

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Auteur(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 193.-195.
Nombre de volumes	125
Cote	CNAM-BIB P 1329-B et P 1329-C
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Note	La collection comporte des lacunes : n°24; n°58; n°63; n°67; n°76-n°77
Notice complète	https://www.sudoc.abes.fr/cbs//DB=2.1/SET=17/TTL=3/REL?PPN=261820893&RELTYPE=NT
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-B_P1329-C
LISTE DES VOLUMES	
	N°25 (1936)
	N°26 (1937)
	N°27 (1937)
	N°28 (1937)
	N°29 (1938)
	N°30 (1939)
	N°31 (1936)
	N°32 (1938)
	N°33 (1938)
	N°34 (1938)
	N°35 (1938)
	N°36 (1938)
	N°37 (1938)
	N°38 (1938)
	N°39 (1938)
	N°40 (1939)
	N°41 (1939)
	N°42 (1939)
	N°43 (1939)
	N°44 (1939)
	N°45 (1938)
	N°46 (1940)
	N°47 (1940)
	N°48 (1940)
	N°49 (1940)
	N°50 (1940)
	N°51 (1941)
	N°52 (1941)
	N°53 (1941)
	N°54 (1941)
	N°55 (1942)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	N°56 (1942)
	N°57 (1942)
	N°59 (1942)

	N°60 (1941)
	N°61 (1942)
	N°62 (1943)
	N°64 (1943)
	N°65 (1943)
	N°66 (1943)
	N°68 (1943)
	N°69 (1943)
	N°70 (1943)
	N°71 (1943)
	N°72 (1944)
	N°73 (1943)
	N°74 (1944)
	N°75 (1944)
	N°78 (1944)
	N°79 (1944)
	N°80 (1944)
	N°81 (1944)
	N°82 (1944)
	N°83 (1944)
	N°84 (1944)
	N°85 (1944)
	N°86 (1945)
	N°87 (1945)
	N°88 (1945)
	N°89 (1945)
	N°90 (1945)
	N°91 (1945)
	N°92 (1945)
	N°93 (1945)
	N°94 (1945)
	N°95 (1946)
	N°96 (1946)
	N°97 (1946)
	N°98 (1944)
	N°99 (1945)
	N°100 (1945)
	N°101 (1946)
	N°102 (1946)
	N°103 (1946)
	N°104 (1946)
	N°105 (1946)
	N°106 (1946)
	N°107 (1947)
	N°108 (1947)
	N°109 (1947)
	N°110 et 111 (1947)
	N° 112 (1947)
	N° 113 (1947)
	N° 114 (1947)
	N° 115 (1947)
	N° 116 (1947)
	N° 117 (1947)
	N° 118 (1948)
	N° 119 (1948)
	N° 120 (1948)
	N° 121 (1948)
	N° 122 (1947)

	N° 123 (1948)
	N° 124 (1948)
	N° 125 (1948)
	N° 126 (1948)
	N° 127 (1948)
	N° 128 (1948)
	N° 129 (1948)
	N° 130 (1949)
	N° 131 (1949)
	N° 132 (1949)
	N° 133 (1948)
	N° 134 (1949)
	N° 135 (1948)
	N° 136 (1949)
	N° 137 (1950)
	N° 138 (1950)
	N° 139 (1950)
	N° 140 (1950)
	N° 141 (1950)
	N° 142 (1948)
	N° 143 (1950)
	N° 144 (1950)
	N° 145 (1951)
	N° 146 (1951)
	N° 147 (1951)
	N° 148 (1951)
	N° 149 (1951)
	N° 150 (1951)
	N° 151 (1951)
	N° 152 (1951)
	N° 153 (1952)
	N° 154 (1952)
	N° 155 (1952)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Volume	N°56 (1942)
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 1942
Collation	1 vol. (3 p.) ; 25 cm
Nombre de vues	8
Cote	CNAM-BIB P 1329-B (32)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Anglais Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	07/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039014541
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-B.32

8° Ku. 107 (33)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
LABORATOIRE D'ESSAIS



P/3224-B

SUR LA RADIOGRAPHIE
PAR RÉFLEXION

par A. Guinier et J. Devaux

PUBLICATION N° 56

*(Extrait des Comptes Rendus
de l'Académie des Sciences*

T. 214 - P. 223 à 225 - 2 Février 1942)





RAYONS X. — *Sur la radiographie par réflexion.* Note
de MM. **ANDRÉ GUINIER** et **JEAN DEVAUX**.

Nous avons étudié l'action des rayons X sur une couche sensible photographique placée au contact de la surface d'un solide. Depuis longtemps on a songé à utiliser les rayonnements diffusés par un écran placé derrière une pellicule pour renforcer l'impression produite par les rayons directs. J.-J. Trillat (¹), utilisant des rayons X de très courte longueur d'onde, a montré que les détails de structure d'une surface étaient reproduits sur la pellicule photographique appliquée sur celle-ci, par l'intermédiaire des photoélectrons, émis en nombre variable et avec une énergie variable par les différents éléments. Dans ce même but, obtenir des images par réflexion, nous avons utilisé des rayons X de grande longueur d'onde; le mécanisme du phénomène et les résultats sont alors différents.

