

## ADHÉRENCE DES COLLES DE POT DE YAOURT

Nous étudions dans ce rapport les colles de pot de yaourt servant à l'opercule de ces derniers. Ce sont des colles thermofusibles à base de plusieurs éléments (polymère, résines, plastifiants, etc.). Les polymères utilisés dans ce type de colles sont thermoplastique et s'appliquent sur le pot à l'état liquide. En général, c'est un copolymère acrylique qui est choisi à cause de ses propriétés, notamment une bonne adhérence et une bonne thermosoudabilité.

L'EVA est un copolymère acrylique souvent utilisé en guise de colle pour l'opercule. En effet, il est certifié contact alimentaire et permet de garder une bonne étanchéité du pot. Son adhérence peut être expliquée par les liaisons mises en jeu de type Van der Waals. Un équilibre doit être trouvé car l'opercule doit suffisamment adhérer au pot mais doit pouvoir être enlevé facilement. D'autres problématiques interviennent : ce type de colle peut être utilisé pour d'autres emballages alimentaires et lors du transport de ces derniers, sous l'effet de la chaleur, il se peut que la colle flue.

En France, la consommation de yaourts et de laits fermentés s'élève à 2,5 millions de tonnes par jour en 2015, ce qui représente un marché valant plus de 2 milliards d'euros. En moyenne, les français consomment 170 pots par an, soit 21,2 kg.<sup>1</sup> L'industrie des produits laitiers représente environ 40% du marché des emballages à base de polystyrène choc. La multiplicité des matériaux utilisés (pot, opercule avec ou sans aluminium, colle, etc.) complique le recyclage des pots de yaourt.<sup>2</sup> Nous allons alors nous questionner sur le procédé l'opercule de pots de yaourt en précisant quelles colles sont utilisées.

Les colles utilisées pour les emballages alimentaires sont des colles thermofusibles. Elles sont donc activées par la chaleur et non par la pression.<sup>3</sup> Pour fabriquer ces colles, il est

possible de faire un mélange de matières premières à base de polymères, résines, plastifiants et additifs (tackifiants, stabilisants, charges, etc.).

Les colles thermofusibles sont des thermoplastiques qui sont solides à température ambiante et s'appliquent à l'état liquide (entre 120 et 200°C). Elles ne contiennent pas de solvants et ne sont pas volatiles.<sup>4</sup> Leur force d'adhérence est instantanée. Cependant elles doivent être appliquées dans un laps de temps bien défini qui correspond au temps entre le début de l'extrusion et la fin de polymérisation : le temps ouvert.<sup>5</sup> Les colles thermofusibles présentent un tack (pégosité, caractère collant de la matière) important à l'état fondu. Elles sont en général constituées de PE, PP, PLA ou de copolymère de type EVA. Lors de l'application de ces colles, de nombreux paramètres doivent être pris en compte tels que la vitesse de refroidissement, l'évolution de la viscosité en fonction de la température, l'épaisseur du joint et la température de fonctionnement normale du produit.<sup>6</sup>

Pour l'opercule d'un yaourt, il est possible d'extruder une couche de polymère fondu, notamment avec des copolymères éthylène esters acryliques grâce à leur bonne adhérence sur différents types de supports et leur bonne thermosoudabilité.<sup>7</sup> Ces enductions sont non blocking. La norme NF EN12702<sup>8</sup> permet notamment de caractériser le comportement au blocage (adhésion entre les surfaces de matériaux similaires ou non, qui se produit pendant le stockage sous l'influence du temps, de la pression ou de la température) des couches pouvant être adhésives.

Les copolymères EVA (éthylène-acétate de vinyle) (Figure 1), à la base de la fabrication des colles thermofusibles, contiennent entre 18 et 40% en masse de comonomère acétate de vinyle<sup>4</sup>. Ce monomère octroie à l'EVA de fortes propriétés adhésives grâce à sa polarité. De plus, l'acétate de vinyle est plus élastomère que le polyéthylène, ce qui fait diminuer la cristallinité, et ainsi la rigidité du polymère, car le motif acétate est très volumineux. Il est important de noter que l'EVA est certifié contact alimentaire car il ne possède pas d'effets connus sur la santé humaine. Ce copolymère assure également l'étanchéité des pots de yaourts. L'EVA a des propriétés proches du polyéthylène mais est davantage élastomérique et a une meilleure résistance aux chocs<sup>9</sup>. De plus, c'est un polymère résistant à l'eau et aux UVs qui est capable d'adhérer à de nombreux matériaux tels que le verre, le PET, PVC, PS, etc.<sup>10</sup>

