

**ADRIANOR**

ZI Est Arras – Rue Jacquart  
62 217 TILLOY LES MOFFLAINES  
tél : 03.21.24.81.03 – Fax : 03.21.48.10.94  
[www.adrianor.com](http://www.adrianor.com)

# Les Dérivés de Cellulose

Rédaction : Christine CHENE

*Bien que la cellulose soit avant tout une fibre insoluble, elle peut subir différents traitements qui conduisent à des dérivés aux propriétés fonctionnelles spécifiques.*

*Ce dossier passe ainsi en revue la nature et les propriétés des principales familles de dérivés de cellulose, et fournit également des informations pratiques sur les applications, la réglementation et les fournisseurs.*

## ↳ La cellulose et ses principaux dérivés :

### ➤ La cellulose :

La cellulose est un polymère linéaire de glucose : les unités glucose sont unies entre elles uniquement par des liaisons  $\beta$  1-4 d'où leur appellation de beta glycanes (ou beta glucanes). Il s'agit de polysaccharides de haut poids moléculaire puisque le degré de polymérisation peut aller jusqu'à 15 000.

Tout comme la cellulose, les amidons sont des polymères de glucose, mais les liaisons sont de type alpha, ce qui permet leur dégradation par des amylases, et ainsi leur digestion par les enzymes du tube digestif, ce qui n'est pas le cas de la cellulose.

Le coton est de la cellulose presque pure, et constitue donc une source majeure. Mais compte tenu des quantités consommées par l'industrie, d'autres sources comme le bois ou les fibres textiles peuvent être utilisées et une extraction de la cellulose est alors nécessaire.

La cellulose est un des constituants principaux de la paroi cellulaire des végétaux terrestres.

La cellulose est **insoluble** et très résistante aux dégradations physiques et chimiques.

Néanmoins, il est possible de l'extraire, mais aussi de lui faire subir des modifications chimiques pour la solubiliser.

➤ Les différentes familles de dérivés :

Il existe 2 grandes familles de dérivés de cellulose.

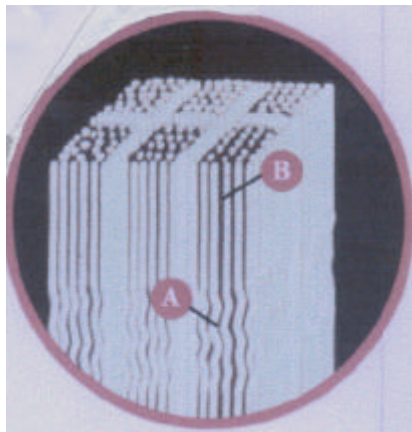
✕ La cellulose microcristalline (CMC) :

Du fait de la structure de base de la cellulose en forme de chaînes de grande rigidité, celles-ci peuvent s'associer parallèlement en une structure microfibrillaire. Ces micro-fibrilles apparaissent plus ou moins cristallines (figure 1).

Un traitement par hydrolyse acide permet une dépolymérisation de façon à éliminer les zones amorphes, et à ne garder que les zones cristallines.

Ensuite, une opération de séchage est réalisée, ce qui permet d'obtenir :

- De la cellulose en poudre, si cette opération est réalisée telle que.
- Ou de la cellulose microcristalline sous forme colloïdale, si cette opération est réalisée après ajout d'un agent de dispersion.



