

Présentation des colles d'amidon

Histoire et famille de l'adhésif

Purifié sous forme de poudre blanche et présent naturellement dans les farines végétales, l'amidon était utilisé historiquement sous forme d'empois pour coller les papiers peints et imprégner certains textiles pour les rigidifier.

L'empois est obtenu par ébullition d'amidon dans de l'eau puis par gélification de cette solution. Cette méthode est la plus ancienne permettant de fabriquer une colle d'amidon. [2][6]

Aujourd'hui, afin d'obtenir des propriétés plus stables pour l'usage industriel, l'amidon est modifié par différentes attaques chimiques acido-basiques ou oxydantes. [6]

Les colles d'amidon appartiennent à la famille des **Adhésifs à Mise en Oeuvre Physique (AMOP)**, car ce sont des colles à solvant qui nécessitent un temps d'évaporation de leur eau pour assurer l'adhérence.

Applications, Avantages et Inconvénients

Les colles d'amidon sont principalement utilisées pour coller des substrats papiers ou cartons entre eux, majoritairement dans l'industrie de l'emballage. Les cartons ondulés sont également assemblés avec des colles d'amidon.

Elles sont également utilisées par les particuliers à des fins décoratives et artistiques (technique du Chine-collé par exemple). [1][3]

Avantages	Inconvénients
Bas coût	Dégradée par l'humidité
Soluble dans l'eau : réversible	Long temps de séchage
pH neutre : inerte vis-à-vis du substrat	Faibles propriétés mécaniques
Sans risque pour le manipulateur	

Chimie et rhéologie de l'adhésif

L'amidon est structuré sous forme de grains composés de deux polymères différents: l'amylose et l'amylopectine. Chacune composée de monomères de glucose, l'amylose est plutôt linéaire alors que l'amylopectine est quant à elle ramifiée. [4]

Ces ensembles de molécules forment des parties amorphes et des parties cristallines.

Au niveau rhéologique, la viscosité de l'amidon augmente lorsque la température augmente. A partir d'une certaine température (environ 50°C), une partie de l'amidon (l'amylose) va sortir du grain et se dissoudre dans le solvant. La viscosité va alors diminuer jusqu'à la dissolution totale à une température supérieur à 100°C.

En laissant ensuite refroidir la solution, une augmentation de la viscosité est constatée. Cela est produit par la reformation de macromolécule d'amylose créant ainsi un gel. [4]

Contrairement aux grains d'amidon, ce gel est organisé de sorte à pouvoir former des liaisons hydrogènes avec tout matériaux pouvant eux aussi en former. C'est le cas par exemple des matériaux à base de cellulose (le carton,...) qui possèdent de nombreuses fonctions alcool. [5]

Seules ces interactions faibles sont à la base du principe d'adhésion de cette colle. C'est pourquoi celle-ci est très peu résistante à l'eau.

Théories de l'adhésion mises en jeu

- **Théorie mécanique** : Les substrats carton et papier étant naturellement poreux et rugueux, l'ancrage de la colle et le mouillage de la surface se font très bien. L'affinité chimique entre colle et substrat permet une pénétration en profondeur de la colle.
- **Théorie de la diffusion** : Amidon et cellulose étant similaires chimiquement, leur affinité est très importante. L'amidon de la colle va ainsi diffuser dans le substrat et la cellulose du substrat va diffuser dans la colle, donnant lieu à une interphase robuste lors du séchage.
- **Théorie thermodynamique** : La présence de nombreux groupements OH sur l'amidon de la colle et la cellulose du substrat va entraîner la formation de liaisons hydrogène (10 à 40 kJ.mol), qui sont à la base de l'adhérence de la colle d'amidon.

Force mise en jeu et normes

Le gouvernement américain recommande une force d'adhérence entre le coeur et la peau des cartons ondulés supérieure ou égale à 48 lb/ft, soit 700,5 N/m. [7]

Les valeurs typiques d'adhérence coeur/peau des cartons ondulés assemblés avec de la colle d'amidon se situent autour de 70 lb/ft, soit 1022 N/m.

Les essais menés pour évaluer cette force d'adhérence sont des essais normés de séparation sélective coeur/peau par des broches métalliques (pin method). [8][9]

Bibliographie

[1] <https://papier-peint.ooreka.fr/astuce/voir/480323/colle-d-amidon>

[2] Colles et adhésifs pour emballages – Généralités, Techniques de l'ingénieur

[3] Starch dans GESTIS substance database

[4] Thèse "Modification des propriétés physico-chimiques de l'amidon par procédés hydrothermiques : Contribution à l'étude des transferts couplés chaleur-masse", Seyed Amir Bahrani, 2013

[5] "Bio-based adhesives", *Biopolymers and Biotech Admixtures for Eco-Efficient Construction Materials*, J.-D. Mathias, ... P. Michaud, 2016

[6] "Adhesives for packaging", *Packaging Technology*, A. Emblem, M. Hardwidge, 2012

[7] Specifications for corrugated paperboard, National Archives, 2015

[8] FEFCO testing method n°11 : Determination of the adhesion strength of the gluebonds of corrugated fibreboard (pin method), 1985

[9] TAPPI T 821 om-96 : Pin adhesion of corrugated board by selective separation, 1996