

Scotch de bureau

1. Histoire du scotch de bureau

Le scotch de bureau est un objet largement répandu dans notre quotidien pour son côté pratique, simple d'utilisation mais également pour son coût relativement peu élevé. Il ne trouve pas seulement son utilité « au bureau » comme son nom l'indique, mais bien plus largement dans notre vie de tous les jours.

Cet objet, bien que banal aujourd'hui, a été inventé en 1920 par l'Américain Richard Drew (1899-1980), ingénieur pour la société 3M, entreprise dépositaire des brevets et propriétaire de la marque « Scotch ».

Le scotch de bureau est né d'un phénomène de mode aux Etats-Unis dans les années 1920... celle des voitures bicolores. Les moyens mis en œuvre à l'époque pour délimiter et obtenir ces tons bicolores étaient rudimentaires (papier journal par exemple). La nécessité de recourir à un moyen plus ergonomique et pratique pour les carrossiers s'est donc vite fait sentir. L'idée d'un ruban adhésif pour réaliser les délimitations naît dans l'esprit de Richard Drew.

Après plusieurs années de mise au point, une formule efficace pour le ruban est développée en 1925 pour être commercialisée sous le nom de « Scotch tape ».

Il faudra attendre 5 années de plus pour voir apparaître le premier ruban adhésif transparent en 1930. Enfin, en 1939, les premiers distributeurs de bureau seront créés pour assurer une utilisation simple pour le plus grand nombre.

Aujourd'hui 8 850 000 kms de ruban sont produits tous les ans soit plus de 200 fois la circonférence de notre planète.

2. Chimie de l'adhésif

Les adhésifs des "scotch de bureau" sont généralement composés d'un thermoplastique : les polymères acryliques. Il s'agit d'un groupe de polymère formé à partir de monomères acrylates et ont pour formule générale la suivante :

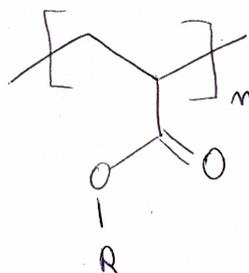


Figure 1 : Formule générale d'un polymère acrylique

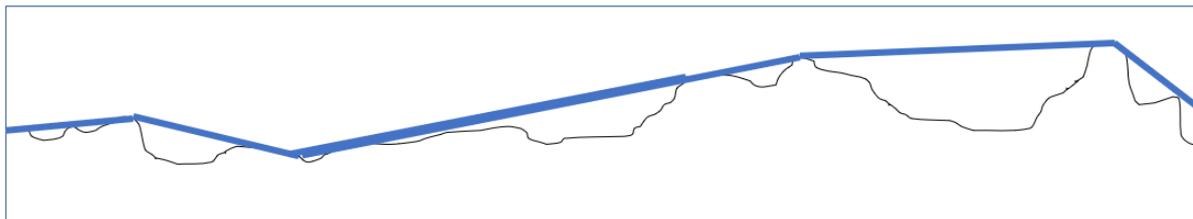
"R" représente un radical alkyl, donc ces polymères possèdent des groupements esters. Cependant, "R" peut aussi être un hydrogène, on obtient alors des groupements d'acide carboxylique donnant le nom de poly(acide acrylique) au polymère. Ils font partie de la classe des vinyliques.

Pour former le ruban adhésif final, la couche de polymères acryliques est laminée sur un support qui peut être de nature polyester, PVC, polypropylène ou encore papier.

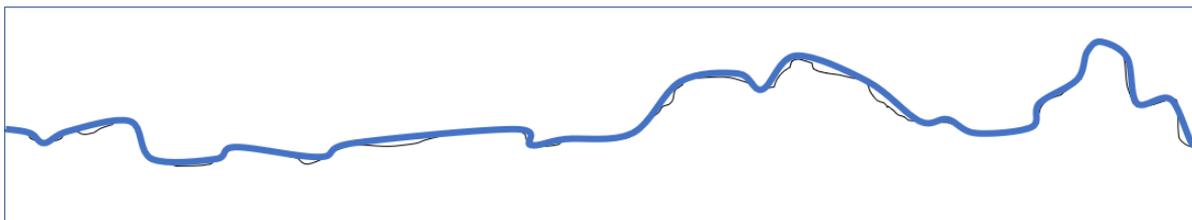
3. Théorie de l'adhésion

Le "scotch de bureau" est classé dans les adhésifs dits PSA (pressure sensitive adhesive), c'est-à-dire qu'il est sensible à la pression et qu'il nécessite une application de pression pour adhérer correctement à un matériau.

