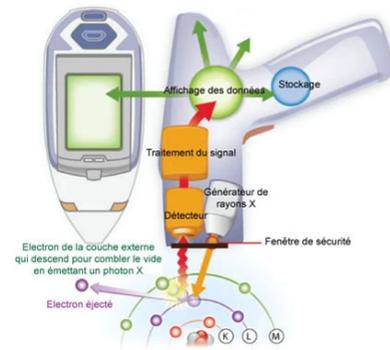


Chapitre II : Spectrométrie de fluorescence de rayon X

Appareillages et techniques de caractérisation



Dr. Lezzar

Table des matières



I - Présentation de la spectrométrie de fluorescence de rayon X	3
II - Principe de la spectroscopie de fluorescence de rayon X (XRF)	4
III - Processus de création de rayon X	5
IV - Constitution de spectroscopie de fluorescence X	6
1. Tube a rayon X	6
2. Détecteur de rayon X fluoresce	6
2.1. Spectromètre à dispersion en longueurs d'onde :	7
2.2. Spectromètre à dispersion en longueurs d'onde :	7
V - Point forts et limites	8

Présentation de la spectrométrie de fluorescence de rayon X



La fluorescence des rayons X (XRF) est une technique non destructrice qui sert à quantifier la composition élémentaire des échantillons solides et liquides

Remarque

Comme on se sert de rayons X pour exciter l'échantillon, il est possible d'analyser des profondeurs d'une taille atteignant 10 μ m

Méthode

Il existe deux systèmes XRF, un système à dispersion de longueur d'onde (WDXRF) et un système à dispersion d'énergie (EDXRF). La différence est la manière dont les rayons X sont détectés.

Ces méthodes mesurent la longueur d'onde et l'intensité de la « lumière » (les rayons X dans ce cas) émise par les atomes énergisants de l'échantillon

l'irradiation par un faisceau de rayons X primaire depuis un tube à rayons X provoque l'émission de rayons X fluorescents dotés d'énergies discrètes caractéristiques des éléments présents dans l'échantillon

Principe de la spectroscopie de fluorescence de rayon X (XRF)

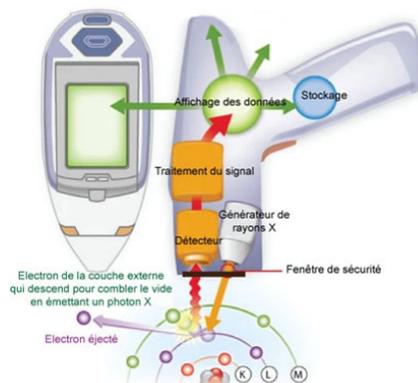
II

La fluorescence X est une émission secondaire de rayons X caractéristique des éléments atomiques qui composent l'échantillon.

Complément

La technique d'analyse comprend deux parties :

- Une source d'excitation : provoque l'émission d'un spectre de rayons X caractéristique de la composition de l'objet ;
- Un détecteur et un analyseur de rayonnement : identifient les raies composant le spectre.



Processus de création de rayon X

III

Dans un atome, les électrons sont répartis dans des couches. Plus la couche est proche du noyau, plus l'énergie de liaison noyau-électron est forte.

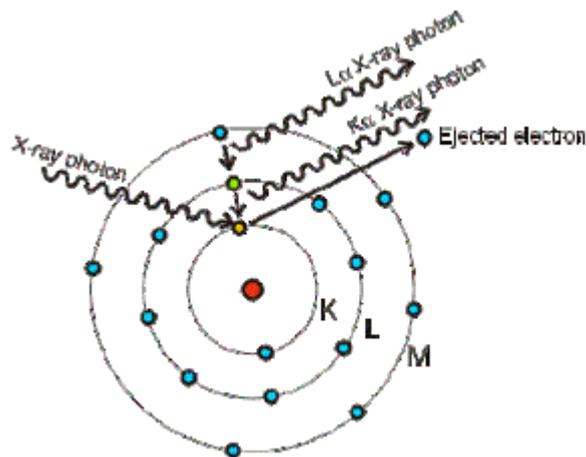
Fondamental

Du fait de leur énergie importante, les photons X vont arracher des électrons situés au cœur des atomes, près du noyau; l'atome se retrouve ionisé.

Complément

Un électron d'une couche périphérique va redescendre pour combler la place laissée vide par l'électron qui a été éjecté.

Ce faisant, l'électron va perdre de l'énergie, qui va être émise sous la forme d'un photon. L'énergie de ce photon, qui est aussi dans le domaine X, est égale à la différence d'énergie entre la couche périphérique et la couche au cœur, donc chaque atome va émettre des photons d'une énergie propre. C'est le phénomène de «fluorescence», ou d'«émission caractéristique».

