

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 60439 A1**
- (51) Cl. internationale : **C09D 101/00; C09D 103/00;  
C09D 5/14; C09D 5/14;  
C09D 105/00**
- (43) Date de publication : **29.11.2024**
- 
- (21) N° Dépôt : **60439**
- (22) Date de Dépôt : **15.05.2023**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE EUROMED DE FES, UEMF ROND POINT BENSOUA, RN6, 30070 FES (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Abdelkrim EL KADIB ; Nadia KATIR ; Mohamed BOUNDOR ; Mohamed Amine BENZAOUIA**
- (74) Mandataire : **BOUNOU SALIM**
- 
- (54) Titre : **Films adhésifs antibactériens et antiviraux à base de liquides ioniques réticulables**
- (57) Abrégé : La présente invention revendique l'utilisation de liquides ioniques possédant plusieurs fonctions réticulables ou greffables en présence d'un réseau de polymère d'origine naturel (polysaccharides) pour concevoir des films transparents, adhésifs, antibactériens et antiviraux. Les liquides ioniques bi- et multifonctionnels objet de réticulation/greffage susmentionnés améliorent la qualité du film déposé et lui confère une activité biologique accrue. Les liaisons covalentes assurent le maintien de l'activité souhaitée sur de longues durées. La présente technologie est éco-compatible, opérationnelle dans l'eau et s'affranchit totalement de l'utilisation de solvants toxiques. Ladite formulation est également adaptée à la mise en forme d'agents antibactériens conventionnels (ex. nanoparticules d'argent). Elle améliore en effet leur performance en garantissant une meilleure dispersion, en empêchant leur croissance et en prolongeant leur adhésion sur les surfaces de contact. La technologie vise à lutter contre les infections nosocomiales (bactéries et virus) dans les hôpitaux, les crèches, les écoles (plus particulièrement les écoles maternelles) et les établissements à forte densité de population ou ceux regroupant des personnes vulnérables.

## **Films adhésifs antibactériens et antiviraux à base de liquides ioniques réticulables**

**Inventeurs** : Abdelkrim El Kadib, Nadia Katir, Mohamed Boundor, Mohamed Amine Benzaouia

### **Abrégé**

La présente invention revendique l'utilisation de liquides ioniques possédant plusieurs fonctions réticulables ou greffables en présence d'un réseau de polymère d'origine naturel (polysaccharides) pour concevoir des films transparents, adhésifs, antibactériens et antiviraux. Les liquides ioniques bi- et multifonctionnels objet de réticulation/greffage susmentionnés améliorent la qualité du film déposé et lui confère une activité biologique accrue. Les liaisons covalentes assurent le maintien de l'activité souhaitée sur de longues durées. La présente technologie est éco-compatible, opérationnelle dans l'eau et s'affranchit totalement de l'utilisation de solvants toxiques. Ladite formulation est également adaptée à la mise en forme d'agents antibactériens conventionnels (ex. nanoparticules d'argent). Elle améliore en effet leur performance en garantissant une meilleure dispersion, en empêchant leur croissance et en prolongeant leur adhésion sur les surfaces de contact. La technologie vise à lutter contre les infections nosocomiales (bactéries et virus) dans les hôpitaux, les crèches, les écoles (plus particulièrement les écoles maternelles) et les établissements à forte densité de population ou ceux regroupant des personnes vulnérables.

## Etat de la technique

Les liquides ioniques constituent une classe très particulière de molécules, ayant la spécificité de contenir à la fois une composante cationique chargée positivement et une fonction anionique chargée négativement (*Kirk-Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology*, ed. A. Seidel, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2007, vol. 26, pp. 836–920) Il en résulte une densité ionique très élevée par unité de molécule. La combinaison d'une variété de cations et d'anions donne accès à une large gamme de matériaux moléculaires possédant différentes propriétés (physique, physico-chimique, chimique, thermique) (T. Welton, *Chem. Rev.* 99, **1999**, 2071; R. D. Rogers et al., *Science*, 302, **2003**, 792; S. K. Singh et al., *J. Mol. Liq.*, 297, **2020**, 112038). Il est en effet possible d'ajuster les propriétés qui en résultent en variant la nature de la paire cation-anion, ainsi que les substituants autour de chaque composante (Y.-L. Wang et al. *Chem. Rev.*, 120, **2020**, 5798). Cette flexibilité a impulsé l'utilisation des liquides ioniques dans plusieurs domaines allant de la chimie de synthèse, où les liquides ioniques jouent le rôle de solvants, de catalyseurs, d'auxiliaires, de co-solvants, jusqu'aux applications dans des domaines d'actualités en sciences des matériaux (T. Welton, *Chem. Rev.*, 99, **1999**, 2071; N. V. Plechkova et al. *Chem. Soc. Rev.*, 37, **2008**, 123 ; K. Binnemans, *Chem. Rev.*, 105, **2005**, 4148 ; D. R. MacFarlane et al., *Nat. Rev. Mater.*, 1, **2016**, 15005 ; S. Zhang et al., *Chem. Soc. Rev.*, 43, **2014**, 7838 ; R. J. Soukup-Hein et al., *Annu. Rev. Anal. Chem.*, 2, **2009**, 145 ; F. Zhou, *Chem. Soc. Rev.*, 38, **2009**, 2590). En effet, les liquides ioniques connaissant un engouement pour l'extraction sélective des terres rares (E. Quijada-Maldonado et al., *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.*, 27, **2021**, 100428 ; V. Kai, et al., *Sep. Purif. Technol.*, 306, **2023**, 122699), la purification des ingrédients pharmaceutiques à haute valeur ajoutée (I. M. Marrucho et al., *Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng.*, 5, **2014**, 527 ; S.N. Pedro et al.; *Int. J. Mol. Sci.* 21, **2020**, 8298 ; W. Zhuang, et al. *J. Mol. Liq.*, 349, **2022**, 118145), la lubrification des surfaces et leur protection contre la corrosion (Y. Zhou et al.; *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 9, **2017**, 3209 ; Y. L. Kobzar et al.; *Chem. Eng. J.*, 425, **2021**, 131480 ; C. Verma et al., *J. Mol. Liq.*, 321, **2021**, 114484), l'utilisation dans le domaine des batteries et des supercondensateurs et supercapaciteurs (L. Sun et al.; *Adv. Funct. Mater.*, 32, **2022**, 2203611 ; Y. Zheng et al., *EnergyChem*, 4, **2022**, 100075 ; A. Eftekhari et al., *Energy Storage Mater.* 9, **2017**, 47 ; J. Feng et al., *Energy Environ. Sci.*, 14, **2021**, 2859 ; Sharma et al., *J. Energy Chem.*, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2023.03.039>), et plus généralement dans des applications électrochimiques, notamment pour substituer les sels inorganiques (Z. Ma et al., *Adv. Mater.*, 22, **2010**, 261; G. Yang et al., *Mater. Des.*, 190, **2020**,

