



HAL
open science

Application de la réflexion des rayons X à l'étude des surfaces : Reflexafs.

Louis Bosio, Robert Cortès, André Defrain, P. Gomes da Costa

► **To cite this version:**

Louis Bosio, Robert Cortès, André Defrain, P. Gomes da Costa. Application de la réflexion des rayons X à l'étude des surfaces : Reflexafs.. Le Vide les Couches Minces, 1983, 216, pp.197-198. hal-04708732

HAL Id: hal-04708732

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-04708732v1>

Submitted on 26 Sep 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APPLICATION DE LA REFLEXION DES RAYONS X A L'ETUDE DES SURFACES : REFLEXAFS

L. Bosio, R. Cortès, A. Defrain et P. Gomes Da Costa

G.R.4 C.N.R.S. Tour 22. 4 place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. France

Abstract

The specular reflectivity of X-rays at sufficiently small glancing angles is absorption coefficient dependent so that the EXAFS technique can be used to study the surface structure. We show that X-ray reflectivity extended fine structure (RefLEXAFS) on iron may be used to determine structural parameters for both substrates and oxidized overlayers.

L'étude des propriétés des surfaces et de l'adsorption a considérablement progressé grâce aux techniques spectroscopiques et à la diffraction des électrons lents. Depuis peu [1] on assiste à l'application de l'EXAFS (structure fine d'absorption X) dans ce domaine de recherche : outre les données physico-chimiques que l'on peut déduire des caractéristiques de la courbe d'absorption au voisinage du seuil E_0 (position et allure), la spécificité de l'EXAFS est de fournir des informations sur l'ordre local autour de l'atome absorbant.

L'EXAFS de transmission n'est pas adaptée à l'étude des surfaces ; par contre, on peut mesurer les modulations de l'absorption à partir de la fluorescence X [2] ou des photoélectrons diffusés par la surface [3]. On peut aussi mettre à profit la réflexion des rayons X lorsque l'incidence est rasante : c'est cette technique de RefLEXAFS [4,5] que nous avons développée pour étudier les interfaces.

On sait que dans le domaine spectral des rayons X, l'indice de réfraction des matériaux condensés est très légèrement inférieur à 1 et peut s'écrire $n = 1 - \delta - i\beta$; β est relié au coefficient d'absorption et δ dépend essentiellement de la densité du matériau. Le faisceau incident se réfléchit presque totalement si l'angle d'attaque θ de la surface plane irradiée reste inférieur ou égal à l'angle critique $\theta_c = \sqrt{2\delta}$; dans ce cas la profondeur de pénétration du rayonnement est faible (encart fig. 1). Pour étudier la surface on se trouve devant deux alternatives :

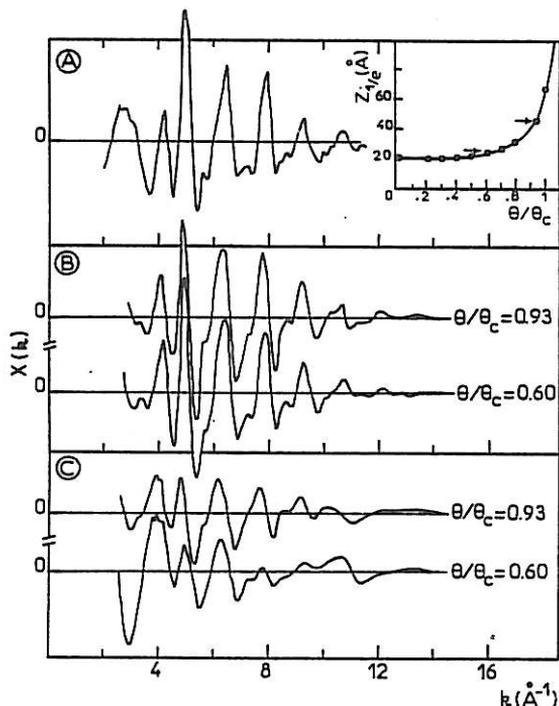
- ou se placer à énergie E constante des photons X incidents pour faire l'étude de la courbe de réflectivité $R = f(\theta)|_E$ qui, par l'intermédiaire de δ et β , permet d'avoir des informations sur le profil ionique et les rugosités de surface [6],
- ou se mettre dans des conditions telles que la profondeur de pénétration soit suffisamment faible pour étudier, à partir de $R = f(E)|_\theta$, les propriétés structurales de surface en faisant varier l'énergie E des photons incidents [7].

Nous avons réalisé un dispositif expérimental permettant de déterminer $R = f(E)|_\theta$ pour des angles d'attaque θ variant de 0 à quelques milliradians. Selon l'angle θ choisi, il est possible de faire varier la profondeur de pénétration du rayonnement et de déterminer les modulations EXAFS $\chi(k)$ correspondantes, k étant lié à l'énergie par la relation $k = [(E - E_0) 2m/\hbar^2]^{1/2}$. C'est ce que montre la fig. 1 sur laquelle sont comparés les modulations EXAFS d'un échantillon étalon de fer étudié en transmission (fig. 1A) et les spectres RefLEXAFS obtenus sur un dépôt de fer réalisé sous vide sur un substrat de verre (Fig. 1B), ce dépôt étant ensuite oxydé superficiellement (Fig. 1C).

Cette étude a été réalisée au moyen de l'équipement EXAFS de la ligne 2 du L.U.R.E.. Les auteurs remercient le personnel du Laboratoire de l'Accélé-

rateur Linéaire d'Orsay pour la fourniture du rayonnement synchrotron émis par l'anneau de stockage D.C.I.

Fig. 1 :



EXAFS on Fe.

A : transmission experiment for reference.

B : RefLEXAFS for a 1000 Å thick film of iron deposited on a glass substrate, at two glancing incidences ; the curves are quite similar to the reference curve of pure iron (fig. A).

C : The EXAFS spectra obtained from the same iron film after oxidation by heating at 200°C. After data reduction, it is found in the real space that the signals related to the oxidized overlays are more evident at the smaller glancing angle.

Insert : In the case of iron, for $E = 7400$ eV, calculated penetration depth $Z_{1/e}$ at which the intensity is reduced to $1/e$.

References :

- [1] P.A. LEE, P.H. CITRIN, P. EISENBERGER et B.M. KINCAID
Rev. Mod. Physics 53, n° 4 Part 1, (1981) 769.
- [2] J.B. HASTINGS, EXAFS Spectroscopy. Techniques and Applications, Chap. 11,
B.K. TEO and D.C. JOY (Plenum Press).
- [3] R.C. JONES et D.P. WOODRUFF, Surface Science 114, (1982) 38.
- [4] G. MARTENS et P. RABE, J. Phys. C : Solid State Phys. 14, (1981) 1523.
- [5] J. GOULON, C. GOULON-GINET, R. CORTES et J.M. DUBOIS
J. Phys. 43, (1982) 539.
- [6] P. CROCE, L. NEVOT et B. PARDO
New. Rev. Optique Appl. 3, (1972) 37.
- [7] R. FOX et S.J. GURMAN
J. Phys. C : Solid State Phys. 13, (1980) L 249.