

Orsay, le 20 mai 2016

## Cartographier la dégradation des parchemins à l'échelle microscopique sans contact ni prélèvement

Une cartographie de l'état de dégradation de parchemins historiques vient d'être réalisée pour la première fois grâce à une technique de microscopie optique, précédemment optimisée pour l'imagerie du collagène dans les tissus biologiques. Ce travail a été effectué par des physiciens et chimistes de l'Université Paris-Sud, du CNRS, du Ministère de la culture et de la communication, de l'École polytechnique et de l'Université Pierre et Marie Curie. L'invasivité minimale et la rapidité de cette méthode permettent d'envisager le diagnostic sans contact ni prélèvement de grandes collections ainsi que le suivi régulier d'œuvres fragiles. Ces résultats obtenus sur des parchemins historiques dans le cadre d'une collaboration pluridisciplinaire sont publiés dans la revue *Scientific Reports* du 19 mai 2016.



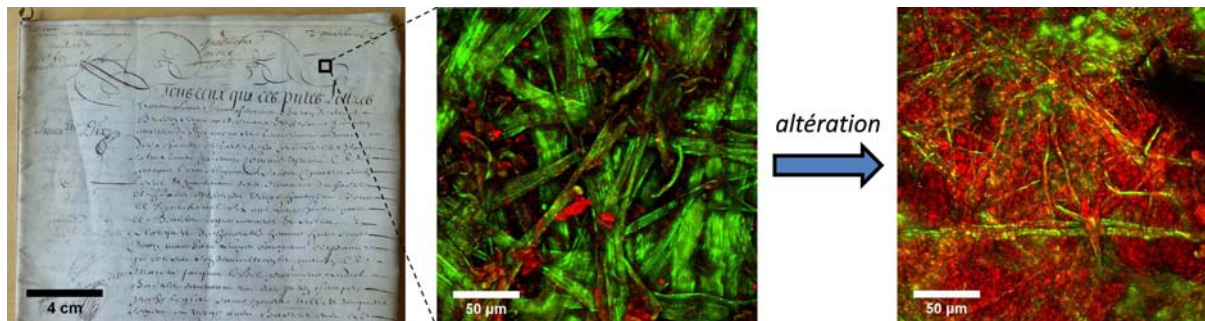
Parchemin du 17<sup>e</sup> siècle  
© Laurianne Robinet/CRCC

Au Moyen-âge, le parchemin, peau animale traitée puis séchée sous tension, était principalement utilisé comme support d'écriture notamment pour les manuscrits. Ce matériau, sensible à la pollution, à l'eau et à la chaleur, se dégrade jusqu'à un stade ultime, nommé gélatinisation, où il se rétracte et devient translucide et cassant. Pour sélectionner les conditions de conservation et les traitements de restauration les plus efficaces, l'état de dégradation doit être déterminé. Mais jusqu'à présent les techniques d'analyse sont souvent invasives et nécessitent le prélèvement d'un échantillon, voire plusieurs selon l'hétérogénéité du matériau. En raison de la grande valeur de ce patrimoine, un tel prélèvement est généralement proscrit. L'enjeu est donc aujourd'hui de développer des approches non invasives et non destructives capables de fournir un diagnostic précis de l'état du parchemin aux conservateurs et aux restaurateurs du patrimoine.

Les parchemins, comme la peau dont ils sont issus, sont principalement constitués de collagène<sup>1</sup>. Or, la microscopie optique non linéaire<sup>2</sup> a largement montré son intérêt pour visualiser le collagène dans les tissus biologiques grâce à des signaux spécifiques dits de second harmonique. Ainsi un fort signal de second harmonique, caractéristique du collagène intact, est obtenu sur les zones préservées des parchemins – comme dans la peau ou d'autres organes – tandis qu'un signal de fluorescence est détecté dans les zones altérées, du fait de la dénaturation du collagène, qui forme alors de la gélatine. L'interprétation de ces signaux a été validée par comparaison avec une analyse chimique à l'échelle nanométrique sur des prélèvements et sur du collagène purifié puis dénaturé. Au final, la microscopie optique non-linéaire a permis de cartographier précisément la dégradation d'une zone altérée de quelques mm<sup>2</sup> d'une carte marine du 17<sup>e</sup> siècle conservée au musée de la Marine (Paris) et de confirmer que cette dégradation correspondait bien à la dénaturation du collagène.

<sup>1</sup> Protéine très présente chez les mammifères, qui joue un rôle essentiel dans l'assemblage des tissus biologiques.

<sup>2</sup> Technique d'imagerie optique basée sur l'utilisation de lasers à impulsions courtes et permettant une profondeur de pénétration améliorée dans les tissus biologiques.



Cartographie d'un parchemin du 17<sup>e</sup> siècle (photo de gauche © Laurianne Robinet/CNRS) par microscopie optique non linéaire. Sur une zone non altérée (image au centre © LOB), le collagène intact émet de forts signaux spécifiques dits de second harmonique (en vert) qui permettent de visualiser sa structure fibrillaire caractéristique. Quelques résidus épars (graisses, élastine...) émettent des signaux de fluorescence (en rouge). Une autre zone du même parchemin, après altération (image de droite © LOB), émet des signaux de fluorescence (en rouge) non structurés, caractéristiques de la gélatinisation du collagène.

**Référence** : Correlative nonlinear optical microscopy and infrared nanoscopy reveals collagen degradation in altered parchments, Gaël Latour<sup>1</sup>, Laurianne Robinet<sup>2</sup>, Alexandre Dazzi<sup>3</sup>, François Portier<sup>4</sup>, Ariane Deniset-Besseau<sup>3</sup>, Marie-Claire Schanne-Klein<sup>5</sup>, Scientific Reports, 19 mai 2016, doi:10.1038/srep26344

<sup>1</sup> Laboratoire Imagerie et Modélisation en Neurobiologie et Cancérologie, Univ. Paris-Sud, Univ. Paris-Diderot, CNRS, Université Paris-Saclay, Orsay, France

<sup>2</sup> Centre de Recherche sur la Conservation, Sorbonne Universités, Muséum national d'Histoire naturelle, Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS, Paris, France

<sup>3</sup> Laboratoire de Chimie Physique, Univ. Paris-Sud, CNRS, Université Paris-Saclay, Orsay, France

<sup>4</sup> Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, Collège de France, Paris, France

<sup>5</sup> Laboratoire d'Optique et Biosciences, Ecole polytechnique, CNRS, INSERM, Université Paris-Saclay, Palaiseau, France

<http://www.nature.com/articles/srep26344>