



# Le potentiel zêta, une information capitale pour le développement des matériaux aux propriétés de surface nouvelles.

**Auteur :** Thomas LUXBACHER

Anton Paar France S.A.S. - **Tel (Office) :** +33 1 69181188 - **Fax :** +33 1 69070611 - **E-Mail :** info.fr@anton-paar.com

La connaissance des propriétés de surface s'avère cruciale pour élaborer des matériaux novateurs. L'application d'un nouveau produit dépend souvent, de manière décisive, de sa composition chimique et de son adaptation ciblée, moyennant un traitement de surface approprié. Des temps de mise au point réduits requièrent une analyse rapide et significative de la surface d'un corps solide dans des conditions aussi proches de la réalité que possible.

Le polyéthylène est connu pour sa résistance chimique et il se prête parfaitement à l'usage comme matériau d'emballage. Le comportement inerte de cette matière plastique entrave toutefois son impression ou son collage. L'activation de la surface obtenue par un traitement à la flamme ou par un traitement plasmatique améliore son imprimabilité. Dans quelle proportion convient-il d'exécuter ce traitement de surface et quelle est la stabilité de la surface ainsi activée?

Les matières plastiques renforcées de fibres gagnent en popularité, car elles allient un faible poids à une stabilité mécanique très élevée. Le traitement de surface spécifique des fibres de verre ou de carbone anorganique à l'aide d'un ensimage approprié accroît leur compatibilité avec la matrice plastique organique et il garantit ainsi la fiabilité du matériau composite. Quel ensimage convient le mieux à quelle fibre? Quel est le degré de stabilité au stockage?

## L'analyse de surface.

La judicieuse adaptation des propriétés de surface d'un matériau à diverses exigences applicatives se révèle déterminante pour garantir sa parfaite utilisation. Alors que l'assurance de la qualité du processus de production fait fréquemment appel à des méthodes empiriques, il est impératif de recueillir des informations quantitatives sur les variations du comportement de surface pour mettre au point de nouveaux matériaux répondant à des besoins précis. La modification de la surface s'accompagne d'un changement de la charge de surface dans la plupart des cas. La connaissance de cette charge permet d'obtenir des informations sur la réussite et l'ampleur d'un traitement de surface, mais aussi sur le comportement chimique de la surface du matériau.

La méthode de mesure du potentiel d'écoulement offre un moyen de déterminer la charge à la surface de solides macroscopiques. Ce procédé consiste à mettre un échantillon solide en contact avec une solution saline aqueuse, si bien qu'une distribution de charge caractéristique se produit à l'interface entre le corps solide et le liquide. La charge de surface apparaît soit du fait de la dissociation de groupes chimiques ou suite à l'adsorption d'ions électrolytiques en solution. Durant la mesure, le liquide s'écoule le long de la surface solide (Fig. 1). Un déplacement de charge intervient alors et il est mesuré sous la forme d'un signal de tension. Le quotient résultant du potentiel d'écoulement et de la pression différentielle de part et d'autre de la cellule de mesure est proportionnel au potentiel électrocinétique ou potentiel zêta de la surface. Il est caractéristique de la surface du matériau.

Les diverses cellules de mesure de l'analyseur électrocinétique SurPASS de la société Anton Paar GmbH permettent d'évaluer le potentiel zêta des corps solides de pratiquement toutes les formes et toutes les tailles (Fig. 2). Des échantillons fibreux, des poudres et des granulés sont disposés dans la cellule de mesure cylindrique pour constituer une couche perméable. Ils sont traversés par la solution électrolytique durant la mesure. Les deux cellules de mesure destinées aux échantillons solides plans, rigides ou souples, se caractérisent par un interstice bien défini est réglé entre les deux faces opposées de l'échantillon. Alors que la hauteur de l'interstice est préétablie par l'emploi d'une feuille intercalaire dans la cellule à mors plats, la fente est ajustable en continu dans la cellule à entrefer variable. Cette dernière permet l'évaluation des propriétés de surface des échantillons d'aspect rugueux, faisant l'objet d'un fort gonflement ou d'une porosité prononcée.

Afin de répondre à la question posée dans l'introduction quant à l'ampleur optimale de l'activation photochimique, applicable à une feuille de polyéthylène, toute une série d'essais a été exécutée avec des durées de traitement différentes (Fig. 3). Non traité, le polyéthylène est très hydrophobe ce qui se traduit par un potentiel zêta fortement négatif. Suite à une période d'exposition aux rayons lumineux de 1 min, la surface subit déjà une modification notable. Les groupes fonctionnels engendrés accroissent l'hydrophilicité du polyéthylène et ils induisent des valeurs électrocinétiques plus faibles. En outre, le comportement chimique de la surface peut être décrit par le suivi du potentiel zêta en fonction d'une titration pH. Ce dernier joue alors le rôle d'indicateur de charge des groupes fonctionnels.

