

A0028/78

NOV, 1978

MISE EN ÉVIDENCE PAR EFFET MÖSSBAUER ET DIFFRACTION DE  
RAYONS X DE LA PRÉSENCE DE L'ALLIAGE ORDONNÉ Fe-Ni 50-50  
DANS LA MÉTÉORITE SANTA-CATHARINA

J. Danon, R. Scorzelli, I. Souza Azevedo, W. Curvello,  
J.F. Albertsen et J.M. Knudsen

Observation by Mössbauer effect and X-ray diffraction of the presence of the ordered alloy Fe-Ni 50-50 in the Santa Catharina meteorite

Electron microprobe analysis, Mössbauer spectra and X-ray diffraction on polished slices reveal that the major part of the Santa Catharina meteorite is constituted by the ordered alloy (superstructure) Fe-Ni 50-50.

## PHYSIQUE DU SOLIDE

Mise en évidence par effet Mössbauer et diffraction de rayons X de la présence de l'alliage ordonné Fe-Ni 50-50 dans la météorite Santa-Catharina

Note de Jacques DANON, Rosa SCORZELLI, Isabel SOUZA AZEVEDO, Walter CURVELLO, Jørgen F. ALBERTSEN et Jens M. KNUDSEN

Note présentée par L. Néel - 2 Octobre 1978

Des mesures par microsonde électronique, par effet Mössbauer et par diffraction de rayons X sur des lames polies de la météorite Santa Catharina montrent que celle-ci est constituée en majeure partie de l'alliage ordonné (superstructure) Fe-Ni 50-50.

L'irradiation par neutrons rapides ou par électrons de l'alliage fer-nickel à 50 % a permis de mettre en évidence la formation d'une superstructure Fe-Ni 50-50 du type  $L 10^{(1)}$ .

De nombreux travaux ont été effectués au Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble sur l'anisotropie magnétique<sup>(2)</sup>, la résistivité électrique<sup>(3)</sup>, la diffraction par rayons X<sup>(4)</sup> et par effet Mössbauer de cette phase ordonnée<sup>(5)</sup>. Les propriétés particulières de cet alliage ont été interprétées sur la base d'une théorie proposée par L. Néel<sup>(6)</sup>.

L'effet de l'irradiation s'explique par une accélération du processus de diffusion des atomes métalliques. La température critique d'ordre-désordre est relativement basse (320 °C) ce qui rend extrêmement lente la formation de la phase ordonnée par simple recuit.

Le taux de refroidissement des météorites métalliques est de l'ordre du degré par million d'années<sup>(7)</sup>. Dans ces conditions il y a ségrégation des phases avec différentes concentrations en Ni. Comme le montrent les mesures par microsonde, la concentration en Ni croît rapidement dans la région limite entre les phases<sup>(7)</sup>. C'est ainsi que la présence de la phase ordonnée a été mise en évidence récemment dans les lamelles monocristallines des météorites métalliques (8, 9, 10)

Nous rapportons ici la présence en quantités massives de l'alliage ordonné Fe-Ni 50-50 dans la météorite Santa-Catharina. Découverte il y a un siècle au Brésil<sup>(11)</sup>, cette météorite a attiré considérablement l'attention à cause de sa teneur très élevée en Ni (35 %) et de sa masse totale, probablement plus de 25.000 kgs<sup>(12)</sup>.

L'étude par microsonde électronique d'une section de l'échantillon du Musée National de Rio de Janeiro, coupé par électroérosion, et poli mécaniquement montre deux phases mélangées dans la masse de la météorite, l'une de composition Ni 51-50 %, Fe 49-48 % et l'autre Ni 29-27 %, Fe 71-73 %. Des faibles pourcentages d'oxygène et de soufre (1 à 2 %) ont été détectés sur la phase riche en Ni.