108563). En effet, grâce à leur densité ionique très élevée et à leur dynamique moléculaire, ces édifices sont désormais utilisés pour le stockage, la récupération et la relâche de l'énergie (X. Wang et al., *Nat Rev Mater.*, 5, **2020**, 787).

Un autre domaine où l'utilisation des liquides ioniques a été couronnée de succès étant le biomédical (K. S. Egorova et al., *Chem. Rev.*, 117, **2017**, 7132), dans l'administration de médicaments/biomolécules ou les liquides ioniques moduleraient les cinétiques de relargage progressif des principes actifs (L. Chunxia, et al. *Mol. Pharm.*, 19, **2022**, 1033) Les liquides ioniques sont aussi explorés en médecine régénérative et en bio-détection (A. M. Curreri et al., *Adv. Sci.*, 8, **2021**, 2004819). Plusieurs études ont aussi montré le comportement non innocent des liquides ioniques vis-à-vis d'organismes vivants grâce aux fortes interactions électrostatiques à l'interface. Les liquides ioniques disposent ainsi d'un spectre très large de bio-activité allant d'effets bénéfiques en dermatologie, jusqu'aux actions antibactériennes, antivirales et anticancéreuses (R. Md Moshikur, et al. *Green Chem.*, 22, **2020**, 8116). Tout particulièrement, leurs propriétés antimicrobiennes ont ouvert de nouvelles perspectives pour surmonter les défis actuels associés à la lutte contre les agents pathogènes résistants aux antibiotiques (N. Nikfarjam et al. *Adv. Funct. Mater.*, 31, **2021**, 2104148). Ainsi, des dérivés de liquides ioniques sous forme de monomères ou polymères ont été conçus et utilisés en tant que matériaux antimicrobiens (Z. Zheng et al. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 8, **2016**, 12684; C. Liu et al. *Biomater. Sci.*, 10, **2022**, 2524). Plusieurs paramètres ont été variés incluant la longueur de la chaîne carbonée, le type de cation/anion, la densité cationique et le degré de polymérisation. Ces variantes influencent toutes le mécanisme antimicrobien des liquides ioniques et affectent leur efficacité, d'où la possibilité d'optimiser la performance selon l'application visée (A. Muñoz-Bonilla et al. *Eur. Polym. J.*, 105, **2018**, 135; L. Zheng et al. *J. Am. Chem. Soc.*, 142, **2020**, 20257).

Présentement, les liquides ioniques sont massivement utilisés à l'état soluble, n'imposant aucune contrainte en terme de mise en forme adaptée à l'utilisation finale. Par ailleurs, l'introduction de bras de type alcoxysilane, phosphonate, ou catéchol permet de greffer les liquides ioniques via des ancrages covalents sur des matrices solides de type silices, oxydes métalliques et supports carbonés (S. Zhang et al. *Chem. Rev.*, 117, **2017**, 6755; A. Chiloeches et al. *Prog. Org. Coat.*, 136, **2019**, 105272) Ceci permet de transposer la réactivité des liquides ioniques de l'état moléculaire à l'état solide et d'y associer aussi les avantages de la phase inorganique en termes de stabilité

thermique et chimique (B. Xin et al. *Chem. Soc. Rev.*, 43, 2014, 7171). La possibilité de greffer les liquides ioniques ou de les polymériser a constitué un atout supplémentaire pour booster l'utilisation des liquides ioniques dans les technologies futuristes, eg. en chimie des matériaux, reconnaissance moléculaire, catalyse supportée, extraction sélective ainsi que comme phase solide dans des domaines liés à l'énergie (Z. He et al., *Adv. Colloid Interface Sci.*, 244, 2017, 54). Il convient de noter que la carbonisation des liquides ioniques constitue aussi une voie d'accès aux supports de carbone poreux et multifonctionnels, dépendamment de la structure des liquides ioniques et des conditions de traitement thermique (M. Watanabe et al. *Chem. Rev.*, 117, 2017, 7190).