Des tests de résistance au cisaillement de l'EVA ont montré des fissures interfaciales, interfaciales-cohésives et cohésives.<sup>4</sup> Dans le cadre des théories de l'adhésion, la théorie thermodynamique explique l'EVA adhère aux matériaux grâce aux forces intermoléculaires concernant les liaisons chimiques type Van der Waals (liaisons hydrogène et liaisons type Debye et London grâce à la polarité du polymère).<sup>11</sup>

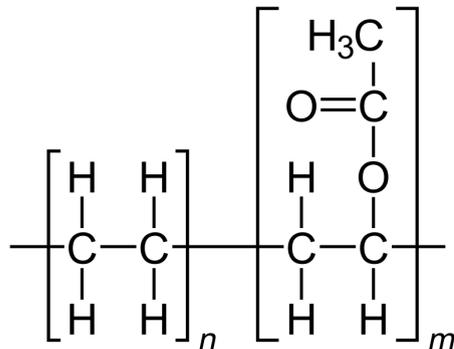


Figure 1 : Structure du copolymère EVA

Les revêtements thermoscellables peuvent être appliqués à différents substrats tels que des polymères (PE, PP, PS, PET, etc.) ou encore à de l'aluminium. Les forces de liaisons mises en jeu dans ces revêtements sont plus grandes que celles mises en jeu pour des revêtements appliqués sans chaleur. De plus, ils sont appliqués sur la surface entière des substrats. Ce sont ces mêmes revêtements qui sont utilisés pour coller les opercules de yaourt, toute autre application consistant à sceller de la nourriture ou encore des emballages dans le domaine pharmaceutique.

Une attention spéciale doit être de mise pour l'application des opercules. Les forces de liaison se doivent d'être assez fortes pour assurer la bonne fermeture du yaourt durant le stockage et le transport; mais elles doivent à la fois être assez faibles pour que lorsque l'utilisateur va vouloir enlever l'opercule, il puisse le faire sans trop forcer ni déchirer celui-ci. Cependant, l'ouverture du pot doit être irréversible pour assurer que le yaourt n'a pas été ouvert ultérieurement lorsque celui-ci sera consommé. Les colles thermofusibles sont solides à température ambiante ce qui assure cette irréversibilité.

Le fluage induit une déformation lente et irréversible de la colle lorsqu'elle est mise en sollicitation de contraintes extérieures que ce soit une contrainte thermique ou une contrainte mécanique. Pour effectuer la mesure, un poids est suspendu à un assemblage collé et le

déplacement est mesuré en fonction du temps et de la température si l'ensemble est chauffé. Lors du fluage d'un adhésif thermofusible qui est appliqué liquide à une température d'environ 150°C, il commence à ramollir à partir de 90°C petit à petit. Il va donc fluer vers 60 à 70°C sous une contrainte assez faible, ce qui peut être problématique lors du transport de marchandise en été (mais pas un problème pour les pots de yaourts qui sont réfrigérés).

Les adhésifs thermofusibles sont solides à une température de 20°C et se ramollissent progressivement lorsqu'ils sont chauffés et deviennent liquides vers 150°C. Pour les colles utilisées pour les yaourts, elles se doivent d'être faciles à appliquer au pistolet et doivent être mouillantes pour le pot utilisé (c'est-à-dire bien adhérer au pot avant de déposer l'opercule par dessus). De plus, après le scellage, le pot de yaourt doit être étanche et résistant à l'eau puisque le yaourt est composé majoritairement d'eau lui-même.

## **Conclusion :**

La colle utilisée pour les opercules dans le cadre de l'alimentaire se doit d'avoir des propriétés non toxiques puisque des résidus de celle-ci peuvent se retrouver dans le yaourt au final. De plus, il est important que le yaourt soit étanche pour éviter que son contenu ne se renverse. Le copolymère EVA répond très bien à ces attentes.

