Quelques remarques sur les courbes d'enregistrement microphotométrique des spectres d'absorption K des rayons X

Constantin Kurylenko

▶ **To cite this version:**

Constantin Kurylenko. Quelques remarques sur les courbes d'enregistrement microphotométrique des spectres d'absorption K des rayons X. Journal de Physique et le Radium, 1940, 1 (8), pp.341-345. 10.1051/jphysrad:0194000108034100 . jpa-00233764

HAL Id: jpa-00233764
https://hal.science/jpa-00233764

Submitted on 4 Feb 2008

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.

QUELQUES REMARQUES SUR LES COURBES D'ENREGISTREMENT MICROPHOTOMÉTRIQUE DES SPECTRES D'ABSORPTION *K* DES RAYONS X

Par CONSTANTIN KURYLENKO.
Laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

Sommaire. — L'auteur, au cours de ses recherches sur les franges voisines de la discontinuité *K* des rayons X, a eu l'occasion de faire quelques observations sur la qualité des courbes d'enregistrement que l'on obtient avec les différents microphotomètres en usage courant dans certains laboratoires français et étrangers. Il précise quelques causes d'erreurs qui apparaissent parfois dans les enregistrements microphotométriques et il indique les moyens pratiques d'y remédier.

Introduction. — Lorsqu'on enregistre les courbes microphotométriques des films ou des plaques *vierges*, que l'on emploie dans la spectroscopie des rayons X, on constate que ces courbes ne sont pas absolument linéaires : elles présentent des « dentelures » plus ou moins prononcées (*fig.* 1).

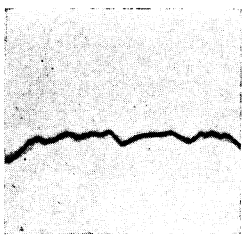

Fig. 1.

Ces « dentelures » sont dues généralement « aux impuretés » de la gélatine des plaques (ou des films) *vierges* et la pratique de la microphotométrie indique que le nombre et l'amplitude de ces « dentelures » *croissent* avec la sensibilité des plaques employées.

Maintenant, si l'on enregistre le fond continu d'un spectre d'absorption *K* des rayons X sur une plaque (ou un film), on constate que ces deux facteurs caractéristiques « des dentelures » subissent des variations par rapport à ceux que l'on a observés sur les plaques vierges : *ils diminuent en général.*

On explique ce fait (1) en admettant que les grains d'argent apparus dans la plaque (ou le film) (lorsqu'ils ont été convenablement exposés, développés et fixés) neutralisent en quelque sorte l'influence des « impuretés » sur l'aspect de la courbe microphotométrique obtenue; dans ces conditions, les déplacements du spot du galvanomètre du microphotomètre deviennent plus réguliers.

Enfin, lorsqu'on veut enregistrer les spectres des franges qui accompagnent la discontinuité *K* des rayons X et qui se détachent faiblement du fond continu de la plaque (ou du film), on risque de masquer le phénomène étudié par les grandes variations de ces « dentelures »; quant à l'emploi des plaques (ou des films) de plus en plus grande sensibilité, en vue d'augmenter le contraste, il n'y faut pas songer, puisque, nous l'avons vu ci-dessus, l'intensité des « dentelures » croît précisément avec la sensibilité des plaques (ou des films).

De plus, la sensibilité des plaques (ou des films) du point de vue de la microphotométrie apparaît comme une propriété « hétérogène », c'est-à-dire qu'elle varie d'un point à l'autre de la plaque (ou du film). Ce défaut peut être atténué par l'enregistrement microphotométrique dans différentes régions du spectre étudié. Par exemple, la figure 2 indique trois directions selon lesquelles nous avons effectué les enregistrements microphotométriques du spectre d'absorption *K* et des franges voisines de la discontinuité *K* du fer. La figure 3 montre les courbes microphotométriques correspondantes.