La figure 1 reproduit le spectre Mössbauer obtenu avec une section mince polie de la météorite. Ce spectre est constitué d'une raie centrale paramagnétique, et d'un sextet magnétique dû à la présence d'un champ hyperfin  $H_i$ . Le spectre montre une dissymétrie dans les positions des raies, due à la présence d'une interaction quadrupolaire  $e$  au niveau des noyaux de Fe dans l'alliage. La présence de ce gradient de champ électrique et les valeurs des interactions hyperfines  $H_i = 291 \pm 3$  kOe et  $e = +0.17 \pm 0.02$  mm/s

sont caractéristiques de la surstructure Fe-Ni 50-50<sup>(5)</sup>. Cette partie du spectre Mössbauer est en conséquence attribuée à l'alliage ordonné ; la raie centrale correspond à la phase la moins riche en Ni. Le rapport des surfaces des deux spectres indique que la proportion de la phase ordonnée peut atteindre 70 % dans la météorite.

Les raies caractéristiques de la surstructure Fe-Ni 50-50 ont été également mises en évidence par des mesures de diffraction des rayons X, effectuées par G.B. Jensen au Technical University of Denmark et J. Laugier au CENG à Grenoble. La figure 2 compare les diagrammes obtenus avec le rayonnement Co K $\alpha$  de l'échantillon de la météorite et avec une aiguille monocristalline de l'alliage ordonné par irradiation aux neutrons<sup>(4)</sup>.

Les raies de surstructure (100) et (300) sont beaucoup plus intenses dans la météorite que dans l'échantillon irradié.

L'observation de cette phase ordonnée dans les météorites peut avoir des conséquences importantes pour la compréhension de l'origine du système solaire, ainsi que de la structure des alliages fer-nickel.

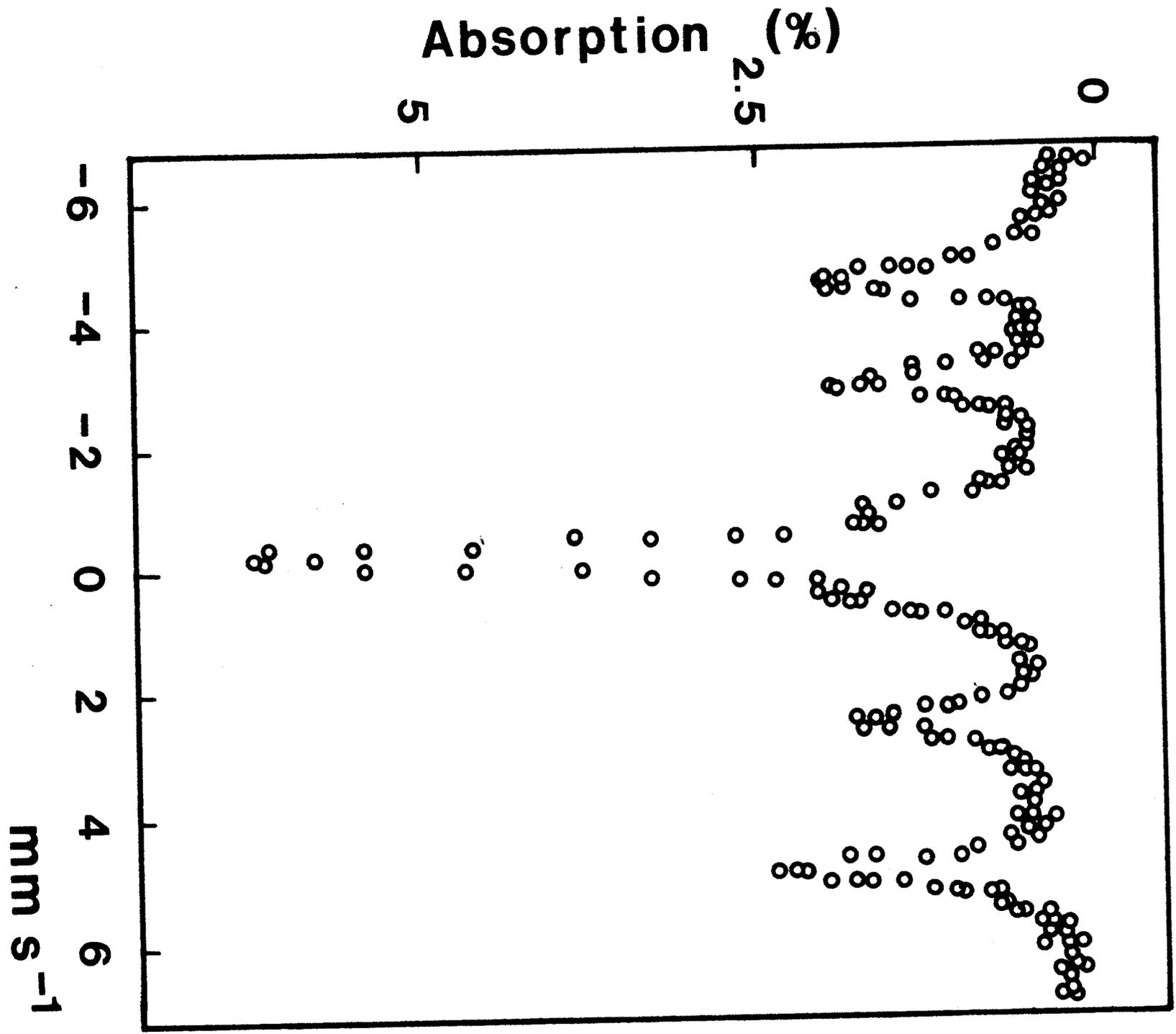
- (1) J. Pauleve, D. Dautreppe, J. Laugier et L. Néel, C.R. Acad. Sci. Paris, 254 (1962) p. 965
- (2) J. Pauleve, D. Dautreppe, J. Laugier et L. Néel, J. de Physique, 23 (1962) p. 841;  
A. Chamberod, thèse de Doctorat, octobre 1968, Grenoble
- (3) A. Marchand, thèse de Doctorat, avril 1966, Grenoble