Par contre, ***l'utilisation des liquides ioniques pour former des films transparents sur différents types de surface demeure peu explorée***. Ceci pourrait s'expliquer par la difficulté d'étaler les liquides ioniques sur des surfaces et de leur filmogénicité très faibles. En effet, les liquides ioniques sont dépourvus d'interactions intermoléculaires de type liaison hydrogène, requises pour assurer la cohésion de la structure en réseau continue capable d'être configuré sous forme de films, de monolithes ou autre forme induisant un ordre supramoléculaire avec une structure secondaire organisée.

Les structures polymériques des liquides ioniques présentant des poids moléculaires élevés ainsi que les liquides ioniques comportant des fonctions capables d'engager des liaisons hydrogènes se présentent comme étant plus maniables et plus faciles à étaler sur des surfaces lisses, en raison d'un bon compromis en terme de mouillabilité et d'hydrophobicité.

Il convient cependant de mentionner le coût relativement élevé des liquides ioniques de synthèse, ce qui se répercute sur le coût du matériau final, et constitue de ce fait un frein pour une production à grande échelle, incompatible avec des applications industrielles.

Une solution envisageable serait donc de réduire la teneur en liquide ionique dans le matériau final et d'introduire plutôt une matière première bon marché, biodégradable et pouvant améliorer la mise en forme pour concevoir des films adhésifs et transparents de meilleure qualité.

L'invention décrite ci-après porte ainsi sur la conception de nouvelles compositions pulvérisables à base de liquides ioniques et des polysaccharides. La combinaison des

deux composantes n'est pas physique mais plutôt basée sur des liaisons covalentes et est donc de nature chimique. Les polysaccharides sont connus pour leur excellentes propriétés filmogéniques et il est relativement trivial de former des films discrets, minces, transparents, et adhésifs sur des surfaces par simple étalement de solution aqueuse de polysaccharide ; l'évaporation de l'eau constitue la force motrice pour former une couche fine de polysaccharide en surface (*N. Wrońska, et al. Int. J. Mol. Sci., 22, 2021, 5839 ; S. Blilid, et al. ACS Sustain. Chem. Eng., 8, 2020, 18354 ; A. Anouar et al., Mater. Chem. Front., 3, 2019, 242 ; N. Hammi, et al. ACS Appl. Bio Mater., 2, 2018, 61 ; S. Blilid, et al. Macromolecules, 56, 2023, 1223*).

Le choix des polysaccharides trouve ses racines dans l'abondance de ces derniers, ce qui est très avantageux pour des considérations de production à grande échelle. Certains polysaccharides constituent en effet des sous-produits (pêche, agriculture, d'autres rejets, etc.) et donc, avec un coût de production zéro. Leur implémentation dans des technologies appliquées s'inscrit parfaitement dans la logique de l'économie circulaire, visant à insérer les déchets dans une chaîne de valeur, à recycler les produits et à éviter au mieux les synthèses à plusieurs étapes. De plus, de par leur origine naturelle, les polysaccharides sont biocompatibles et ne présentent aucun risque pour la santé humaine, ce qui en fait des outils de choix incontournables dans le domaine de la santé.

En dépit de leur aptitude à former des films adhésifs, les polysaccharides une fois déposés sur des surfaces lisses sont dépourvus d'activité antimicrobienne intéressante. Ceci pourrait s'expliquer par l'accessibilité limitée aux fonctions amine et carboxylique (cas du chitosane et d'alginate, respectivement), qui devraient réagir avec les organismes vivants. En solution aqueuse, les polysaccharides sont complètement solubles et dispersés et leur activité biologique est souvent associée à la présence de ces groupements chargés.

Par ailleurs, il a été démontré que les films non modifiés de polysaccharide sont vulnérables et se dégradent très rapidement, surtout dans des conditions acides ou basiques. Bien que leur biodégradabilité soit perçue comme avantageuse d'un point de vue environnemental, les revêtements destinés à protéger les surfaces de contact devraient plutôt montrer une longévité et une stabilité accrue, pour assurer un continuum dans la protection contre les bactéries et les agents pathogènes. Cette

durabilité s'affranchira de l'utilisation répétitive des traitements de surface, et évitera d'engendrer des désagréments dans les espaces et établissements concernés.

De ce fait, l'incorporation des liquides ioniques dans un réseau de polysaccharide est censée améliorer la stabilité du revêtement, tout en accentuant son activité antibactérienne et antivirale. Nous avons donc envisagé d'utiliser des structures dendritiques ramifiées de liquides ioniques, qui possèdent plusieurs fonctions d'ancrages, et agiraient donc comme agents de réticulation des chaînes principales des carbohydrates. Ces réticulations améliorent à la fois les propriétés chimiques et mécaniques sans altérer l'adhérence des formulations sur les surfaces de contact sollicitées.

Par ailleurs, ces solutions aqueuses sont aussi compatibles avec l'utilisation d'agents antibactériens conventionnels comme les nanoparticules d'argent, de cuivre, d'or, d'oxyde de zinc ou d'oxyde de titane. En effet, ces particules souffrent de problème d'adhésion sur les surfaces de contact et s'agglomèrent aussi durant le traitement, ce qui conduit à une perte significative de l'activité biologique. Le détachement accéléré de ces particules de leur surface en est un autre problème et leur sort dans l'environnement soulève également des questions, notamment quand ces agents antibactériens sont appliqués dans des espaces abritant des personnes vulnérables (hôpitaux, EHPAD, maisons de retraite, crèches et écoles maternelles, etc.).

