

## Remarque sur les causes de l'activité solaire

**Catherine NICOLIS**

**Institut d'Aéronomie Spatiale**

J'ai suivi avec intérêt les articles par A. Dauvillier et par J. Meeus (*Ciel et Terre*, 93, 1977, pp. 204-214 et 94, 1978, pp. 19-27) ainsi que la mise au point claire et instructive par E. Bernard (*ibid.*, 94, n° 6, 1978). L'impression qui se dégage au terme de ces discussions est que, vu la complexité du sujet et la difficulté d'organiser les données, on ne peut pas vraiment trancher à l'heure actuelle entre les partisans et adversaires de la théorie planétaire de l'activité solaire.

Toutefois, j'ai été frappée par un argument qui semble revenir souvent dans la discussion et qu'on peut résumer grossièrement comme suit : L'origine externe des effets cycliques de l'activité solaire serait l'explication la plus naturelle de ce phénomène, étant donné qu'il est difficile d'imaginer une origine purement interne à partir de l'enveloppe externe du soleil qui est une simple couche convective à symétrie sphérique. Tout en reconnaissant que ce raisonnement pourrait bien s'appliquer au cas particulier de notre soleil, j'aimerais néanmoins signaler les points suivants.

Depuis les travaux de Bénard et Rayleigh, résumés dans l'ouvrage de Chandrasekhar [1], on sait qu'une couche fluide chauffée par en dessous est capable d'engendrer une série d'instabilités brisant la symétrie initiale (en l'occurrence, la symétrie sphérique de la surface solaire). La première de ces instabilités, qui se produit lorsqu'un seuil critique lié au gradient thermique est atteint, conduit à un écoulement *station-*

*naire* sous forme de cellules de convection — les cellules de Bénard — disposées régulièrement dans l'espace. C'est cette instabilité qui serait à l'origine de la tectonique des plaques [2] et de la dynamo terrestre [3].

Ce qui est encore plus intéressant dans le contexte de notre discussion c'est la découverte relativement récente d'un second seuil critique qui, une fois dépassé, conduit à un écoulement ainsi qu'à une distribution de la température qui sont des *fonctions périodiques* du temps [4, 5]. Plus loin encore, il existe un troisième seuil où l'on passe à un comportement *quasi-périodique*, moins régulier que le précédent mais néanmoins parfaitement bien défini. Enfin, au-delà d'un nouveau seuil on observe la transition vers un régime chaotique du type turbulent [5].

En résumé, il est parfaitement possible d'avoir une génération de comportement périodique ou quasi-périodique par la dynamique interne d'un système convectif. On peut montrer qu'une condition nécessaire pour que les transitions énumérées ci-dessus se produisent est l'existence des processus dissipatifs (conductivité thermique, viscosité) se déroulant à une distance suffisante de l'état d'équilibre thermodynamique [6], ce qui implique donc l'existence d'un gradient suffisamment fort à travers la couche convective. Il serait intéressant de savoir si ces conditions sont réunies dans les processus convectifs qui se produisent à la proximité de la surface solaire.

#### REFERENCES

- [1] S. CHANDRASEKHAR, « Principles of Hydrodynamic and Hydromagnetic stability », Clarendon Press, Oxford (1961).
- [2] F. RICHTER, Rev. Geophys. and Space Phys., 11, 223 (1973).
- [3] P.H. ROBERTS, « Dynamo Theory » dans Lectures in Applied Math., Vol. 14, American Math. Society, Providence (1971).
- [4] L. KOSCHMIEDER, Adv. Chem. Phys., 26, 177 (1974).
- [5] G. AHLERS et R. BEHRINGER, Phys. Rev. Letters, 40, 712 (1978).
- [6] P. GLANSDORFF et I. PRIGOGINE, « Structure, Stabilité et Fluctuations », Masson, Paris (1971).