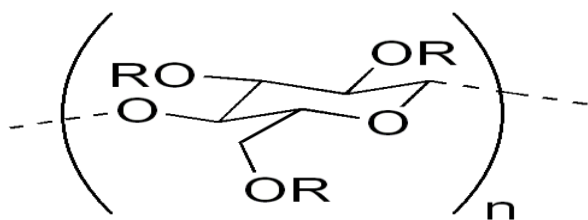


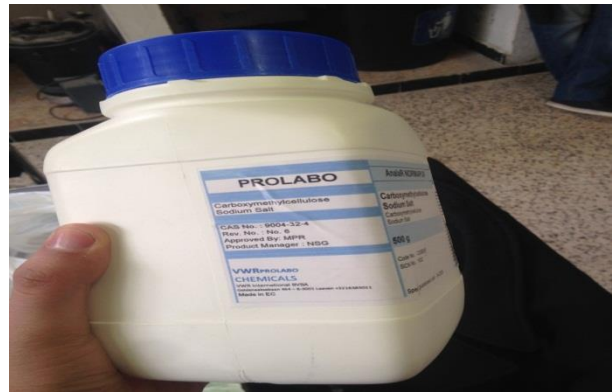
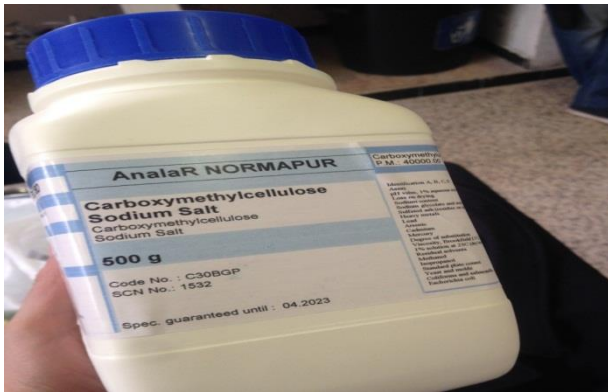
1-La carboxyméthylcellulose« La formule chimique de la CMC »« Extrait poudre de la CMC »

La **carboxyméthylcellulose** (ou **carmellose**) est un gel d'origine synthétique. C'est un éther de cellulose très hygroscopique. Elle est souvent utilisée sous la forme de son sel de sodium, la carboxyméthylcellulose de sodium.

Indiquée contre la sécheresse oculaire, elle est utilisée dans la composition de larmes de substitution, comme additif alimentaire (E466, par exemple dans certains beurres alimentaires) ou encore comme agent antiredéposition<sup>2</sup>.

La CMC est utilisée comme résine d'échange de cation en chromatographie à échange d'ions pour la purification des protéines<sup>3</sup>.

1. ↑ <sup>a et b</sup> Entrée de « Carboxyméthyl Cellulose » dans la base de données de produits chimiques *GESTIS* de la IFA (organisme allemand responsable de la sécurité et de la santé au travail) (allemand, anglais), accès le 16 septembre 2009 (JavaScript nécessaire)
2. ↑ (en) J.C.T. Kwak, *Polymer-Surfactant Systems*, CRC Press, 1998, p. 46
3. ↑ Cation exchange celluloses



### « La NACMC utilisé dans nos expériences »

De nombreux polymères naturels et leurs dérivés forment des gels physiques sont de nature thermoréversible (Sarkar, 1979, Guenet, 1992, Jeong et al. 2002). En particulier, il a été rapporté que des dérivés de cellulose solubles dans l'eau tels que: la méthylcellulose (MC) (Sarkar, 1979; Morris, 1993; Desbrières et al., 2000; Wang et Li, 2005; Bain et al., 2010; Bodvik et al., 2010), l'hydroxypropylméthylcellulose (HPMC) (Ford, 1999, Fettaka et al., 2011, Silva et al., 2011, Joshi, 2011; Fairclough et al., 2012) et la benzylcellulose (Itagaki et al., 1997) une transition sol-gel en chauffant et revenir à leur état de liquide lors du refroidissement en raison de l'effet de mémoire qui pourrait être considéré comme propriété générique des matériaux.

