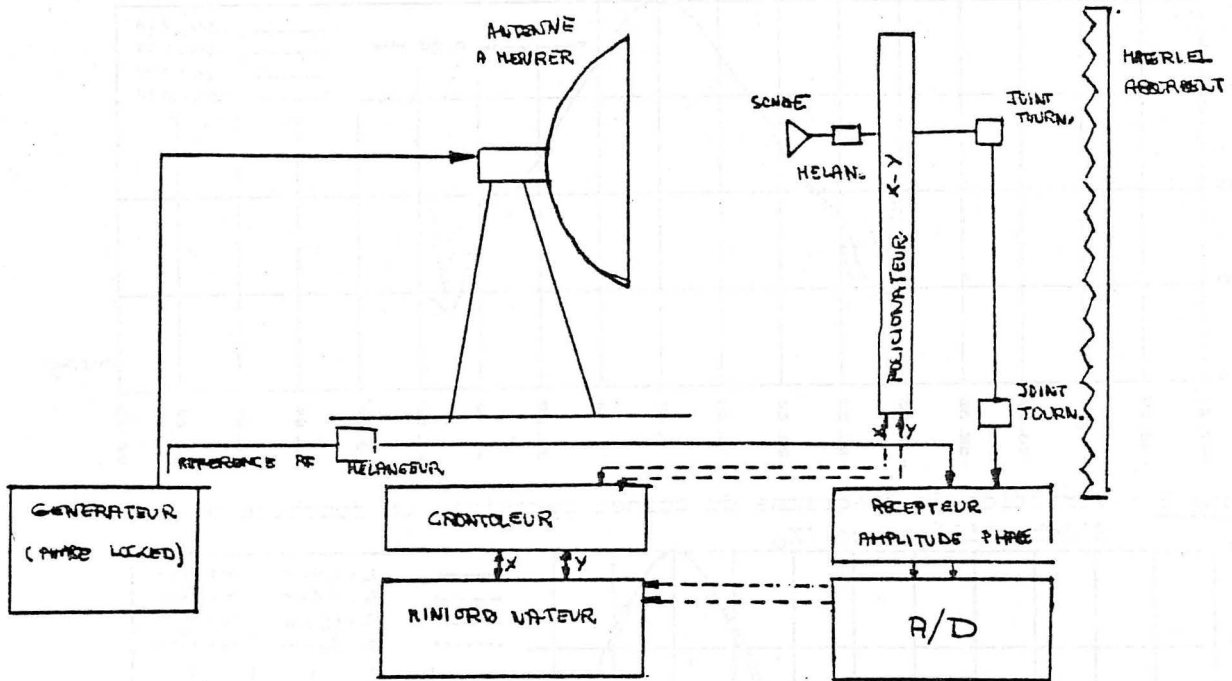


Figure 4 : Schéma du système de mesure à champ proche.

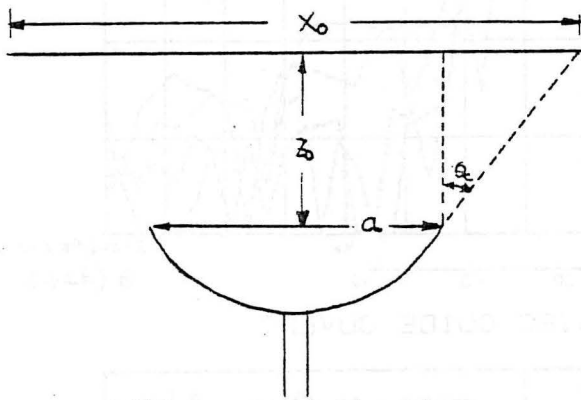


Figure 5 : Paramètres de la mesure à champ proche.