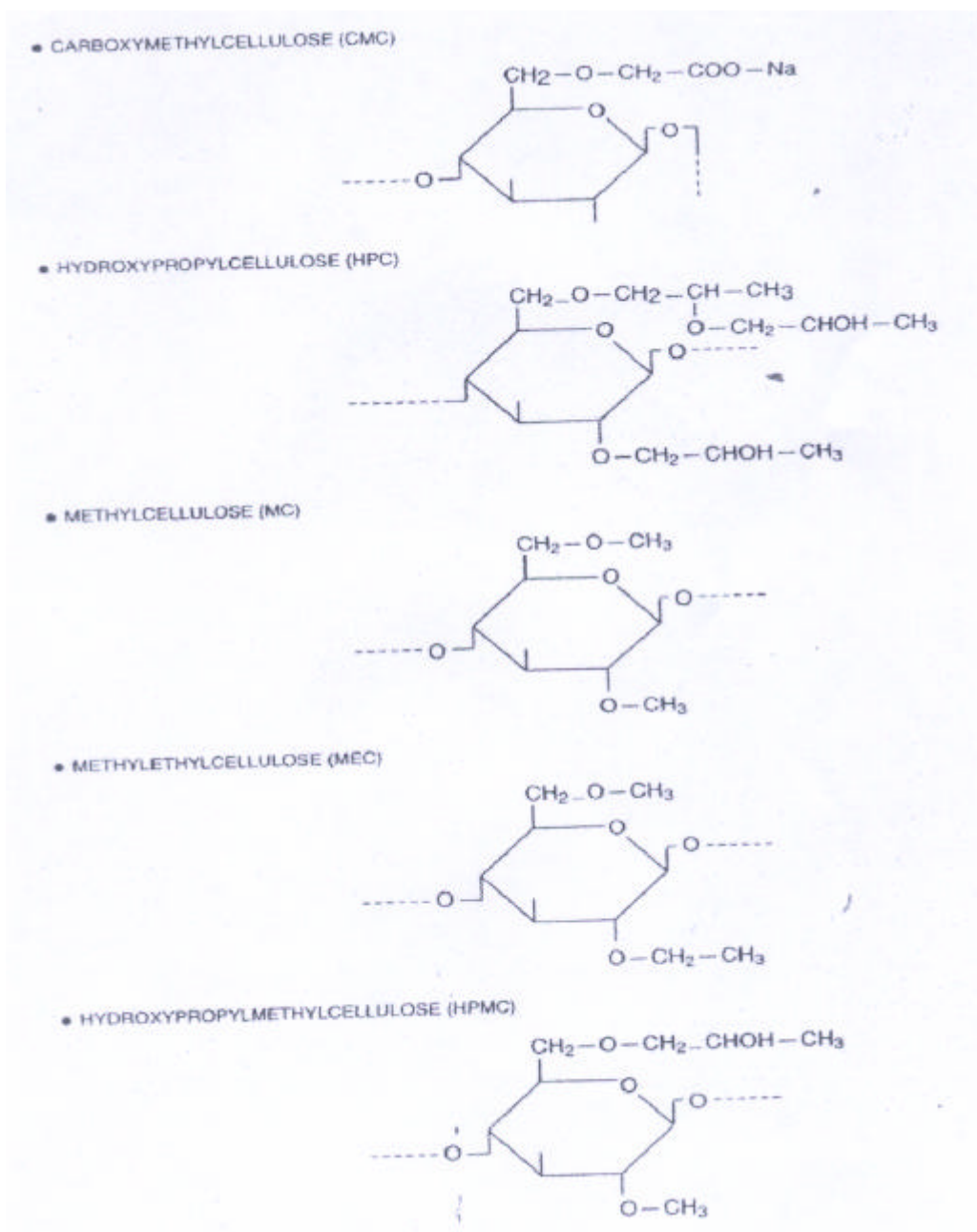
**Figure 1 : Structure microfibrillaire des chaînes de cellulose**  
(A. zones amorphes / B : zones cristallines) Source : FMC

\* Les éthers de cellulose :

Les groupements hydroxyles de la cellulose peuvent réagir avec différents composés pour donner des dérivés cellulosiques aux propriétés propres. Les principales familles de dérivés de la cellulose sont les :

- Esters de cellulose comme par exemple l'acétate de cellulose,
- Ethers de cellulose.

Les principaux éthers cellulosiques (figure 2) sont solubles dans l'eau, mais dans des conditions différentes, ce qui leur confèrent des propriétés texturantes diverses.