Deux théories pourraient expliquer l'adhésion du "scotch de bureau". La première est la théorie de l'ancrage mécanique. Le polymère pénètre dans les aspérités de la surface à coller afin d'avoir un "accrochage physique" entre les deux matériaux. Cette théorie nécessite une certaine porosité sur la surface à coller et un bon contact avec l'adhésif, d'où l'obligation d'appliquer une pression pour coller un PSA. La figure suivante permet d'illustrer ces propos :



a) Contact



b) Pression appliquée

Figure 2 : Influence de la pression appliquée sur un PSA

La deuxième théorie applicable au "scotch de bureau" est la théorie thermodynamique. Elle met en jeu des liaisons électrostatiques intermoléculaires (type Van der Waals) à l'interface entre l'adhésif et un autre matériau. Ce sont des liaisons faibles et non dirigées. Ainsi, pour cette théorie il est aussi nécessaire de créer un bon contact entre les deux surfaces. Il est donc important de faire attention à la mouillabilité de l'adhésif et à l'énergie de surface.

Quand une goutte d'un liquide est posée sur un solide, elle forme un angle avec ce solide qui est fonction de la mouillabilité et des énergies de surface, comme montré sur la figure suivante :

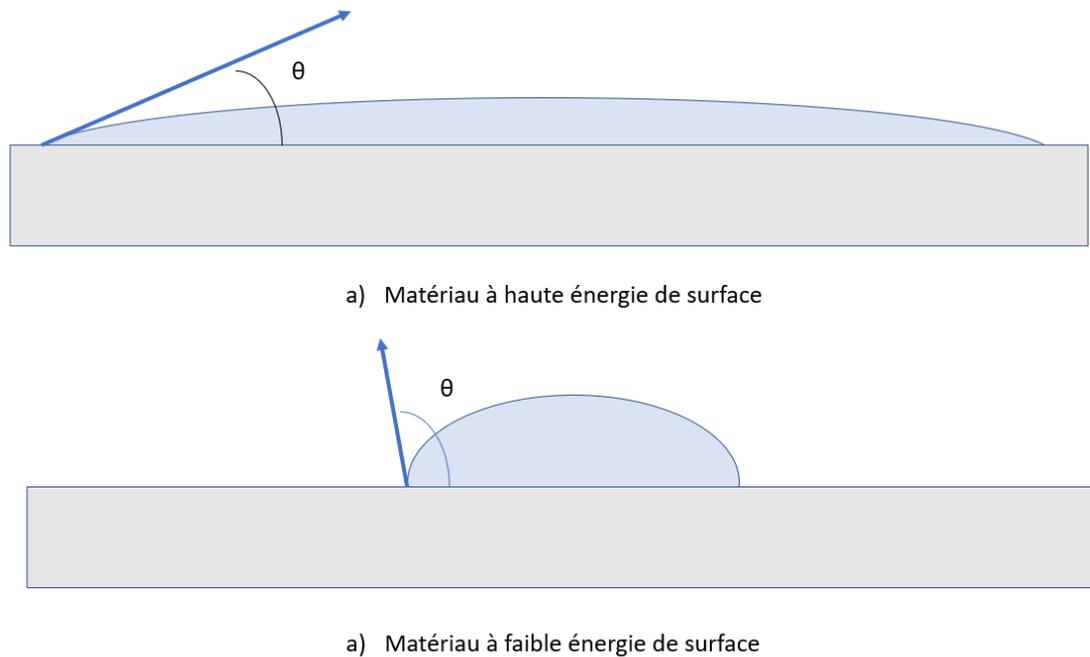


Figure 3 : Energie de surface et mouillabilité

La mouillabilité représente l'aptitude d'un liquide à occuper la plus grande surface possible d'un solide. Plus l'énergie de surface d'un matériau est élevée, plus l'angle θ est petit et plus la surface de contact sera grande, ce qui améliore l'adhésion.

Les adhésifs acryliques ont l'avantage d'avoir une adhésion initiale variable avec leur formulation les rendant plus ou moins fermes. Il est possible de fabriquer des adhésifs dits "mous" qui ont une adhésion instantanée élevée (tack initial). Ils sont ainsi très polyvalents et permettent de coller à la majorité des matériaux. Le deuxième type d'adhésif possible à formuler sont les adhésifs "fermes". Ils ont une adhésion initiale plus faible mais des performances finales plus élevées que les adhésifs "mous".

4. Applications/utilité de l'adhésif, avantages et inconvénients

Il existe différents types d'adhésifs sur le marché ayant tous leur utilité, leurs avantages et leurs inconvénients. On peut citer pour exemple les rubans adhésifs acrylique, les rubans adhésifs en silicone ou encore les rubans adhésifs en caoutchouc, chacun possédant leur lot de propriétés d'adhésion et mécaniques.

Dans le cas de l'étude du scotch de bureau, la formule se rapprochant le plus de ce que l'on peut utiliser dans la vie de tous les jours est celle du ruban acrylique, ruban très répandu par sa facilité d'utilisation.

Comme tout ruban adhésif, ce dernier possède des avantages et des limites.

Les principaux avantages du scotch de bureau/acrylique :

- Le scotch acrylique possède une capacité d'adhésion à un large éventail de matériaux, le rendant ainsi compatible pour de nombreuses utilisations.

- Il possède également de bonnes performances mécaniques ainsi qu'une bonne résistance au vieillissement et aux conditions environnementales.