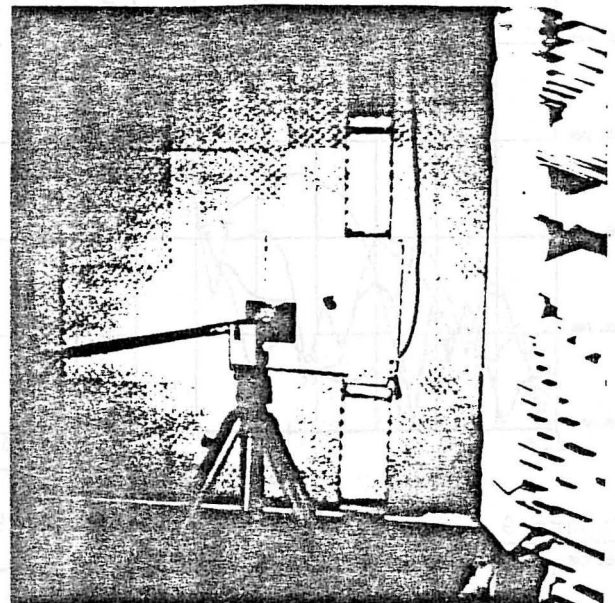
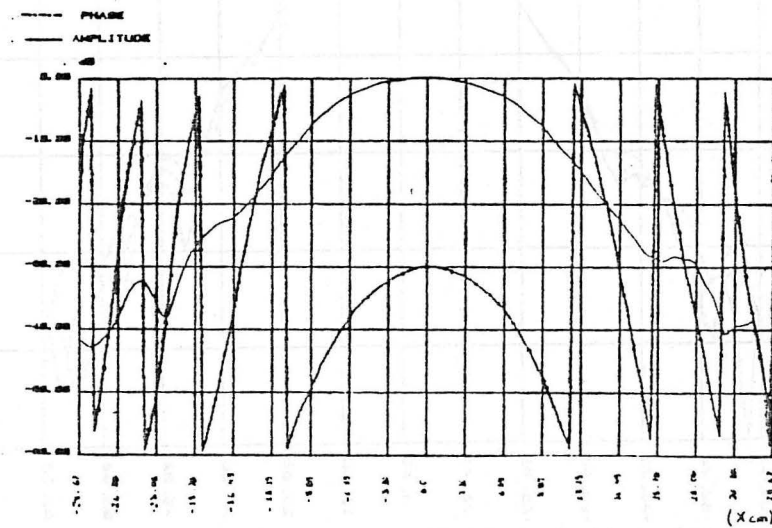


Figure 6 : Système explorateur à champ proche.



MESURE AVEC GUIDE OUVERT $\lambda/60 \dots \lambda/59.35 \text{ cm}$

Figure 7

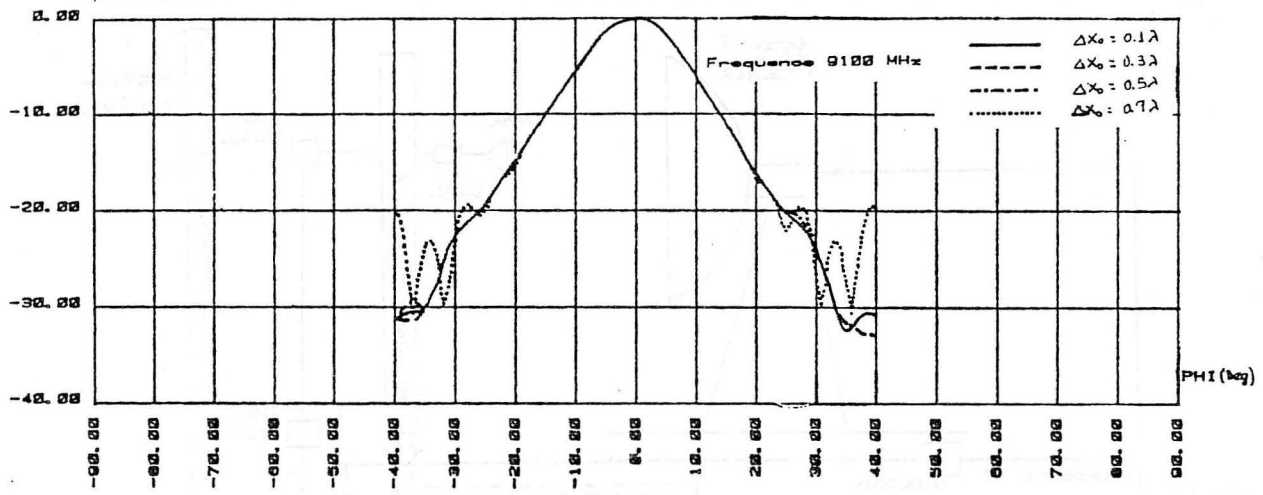


Figure 8 : Variation du diagramme du cornet pyraminal en fonction du pas d'échantillonnage ΔX_0