Cependant, les colles thermofusibles ne sont pas le seul moyen de sceller un yaourt. Une autre manière de les sceller sans utiliser de colle est de faire fondre directement le pot de yaourt ou l'opercule l'un sur l'autre. Ainsi, il y a interdiffusion des polymères (celui qui provient du pot et celui de l'opercule). Cette manière de faire permet, comme avec de la colle, de sceller les pots de yaourts pour que leur transport et leur stockage puissent se faire. Ainsi scellé, les yaourts peuvent être conservés sur une assez longue durée sans que de l'air nouveau passe sur le produit frais.

## **Sources**

### **<sup>1</sup> Planetoscope, "Consommation de yaourt en France", consulté le 23/11/2020**

[planetoscope.com/Produits-laitiers/1245-consommation-de-yaourt-en-france.html#:~:text=L%20march%C3%A9%20du%20yaourt%20en%20France&text=2.016.316.000%20euros-,En%20valeur%2C%20le%20chiffre%20d'affaires%20des%20produits%20laitiers%20a, yaourts%20et%20les%20laits%20ferment%C3%A9s.](https://planetoscope.com/Produits-laitiers/1245-consommation-de-yaourt-en-france.html#:~:text=L%20march%C3%A9%20du%20yaourt%20en%20France&text=2.016.316.000%20euros-,En%20valeur%2C%20le%20chiffre%20d'affaires%20des%20produits%20laitiers%20a, yaourts%20et%20les%20laits%20ferment%C3%A9s.)

<sup>2</sup> **N. Godart, “Le casse-tête du recyclage des pots de yaourt”, consulté le 23/11/2020**

[bfmtv.com/economie/consommation/le-casse-tete-du-recyclage-des-pots-de-yaourt\\_AV-201904120048.html](http://bfmtv.com/economie/consommation/le-casse-tete-du-recyclage-des-pots-de-yaourt_AV-201904120048.html)

<sup>3</sup> **Écoemballages, “Recyclage & recyclabilité des emballages ménagers, papier-carton usagés”, consulté le 23/11/2020**

[ecoemballages.fr/sites/default/files/documents/150119\\_guide\\_recyclage\\_emballages\\_papier-carton.pdf](http://ecoemballages.fr/sites/default/files/documents/150119_guide_recyclage_emballages_papier-carton.pdf)

<sup>4</sup> **Hot-melt adhesive properties of EVA / aromatic hydrocarbon resin blend - YoungJun Park, Hyun-Joong Kim International Journal of Adhesion & Adhesives 23 (2003) 383–392**

<sup>5</sup> **Everad, “Colles hot-melt thermofusibles”, consulté le 23/11/2020**

[everad-adhesives.com/technologies/colles-hot-melt-thermofusibles/](http://everad-adhesives.com/technologies/colles-hot-melt-thermofusibles/)

<sup>6</sup> **Technique de l’Ingénieur - Colles et adhésifs pour emballages – Généralités – ref : AG6750**

<sup>7</sup> **Technique de l’Ingénieur - Colles et adhésifs pour emballages – Applications – ref : AG6751**

<sup>8</sup> **Afnor, NF EN 12702:2000-07**

<sup>9</sup> **Matériautech, “EVA - Éthylène vinyle acétate”, consulté le 23/11/2020, archivé depuis**

**Wikipédia**

[archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.materiautech.org%2Fmatiere%2F38%2FEVA%2520-%2520%26Eacute%253Bthyl%26egrave%253Bne%2520vinyle%2520ac%26eacute%253Btate](http://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.materiautech.org%2Fmatiere%2F38%2FEVA%2520-%2520%26Eacute%253Bthyl%26egrave%253Bne%2520vinyle%2520ac%26eacute%253Btate)

<sup>10</sup> **USGlass, “EVA Finds Popularity Among Decorative Fabricators”, consulté le 23/11/2020, archivé depuis Wikipédia**

[archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.usglassmag.com%2FUSGlass%2F2014%2FApril%2FNewsAnalysis\\_Trends.htm](http://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.usglassmag.com%2FUSGlass%2F2014%2FApril%2FNewsAnalysis_Trends.htm)

<sup>11</sup> **Cours Maelenn Aufray**