

# Re.S.Artes

Le Regard de la Science sur les Arts et le patrimoine culturel

## **Analyse des objets d'Art par ERDA: quelques éléments de compréhension**

Le cristal de roche est un matériau particulier qui ne se prête pas aux approches analytiques habituellement mises en œuvre pour les pierres et les minéraux, en raison de sa forte résistance à l'altération naturelle.

Son étude est basée sur la détection spécifique des processus d'hydratation qui affectent sa surface grâce la technique non-invasive ERDA (*Elastic Recoil Detection Analysis*).

**Dans le cadre de l'authentification, il est alors possible d'évaluer la compatibilité de ces mesures avec l'âge présumé de l'objet : si l'on détecte des processus d'hydratation significatifs à la surface d'un cristal de roche, alors on peut considérer que sa taille est ancienne.**

Il s'agit d'une approche complémentaire à l'étude stylistique des œuvres : elle apporte des informations objectives qui viennent conforter (ou réfuter) le point de vue de l'expert.

Cette étude peut être complétée par l'analyse des traces d'outils et des dépôts qui peuvent être mis en évidence à la surface du matériau.

### **Principe**

La technique ERDA permet de mesurer la concentration en atomes d'hydrogène de la surface vers la partie plus profonde du cristal de roche et donc de caractériser les processus d'hydratation. Il s'agit d'une méthode non-invasive qui ne nécessite pas de prélèvement.

Les atomes d'hydrogène, véhiculés par l'eau et l'humidité de l'air, sont introduits dans le réseau cristallin. Leur détection à la surface du cristal de roche traduit donc une hydratation progressive du matériau au cours du temps.

Les phénomènes mis en jeu se développant à l'échelle moléculaire sur de longues périodes de temps, on peut alors déterminer si le pourcentage d'hydratation mesuré en surface et sa pénétration vers l'intérieur du matériau sont compatibles ou non avec l'ancienneté présumé du travail de taille. Finalement, des informations fiables sont apportées sur la période de fabrication de l'objet.

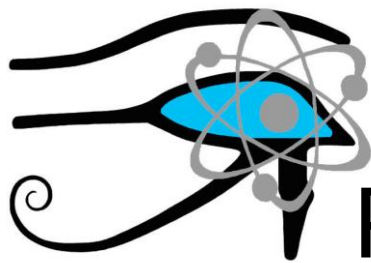
### **Mesures**

Lors de l'interaction entre une particule de haute énergie et le noyau d'un atome au repos, les trajectoires des particules après le choc sont définies par les lois de la collision élastique. Au cours d'une analyse ERDA, on s'intéresse à l'atome cible (l'hydrogène de masse plus faible que les ions incidents), qui est diffusé vers l'avant. Si de plus on oriente la surface de la cible en incidence rasante par rapport au faisceau initial, une partie des atomes d'hydrogène auront suffisamment d'énergie pour en ressortir, et être vue par un détecteur.

Devant ce détecteur on place un absorbant de façon à arrêter les ions hélium diffusés vers l'avant et à ne laisser passer que les atomes d'hydrogène éjectés de l'objet. On obtient alors un spectre en énergie qui va directement traduire la concentration atomique de l'hydrogène en fonction de la profondeur de matériau analysée.

L'objet est placé dans la chambre d'analyse sous un vide de  $2.10^{-6}$  torr, la zone à étudier étant face au faisceau de particules incidentes. Ce dernier est constitué par un flux d'ions  $4\text{He}^+$  d'énergie égale à 2.2 MeV délivré par l'accélérateur électrostatique, et forme sur la cible un courant incident de 1.0 nA pour une surface d'analyse de quelques  $\text{mm}^2$ .