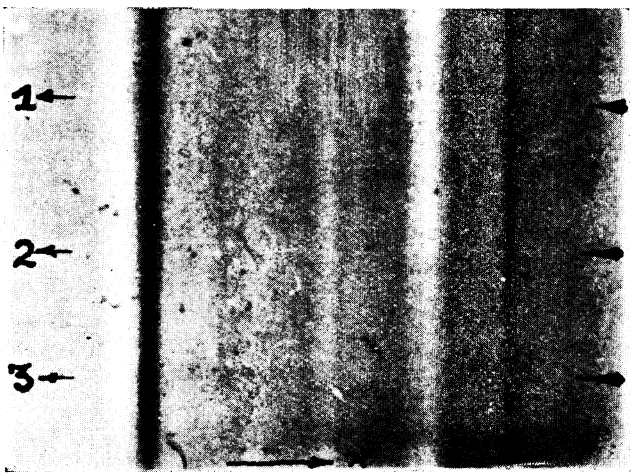

Fig. 2.

Par ailleurs, on se heurte, dans l'enregistrement des spectres d'absorption *K*, à une autre difficulté.

(1) ORSTEIN-MOLL-BURGER, *Objective Spektralphotometrie*, 1932, p. 75, Heft 108/109. Sammlung Vieweg.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphysrad:0194000108034100

Les raies d'émission, nécessaires pour l'étalonnage du spectre, créent parfois un effet nuisible.

Ces raies sont *toujours* surexposées, lorsqu'on étudie les franges qui accompagnent les spectres d'absorption K (*voir* p. 349). Dans certains cas, les poses dépassent une centaine d'heures [2]; les raies d'émission apparaissent alors avec des bords larges plus ou moins « lavés » (« diffusés »). Cet inconvénient est particulièrement gênant dans l'étude de certains spectres, par exemple, le spectre d'absorption K du cuivre, avec anticathode de platine; les courbes microphotométriques des raies d'émission effacent les détails du spectre étudié.

Partie expérimentale. — Nous avons examiné environ 300 clichés de spectres d'absorption K des rayons X en vue d'établir les conditions les meilleures pour éviter les effets parasites dont il vient d'être question.

Ces différents clichés ont été explorés à l'aide de plusieurs microphotomètres : ceux de MM. Siegbahn, Chalonge et Lambert, et Moll.

Bien entendu, toutes les précautions habituelles ont été prises pour éviter que des erreurs accidentelles (rayures, taches de doigt) viennent modifier les clichés étudiés; en dehors de l'examen au microphotomètre, ceux-ci étaient soigneusement conservés et classés dans des pochettes de cellophane.

Dans cette étude, nous avons examiné l'influence sur les enregistrements microphotométriques de deux facteurs importants : la vitesse du chariot porte-film et la largeur de la fente de la source lumineuse. Nous allons l'illustrer par quelques exemples.

Premier exemple. — Le spectre d'absorption K du fer est enregistré au microphotomètre de Moll dans les conditions suivantes : la fente de la source lumineuse est très fine et le chariot, porte-film, a une grande vitesse. La courbe microphotométrique obtenue (*fig.* 4) indique que ces conditions sont défectueuses : nous avons de grandes « dentelures » et certaines raies d'émission (A et B) sont asymétriques.

Enfin, le bord ascendant de la bande d'absorption K du fer possède du côté des courtes longueurs d'onde une irrégularité C, sans qu'il y ait lieu pour cela de penser à la présence d'un phénomène nouveau [3].

Deuxième exemple. — En diminuant la vitesse du chariot porte-film et en augmentant l'ouverture de la fente de la source lumineuse, nous avons obtenu une courbe microphotométrique qui est sensiblement améliorée : les « dentelures » sont diminuées et l'irrégularité C dans la bande K a disparu (*fig.* 5).

