

La chimie sol-gel au service du textile

Hélène Blas

Résumé La chimie sol-gel est actuellement envisagée comme une alternative innovante aux traitements textiles traditionnels, souvent polluants et gourmands en eau et en énergie. Les traitements sol-gel peuvent par exemple conférer au textile des propriétés de résistance à l'abrasion ou au feu, des propriétés photocatalytiques ou encore de déperlance à l'eau, tout en conservant le toucher ou la souplesse des matériaux textiles fonctionnalisés de manière durable.

Mots-clés Textiles, sol-gel, foulardage, fonctionnalisation, hydrophobie.

Abstract Sol-gel chemistry for textile

Sol-gel chemistry sets a new alternative to traditional textile treatments which are often polluting, energy consuming and generate important water waste. Sol-gel treatments may confer to textiles properties such as resistance to fire or abrasion, photocatalytic properties or water repellency, while preserving the touch and flexibility of these functionalized textile materials in a sustainable manner.

Keywords Textiles, sol-gel, padding, functionalization, hydrophobicity.

La chimie sol-gel permet la synthèse d'oxydes métalliques ou du dioxyde de silicium à partir de précurseurs liquides en solution, sans passer par une étape de fusion. Les matériaux obtenus peuvent revêtir une grande variété de formes : particules denses ou poreuses, monolithes ou encore films minces. Après avoir trouvé des applications dans des domaines aussi différents que l'optique, les céramiques de hautes performances, l'électronique ou encore le biomédical, la chimie sol-gel investit maintenant les procédés de traitement des textiles [1].

Le procédé sol-gel

Le matériau final est généralement obtenu en partant d'une solution hydro-alcoolique de précurseurs inorganiques de type alcoxydes métalliques [2] (figure 1). Son faible coût fait du dioxyde de silicium (ou silice) le plus utilisé ; il est préparé à partir d'un précurseur comme le tétraéthoxysilane.

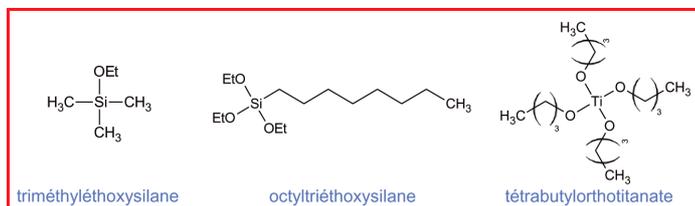


Figure 1 - Exemples de précurseurs utilisés en chimie sol-gel.

Le précurseur inorganique subit plusieurs réactions d'hydrolyse, puis de condensation, pour former des oligomères de silice (figure 2). À ce stade de la réaction, le milieu réactionnel est constitué d'une suspension colloïdale de nanoparticules d'oligomères de silice de quelques nanomètres de diamètre et est appelé un *sol*. La réaction d'hydrolyse-condensation du précurseur peut être catalysée en milieu acide ou basique, dans des conditions de

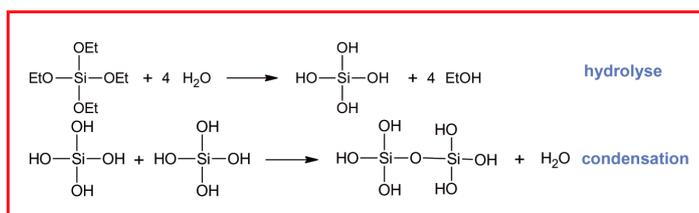


Figure 2 - Principe de la réaction d'hydrolyse et de la condensation du tétraéthoxysilane.

température et de pression proches de l'ambiante. La variation des paramètres expérimentaux comme la température, la concentration en précurseur ou la composition du solvant permet de moduler la structure finale du matériau. La condensation se poursuit pour former un *gel* polymère de silice chargé en solvant : c'est la *transition sol-gel*. La mise en forme du matériau s'effectue lors de cette étape, par exemple sous la forme de particules sphériques ou de film mince (figure 3). Le solvant est alors éliminé du matériau par une étape de séchage, suivie éventuellement d'une étape de cuisson.

Des matériaux *sol-gel hybrides* possédant une composante organique et une composante inorganique [3] peuvent être synthétisés à partir de précurseurs partiellement fonctionnalisés par des groupes spécifiques qui ne sont pas hydrolysables. Les matériaux sol-gel hybrides combinent alors les propriétés spécifiques dues aux groupements organiques à celles de la matrice inorganique, par exemple en lui apportant de la souplesse ou des propriétés optiques.

Transposition au textile

La transposition de la chimie sol-gel à des procédés textiles est actuellement envisagée [4] afin de conférer des propriétés innovantes au textile ou de remplacer des

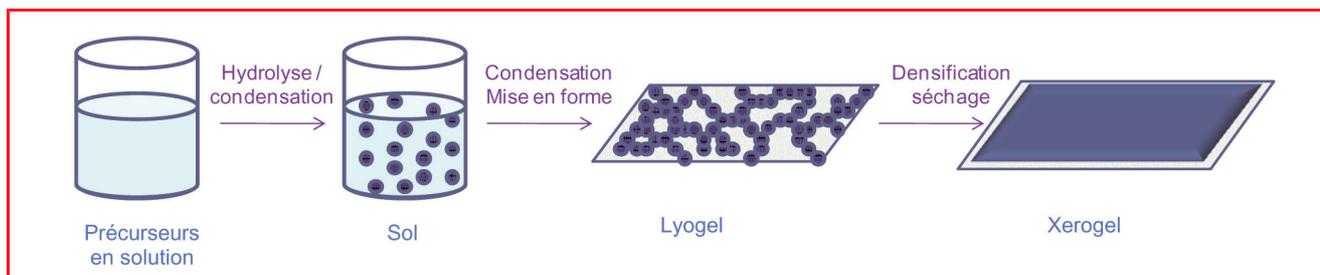


Figure 3 - Principe de la fonctionnalisation de surfaces par chimie sol-gel.