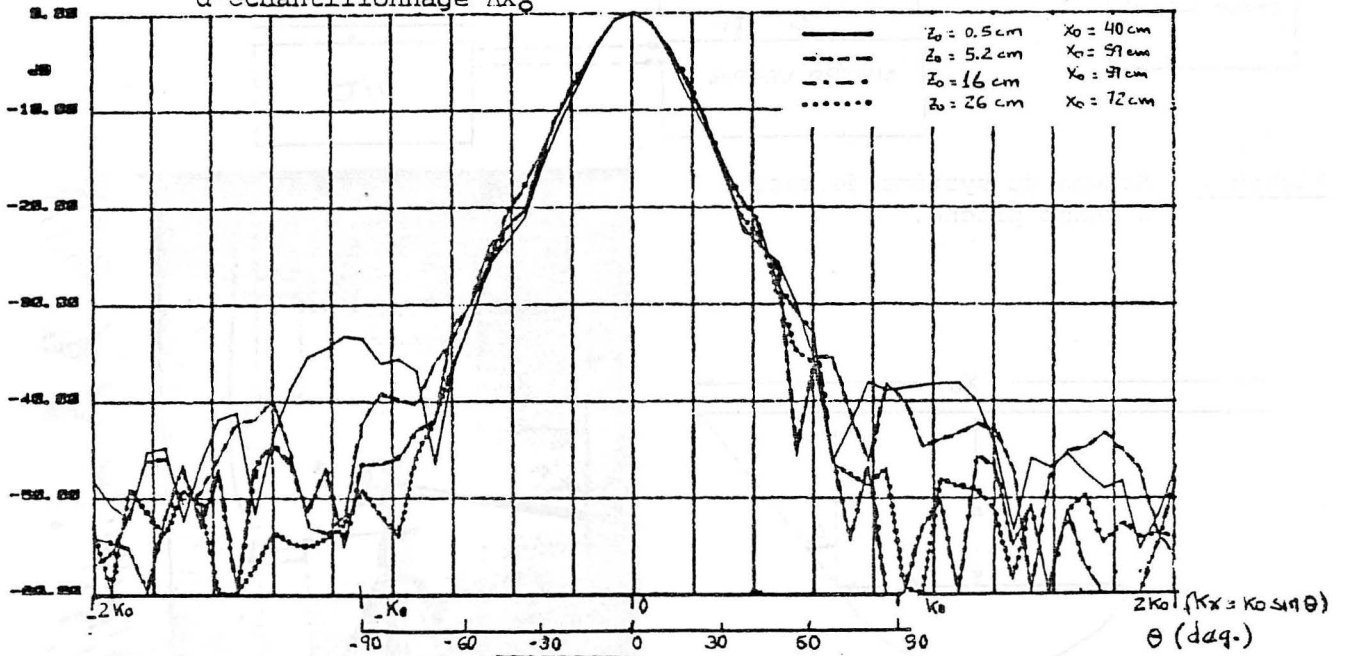


Figure 9 SPECTRE DE LA MESURE AVEC GUIDE OUVERT

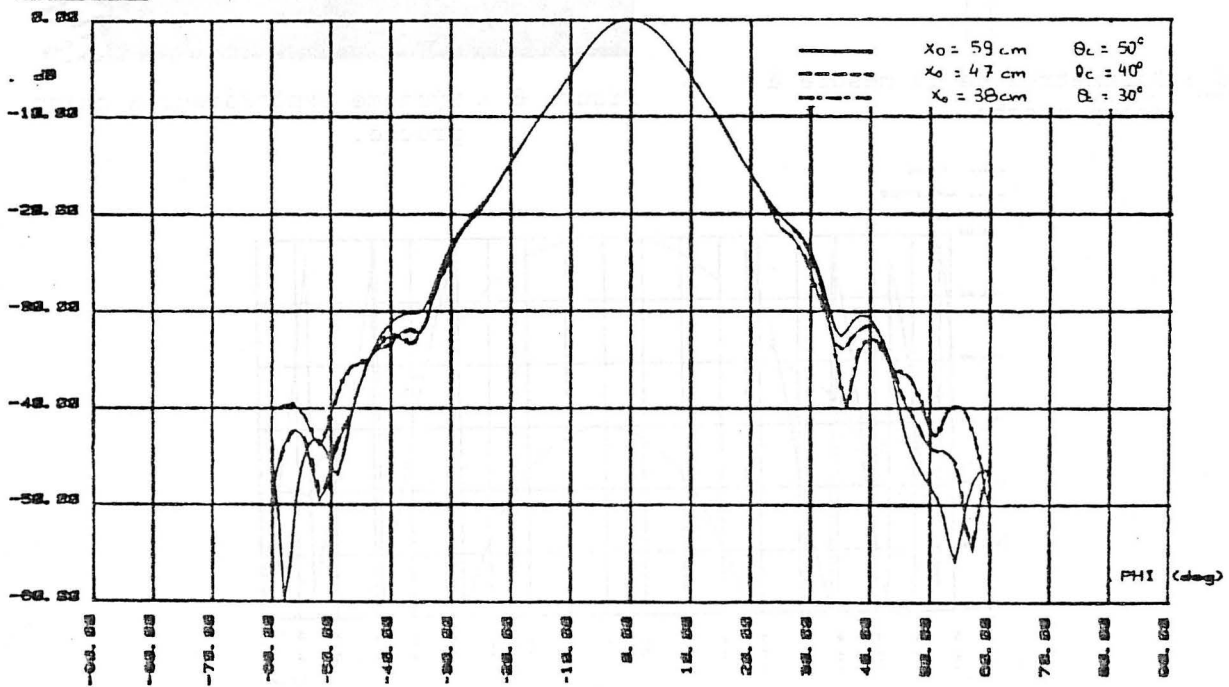


Figure 10 DIAGRAMME CALCULE AVEC GUIDE OUVERT $Z_0 = 160\text{mm}$