Les formulations proposées ci-après pourraient donc à la fois conférer une activité antibactérienne aux surfaces de contact mais elles peuvent également servir pour améliorer la mise en forme d'agents antibactériens conventionnels (nanoparticules métalliques), en cas de risque élevé nécessitant l'utilisation de matériaux plus agressifs mais avec un usage cadré. Ainsi, il est supposé que la séquestration des particules d'argent ou de cuivre dans un réseau enchevêtré de type liquide ionique-polysaccharide empêcherait la croissance de ces particules au-delà de leur dimension nanométrique. La formulation devrait également améliorer la retenue des particules métalliques sur la surface, grâce aux nombreuses fonctions interagissant avec le centre métallique. En effet, les liquides ioniques ainsi que les polysaccharides sont de bons coordonnants et stabilisants des petits objets, y compris les ions métalliques, les clusters et les nanoparticules.

### **Description de l'invention**

Un premier aspect de l'invention concerne la préparation d'une solution aqueuse réticulable ou greffable de liquides ioniques en présence de polysaccharides pour des applications antibactériennes et antivirales.

Selon un deuxième aspect de l'invention, la solution réticulable/greffable reste stable pendant une année, sans changement d'aspect ni de sédimentation.

Selon un troisième aspect de l'invention, la pulvérisation de la solution conduit, après évaporation progressive de l'eau, à la formation d'un film adhésif et transparent sur des surfaces.

Selon un quatrième aspect de l'invention, le cœur du liquide ionique multifonctionnel comporte une structure ionique de type imidazolium, ammonium, phosphonium, pyrrolidinium, sulfonium, et bipyridinium,

Selon un cinquième aspect de l'invention, les liquides ioniques susmentionnés comportent des fonctions terminales condensables de type amine, acide carboxylique, acide sulfonique, ou greffables de type trialcolxysilane, catéchol, acide phosphonique et phosphonates.

Selon un sixième aspect de l'invention, il est rapporté que le polysaccharide comporte une fonction condensable (amine pour le chitosane, acide carboxylique pour l'alginate, sulfates pour le carraghénane), ou fonctions greffables à l'instar de la cellulose, l'amidon et la pectine.

Selon un septième aspect de l'innovation, il est rapporté la pulvérisation de ces solutions sur des surfaces de type verres, silicates, borosilicates, silicium cristallin, métallique de type aluminium, cuivre, inox, et sur des plastiques, téflon, polyamide et polystyrène.

Selon un huitième aspect de l'invention, il est rapporté la préparation de revêtements discrets, transparents et adhésifs après évaporation de l'eau.

Selon un neuvième aspect de l'invention, il est rapporté la protection des surfaces de contact traités contre les bactéries de type gram positive et gram négative, contre les virus et tous agents pathogènes.

Selon un dixième aspect de l'invention, il est rapporté la préparation d'un revêtement fin en une seule étape, incluant la pulvérisation de la solution suivie du séchage, sans étapes supplémentaires.

### **Brève description des figures**

**Figure 1.** Schéma représentatif des polysaccharides objet de cette invention

**Figure 2.** Préparation de film adhésif à base de 1,1'-bis(3-(triméthoxysilyl) propyl) - [4,4'-bipyridine]-1,1'-dium bromide dans une matrice de chitosane.

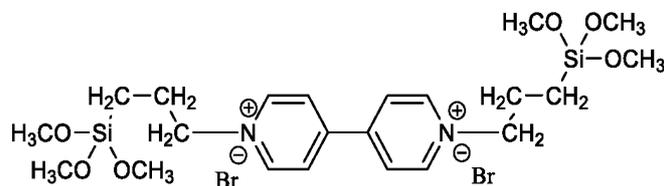
**Figure 3.** Préparation de film adhésif à base de -1,1'-bis(3-(triméthoxysilyl) propyl) - [4,4'-bipyridine]-1,1'-dium hexafluorophosphate dans une matrice de chitosane.

**Figure 4.** Préparation de film adhésif de 1,1'-bis(3-(triméthoxysilyl) propyl) - [4,4'-bipyridine]-1,1'-dium bromide et des nanoparticules d'Ag dans une matrice de chitosane.

**Figure 5.** Préparation de film adhésif à base de 1,1'-bis(3-(triméthoxysilyl) propyl) - [4,4'-bipyridine]-1,1'-dium hexafluorophosphate et nanoparticules d'Ag dans une matrice de chitosane.

### Exemples de préparation de films adhésifs

#### **Greffage in situ d'un liquide ionique de type 4,4'-pyridinium bromide dans un film de chitosane**



Nous avons solubilisé 50 mg le chitosane dans une solution aqueuse d'acide acétique (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume) afin de former une solution visqueuse et homogène. Nous avons ensuite rajouté 1.5 mg de liquide ionique greffable dans une solution d'eau acidifiée (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume). Le mélange réactionnel est laissé sous agitation pendant 4h. Après séchage dans une boîte de Pétri, un film flexible et homogène a été obtenu.

#### **Greffage in situ d'un liquide ionique de type 4,4'-pyridinium PF<sub>6</sub> dans un film de chitosane**

Nous avons solubilisé 50 mg le chitosane dans 4 ml d'une solution aqueuse d'acide acétique (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume) afin de former une solution visqueuse et homogène. Nous avons ensuite rajouté 1.5 mg de liquide ionique greffable dans 2 ml d'une solution d'eau acidifiée (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume). Le mélange réactionnel est laissé sous agitation pendant 4h. Après séchage dans une boîte de Pétri, un film flexible et homogène a été obtenu.

