

SUR LES IONOSPHERES PLANETAIRES

F. LINK

*Institut astronomique de l'Académie des Sciences
Prague, Tchécoslovaquie*

Les recherches récentes [1, 2, 3] ont permis d'établir l'existence des émissions planétaires dans le domaine des ondes radio, dont les sources sont plus ou moins localisées sur les surfaces planétaires. En relation avec ces observations on peut aussi étudier les ionosphères planétaires [5]. Dans ces études on jouit d'un certain avantage de pouvoir se baser sur nos connaissances relativement avancées de l'ionosphère terrestre et nous en profiterons également dans ce rapport.

Considérons dans cet ordre d'idées la réception lointaine d'un émetteur terrestre. On peut rencontrer les cas suivants :

- (a) Réception possible à partir d'une incidence assez oblique.
- (b) Réception impossible jusqu'à l'incidence rasante.

Un observateur extraterrestre ayant la planète Terre sur son antenne de réception rencontrerait les cas en quelque sorte complémentaires avec les précédents :

- (a') Réception possible sous faibles incidences seulement.
- (b') Réception possible sous toutes incidences.

Les premiers cas ($a - a'$) se rapportent aux faibles fréquences de réception. La courbe de réception de la source planétaire qui donne l'intensité ou le nombre de signaux en fonction de la distance angulaire de la source au centre du disque (l'histogramme de réception) aura une largeur inférieure à 180 degrés du fait de l'existence de la fréquence de pénétration. Dans le second cas ($b - b'$) valable pour les fréquences plus élevées l'histogramme de réception aura une largeur de 180 degrés.

Cette analyse est valable pour une source d'émission qui se trouve au-dessous du maximum de l'ionisation de la couche. Si la source se trouvait au-dessus, il n'y aurait pas de limitation dans l'angle de l'incidence et l'histogramme de réception aurait une largeur de 180 degrés à moins que l'effet de l'absorption ne se fasse sentir. Ce cas ne se présentera que rarement dans les atmosphères planétaires un peu denses. En effet la théorie de Chapman [4] donne pour le maximum de l'ionisation l'altitude

$$h_0 = H \log AH\rho_0,$$

où sont H l'échelle de hauteur, A le coefficient d'absorption des radiations ionisantes et ρ_0 la densité à la surface. Pour que $h_0 > 0$ il faut que

$$AH\rho_0 > 1,$$

une condition qui sera sûrement remplie par exemple sur Jupiter, tandis que sur la lune on aura le cas de $h_0 < 0$.

En nous limitant alors au cas de la source au-dessous du maximum de l'ionisation, nous pouvons exprimer la relation entre la fréquence critique f_c de la couche dans la région de la source et la fréquence de pénétration f sous l'angle d'incidence z_E . La théorie classique de la propagation ionosphérique donne

$$f = f_c \sec z_E ,$$

où l'angle z_E est en même temps la distance angulaire planétocentrique de la source au centre du disque vu de la terre. D'autre part la fréquence critique f_c dépend de la distance zénithale du soleil z_\odot . Par analogie avec les couches E et F_1 terrestres, on peut admettre la forme suivante

$$f_c = F_c \cos^n z_\odot ,$$

où F_c est la fréquence critique au point subsolaire. On aura finalement

$$f = F_c \frac{\cos^n z_\odot}{\cos z_E} .$$

Pour calculer z_E et z_\odot à partir des indications contenues dans les éphémérides astronomiques, introduisons les coordonnées planétocentriques A_E et D_E de la source, A_\odot et D_\odot du soleil et A_\oplus et D_\oplus de la terre rapportées à l'équateur de la planète. Comme D_\odot et D_\oplus sont faibles on a très approximativement

$$f = F_c \cos^{n-1} D_E \frac{\cos^n(A_E - A_\odot)}{\cos(A_E - A_\oplus)} .$$

En introduisant encore la longitude de la source par rapport au centre du disque $\Delta\lambda = A_E - A_\oplus$ et l'angle de phase $\varphi = A_E - A_\odot$ on arrive à la formule

$$f = F_c \cos^{n-1} D_E \frac{\cos^n(\Delta\lambda + \varphi)}{\cos \Delta\lambda} .$$

Sur la Fig. 1 nous avons tracé les courbes

$$\frac{\cos^n(\Delta\lambda + \varphi)}{\cos \Delta\lambda} \quad n = 1/4$$

pour les angles de phase $+10$ degrés, -10 degrés, qui se présentent sur Jupiter. On peut en tirer les conclusions suivantes :

1. La largeur de l'histogramme de réception AB doit être d'autant plus grande que la fréquence de réception est plus élevée.