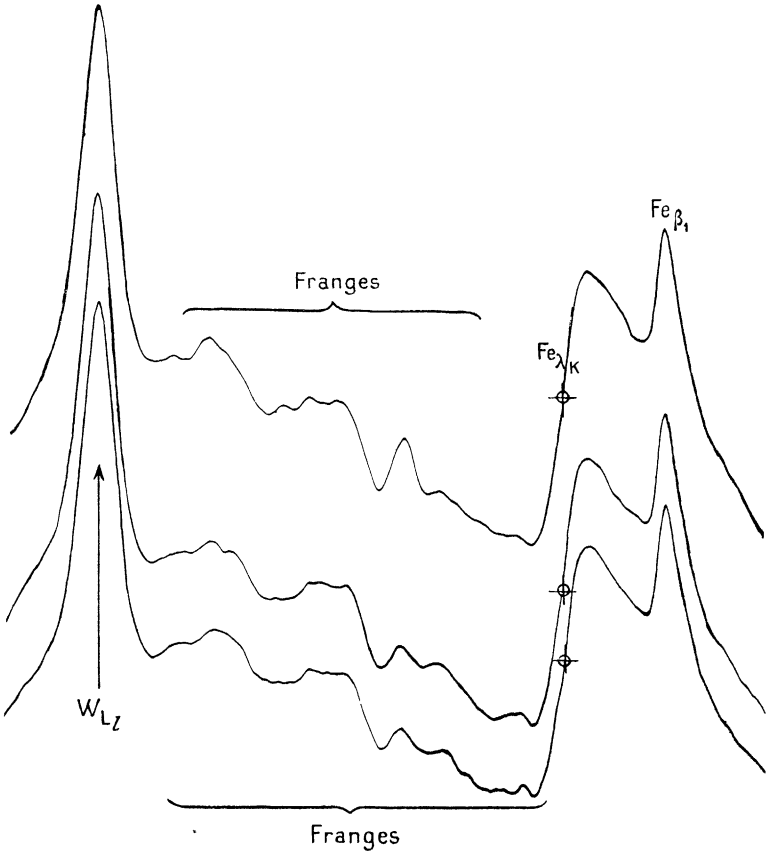

Fig. 3.

Troisième exemple. — Pour souligner l'importance du réglage de la fente du microphotomètre, nous avons effectué les enregistrements du spectre d'absorption K du cuivre en faisant varier l'ouverture de la fente à vitesse constante (ni trop grande, ni trop petite) du chariot porte-film.

a. L'ouverture de la fente étant très fine, nous constatons que la courbe microphotométrique obtenue (*fig.* 6) est inutilisable : les « dentelures » sont tellement nombreuses qu'il est impossible de tirer quelques conclusions pratiques relatives au spectre d'absorption K du cuivre.

b. L'ouverture de la fente a été augmentée de nouveau, la vitesse du chariot porte-film étant la même que ci-dessus. La courbe obtenue (*fig.* 7) est sensiblement améliorée, mais la présence des franges, qui accompagnent le spectre d'absorption K du cuivre, paraît douteuse.

(2) J. VELDKAMP, *Thèse*, Groningen, 1934, p. 30.

(3) Contrairement à ce qui a été affirmé par ailleurs, *voir* T. HAYASI, *Science Reports of the Tôhoku Imper. Univ.*, 1re série, vol. XXV, n° 4, p. 665 et la figure 9.

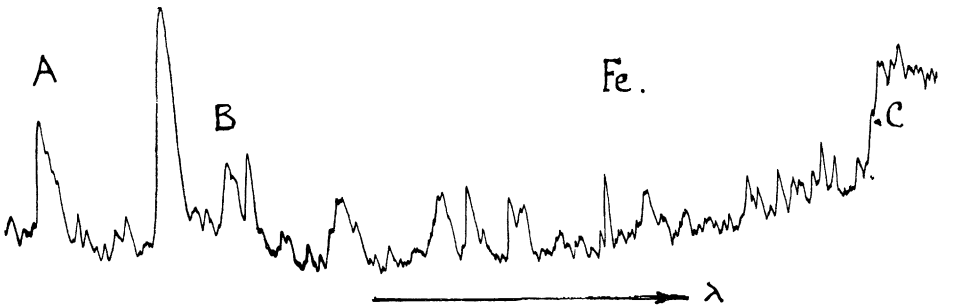

Fig. 4.