**Figure 2 : Principaux éthers cellulosiques**

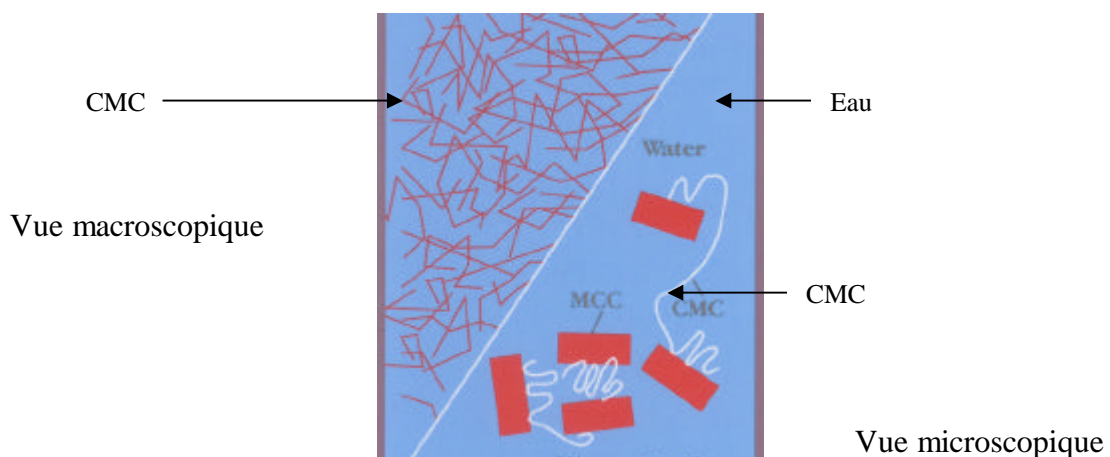
## ↳ Propriétés fonctionnelles des dérivés de cellulose et conditions de mise en œuvre :

Comme pour tous les hydrocolloïdes, les propriétés texturantes des dérivés de cellulose dépendent de leur interaction avec l'eau.

Ces interactions étant différentes d'un dérivé de cellulose à l'autre, leurs propriétés texturantes vont également être variées de même que leurs conditions de mise en œuvre.

### ➤ La cellulose microcristalline :

La cellulose microcristalline est insoluble, elle va donc être uniquement **dispersible** dans l'eau, c'est-à-dire qu'elle crée un réseau tridimensionnel qui emprisonne physiquement l'eau (figure 3).



**Figure 3 : Dispersion de la cellulose microcristalline dans l'eau** (source : FMC)

Ce réseau forme un gel qui a les propriétés suivantes :

- Thixotropie
- Opacité
- Bonne stabilité thermique
- Texture courte.

La thixotropie :

Signifie que le produit perd sa viscosité lorsqu'il est soumis à un cisaillement, mais retrouve une viscosité proche du départ quand le cisaillement cesse.

Pour des pH acides (< 3,8), la CMC doit être dispersée en présence d'un autre hydrocolloïde (xanthane ou méthyl cellulose par exemple).

Pour obtenir une bonne fonctionnalité des CMC, il est nécessaire de les **dispenser** correctement. Pour ce faire, il est préférable de les incorporer sous un fort cisaillement et avant l'ajout des autres ingrédients.

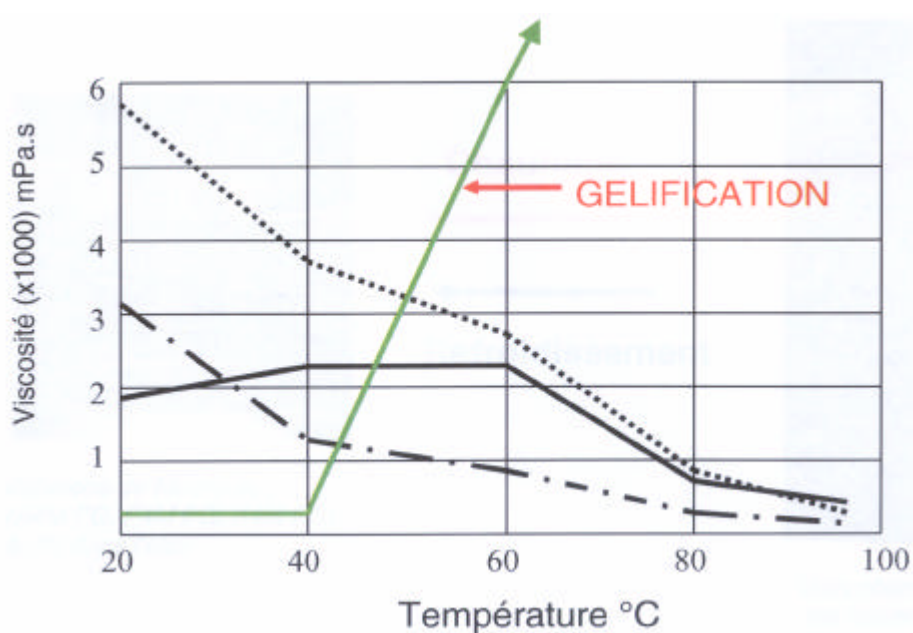
En effet, comme la CMC se disperse, mais ne se solubilise pas, elle ne gêne pas l'hydratation des autres ingrédients même s'ils sont ajoutés ultérieurement.