#### **Greffage in situ d'un liquide ionique de type 4,4'-pyridinium Br<sup>-</sup> et des NP d'argent dans un film de chitosane**

Nous avons solubilisé 50 mg le chitosane dans 4 ml d'une solution aqueuse d'acide acétique (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume) afin de former une solution visqueuse et homogène. Nous avons ensuite rajouté 1.5 mg de liquide ionique greffable dans 2 ml d'une solution d'eau acidifiée (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume). Le mélange réactionnel est laissé sous agitation pendant 4h. Ensuite, 0,5 mg

de  $\text{AgNO}_3$  solubilisée dans 3 ml d'eau acidifiée est introduit et le mélange est laissé sous agitation jusqu'à une parfaite homogénéisation. Après séchage dans une boîte de Pétri, un film flexible et homogène a été obtenu.

**Greffage in situ d'un liquide ionique de type 4,4'-pyridinium  $\text{PF}_6$  et des NP d'argent dans un film de chitosane**

Nous avons solubilisé 50 mg le chitosane dans 4 ml d'une solution aqueuse d'acide acétique (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume) afin de former une solution visqueuse et homogène. Nous avons ensuite rajouté 1.5 mg de liquide ionique greffable dans 2 ml d'une solution d'eau acidifiée (98% d'eau/ 2% d'acide acétique en volume). Le mélange réactionnel est laissé sous agitation pendant 4h. Ensuite, 0,5 mg de  $\text{AgNO}_3$  solubilisée dans 3 ml d'eau acidifiée est introduit et le mélange est laissé sous agitation jusqu'à une parfaite homogénéisation. Après séchage dans une boîte de Pétri, un film flexible et homogène a été obtenu.

## Revendications

1. Solution aqueuse à base de liquide ionique réticulable ou greffables sur un réseau polymérique de type polysaccharides.
2. Solution réticulable ou greffable selon la revendication 1, caractérisée en ce que le liquide ionique soit de type imidazolium, ammonium, phosphonium, pyrrolidinium, sulfonium, et bipyridinium,
3. Solution réticulable ou greffable selon la revendication 1 et 2, caractérisée en ce que le polysaccharide soit de type chitine et chitosane, alginate, carraghénane, cellulose, amidon, pectine.
4. Solution réticulables selon la revendication 2, caractérisée en ce que le liquide ionique soit fonctionnalisé avec des groupements amine, aldéhyde, acide carboxylique, sulfate.
5. Solution greffable selon la revendication 2, caractérisée en ce que le liquide ionique soit fonctionnalisé avec deux ou plusieurs groupements trialkoxysilane, catéchol, acide phosphonique ou phosphonates d'ester.
6. Solution pulvérisable selon les revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la formulation comporte ou non des nanoparticules métalliques de type argent, cuivre, or, ou d'oxyde métallique de type oxyde de zinc ou oxyde de titane.
7. Solution pulvérisable selon les revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la formulation comporte des nanoparticules renforçantes de type argile nanométrique, graphène, nanocristaux de cellulose, nanotube de carbone, nitrure de bore, nitrure de carbone.
8. Solution pulvérisable selon la revendication 1 à 3, caractérisée en ce que la pulvérisation aboutisse à un revêtement transparent, discret et uniforme.
9. Solution pulvérisable selon la revendication 1 à 3, caractérisée en ce que le film formé adhère sur des surfaces de verres, de silicium, d'aluminium, de nickel, de cuivre, de plastique, de téflon, de polyamide et de polystyrène.
10. Revêtement obtenu selon les revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il soit doté d'activité antibactérienne (gram positive et gram négative) et antivirale

Figure 1.