En revanche, ses principaux inconvénients sont :

- Une moins bonne résistance en température que le ruban adhésif en silicone, bien qu'il existe des acryliques très haute température.
- Temps de fabrication plus long par rapport au ruban adhésif en caoutchouc pour une même résistance.

Ses utilités sont nombreuses et très courantes comme la simple application pour des tâches bureautique ou encore la fixation d'ensemble pour une formule plus développée de l'acrylique.

5. Essais et forces mises en jeu

Deux types d'essais ont été sélectionnés dans cette étude pour déterminer les forces mises en jeu durant l'utilisation de ces adhésifs de bureau.

Le premier essai est le l'essai de pelage à 90° répondant à la norme NF EN 28510-1.

Le principe du pelage à 90° repose sur la séparation de deux supports liés par l'adhésif à tester. La force appliquée est constante et normale au plan de collage comme le montre la figure suivante :



Figure 4 : Schéma de principe du pelage à 90°

On mesure ainsi la force nécessaire à la séparation des deux supports, à savoir la force de pelage.

Le tableau suivant présente quelques forces de pelage en fonction du type de ruban adhésif. Ces résultats appartiennent à la société 3M.

Tableau 1 : Forces de pelage de différents rubans adhésifs

Type de ruban	Ruban acrylique (bureau)	Ruban caoutchouc	Ruban silicone
Force de pelage	6.5-8.5	21-25	30

(Newton/25mm)			
---------------	--	--	--

Il est important de noter que ces résultats n'étaient pas accompagnés de leur "type de pelage" à savoir 90° ; 180° ou en "T" donc ces résultats sont à considérer avec du recul. Ils permettent néanmoins d'avoir une idée de la résistance au pelage de ces rubans adhésifs.

Le deuxième essai considéré dans cette étude est l'essai de tack, à savoir la détermination de la pégoité de l'adhésif. Pour ce test nous avons décidé de choisir la norme NF EN 1719 : détermination de l'adhésivité d'une boucle.

Le principe de cet essai est de mesurer la force maximale (en newton) nécessaire pour séparer, à une vitesse définie, une boucle d'un adhésif à tester mise en contact avec une surface, elle aussi définie.

Ci-dessous est représenté, le schéma de principe de ce test :

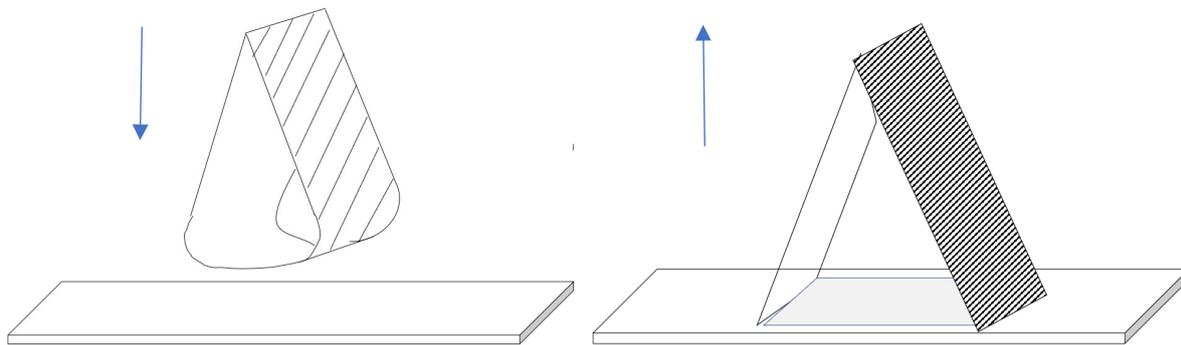


Figure 5 : Schéma de principe de la détermination de l'adhésivité d'une boucle

Malheureusement aucune valeur typique de force d'adhésion n'a été trouvée pour le "scotch de bureau" avec ce test.

Bibliographie

- Histoire de l'adhésif
 - Site internet : <https://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-bureautique/article-le-scotch---histoire-d-une-invention-9725.htm>
- Chimie de l'adhésif
 - Site internet : <https://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Polyacrylate%20type.html>
 - Technique de l'ingénieur sur les rubans adhésifs : Rubans adhésifs.pdf
- Théorie de l'adhésion
 - Technique de l'ingénieur sur les rubans adhésifs : Rubans adhésifs.pdf

- Cours adhésion de Maëlen AUFRAY : fascicule-cours-adhesion-site-web.pdf
- Applications
 - Site internet de 3M : https://www.3mfrance.fr/3M/fr_FR/solutions-adhesives-assemblage/ressources/la-science-de-l-adhesion/Composition-chimique-standard-pour-les-rubans-adhesifs-sensibles-a-la-pression/
- Essais et forces mises en jeu
 - PDF de 3M : <https://multimedia.3m.com/mws/media/15289780/3m-mro-selectionguide-2017.pdf>
 - Pelage à 90° : norme NF EN 28510-1
 - Détermination de l'adhésivité d'une boucle : norme NF EN 1719

La diffusion de ce devoir est autorisée.