➤ Les éthers cellulosiques :

\* Parmi les éthers cellulosiques, la carboxyméthylcellulose (CMC) présente un caractère anionique, et est soluble dans l'eau chaude comme dans l'eau froide. Elle présente un caractère **épaississant** qui résiste bien aux traitements thermiques et aux pH acides.

\* Les hydroxypropylméthylcelluloses (HPMC), les hydroxypropylcelluloses (HPC), et les méthylcelluloses (MC) sont non ioniques, et ont une solubilité dans l'eau limitée. Ainsi, les HPMC et MC sont solubles dans l'eau froide, mais **insolubles dans l'eau chaude**.

Ceci confère aux MC et HPMC une propriété unique pour des texturants alimentaires : ils **gélifient à chaud**. En effet, alors que la viscosité des solutions d'hydrocolloïdes diminue, celle des solutions de MC et d'HPMC augmente brusquement lorsque la température dépasse une température dite « *point de gel* » (figure 4).



**Figure 4 : Hydrocolloïdes à 1 % ... guar ; \_ \_ carboxyméthylcellulose, \_ xanthane ; → méthylcellulose (Source : Dow)**

Ce point de gel est plus élevé pour les HPMC (70/90°C) qui conduisent à des gels semi fermes à mous, que pour les MC (40/55°C) qui donnent des gels fermes et élastiques. Néanmoins, la valeur du point de gel varie en fonctions de différents facteurs tels que :

- La présence d'ingrédients ou d'additifs qui ont une forte affinité pour l'eau comme le saccharose ou le glycérol diminue le point de gel
- Le degré de substitution des dérivés de cellulose.
- Le cisaillement et la vitesse de chauffage augmentent tous 2 la température de gélification.

Le degré de substitution ou DS correspond au nombre moyen d'hydroxyles par unité glucose qui ont réagi.

Au sein d'une même famille de dérivés de cellulose, on trouve des composés qui ont des propriétés variées en fonction de leur DS.

La fonctionnalisation des MC et HPMC nécessite 2 étapes :

1. Une dispersion, celle-ci peut se fait selon 3 modes :
  - a. Pré mélange à sec avec d'autres ingrédients en poudre tels que farine, sucre, sel,...
  - b. Via un fluide non aqueux tel que l'huile,
  - c. Ou dans une petite partie de l'eau de la formulation à une température supérieure au point de gel.
2. L'hydratation est ensuite obtenue en 10 à 20 min à froid sous agitation.

## ↪ Domaines d'applications :

### ➤ Fruits transformés :

Contrairement à beaucoup de texturants, les dérivés de cellulose sont **stables** même en **pH acide**, ce qui permet leur emploi dans les préparations de fruits.

Dans les fourrages avant cuisson pour pâtisseries par exemple, la cellulose microcristalline permet non seulement d'obtenir la texture souhaitée, et d'éviter la synérèse, mais aussi **d'empêcher le débordement** à la cuisson.

Dans les boissons à base de fruits (BRSA), la carboxyméthylcellulose permet, elle, de maintenir la pulpe en suspension.

L'ajout de méthylcellulose jusqu'à 40g/kg de purée de fruits améliore le **foisonnement** et la stabilité de mousses de fruits.

### ➤ Produits laitiers :

La carboxyméthylcellulose, du fait de son caractère anionique, forme avec les protéines de lait un complexe soluble qui permet d'éviter leur précipitation.