2. L'histogramme de réception n'est pas symétrique par rapport au méridien central par l'effet de l'ionisation d'origine solaire. Cette asymétrie pourrait être aussi due à la relation entre f_c et z_\odot qui ne serait pas symétrique par rapport au midi comme c'est le cas de la couche F_2 terrestre.

3. L'histogramme moyen de réception pris dans un intervalle de temps assez long peut être élargi par l'effet de la variation de l'angle de phase dans cet intervalle.

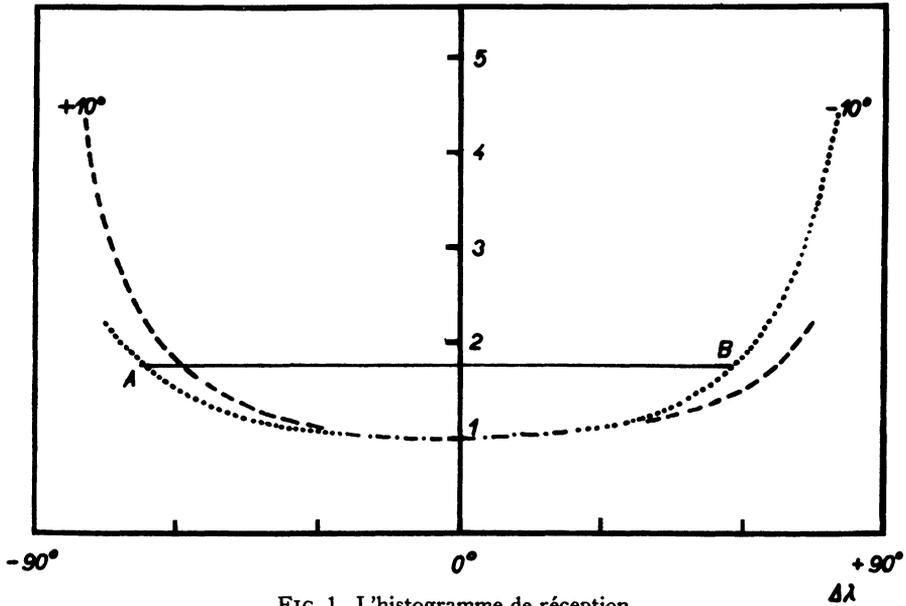


FIG. 1. L'histogramme de réception.

D'après les mesures de Shain [2] sur Jupiter nous avons obtenu [5] $\Delta\lambda = 67$ degrés ce qui correspond à $F = 8$ Mc/s et à la concentration maximum $N_0 = 8 \times 10^6$ électrons/cm³. D'autre part Barrow et ses collaborateurs [3] ont obtenu $\Delta\lambda = 45$ degrés ou bien $F_0 = 13$ Mc/s et $N_0 = 2 \times 10^6$ électrons/cm³. Ces valeurs paraissent assez élevées en comparaison avec les conditions terrestres où la même concentration est atteinte avec l'intensité 27 fois plus grande des radiations ionisantes.

D'autre part d'après Gardner [6] la largeur $\Delta\lambda$ décroît avec la fréquence ce qui est contraire à la théorie ci-dessus et aussi aux observations récentes de Gallet. De nouvelles observations sont alors nécessaires pour élucider ces désaccords.

REFERENCES

- [1] Burke, B. F., and Franklin, K. L. *J. Geophys. Res.* **60**, 213, 1955.
- [2] Shain, C. A. *Aust. J. Sci.* **9**, 61, 1956.
- [3] Barrow, C. H., Carr, T. D., and Smith, A. G. *Nature*, **180**, 381, 1957.
- [4] Chapman, S. *Proc. Roy. Soc. A* **132**, 353, 1931.
- [5] Link, F. *Bull. Astr. Insts. Csl.* **8**, 15, 1956.
- [6] Gardner, F. F. *Symposium on Radio Astronomy*. Melbourne (C. S. I. R. O.), 1957, p. 38.