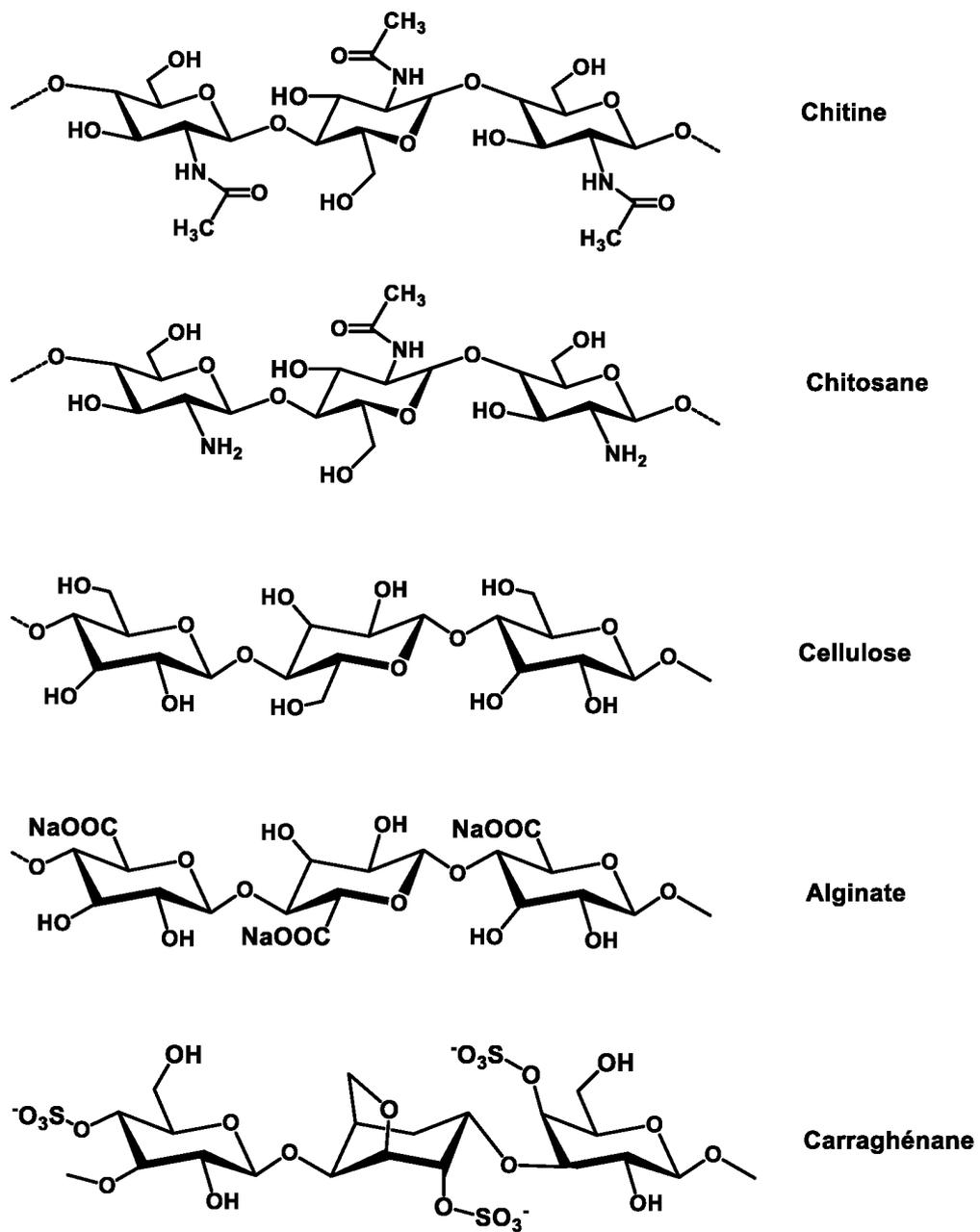


Figure 2.

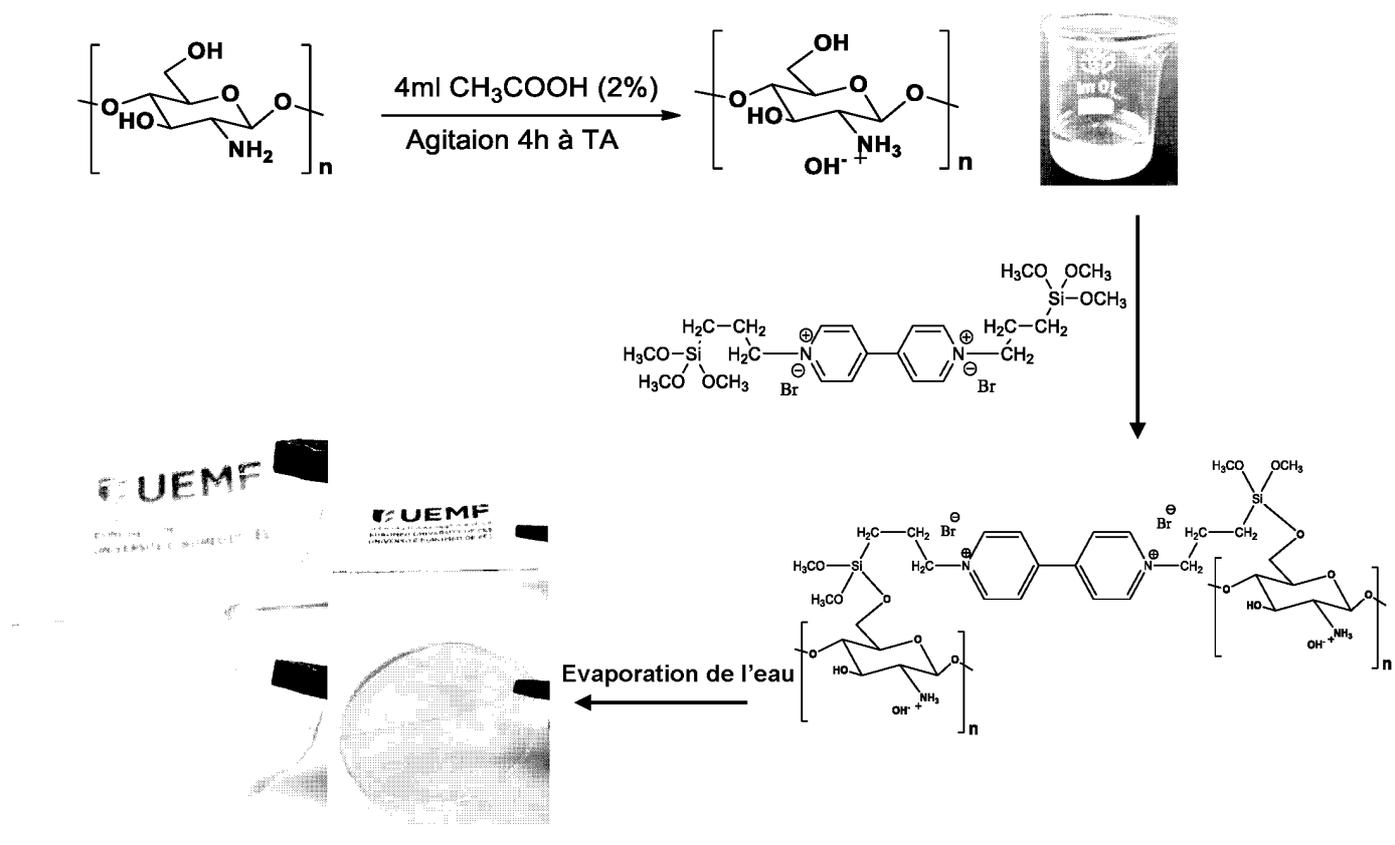




Figure 4.