c. Mais, dans les conditions intermédiaires entre les conditions extrêmes précédentes (choisies spécialement pour que l'ouverture de la fente de la source

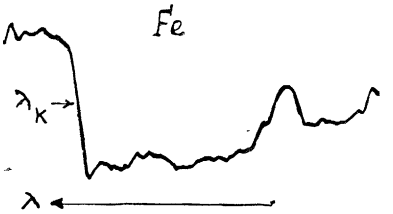

Fig. 5.

lumineuse convienne à la sensibilité du film employé) la courbe microphotométrique (*fig.* 8) montre que les raies d'émission enregistrées sont symétriques, que la bande d'absorption K ne contient plus l'irrégularité C et que les sinuosités de la courbe enre-

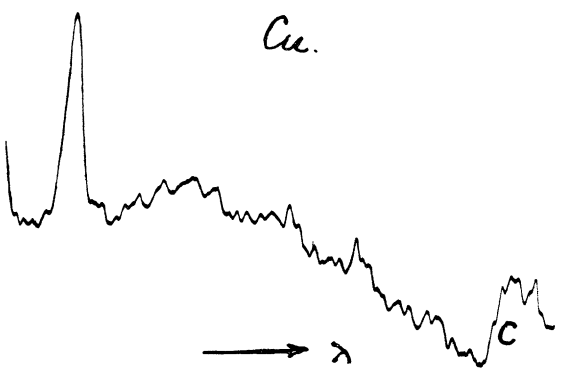

Fig. 6.

gistrée, du côté des courtes longueurs d'onde, sont dues réellement à la présence des franges qui accompagnent le spectre K du cuivre.

Enfin, pour plus de sûreté, nous avons effectué dans les mêmes conditions de travail, l'examen microphotométrique en *deux régions* du spectre d'absorption K du cuivre : les enregistrements obtenus sont représentés sur la figure 8. On voit qu'ils sont parfaitement identiques.

L'exemple de l'enregistrement du spectre d'absorption K du cuivre montre donc combien il faut être prudent dans l'emploi du microphotomètre, en particulier dans le cas des franges au voisinage de la discontinuité K des rayons X.

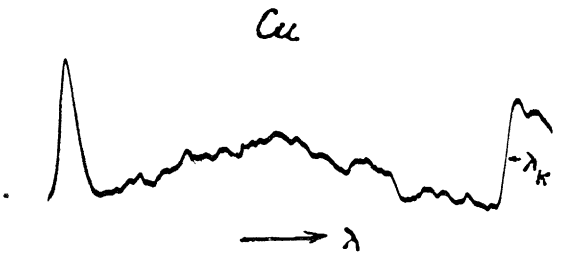

Fig. 7.

Temps d'exposition optimum. — L'emploi des courbes microphotométriques permet également de déterminer le temps d'exposition le plus favorable pour l'obtention du spectre. Une surexposition est, en effet, très nuisible, au même titre d'ailleurs qu'une sous-exposition. Il est donc intéressant d'avoir pour guide une méthode qui, par une simple expérience initiale, permet de connaître ce temps de pose que nous appelons le temps d'*exposition optimum*, et dont le rôle est très important, puisque le succès de l'enregistrement ultérieur au microphotomètre dépend essentiellement de la qualité du spectre obtenu.

Le principe de la méthode est le suivant : on effectue sur le cliché une série de mesures à l'aide du microphotomètre : 1° dans la région de la transparence du film; 2° dans le domaine du spectre étudié; 3° dans la partie relative au fond continu. On obtient alors des déviations du galvanomètre du microphotomètre

D_0 liée à la transparence du film;
D_r » à la raie (ou discontinuité K);
D_f » au fond continu du film.

On entend, par noircissement s, le logarithme décimal du quotient des deux déviations D_0 et D_r, ou bien D_0 et D_f.

