

Microscopie de fluorescence de rayons X

La technologie en un coup d'œil

La microscopie et la micro-spectroscopie de fluorescence de rayons X utilisent des faisceaux de très haute qualité, concentrés sur des zones extrêmement petites de matériaux hétérogènes. Par exemple, l'irradiation d'éléments traces dans des matériaux durs ou organiques permet aux scientifiques de sonder en profondeur la matière et d'en révéler de petites quantités d'une substance donnée dans un grand volume. Cela ouvre la voie à de nouvelles investigations, telles que l'accès à des éléments d'intérêt majeur dans les sciences biologiques et la science des matériaux, l'identification de métaux lourds et la cartographie d'éléments traces, pratiquement sans préparation des échantillons analysés.

Les plus de l'ESRF

L'ESRF possède quatre lignes de lumière (ID13, ID18F, ID21, ID22) dédiées à la microscopie et la micro-spectroscopie. ID22 en particulier est une ligne micro-sonde dans la gamme des rayons X durs axée sur la fluorescence de rayons X, l'absorption et la diffraction à l'échelle micrométrique. Les quatre lignes de lumière offrent des approches différentes qui peuvent être combinées, dont la tomographie en mode de fluorescence, l'imagerie XANES, l'holographie et la microtomographie par contraste de phase, avec une résolution micrométrique. Leur potentiel pour la détection et la cartographie d'éléments traces, l'analyse quantitative de fluorescence, la détermination de l'état chimique précis et l'analyse structurale, est idéal pour une large gamme d'applications industrielles.

“ A quel point nos techniques sont-elles précises pour trouver des éléments traces ? Vous pourriez verser un verre de vin dans une piscine olympique et nous pourrions vous dire s'il s'agissait de Bordeaux ou de Bourgogne. ”

- Jean Susini, Chef de la Division Support et Développement de l'Instrumentation



Champs d'application

Science de l'environnement : des éléments traces, dont l'identification de concentrations toxiques de métaux lourds, l'analyse de filtres à pollution, etc.

Science de la terre et des planètes : analyse de petits échantillons pour étudier la morphologie en masse, les structures internes, la cristallographie et la composition en éléments traces, utilisée par exemple pour étudier les poussières de comète récupérées lors de la mission Stardust de la NASA.

Microélectronique : identification des niveaux de micro contamination dans les microprocesseurs et les circuits intégrés, amélioration des tranches de silicium.

Cosmétiques : connaissance approfondie des interactions entre les substances cosmétiques et les organismes vivants.

Héritage culturel et archéologie : études de chefs-d'œuvre artistiques (Grünewald Triptych, Van Gogh) et d'échantillons de pierres (Pompéi).

Industrie pétrolière : analyse d'éléments traces dans le pétrole et les produits pétrochimiques.

“Notre principale motivation pour venir à l'ESRF est la garantie que nous allons trouver exactement ce que nous recherchons. La ligne de lumière est toujours préparée en fonction de nos besoins et nous avons toujours atteint nos objectifs.”

- Phi-Axis (une petite société de services)

Nos clients industriels comprennent le CEA, Lafarge, L'Oréal, Saint-Gobain

Nanotomographie en mode de fluorescence de rayons X sur des matériaux de la comète 81P/Wild2 récupérée par la mission Stardust de la NASA

Le défi : Déterminer la répartition 3D d'éléments principaux et traces dans une particule de poussière de comète intégrée à une matrice d'aérogel.

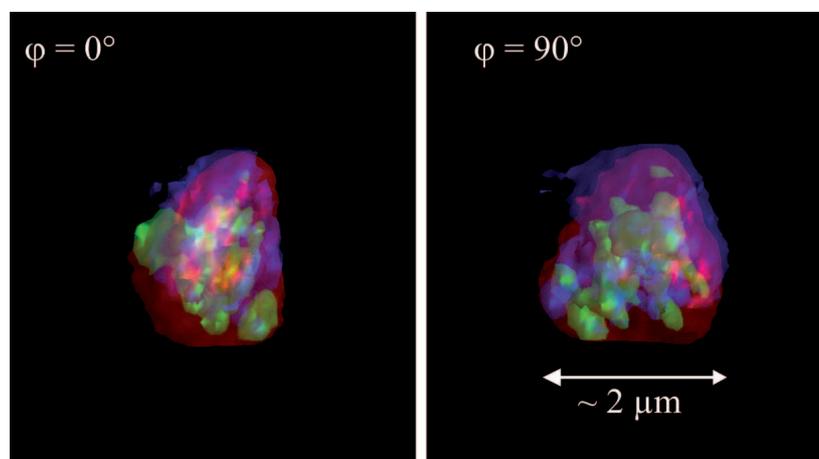
Le contexte : La mission Stardust de la NASA a ramené sur terre des particules de poussière de comètes. Ces particules ont été capturées dans l'espace en utilisant une matrice d'aérogel afin de stopper et piéger les particules de poussière. Les particules capturées ont une taille de 2 micromètres.

Le résultat : Une représentation entièrement en 3D des éléments traces a été réalisée sur une particule, illustrant la répartition des éléments, du calcium au sélénium à une résolution spatiale submicrométrique (200nm).

L'apport du synchrotron : Les techniques d'analyses basées sur l'utilisation des rayons X permettent d'identifier de manière non destructive les éléments chimiques. Les faisceaux de rayons X extrêmement fins disponibles sur la ligne ID13 (le projet phare de l'ESRF pour le développement

de l'utilisation des nano-faisceaux de rayons X) a permis d'enregistrer et de transformer en représentation 3D des images nano-tomographiques de petits échantillons de particules de poussières de comète.

Références : Silversmith et Al. Anal. Chem. (2009). Sous presse.



La reconstruction couleur de la particule de poussière montrant les différents éléments (rouge : fer ; vert : chrome ; bleu : sélénium).