Il est possible de prévoir la stabilité de la couche de traitement enduisant une fibre de verre en la soumettant à des essais d'entreposage dans des conditions extrêmes. Hormis le décollement de l'ensimage, son altération chimique risque également de rendre les fibres de verre inutilisables. Le potentiel zêta relevé en fonction de la valeur du pH de l'électrolyte prend en compte les deux modifications et il est donc recommandé dans le cadre d'examen de ce type (Fig. 4). La fibre de verre laisse apparaître une surface très acide avec des groupes terminaux Si-OH qui sont complètement dissociés en présence d'une solution aqueuse neutre. L'ensimage servant au traitement préalable des fibres de verre en vue de leur utilisation dans des matériaux composites consiste en un mélange très élaboré et il constitue une surface amphotère. Des conditions climatiques variables influencent la stabilité du revêtement de surface et elles libèrent en partie les fibres de verre sous-jacentes.

## Domaines d'application

L'étude du potentiel zêta des solides macroscopiques par la méthode du potentiel d'écoulement concerne un nombre croissant d'applications. Sont tout aussi nombreuses les géométries d'échantillon pouvant être explorées à l'aide des différentes cellules du SurPASS. Les fibres textiles naturelles et synthétiques peuvent être caractérisées d'une manière simple et éloquente.

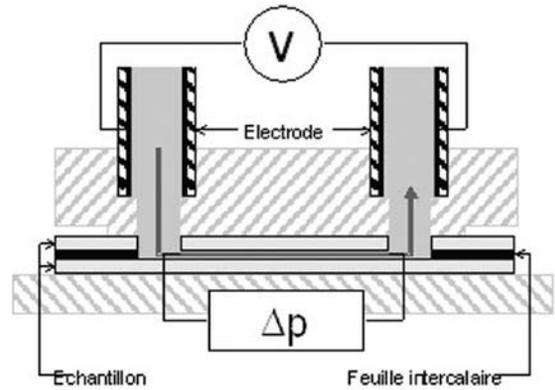


Fig. 1 Schéma de la cellule à mors plats servant à mesurer des surfaces planes



Fig. 2 Analyseur électrocinétique SurPASS muni d'une unité de titrage intégrée, d'une cellule de mesure cylindrique, dédiée aux fibres (à gauche), et d'une cellule à mors plats enserrant une tranche de silicium en guise d'échantillon (à droite)

L'évaluation des processus de nettoyage et des opérations de teinture pratiqués sur des tissus textiles au moyen du potentiel zêta a déjà été exposée en détail [1, 2]. De multiples travaux font état de l'application de la méthode de mesure du potentiel d'écoulement pour analyser la surface des membranes de filtration employées dans la préparation de l'eau potable et dans le traitement des eaux usées [3]. Un objectif vise à empêcher l'encrassement de la surface de la membrane imputable aux constituants organiques de l'eau par une modification adéquate. Les nouvelles connaissances acquises sur le potentiel électrocinétique revêtent un intérêt croissant dans l'élaboration de biomatériaux à partir de pièces en matière plastique et en métal traditionnelles [4]. La surface doit être alors transformée par un traitement approprié, afin d'accélérer l'adsorption de protéines et la croissance cellulaire, mais aussi d'accroître l'acceptation (compatibilité) du corps étranger dans l'organisme humain. Enfin, au nombre des applications majeures de la méthode reposant sur la mesure du potentiel d'écoulement, il convient encore de citer la caractérisation des surfaces de semi-conducteurs. Il importe alors notamment de quantifier l'efficacité des processus de nettoyage et leur incidence sur la chimie de la surface. Les données fournies sur le potentiel zêta permettent d'optimiser plus rapidement les conditions opératoires, en particulier le choix d'une valeur de pH correcte ou le réglage d'une concentration minimale d'agents tensioactifs.

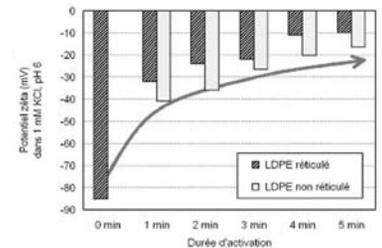


Fig. 3 Modification du potentiel électrocinétique, induite par l'activation de la surface d'une feuille de polyéthylène de faible densité (LDPE)

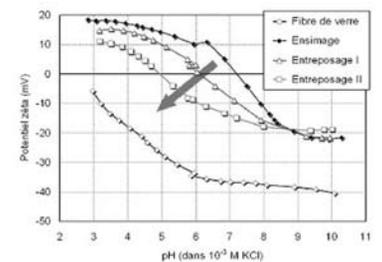


Fig. 4 Caractéristique de surface d'une fibre de verre ensimée puis après entreposage I : 7 jours dans de l'eau déionisée (deminéralisée) entreposage II : 30 jours dans une enceinte climatisée (à 70 °C et avec une humidité relative de l'air de 65 %)

## Bibliographie

[1] K. Stana, C. Pohar, V. Ribitsch, Colloid Polym. Sci. 273 (1995) 1174

[2] V. Ribitsch, K. Stana-Kleinschek, Textile Research Journal 68 (1998) 701  
[3] M. Elimelech, W.H. Chen, J.J. Waypa, Desalination 95 (1994) 269  
[4] C. Werner U. König, A. Augsburg, C. Arnold, H. Körber, R. Zimmermann, H.-J. Jacobasch, Coll. Surf. A 159 (1999) 519