La CMC est un dérivé de la cellulose avec diverses utilisations finales nombreuses industries. Dans les applications cosmétiques et pharmaceutiques, La CMC est utilisée dans divers produits, crèmes, lotions et formulations de dentifrices où ses bonnes propriétés de liaison, d'épaississement et de stabilisation sont utilisés. En raison de sa structure polymère qui agit comme agent filmogène,

La CMC est utilisée pour améliorer les effets hydratants. CMC est également utilisé dans industries du papier, de la céramique et de l'alimentation (Benchabane et Bekkour, 2008). Comme d'autres polymères anioniques de haut poids moléculaire, le CMC est employé pour stabiliser les particules d'argile en raison des interactions électrostatiques entre les chaînes anioniques du polymère et le électrique charge au bord des particules d'argile (Benchabane et Bekkour, 2006; Simon et al., 2002). Par exemple, dans les fluides de forage, où la bentonite est un composant majeur, CMC est approprié pour la stabilisation et le plâtrage la suspension d'argile, augmentant la viscosité, contrôlant la boue pertes et maintien de propriétés d'écoulement adéquates à haute température, salinité et pression (Benchabane et Bekkour, 2006, 2008).

Au cours des deux dernières décennies, de nombreuses études ont été menées étudier les propriétés de gélification thermique, le mécanisme de gélification et la structure du réseau de gel de dérivés de cellulose en utilisant divers expérimentaux techniques expérimentales , que l'on peut trouver dans de nombreuses publications (Chevillard et Axelos, 1997; Desbrières et al., 1998, 2000; Aoki, 1998, Wang et Li, 2005; Allahbashi et al., 2015).

D'un point de vue thermodynamique, ces matériaux présentent une température appelée température de solution critique inférieure (LCST) et température de point de trouble (CPT) en dessous de laquelle la solution de polymère est monophasique et le polymère est soluble dans le solvant. Autrement, au-dessus de la LCST, un gel est formé conduisant à une augmentation significative de la viscosité. Ce phénomène de gélification thermique est associé à la turbidité, indiquant la séparation des phases. Par conséquent, la viscosité d'un tel polymère diminue à mesure que la température augmente, lorsque la température atteint la valeur critique LCST, une augmentation drastique de la viscosité peut être observée conduisant à la formation d'un réseau tridimensionnel.

Il y a un certain degré de controverse au sujet du mécanisme de gélification. Les principales discussions portent sur la nature des zones concernées en gélification. Savage et al. (1963) a suggéré que la capacité de formation de gel est une conséquence de la présence de zones contenant l'initiale cellulosique structure. Rees (1975) cité dans Desbrières et al. (2000), a parlé de Micellar interactions. Sarkar (1979) a postulé que l'hydrophobe ou les interactions micellaires sont supposées être la cause de la transition sol-gel.

Les derniers résultats ont été confirmés par Hirrien et al. (1998) pour les solutions MC. En utilisant des mesures optiques et rhéologiques, les auteurs montrent que les interactions hydrophobes sont la cause de la transition sol-gel dans MC solutions. Ils ont conclu qu'à de faibles concentrations et basses températures, la méthylcellulose est dissoute dans l'eau et les solutions sans les agrégats ont été obtenues.

D'autres travaux ont montré que la température de gélification à quelle phase séparation se produit (transition sol-gel), dépend de la concentration, poids moléculaire et structure chimique du polymère (Hirrien et al., 1998; Sarkar, 1979).