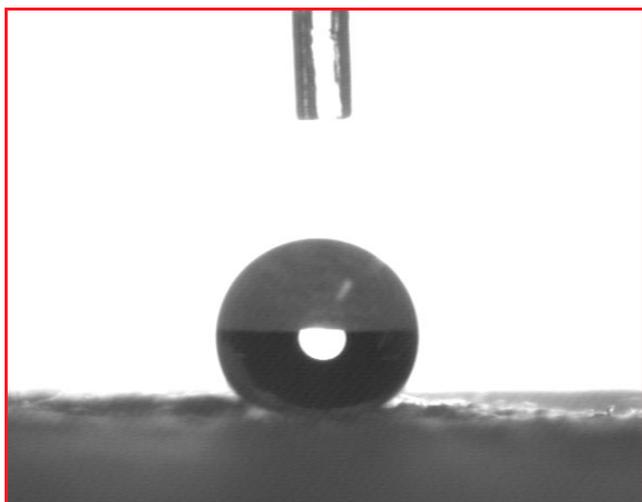


Figure 4 - Mesure de l'angle de contact (138°) d'une goutte d'eau sur du coton ayant subi un traitement hydrophobe sol-gel à l'IFTH.

procédés devenus trop coûteux ou polluants. La majorité des traitements sol-gel utilisés actuellement forment un film très mince à la surface des fibres (quelques nanomètres d'épaisseur), ce qui permet de conserver avantagement la souplesse, le toucher et l'aspect général du textile initial, tout en lui apportant de nouvelles propriétés.

Si un traitement sol-gel permet d'améliorer la résistance à l'abrasion du textile, l'incorporation de fonctions spécifiques à la formulation de départ apporte de nouvelles propriétés au matériau final. Ainsi l'emploi de silanes fluorés ou munis de longues chaînes alkyles améliore l'hydrophobie ou l'oléophobie du support [5], un sol incorporant du dioxyde de titane permettra d'assurer une protection anti-UV ou une action photocatalytique. Enfin, les traitements sol-gels peuvent aussi apporter une résistance au feu ou à la chaleur.

Du fait de leur faible viscosité, les sols de précurseurs se prêtent à une application traditionnelle par foulardage⁽¹⁾ ou spray, suivi d'un séchage plus ou moins prolongé. Les sols classiques comprennent souvent un alcool volatil et de l'eau, du fait de l'hydrolyse du précurseur qui libère de l'alcool, et les installations doivent alors être équipées pour travailler avec des vapeurs volatiles. Des solutions sont actuellement à l'étude pour contourner ce problème.

Conclusion

Peu gourmande en énergie, potentiellement réalisable en milieu aqueux, faiblement polluante et économe en réactifs chimiques, la chimie sol-gel représente une alternative aux

traitements actuels [6]. Cependant, quelques contraintes s'imposent du fait de la nature du support textile. L'incorporation de fonctions chimiques compatibles avec le support favorise une bonne accroche de la couche sol-gel. Par exemple, des précurseurs inorganiques portant des fonctions époxy ou amines peuvent être introduits dans une formulation sol-gel visant à fonctionnaliser du coton. La bonne compatibilisation du traitement avec le support textile est essentielle pour améliorer la durabilité du matériau. De plus, la condensation complète d'un film sol-gel est favorisée par un traitement thermique à la fin de la réaction, alors que les matériaux textiles ne supportent généralement pas une température trop élevée. Afin d'assurer une bonne durabilité au traitement, la condensation de la formulation sol-gel destinée au textile doit être optimale et la formation de défauts dans le film lors du séchage doit être limitée. L'emploi de sols hybrides est la solution généralement employée pour répondre à ces problématiques.

Note et références

- [1] Foulardage : méthode dont le principe est d'insérer les composés à valeur ajoutée dans le bain de finition alors que l'étoffe doit y circuler au travers. Le tissu absorbe une quantité déterminée à l'avance qui est contrôlée par la vitesse de passage du matériau dans le liquide et par la concentration du produit dans la solution aqueuse.
- [2] Collignon F., *Cahier technologique - Sol-Gel*, CERTECH, 2008 (www.certech.be/files/FileLibraryFile.php?ID=2924).
- [3] Jolivet J.P., Henry M., Livage J., *De la Solution à l'Oxyde*, EDP Sciences/CNRS Éditions, 1994.
- [4] Soler-Ilia G.J.A.A., Sanchez C., Lebeau B., Patarin J., Chemical strategies to design textured materials: from microporous and mesoporous oxides to nanonetworks and hierarchical structures, *Chem. Rev.*, 2002, 102, p. 4093.
- [5] Mahltig B., Haufe H., Böttcher H., Functionalisation of textiles by inorganic sol-gel coatings, *J. Mater. Chem.*, 2005, 15, p. 4385.
- [6] Bahners T., Textor T., Opwis K., Schollmeyer E., Recent approaches to highly hydrophobic textile surfaces, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 2008, 22, p. 285.
- [7] Mahltig B., Textor T., *Nanosols and Textiles*, World Scientific, 2008.



Hélène Blas

est chef de projets R & D à l'Institut Français du Textile et de l'Habillement (IFTH)*.

* Institut Français du Textile et de l'Habillement, Direction régionale Rhône-Alpes, Avenue Guy de Collongue, F-69134 Écully Cedex.
Courriel : hblas@ifth.org