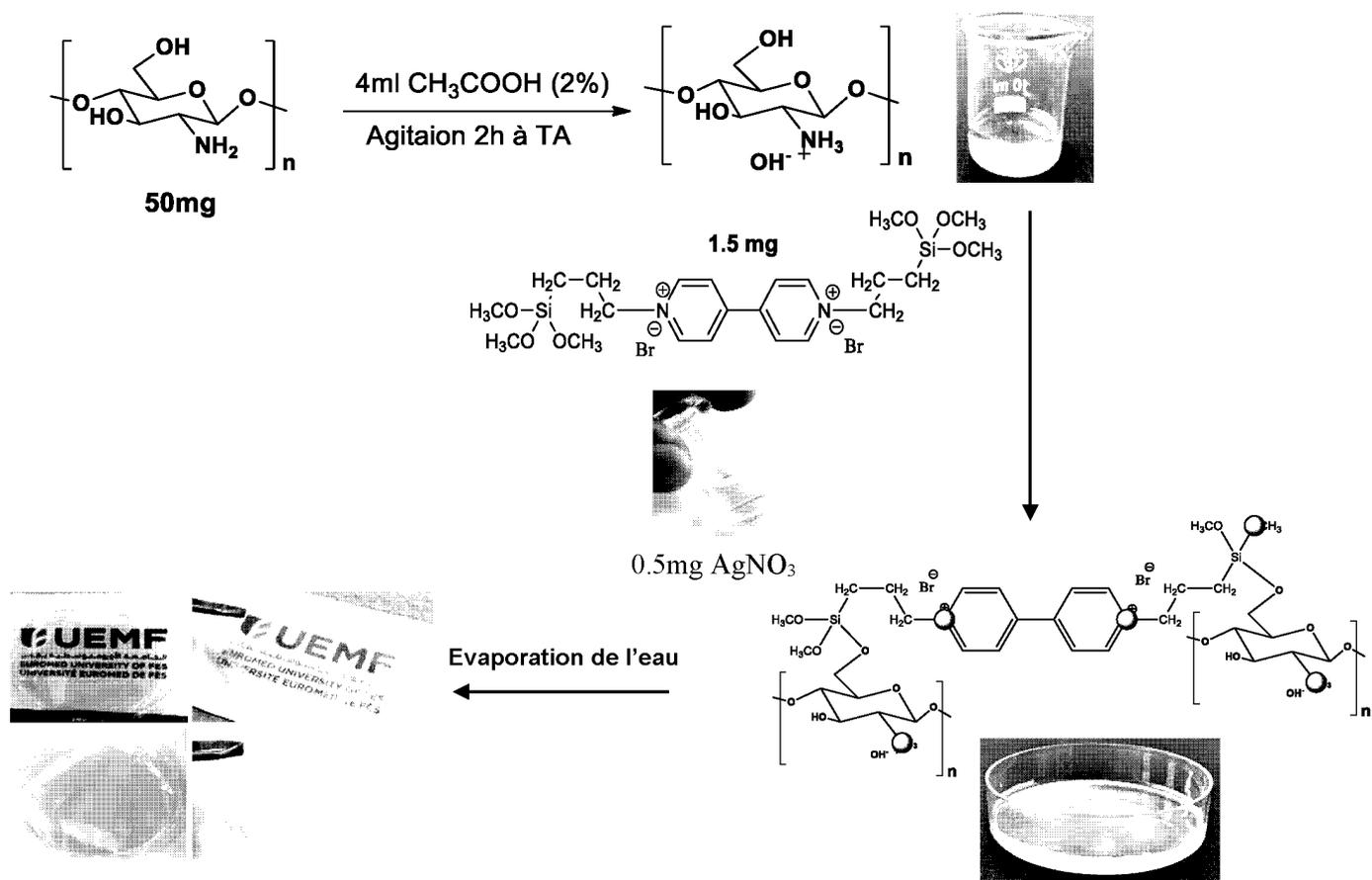
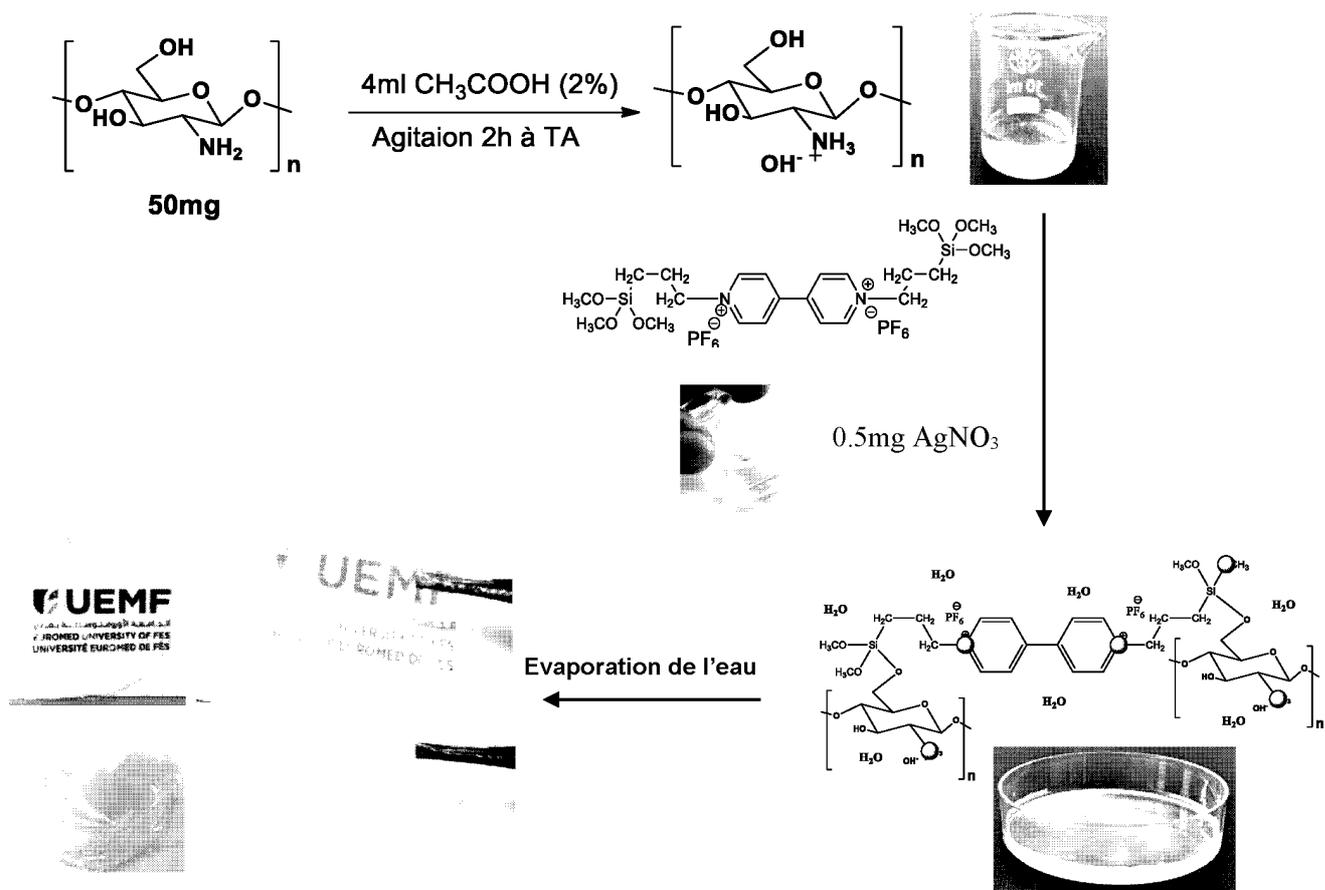


