

Transferts d'humidité dans les matériaux poreux hygroscopiques (papier, bois, textiles, matériaux de construction biosourcés)

Ph. Coussot

Laboratoire Navier (Ecole nationale des ponts, Univ. Gustave Eiffel, CNRS)

La plupart des matériaux biosourcés, tels que le papier, les textiles naturels, les éponges, le bois, ou encore les panneaux de fibres naturelles pour l'isolation des bâtiments, sont des systèmes poreux à travers lesquels les transferts d'eau jouent un rôle essentiel dans les applications. Une particularité de ces matériaux est qu'ils sont également hygroscopiques : ils peuvent absorber d'importantes quantités d'eau, généralement jusqu'à environ 25 % de leur masse sèche, à partir de la vapeur ambiante, sous forme d'eau liée confinée à l'échelle nanométrique dans les régions amorphes de la structure cellulosique (ou kératinique). Cette eau liée est notamment à l'origine du gonflement important de ces matériaux.

En fait cette eau « liée » est très mobile à l'intérieur de la phase solide. On montre ainsi qu'elle peut être extraite par simple séchage de tels matériaux (cellulose, bois, panneau de fibres) alors que leur porosité a été remplie par de l'huile. Autrement dit, l'eau liée est transportée par diffusion à l'intérieur même du réseau de fibres. Ainsi, dans les matériaux poreux hygroscopiques, l'eau peut être transportée sous trois phases différentes : vapeur, eau libre et eau liée ; qui sont fortement couplées par des processus de sorption ou de désorption. Dans ce contexte, la RMN, qui permet de distinguer l'eau liée et l'eau libre dans les différents types de pores, fournit beaucoup d'informations permettant de quantifier les phénomènes. En l'absence d'eau liquide il est finalement possible de caractériser et modéliser précisément les transferts d'humidité. Lorsque les trois phases sont présentes, l'eau liée semble contrôler les transferts (par exemple durant un séchage ou une imbibition), conduisant à des phénomènes inattendus, mais encore en partie inexplicables.