- (4) J. Laugier, J. Pauleve, R. Pauthenet, C.R. Acad. Sci. Paris, 257 (1963) p. 3340 ;  
J. Laugier et J. Pauleve, Note CEA-N54, juin 1965
- (5) Y. Gros et J. Pauleve, J. de Physique, 31 (1970) p. 459
- (6) L. Néel, C.R. Acad. Sci. Paris, 257 (1963) p. 2917
- (7) J.A. Wood, Icarus 3 (1964) p. 429 ;  
J. I. Goldstein and H. J. Axon, Naturwissenschaften, 60 (1973) p. 313
- (8) J.F. Petersen, M. Aydin and J.M. Knudsen, Phys. Lett., 62 A (1977)  
p. 192
- (9) J.F. Albertsen, M. Aydin and J.M. Knudsen, Physica Scripta, 17  
(1978) p. 467
- (10) J.F. Albertsen, G.B. Jensen and J.M. Knudsen, Nature, 273 (1978)  
p. 453
- (11) E. Guinet et G. Ozorio de Almeida, C.R. Acad. Sci. Paris, 83 (1876)  
p. 917
- (12) V.F. Buchwald, Handbook of Iron Meteorites, University of California  
Press, 1975
- O.A DERBY, METEORITOS BRASILEIROS, Revista do Observatorio Nacional  
RIO DE JANEIRO, 1888