Figure 5



**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée  
par la loi 23-13)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 60439	Date de dépôt : 15/05/2023
Déposant : UNIVERSITE EUROMED DE FES	
Intitulé de l'invention : Films adhésifs antibactériens et antiviraux à base de liquides ioniques réticulables	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur : BRINI ABDELAZIZ	Date d'établissement du rapport : 04/08/2023
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



**Partie 1 : Considérations générales****Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description  
9 Pages
- Revendications  
10
- Planches de dessin  
5 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : C09D5/14 ; C09D101/00 ; C09D103/00 ; C09D105/00

CPC : C09D5/14 ; C09D101/00 ; C09D103/00 ; C09D105/00

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	CN1491974A ; CHINESE ACAD INST CHEMISTRY [CN] ; 28-04-2004 Document en entier	1-10
X	CN113234175A ; UNIV SHAANXI SCIENCE & TECH [CN] ; 10-08-2021 Document en entier	1-3
X	CN114097785A ; CHEMICAL RES INSTITUTE OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES [CN]; 01-03-2022 Document en entier	1-3

**\*Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément  
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier  
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent  
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs  
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité****Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications aucune Revendications 1-10	Oui Non
Activité inventive	Revendications aucune Revendications 1-10	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : CN114097785A  
D2 : CN1491974A  
D3 : CN113234175A

**1. Nouveauté & Activité inventive**

Le document D1 décrit un matériau antibactérien à base de polysaccharide qui comprend au moins un polysaccharide modifié cationique et au moins un matériau inorganique de conversion photo-thermique qui est sélectionné parmi les nanoparticules d'or, d'oxyde ferrique, de cuivre, de tungstène, de molybdène et au moins des nanotubes de carbone, graphène, et du phosphore noir. Ledit polysaccharide modifié cationique comprend :

- Un composé cationique (un liquide ionique) choisi parmi au moins un des composés d'ammonium, de phosphonium et des composés de guanidine et
- Une macromolécule de polysaccharide combinée avec ledit composé cationique par liaison chimique pour former un polysaccharide modifié cationique, dans laquelle la macromolécule de polysaccharide est choisi dans le groupe constitué d'amidon, chitosane, chitine, acide alginique, d'un ou plus parmi la cellulose et les dérivés de cellulose.

Le document D2 décrit une solution de cellulose comprenant un liquide ionique et de la cellulose dans laquelle le liquide ionique est choisi dans le groupe constitué de sel d'acide 1-éthyl, 3-méthylacétique imidazolium, de sel 1-allyl, 3-méthylchlorimidazolium, de sel d'acide imidazolium 1-allyl, 3-méthylacétique acide, sel d'imidazolium 1-butyl, 3-méthylacétique acide (abrégé, revendications 1-3).

Le document D3 décrit un matériau antibactérien à base de cellulose modifiée par un liquide ionique et son procédé de préparation. Le procédé est caractérisé en ce que le liquide ionique d'imidazole est greffé sur la cellulose (abrégé).

Par conséquent, l'objet des revendications 1-10 n'est pas nouveau et n'implique pas d'activité inventive conformément aux articles 26 et 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 au vu des documents D1 à D3.

## 2. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.