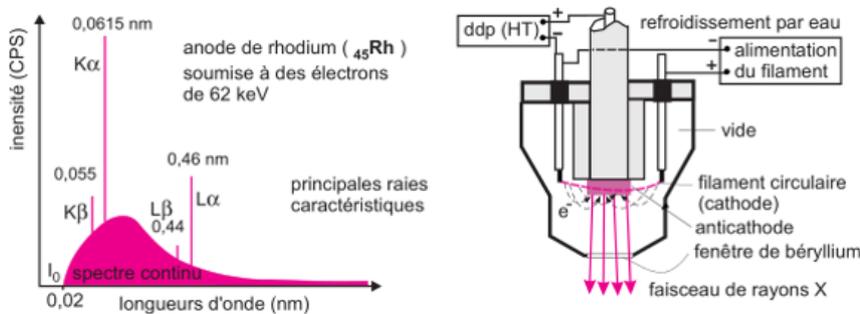


IV

Constitution de spectroscopie de fluorescence X

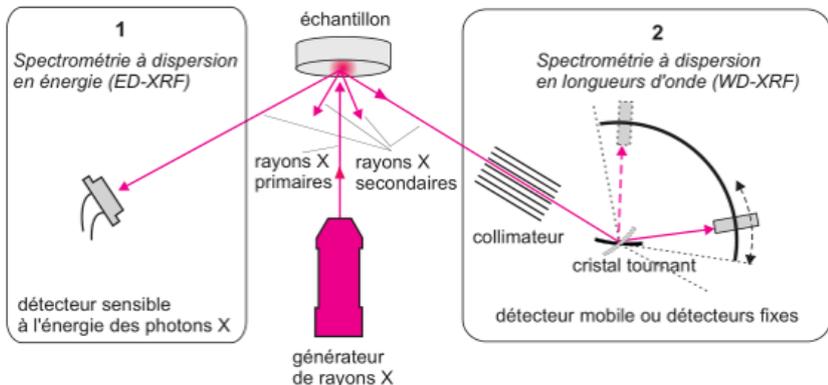
1. Tube a rayon X

L'anticathode de chrome (raies $K\alpha$) est utilisée pour les éléments légers compris entre le titane et le sodium; celle de molybdène ou de tungstène (raies $L\alpha$) sert à exciter des éléments de numéro atomique plus élevé. L'excitation par le fond continu (rayonnement de freinage des électrons dans la cible) correspond à l'émission par l'anticathode de photons d'énergies variables.



2. Détecteur de rayon X fluoresce

Contrairement aux détecteurs photoélectriques, les détecteurs pour rayons X sont des transducteurs qui comptent les photons individuels. Ils fonctionnent avec d'autant plus d'exactitude que le flux de photons est faible. Les deux types les plus courants sont :

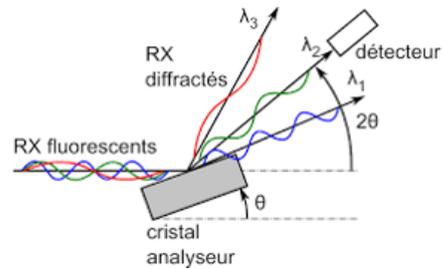


2.1. Spectromètre à dispersion en longueurs d'onde :

Un monocristal (multicouche) courbe en condition de Bragg permet la sélection des différentes longueurs d'onde.

Le détecteur est en général un compteur proportionnel à flux gazeux (# chambre à ionisation).

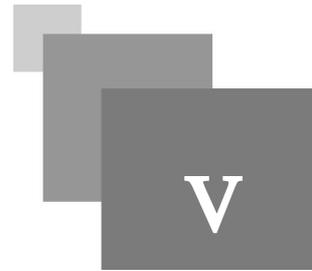
On sélectionne les photons X d'une seule longueur d'onde sur un monocristal, en aval duquel on dispose un détecteur de photons qui peut être un compteur proportionnel à gaz ou un scintillateur. C'est l'angle entre la trajectoire du rayonnement secondaire et la surface du cristal qui détermine la longueur d'onde réfléchi



2.2. Spectromètre à dispersion en longueurs d'onde :

C'est la spectrométrie a rayon X (EDS)

Point forts et limites



Point forts

- Sans effets destructeurs
 - Analyse de wafers (substrats) entiers (jusqu'à 300 mm) ainsi que de morceaux de wafers et de petits échantillons
 - Cartographie de wafers entiers
- Pas d'exigences (ou exigences minimales) de préparation des échantillons
- Peut analyser de petites zones, jusqu'à 100-150µm
- Peut analyser des solides et aussi des liquides
- Profondeur d'échantillonnage atteignant 10µm

Limites

- Ne peut détecter d'éléments plus légers que l'aluminium en utilisant le système EDXRF à petite tache lumineuse
- Pour une grande exactitude, exige une référence similaire à l'échantillon test
- Absence de capacité de profilage en profondeur