On a donc

$$s_r = \mathrm{Log}_{10} \frac{D_0}{D_r}$$

pour la raie (ou discontinuité K),

$$s_f = \mathrm{Log}_{10} \frac{D_0}{D_f}$$

pour le fond continu. L'étude du contraste du spectre effectué par M. Julio Palacios (4) montre que le temps d'exposition *optimum* et le temps expérimental t sont liés par la relation

$$t_{\text{optim.}} = t \frac{1}{s_r - s_f} \mathrm{Log}_{10} \frac{s_r}{s_f}.$$

Dans cette expression, les paramètres s_r et s_f correspondant au temps d'exposition t sont déterminés à l'aide d'une étude préalable; on en déduit alors le *temps d'exposition optimum.*

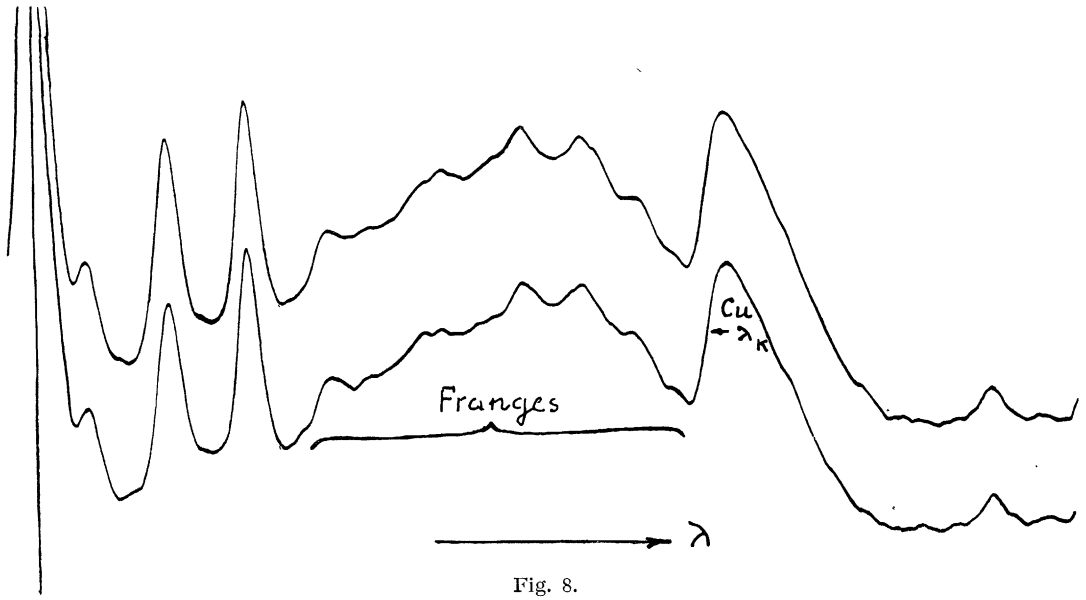

Fig. 8.

Nous allons illustrer ces considérations à l'aide d'un exemple. On a réalisé le spectre d'absorption K du cuivre à l'aide d'un tube à rayons X du Professeur Siegbahn dans les conditions suivantes :

Tension	18000 V
Intensité	25 mA
Anticathode de platine, temps de pose	$11^h 30^m$

En effectuant l'examen microphotométrique de ce spectre, on a obtenu (*fig.* 9)

$D_0 = 260$ mm liée à la transparence du film;
$D_1 = D'_r = 21$ mm » à la bande d'absorption K;
$D_3 = D_f = 76$ mm » au fond continu du film;
$D_2 = D''_r = 72$ mm » aux franges (*structure fine*).

De ce qui précède, il résulte que

$$s'_r = \mathrm{Log}_{10} \frac{D_0}{D'_r} = \mathrm{Log}_{10} \frac{260}{21} = 1{,}092_7,$$

$$s_f = \mathrm{Log}_{10} \frac{D_0}{D_f} = \mathrm{Log}_{10} \frac{260}{76} = 0{,}534_2,$$

pour la bande K et

$$s''_r = \mathrm{Log}_{10} \frac{D_0}{D''_r} = \mathrm{Log}_{10} \frac{260}{72} = 0{,}557_6,$$

$$s_f = \mathrm{Log}_{10} \frac{D_0}{D_f} = \mathrm{Log}_{10} \frac{260}{76} = 0{,}534_2,$$

pour les franges.

