

Diffusion Raman et matériaux du nucléaire: imagerie, *in situ* sous irradiation, et résolution temporelle

P. Simon^a, O.A. Maslova^a, A. Canizarès^a, N. Raimboux^a, D. Baux^a, P. Desgardin^a,
MF. Barthe^a, F. Duval^{ab}, R. Mohun^c, L. Desgranges^c, L. Medyk^d, S. Mougnaud^d,
PM. Martin^d, M. Tribet^d, S. Peugeot^d, C. Jégou^d, N. Galy^e, N. Toulhoat^e, N. Moncoffre^e,
F. Garrido^f

^a CEMHTI CNRS, Orleans, ^b ISTO CNRS/Univ. Orleans, ^c CEA DEN Cadarache,
^d CEA DEN Marcoule, ^e IP2I CNRS/Univ. Lyon 1, ^f CSNSM CNRS/Univ. Paris Sud

La spectroscopie Raman est utilisée de plus en plus fréquemment pour la caractérisation de matériaux du nucléaire. On présentera ici une revue de résultats récents illustrant les différentes possibilités offertes par la méthode.

En imagerie, sur les céramiques d'oxydes d'uranium, le Raman permet de sonder tout type d'inhomogénéité à l'échelle du μm : différences de comportement coeur-joint de grain, variations de stoechiométrie en oxygène, effets d'irradiation, et éventuelles contraintes mécaniques [1]. La compréhension de ces données sur céramique est facilitée par la connaissance préalable de spectres de monocristaux acquis en fonction de l'orientation.

La possibilité de travailler en mode déporté avec des fibres optiques permet des études *in situ* (matériaux actifs ou irradiations externes par faisceaux d'ions). De telles études en irradiation externe ont pu être appliquées notamment à UO_2 (accès aux cinétiques d'endommagement, à l'échauffement induit par irradiation), sous gaz neutre mais aussi sous eau, où effets d'endommagement du solide et de corrosion radiolytique se cumulent [2]. D'autres études *in situ* ont porté sur des graphites (modèles des modérateurs de centrales UNGG), sous conditions simultanées de pression, de température et d'irradiation ionique. Enfin, le mode Raman déporté permet la caractérisation de matériaux actifs (ATALANTE, CEA Marcoule): combustibles nucléaires usagés [3], ou, récemment, céramiques MOX ((U,Pu) O_2) en mode imagerie cette fois.

Enfin, la mesure Raman *in situ* sous irradiation externe est parfois délicate, voire impossible, à cause de la luminescence de l'échantillon (photo- ou ionoluminescence). Des méthodes de résolution temporelle, à l'échelle de la nanoseconde, permettent néanmoins l'acquisition de l'information Raman, avec comme exemple le cas de gels d'altération en surface de verres de stockage.

REFERENCES

- [1] Maslova, OA *et al.*, *Mater. Char.* 2017;**129**: 260-269 et 2019 ;**147**:280-285.
- [2] Mohun R *et al.*, *Acta Mater.* 2019 ;**164** :512-519 et références incluses.
- [3] Jégou C *et al.*, *J. Nucl. Mat.* 2015 ;**458** : 343-349.