J. D., R. S., I. S. A. - Centro Brasileiro de Pesquisas Fisicas, Av. Wenceslau  
Braz 71, Rio de Janeiro, Brazil

W. C. - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil

J. F. A., J. M. K. - H. C. Oersted Institute, Universitetsparken 5,  
2100 Copenhagen, Denmark



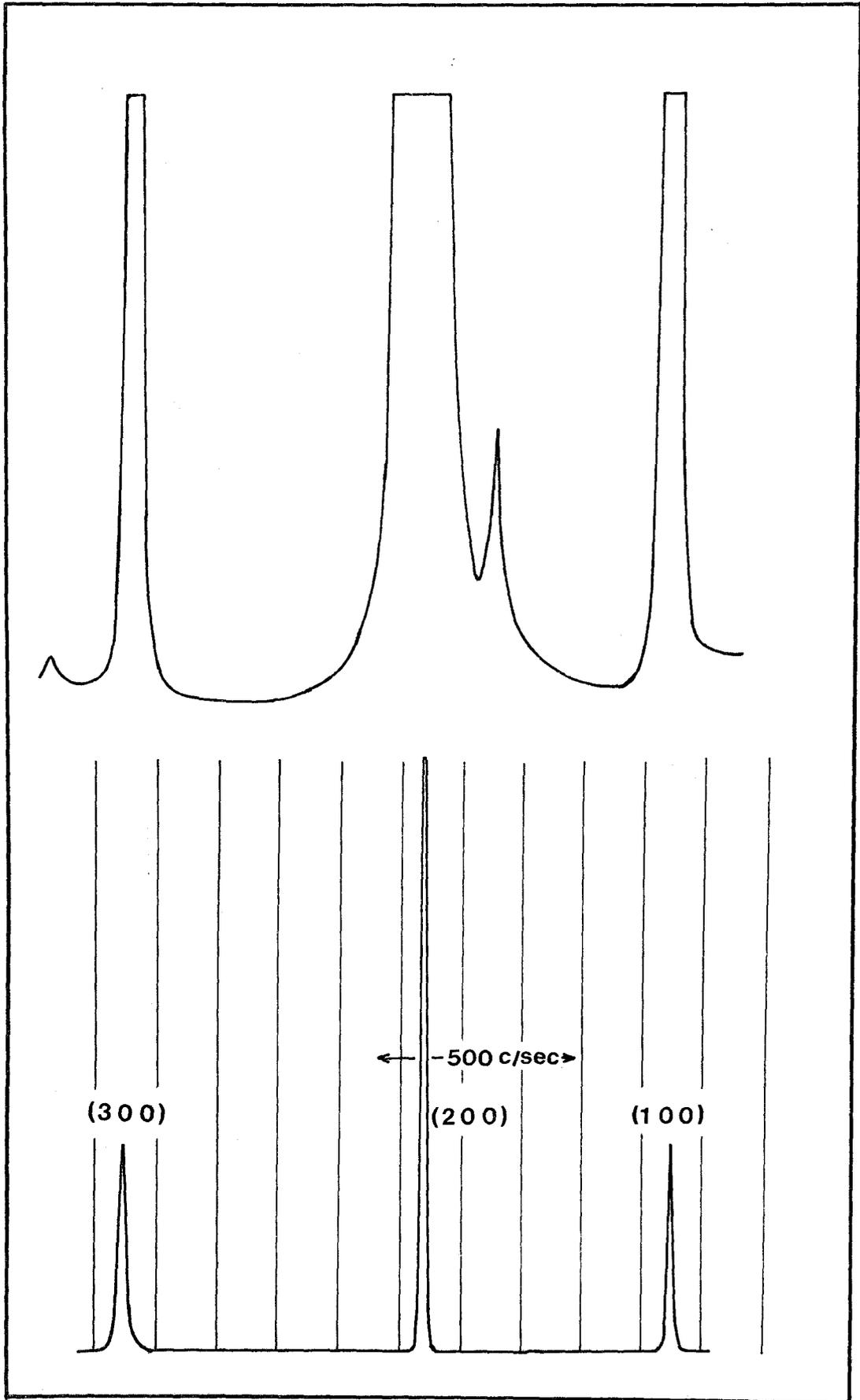


Fig 2