

Arette Mathieu
 Caubu Batiste

23/11/2020

Adhésion et adhérence : gel coiffant

Préambule: Dans un premier temps, nous réalisons un résumé succinct du travail de Louis Guinamard et Samuel Daste (partie A) « Adhésion et Adhérence dans les polymères : Présentation d'un adhésif : Le gel à cheveux ». Ensuite, nous avons décidé de retravailler les parties "Théories de l'adhésion mises en jeu" et "Forces mises en jeu" afin d'explorer plus en détails le comportement adhésif et rhéologique du gel coiffant.

PARTIE A:

I) Histoire et famille du gel :

De l'Égypte antique avec les pharaons aux temps modernes avec la Brillantine puis le Gomina dans la première moitié du XX^{ème} siècle, l'être humain a toujours eu recours au gel coiffant.

Ce dernier est un adhésif à mise en œuvre physique dit AMOP dont l'adhésion dans les cheveux s'amorce par l'évaporation de ses solvants, le plus souvent de l'eau ou de l'alcool.

II) Chimie du gel pour cheveux :

En plus d'être incolore, transparent et non toxique pour l'homme, le gel doit présenter de bonnes propriétés de fluidification par cisaillement et une bonne tenue contre la chaleur et la lumière.

Ils sont généralement constitués d'eau, de tensioactif ainsi que d'un gélifiant tel que le poly (acide acrylique). Il se présente généralement par une dispersion colloïdale qui comporte une phase solide dispersée comportant les polymères fixateurs et additifs ainsi que la phase liquide comportant les solvants.

III) Théories de l'adhésion mises en jeu :

Lors de l'application du gel, les solvants s'évaporent et les polymères fixateurs restent en surface pour lier les cheveux entre eux par liaisons hydrogènes ou par liaisons ionique

IV) Applications/Avantages et inconvénients pour le grand public:

Récemment, utilisation du gel comme anti-fongique, action longue durée plus efficace qu'un shampoing normal. Avantage de ne pas diffuser de produits toxiques dans l'air comparé à un aérosol. Mais, possibilité d'abîmer le cuir chevelu par capillarité.

V) Forces mise en jeu :

Les gels coiffants sont caractérisés par leur force d'adhérence et leur point de rupture élevé. Cette valeur est mesurée à l'aide d'un rhéomètre rotationnel par contrainte de cisaillement. Ce dispositif donne accès aux courbes d'écoulement et de viscosité qui permettent par la suite de déterminer le point de rupture.

PARTIE B

I) Chimie des gels coiffants :

Les polymères utilisés dans les produits de fixation des cheveux sont obtenus pour la plupart par copolymérisation de monomères d'acrylates.

Les paramètres souhaités lors de la formulation du gel sont :

- la compatibilité polymère/solvant ;
- la viscosité du polymère ;
- l'adhérence du polymère à la tige du cheveu ;
- la température de transition vitreuse du polymère (Tg)

La présence de petites quantités d'eau augmente les liaisons hydrogènes entre les polymères acryliques. Cela favorise l'enchevêtrement des chaînes, et entraîne une augmentation de la viscosité des solutions de polymère. Une façon de minimiser ces effets est de réduire la masse molaire du polymère. Toutefois, cette réduction affecte les propriétés du film, comme son module de traction ou sa résistance. [1]

Concernant la chimie dans le gel coiffant, nous pouvons noter une interaction entre le polymère et les tensioactifs, interaction qui aura des conséquences à l'échelle macroscopique.

Les polymères servent à contrôler la rhéologie tandis que les tensioactifs sont présents pour la solubilisation. Les tensioactifs sont nécessaires pour améliorer la compatibilité entre l'eau et les corps gras non miscibles. En effet, ils sont

constitués de deux groupes d'atomes, l'un hydrophile et l'autre hydrocarboné à longue chaîne donc hydrophobe.

Ainsi les polymères mis dans la fabrication du gel peuvent être affectés par la présence des tensioactifs. Par exemple, un polymère non chargé rencontrant un tensioactif anionique va acquérir une charge et va se comporter différemment. Ce changement de comportement va engendrer une augmentation significative de la viscosité, qui peut être cinq fois supérieure à la valeur initiale. [1]

II) Rhéologie des gels coiffants:

Lorsqu'on parle de fluide, on s'intéresse à la rhéologie : la science de l'écoulement. Les fluides possèdent tous une résistance à l'écoulement que l'on nomme viscosité. Celle-ci est indépendante du temps pour un fluide newtonien. Pour ces derniers, on a la relation suivante :

$$\tau = \mu \dot{\gamma}$$

τ étant la contrainte imposée au fluide, μ la viscosité et $\dot{\gamma}$ le gradient de vitesse ou taux de cisaillement. Le taux de cisaillement est la variation spatiale de la vitesse d'écoulement.

On remarque que le comportement rhéologique de ces fluides se caractérise par une relation linéaire reliant viscosité et contrainte. En revanche, pour un fluide non newtonien, on définit le terme viscoélasticité comme étant la variation de la viscosité en fonction des contraintes qui lui sont infligées. On perd de ce fait toute notion de linéarité.

Ainsi, on obtient la relation ci-après :

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n$$

k étant la consistance.

Autrement dit, la viscosité dépend alors de la force surfacique appliquée. L'indice de comportement n renseigne sur le caractère rhéofluidifiant ou rhéoépaississant du fluide. Si $n < 1$, le fluide est rhéofluidifiant et sa fluidité augmente si la contrainte augmente également. Si $n > 1$, il est rhéoépaississant et sa résistance à l'écoulement augmente avec la contrainte. Le gel coiffant, comme beaucoup de produits utilisés en cosmétique, appartient à la catégorie des fluides rhéofluidifiants. En effet, le cisaillement apporté par les doigts doit permettre de le rendre moins visqueux pour que l'application soit la plus facile possible.

III) Méthode JKR:

Pour réaliser une sorte de test d'adhésion de notre gel, on a trouvé judicieux d'étudier un test appliqué au poly (acide acrylique) qui est le composé gélifiant et

identifié par Louis Guinamard et Samuel Daste comme étant essentiel dans le comportement rhéologique du gel.

Le test mis en jeu dans la publication [3] est le test JKR des noms des chercheurs Johnson Kendall et Roberts. Ce test est réalisé grâce à une bille solide que l'on vient tremper sur une surface plane. Lors de la mise en contact, il y a gain d'énergie appelé énergie de Dupré.

Voici l'équation de JKR transformée de manière linéaire pour le calcul de l'adhésion de l'acide (poly acrylate).

$$\frac{4a^{3/2}}{3R} = \frac{1}{E^*} \frac{P}{a^{3/2}} + \sqrt{\frac{8\pi G}{E^*}}$$

E le module élastique

L'aire de contact est une surface plane de rayon a

R le rayon de la sphère

P le chargement

G le module associé a l'énergie de Dupré

Conclusion

Dans ce travail, on a étudié les différentes propriétés des tensioactifs. Ainsi nous avons vu que l'interaction entre le polymère et les tensioactifs dans la formulation du gel entraîne une augmentation significative de la viscosité, qui peut être cinq fois supérieure à la valeur initiale.

De plus, on a abordé le comportement rhéologique du gel coiffant où l'on a pu voir qu'il était dans la classe des fluides non newtoniens rhéofluidifiants avant de se familiariser avec le test JKR.

Bibliographie :

[1] Technique de l'ingénieur REF: J2190 V1

[2] [dx.doi.org/10.1021/la4045623](https://doi.org/10.1021/la4045623) | Langmuir 2014, 30, 1636–1642