Très peu d'études ont été réalisées sur l'évolution de la la carboxyméthylcellulose et leur comportement thermodynamique avec la température. Benchabane et Bekkour (2008) ont étudié la rhéologie de solutions CMC à différentes concentrations massiques à température constante de 20 ° C. Les résultats expérimentaux ont été jugés bien corrélés par le modèle de la Croix. Les paramètres du modèle Cross ont été utilisés pour déterminer les concentrations critiques  $c^*$  et  $c^{**}$  à laquelle la microstructure des

changements se produisent. Bekkour et al. (2014) ont étudié l'effet de la température sur les propriétés rhéologiques des solutions de CMC en présence de pectine de fibres, à différentes concentrations massiques. L'analyse viscométrique en fonction de la température a montré une diminution de la viscosité avec la température jusqu'à une valeur critique comprise entre 40 et 60 ° C et soudaine sauter au-dessus. Récemment, Ben Azouz et al. (2016) ont examiné l'effet de la température sur les propriétés rhéologiques des dispersions de bentonite dans des solutions aqueuses de CMC.

## **2. carboxyméthylcellulose ayant des propriétés antimicrobiennes**

La pratique de l'utilisation de la cellulose pour la préparation de nouveaux polymères dérivés a été en cours depuis plus d'un siècle. Carboxyméthylcellulose (CMC, 1) est important ainsi qu'un dérivé d'éther modifié par un carboxylate utile, constitué de deux unités:  $\beta$ -d-glucose et  $\beta$ -d-glucopyranose 2-O-(carboxyméthyle) les sels monosodiques, qui sont reliés par des liaisons  $\alpha$ -1,4-glycosidiques.

L'attachement des groupements carboxyméthyle se produit principalement aux positions de glucose C-2 et C-6 avec une préférence pour C-6 vs. C-2 (Heinze & Pfeiffer, 1999). Sa solubilité dans l'eau, ses propriétés rhéologiques, la non-toxicité, et la nature polyélectrolyte favorise son utilisation dans de nombreuses diverses applications, telles que les additifs alimentaires (Parvar, Tehrani, Razavi, & Koocheki, 2013), la pharmacie (Chukwumezie, Wojcik, Malak, & Adeyeye, 2002), la régénération osseuse (Jiang, Li, Zhang, & Wang, 2009), des adhésifs (Kawamoto, 2003), des textiles (Krizova & Wiener, 2013), les pesticides (Nisar, Kumar, Shakil, Pankaj, & Parmar, 2009), les détergents (Verraest, Peters, van Bekkum et van Rosmalen, 1996), document (Li, Liu, Xu et Xu, 2010, Watanabe, Gondo et Kitao, 2004), et des liants céramiques (Khosrowshahi et Salem, 2011).

En dépit des nombreuses propriétés souhaitables de CMC, il manque encore résistance à l'attaque microbienne en raison de sa nature polysaccharidique et absence de groupes fonctionnels antimicrobiens. Différents itinéraires ont été étudiés pour conférer des propriétés antimicrobiennes CMC, tels que: ajout d'agents antimicrobiens (Liu, Han, Zhang, Li et Li, 2012; Jumaat, 2014; Sayanjali, Ghanbarzadeh et Ghiassifar, 2011); métal nanoparticules (Hebeish, Hashem, El-Hady et Sharaf, 2013, Malmiri, Tan, Rahman et Osman, 2013; Percival et al., 2012; Valappil et al., 2013; Zhong, Oporto, Jaczynski, Tesfai et Armstrong, 2013), antimicrobien les polymères (Yu et al., 2013); et greffage avec d'autres moitiés possédant une activité antimicrobienne (El-Sherbiny, Salama, & Sarhan, 2009).

### 3. Préparation d'hydrogel pour la cicatrisation de l'ulcère diabétique

Selon le Center for Disease Control, 7,8% de la population des états unis a le diabète avec un risque estimé de durée de vie de développer un ulcère du pied de 25% .plus de 14-24% de ces patients pouvant avoir une maladie progressive qui nécessite une amputation. Des milliards de dollars attribués aux soins médicaux des patients diabétiques, on estime qu'un tiers de ces coûts sont liés au traitement des ulcères du pied diabétique (Blumberg et al, 2012).