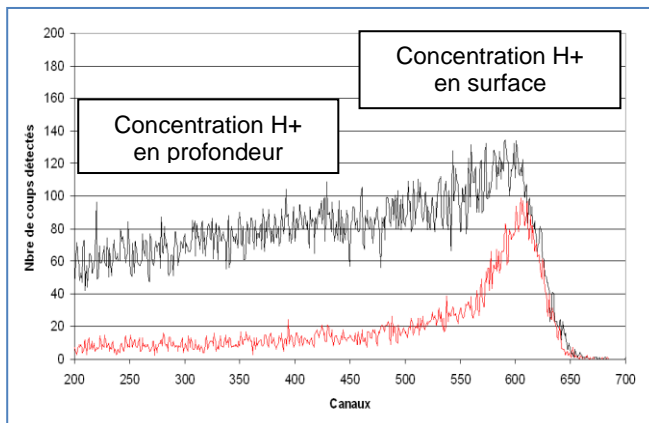
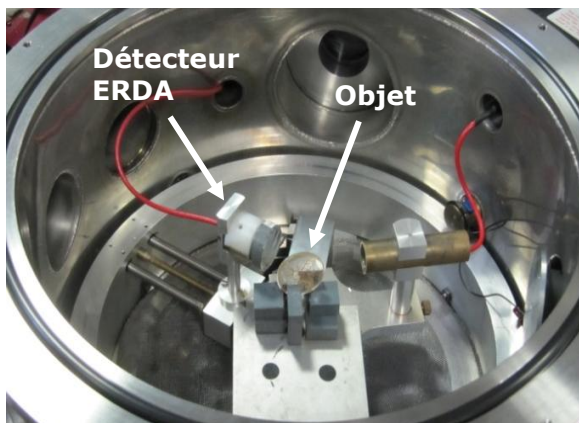




# Re.S.Artes

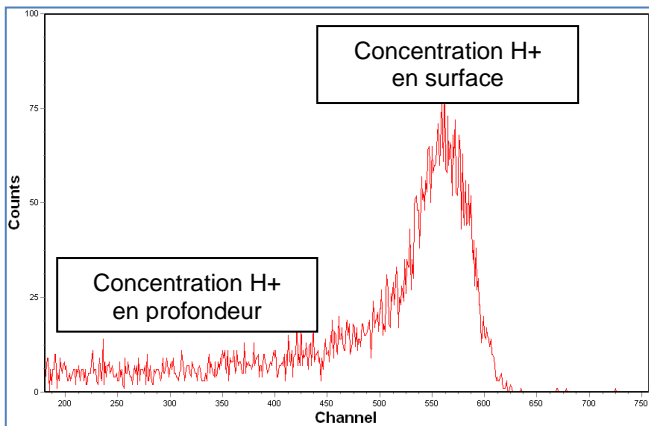
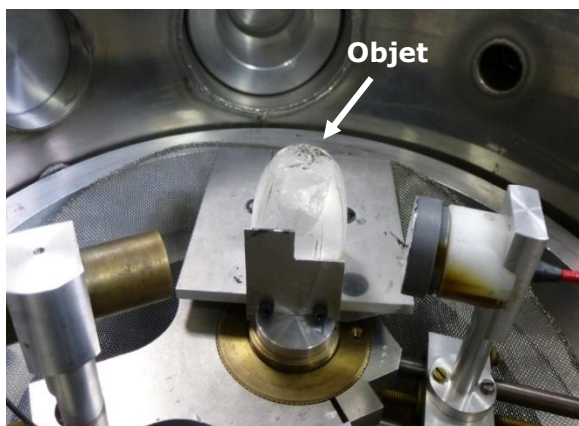
Le Regard de la Science sur les Arts et le patrimoine culturel

## Deux exemples



### ***Médaille en cristal de roche, Europe Centrale, présumé Fin d'époque romaine/Début d'époque chrétienne***

La détection des atomes d'hydrogène en surface et leur décroissance progressive dans les zones plus profondes (courbe noire) indiquent que la taille est ancienne. La courbe rouge traduit un travail ponctuel plus récent (probable restauration du XIX<sup>ème</sup> siècle).



### ***Pièce d'échec en cristal de roche, présumée des X<sup>ème</sup> - XI<sup>ème</sup> siècles***

L'augmentation de la concentration en hydrogène en surface associée à sa forte diffusion dans le quartz (correspondant à une diminution importante et rapide du taux de H+ entre la surface et la partie plus profonde du matériau) indique que la taille est récente (XIX<sup>ème</sup> ou XX<sup>ème</sup> siècle).