Cette protection par la carboxyméthylcellulose va être utilisée vis-à-vis du :

- Traitement thermique lors de procédés de stérilisation comme l'UHT par exemple.
- Stockage pour limiter la synérèse dans les desserts gélifiés comme les flans par exemple.
- pH ce qui permet de l'utiliser dans des applications même acides comme les yaourts.

La carboxyméthylcellulose est particulièrement adaptée aux produits laitiers, elle peut ainsi se substituer aux pectines amidées.

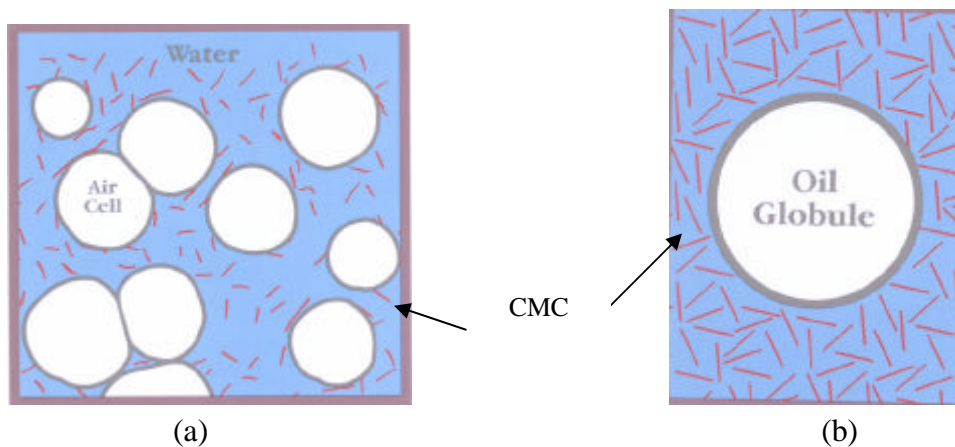
➤ Crèmes glacées :

Dans les glaces, la carboxyméthylcellulose permet de conserver une texture onctueuse en retardant la croissance des cristaux de glace, et en empêchant la cristallisation du sucre.

Quant à la cellulose microcristalline le réseau qu'elle forme retarde également la croissance des cristaux de glace et empêche l'agrégation des protéines.

En fait, la cellulose microcristalline stabilise très bien les mousses en agissant comme barrière de protection des bulles d'air sans avoir d'effet filmogène à proprement parler (figure 5a). Mais, elle stabilise également bien les émulsions en empêchant la coalescence des globules gras (figure 5b).

Les crèmes glacées étant à la fois une émulsion et une mousse, c'est l'ensemble de la structure eau / matière grasse / air qui est maintenu. La **cellulose microcristalline** améliore ainsi la **tenue de la texture de la glace** aux fluctuations de température.



**Figures 5 : Stabilisation des mousses (a) et des émulsions (b) par la cellulose microcristalline (Source FMC).**

✓ Produits allégés :

Le réseau formé par la cellulose microcristalline permet de substituer tout ou une partie de la matière grasse.

Ainsi, une combinaison de 2% de cellulose microcristalline et de 0,6% de carraghénane dans des fromages fondus à 11% de matières grasses donne des textures similaires au témoin à 34% de MG.

Avec le corps qu'elle confère aux produits la carboxyméthylcellulose est susceptible de substituer l'effet texturant du sucre ou des matières grasses dans les produits de pâtisserie par exemple.

✓ Plats préparés :

- Dans les sauces épaissies, telles que les béchamels ou les ketchups, l'ensemble des dérivés de cellulose peuvent être utilisés. En effet, ces dérivés ont en commun une bonne résistance aux contraintes de process (pH, température et cisaillement), on trouve ainsi :

Certains dérivés de cellulose présentent des synergies avec les amidons très utilisés pour épaissir. Ainsi 1 part de cellulose microcristalline pour 4 parts d'amidon permet de diminuer de 25% la dose d'amidon nécessaire. De plus, la stabilité de l'amidon au process est améliorée.

- La carboxyméthylcellulose qui, dosée de 0,4 à 1 %, apporte de la consistance aux sauces.

- Les MC et HPMC qui offrent une très large gamme de viscosité selon leur degré de substitution.