Une pellicule photographique, dont une partie est appliquée contre un échantillon plan d'une substance de poids atomique moyen, en fer par exemple, est exposée à un rayonnement X de longueur d'onde définie (rayonnement émis par des anticathodes variées, monochromatisé par réflexion sur un cristal ou simplement filtré). Nous avons étudié, en fonction de la longueur d'onde du rayonnement incident, le contraste entre les deux plages de la pellicule, l'une ne recevant que les rayons primaires, l'autre recevant, en outre, les rayonnements diffusés par le support. Tant que la longueur d'onde des rayons primaires λ est supérieure à la longueur d'onde de la discontinuité d'absorption K du fer (λ_K 1,74 Å), il n'y a pas de différence appréciable entre les deux plages; dès que λ est plus petit que λ_K , l'image de l'échantillon apparaît très nettement. Ce noircissement est dû au rayonnement de fluorescence du fer (raies K); nous l'avons montré en interposant des absorbants entre le fer et la pellicule (cellophane, aluminium) et en évaluant le coefficient d'absorption du rayonnement diffusé. Comme le rapport des intensités reçues par les

(¹) *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 833; 214, 1942, p. 164.

deux plages est déterminé, il existe une exposition qui rend le contraste maximum; en particulier, une surexposition du cliché annule le contraste. Les émulsions à couche mince sont les plus avantageuses : le contraste, faible avec les films spéciaux pour rayons X, est plus grand avec des pellicules photographiques ordinaires; on obtient les résultats les meilleurs avec les papiers photographiques *contraste* et les films spéciaux *Microradio Kodak*. Pour le fer irradié par le rayonnement $\text{CuK}\alpha$, la différence de densité atteint 0,3.

Avec un rayonnement incident de longueur d'onde plus courte ($\text{MoK}\alpha$), on obtient sensiblement le même contraste. Mais, pour des longueurs d'onde encore plus courtes (rayonnement d'une anticathode de tungstène filtré par 1^{mm} de laiton : $\lambda_{\text{moyen}} \sim 0,25 \text{ \AA}$), le phénomène change : on obtient encore entre les deux plages un contraste du même ordre, mais l'interposition d'une feuille de cellophane de 2/100^e de millimètre d'épaisseur le fait disparaître complètement; ce n'est donc plus le rayonnement K de fluorescence du fer qui agit, mais les photoélectrons. Enfin, d'après les résultats de Trillat, un rayonnement très pénétrant (de 100 à 200 kV) n'impressionne presque plus la pellicule photographique; seule, la partie au contact du support est impressionnée par les photoélectrons émis par la surface.

L'effet renforçateur du support sur la couche sensible est donc la somme de deux effets dont l'importance relative varie avec la longueur d'onde des rayons incidents. Considérons un élément de nombre atomique moyen : seul intervient le niveau d'absorption K (pour les éléments lourds, les autres niveaux interviennent et compliquent le phénomène). Pour une intensité donnée de rayonnement tombant sur la pellicule et son support, l'intensité du rayonnement K diffusé, nulle pour $\lambda > \lambda_K$, a sa valeur maximum pour $\lambda = \lambda_K$ et décroît avec λ . Le nombre de photoélectrons émis varie de la même manière, mais leur énergie, au contraire, est proportionnelle à $(1/\lambda) - (1/\lambda_K)$: leur action photographique, qui dépend de ces deux facteurs, est donc nulle pour les grandes longueurs d'onde, passe par un maximum et décroît pour les très courtes longueurs d'onde. D'autre part, la sensibilité de la pellicule diminue avec la longueur d'onde. A l'aide de ces données, on peut expliquer que l'effet renforçateur du support commence pour la longueur d'onde λ_K ; il est alors dû uniquement au rayonnement X de fluorescence; il reste à peu près constant pour les longueurs d'onde moyennes, puis devient plus grand pour les courtes longueurs d'onde; ce sont alors uniquement les électrons qui agissent sur

l'émulsion. Enfin, on a effectivement constaté avec les rayons très pénétrants (au-dessus de 200 kV) et les rayons γ une diminution de l'effet des écrans métalliques renforceurs (Seemann, *Journ. of applied Physics*, 1937).

Ce qui rend utile la radiographie par réflexion, c'est la différence d'action des divers éléments juxtaposés sur la surface étudiée; les résultats à cet égard, sont très variables avec la longueur d'onde du rayonnement incident. Considérons deux cas extrêmes simples; si la longueur d'onde est assez courte pour que les niveaux K de tous les éléments soient ionisés, le noircissement de la pellicule croît régulièrement avec le nombre atomique; avec une grande longueur d'onde, au contraire, seuls les éléments dont le niveau K est excité produisent un noircissement de la pellicule photographique.

Ainsi, quoique l'effet renforceur soit bien plus faible avec les radiations de grande longueur d'onde, le contraste maximum entre deux éléments de poids atomique voisin est réalisé en employant un rayonnement d'une longueur d'onde intercalée entre leurs discontinuités d'absorption.

L'emploi de longueurs d'onde variées étend donc les possibilités de la radiographie par réflexion; en outre on peut, dans certains cas, identifier les éléments de la surface d'un échantillon. En effet, en comparant les images obtenues successivement avec divers rayonnements, on arrive à déterminer la limite d'absorption de l'élément inconnu: c'est une méthode d'analyse particulièrement simple, qui nécessite seulement un tube à rayons X à anticathodes interchangeable, mais pas de spectrographe: elle s'adapte particulièrement aux métaux du chrome au zinc.

Notons enfin que l'utilisation pour la formation de l'image de rayons X de fluorescence et non d'électrons permet d'effectuer la radiographie par réflexion d'une surface masquée par une couche mince opaque à la lumière, comme certains vernis, pourvu que ceux-ci ne renferment pas d'éléments trop lourds.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 214, p. 223-225, séance du 2 février 1942.)