Donc, les temps *optima* d'exposition sont (5) :

$$t'_{\text{optim.}} = t \frac{1}{s'_r - s_f} \mathrm{Log}_{10} \frac{s'_r}{s_f} = 6 \text{ h } 24 \text{ min}$$

pour la bande K et

$$t''_{\text{optim.}} = t \frac{1}{s''_r - s_f} \mathrm{Log}_{10} \frac{s''_r}{s_f} = 9 \text{ h } 9 \text{ min}$$

pour les franges.

Conclusions. — Pour obtenir un bon enregistrement microphotométrique d'un spectre d'absorption K des rayons X, il faut :

(4) *Voir* C. KURYLENKO, Franges au voisinage de la discontinuité K des rayons X, *Thèse*, Paris, 1939, p. 41-43 (Jouve et Cie, Éditeurs, Paris); *J. de Physique et le Radium*, 1940, **4**, p. 134-145.

(5) A titre de comparaison, il est rappelé que le temps d'exposition optimum pour les raies d'émission de $\mathrm{Pt}L_{\alpha_1,\alpha_2}$ est de l'ordre de 15 min.

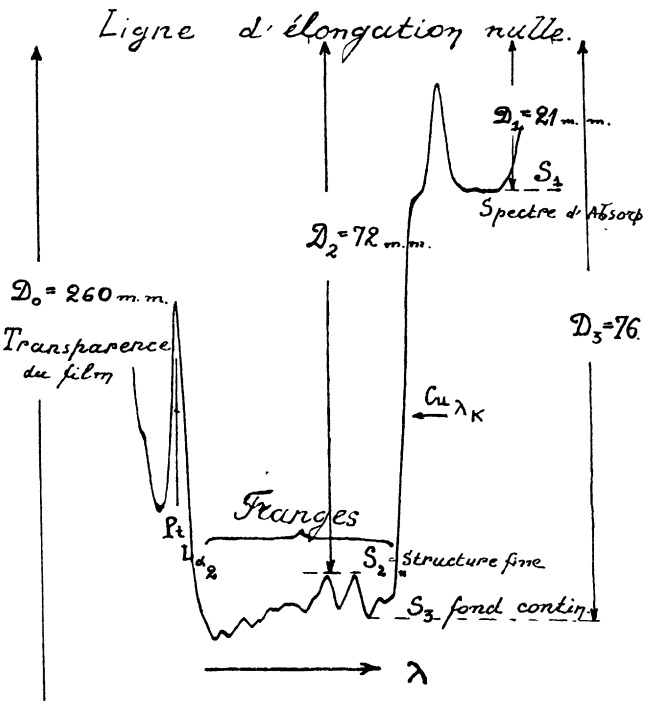

Fig. 9.

1° Régler convenablement la vitesse du chariot porte-film;

2° Donner à la fente de la source lumineuse du microphotomètre une ouverture telle que les « dentelures » ne modifient pas le spectre enregistré;

3° Effectuer l'enregistrement suivant *deux* ou *trois* directions du spectre afin de contrôler la fidélité du phénomène;

4° Déterminer par une expérience préalable le temps d'exposition *optimum*.

Il est évident que ces considérations s'appliquent aisément, non seulement aux spectres des rayons X, mais aussi à d'autres spectres : ultraviolets, etc.

Je suis heureux d'adresser à MM. les Professeurs Charles Mauguin, membre de l'Institut, et Léon Brillouin, ma reconnaissance pour la bienveillance qu'ils ont sans cesse manifestée à mon égard. Je remercie M. Jean Wyart, maître de Conférences, de l'intérêt qu'il a pris à ce travail, ainsi que M. Artigas, docteur ès sciences, qui a bien voulu m'apporter son aide pour la rédaction du texte. J'adresse mes remerciements à la Caisse Nationale de la Recherche Scientifique dont l'aide matérielle m'a permis de terminer ce travail.

Manuscrit reçu le 14 novembre 1939.