- La cellulose microcristalline qui permet grâce au niveau qu'elle forme de **maintenir en suspension des marquants** comme des fines herbes ou des champignons.

- Dans les sauces émulsionnées comme les mayonnaises ou les vinaigrettes, les dérivés de cellulose peuvent être utilisées pour leur pouvoir stabilisant des émulsions.

A ce titre, les méthylcelluloses sont moins actives comme émulsifiants que les hydroxypropylméthylcelluloses.

- Produits frits : l'effet gélifiant à chaud des méthylcelluloses (MC) et des hydroxypropylméthylcelluloses (HPMC) est utilisé pour **limiter la prise d'huile** dans les produits frits comme les beignets ou les nuggets.

Les films formés par les HPMC sont d'ailleurs plus flexibles que ceux formés par les MC.

- Produit reconstitués : le caractère des MC et HPMC **facilite le fromage** des produits reconstitués.

✓ Produits de cuisson :

Les dérivés de cellulose agissent comme agents épaississants et comme rétenteurs d'eau dans les produits de boulangerie, ce qui permet d'ajuster la consistance des pâtes, et de prolonger la durée de conservation des produits cuits en ralentissant la vitesse de rassissement.

Plus précisément, l'ajout de 0,5% d'HPMC à la pâte :

- Augmente la capacité d'absorption d'eau de la pâte
- Améliore le développement au cours de la fermentation
- Conduit à un meilleur volume du pain après cuisson
- Diminue la dureté de la mie après cuisson.

↪ Statut réglementaire :

La cellulose est une fibre alimentaire insoluble : elle n'est pas digérée par l'homme mais intervient dans la régulation du transit intestinal.

D'un point de vue nutritionnel, la cellulose microcristalline reste une fibre.

Par contre, au plan réglementaire les dérivés de cellulose sont des **additifs**.

La Directive 95/2/CE transposée en droit français par l'Arrêté Ministériel du 2/10/97 leur attribue les E number suivants :

- E460i : cellulose microcristalline
- E460ii : cellulose en poudre
- E461 : méthylcellulose
- E463 : méthylhydroxyéthylcellulose
- E464 : méthylhydroxypropylcellulose
- E465 : hydroxyéthylcellulose
- E466 : carboxyméthylcellulose.

L'ensemble de ces additifs est autorisé selon le principe du *quantum satis*, ce qui signifie qu'il n'y a pas de dose maximale mais que la dose utilisée dépend de l'effet technologique recherché.

Bien entendu, il convient avant les employer, de vérifier que l'application envisagée autorise l'ajout d'additifs sans restriction particulière.

↪ **Fournisseurs** (liste non exhaustive)

<b>Fournisseurs</b>	<b>Contact</b>	<b>Coordonnées</b>	<b>Produit</b>
<b>(distributeur Univar)</b>	Christelle Ardissone /	Tél : 01.49.74.82.54 Fax : 01.49.74.80.25	Methylcellulose et hydroxy propylmethylcellulose
<b>DOW</b>	Stéphanie Pretesaque	<a href="mailto:SPretesacque@dow.com">SPretesacque@dow.com</a> Tél : 06.80.53.57.90	
<b>RETENMAIER</b>	Christophe Rames	T : 01.39.73.35.40 F : 01.39.73.05.97	Cellulose microcristalline
<b>HERCALES (distributeur SPCI)</b>	Jean- Philippe Ventura	T : 01.49.33.31.31 F : 01.49.46.09.14	Methylcellulose et hydroxypropylmethylcellulose
<b>FMC Biopolymer</b>	Patrick Balabaud	T : 32.27.75.83.11 F : 32.27.75.83.00	Cellulose microcristalline

↪ **Quelques références bibliographiques :**

- *Documentation technique DOW*
- *Documentation technique FMC Biopolymer*
- *Linden et Lorient (1994) – biochimie Agro industrielle*
- *Bullens et al (1994) Food Technology, 79-81.*
- *Karim et Wai (1999) – Food Hydrocolloids, 13 (3), 203-210*
- *Rosell et al. (2001) - Food Hydrocolloids , 15 (1), 75-81.*