Chez les personnes atteintes de diabète sucré, les plaies d'état inflammatoire chronique et ne parviennent pas à guérir dans un temps opportun et ordonné de manière Continu en flux de cellules inflammatoires et soutenue la production de leurs médiateurs inflammatoires provoque un déséquilibre des protéases de plaies et leurs inhibiteurs, empêchant la synthèse d'ECM et remodelage qui sont essentiels pour la guérison normale des plaies.

Le diabète altère les fonctions des neutrophiles et des macrophages, y compris l'adhérence cellulaire, la chimiotaxie, la phagocytose et la cytokine production et sécrétion.

Le concept de cicatrisation humide a été examiné et progressivement accepté par les cliniciens de soins des plaies, et a hissé au développement d'un pansement hydrogel supportant une plaie humide. les Hydrogels sont capables de donner de l'humidité à déshydraté tissu, absorber un peu d'humidité d'une plaie exsudative, et travailler en tant qu'agents de débridement dans la gestion de la variabilité des plaies (De la Brassinne et Thirion, 2006; Lim et al, 2009).

Les hydrogels peuvent être décrits physiquement comme un tridimensionnel réseau de polymères hydrophiles .Selon le type d'hydrogel, ils contiennent un pourcentage variable d'eau. Malgré leur teneur élevée en eau intrinsèque, les hydrogels sont capables d'absorber le liquide supplémentaire dû à la présence de résidus hydrophiles qui permettent aux hydrogels de gonfler considérablement sans changer la structure gélatineuse.

Les hydrogels peuvent être préparés par diverses méthodes, y compris la réticulation chimique et induite par rayonnement.

La technique a plusieurs avantages tels que le contrôle de processus facile, le possibilité de joindre la formation d'hydrogel et la stérilisation dans une étape technologique, aucune nécessité d'ajouter des initiateurs, et un agent de réticulation (Rosiak et Yoshii, 1999; Lee et al., 2005).

Aussi, les hydrogels de carboxyméthylcellulose (CMC) ont non seulement une propriété d'absorption et de rétention d'une quantité significative d'eau, mais sont également amicaux à l'environnement en raison

de leur non toxicité, dégradabilité et bonne compatibilité biologique (Feiet al., 1999; Wach et al., 2004; Lee et al., 2009; Park et al., 2012a, 2012b).

On savait que le miel de propolis avait une activité antibactérienne in vitro, et des études de cas cliniques ont montré que l'application du miel sur les plaies cutanées sévèrement infectées est capable de défricher l'infection de la plaie et une amélioration de la cicatrisation (Tshukudu et al, 2010; Sforcin et Bankova, 2011).lorsque le miel était inclus dans l'hydrogel, la faisabilité de l'utilisation de cet hydrogel pour la plaie de l'ulcère a été étudiée.

### **4. Effet guérisseur des hydrogels**

Les pansements imprégnés de miel ont été décrits dans les textes de l'antiquité pour leur utilisation dans de diverses plaies, infectées ou non, à aider à promouvoir la guérison sans effets indésirables. Leur utilisation par la profession médicale est devenue plus importante au cours de dernière quelques décennies pour une variété d'indications.

CMC hydrogel impliquant du miel de propolis a été préparé par rayonnement gamma pour application aux plaies ulcéreuses. L'hydrogel a un effet antibactérien contre *S. aureus* et *E. coli*. Les résultats des tests sur des animaux en utilisant des modèles de rats diabétiques indiquent que le CMC hydrogel impliquant propolis accélère le taux de guérison par accélération de la contraction de la plaie par rapport à seulement CMC hydrogel. Il a été constaté que l'hydrogel avec du miel de propolis Peut être utilisé comme pansement efficace pour plaies ulcéreuses.