

TS - PHYSIQUE-CHIMIE - SPÉCIALITÉ
MATERIAUX - SÉANCE 4/6

Domaine d'étude : nouveaux matériaux

Mots-clés : nanoparticules, membranes, émulsions, textiles innovants

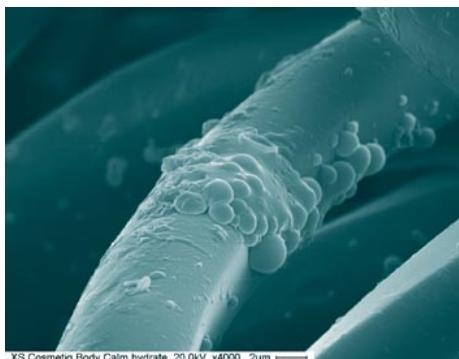
DES TEXTILES INNOVANTS...

PREMIÈRE PARTIE : DES PRINCIPES ACTIFS ENCAPSULÉS

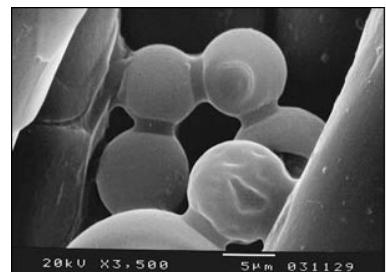
Les consommateurs apprécient les textiles ou les papiers présentant des propriétés particulières, délivrant, par exemple, un cosmétique ou un parfum dès qu'ils sont en contact avec la peau. Ces propriétés peuvent être obtenues en fixant des microcapsules aux fibres textiles ou papetières. Que sont les microcapsules et comment libèrent-elle le principe actif qu'elles contiennent ?

DOCUMENT I : LES MICROCAPSULES

La micro-encapsulation consiste à enfermer un principe actif dans des réservoirs de forme sphérique et de diamètre compris entre un micromètre et un millimètre. Les microcapsules sont ensuite fixées aux fibres textiles grâce à un liant.



Microcapsules fixées sur fibre textile

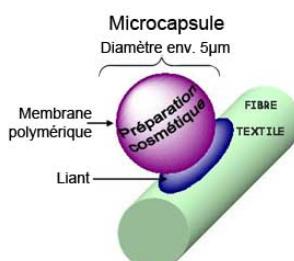


Fixation d'une microcapsule sur une fibre

On distingue deux types de microcapsules :

- Les microcapsules de protection sont des réservoirs hermétiquement clos, isolant leur contenu du milieu extérieur.
- Les microcapsules à relargage contrôlé sont des réservoirs dont les contenus sont libérés lors de la rupture de leur enveloppe. Cette libération, appelée relargage, a lieu au moment de l'éclatement des microcapsules sous l'effet d'une action mécanique (frottement, cisaillement, écrasement), de la chaleur (du corps humain ou de l'air ambiant) ou bien à la suite de la dégradation de l'enveloppe sous l'effet d'une réaction chimique (variation de pH, action des enzymes), de radiations (rayons ultraviolets de la lumière du jour), etc.

Des microcapsules peuvent être déposées ou fixées sur des fibres textiles ou papetières. On peut ainsi fabriquer des collants hydratants, des mouchoirs parfumés, des articles d'hygiène dont les microcapsules s'ouvrent suite à une variation du pH ou du taux d'humidité par exemple.



Fixation d'une microcapsule sur une fibre

D'après : IMPÉRIALI, Fabrice. *Capsules sur mesure pour tissus parfumés*. C.N.R.S., 2005. [consulté le 14-V-2013]. Disponible sur : <http://www2.cnrs.fr/journal/1904.htm>

DOCUMENT II : UN PROCÉDÉ DE FABRICATION

La polycondensation interfaciale est un procédé de fabrication in situ de la membrane des microcapsules.

Dans le cas d'un principe actif lipophile, une émulsion est réalisée en mélangeant deux solutions :

- une solution aqueuse contenant un monomère ① hydrophile et tensioactif;
- une solution organique contenant le principe actif et un monomère ② hydrophobe.

Les monomères ① et ② sont des espèces chimiques susceptibles de réagir entre elles pour former un polymère. Les deux solutions sont mélangées puis l'ensemble est émulsionné.

La réaction de polymérisation se produit à l'interface entre la solution aqueuse et la solution organique.

La taille des microcapsules obtenues, généralement comprise entre 0,5 et 100 µm, dépend de la taille des microgouttelettes de l'émulsion, elle-même liée aux conditions d'agitation du mélange.

Il est ainsi possible d'encapsuler des composés odorants, des huiles essentielles, des huiles végétales ou minérales, des vitamines, des insecticides, des bactéricides, etc.

QUESTIONS SUR LA PREMIÈRE PARTIE :

1. Rechercher des exemples d'utilisation de microcapsules de protection et de microcapsules à relargage dans des fibres textiles ou des fibres papetières.
2. Rechercher la composition de la fibre de coton et de la fibre de papier. Pourquoi est-il envisageable de fixer de la même manière des microcapsules sur des fibres de coton et des fibres de papier ?
3. Qu'est-ce qu'une émulsion ? Quel est le rôle d'un tensioactif dans la stabilisation d'une émulsion ?
4. Qu'est-ce qu'un polymère ? Quel est le rôle du polymère dans la formation des microcapsules ?
5. Faire un schéma annoté de la microcapsule obtenue par le procédé de fabrication indiqué ci-dessus.

DEUXIÈME PARTIE : DE L'ARGENT DANS NOS VÊTEMENTS

Le phénomène de transpiration, nécessaire à la régulation de la température de l'organisme durant l'effort, pose souvent un odorant problème aux sportifs. L'équipement des fibres avec des ions d'argent réduit la prolifération des bactéries et de ce fait l'apparition d'odeurs désagréables. Cet effet concerne uniquement le tissu, pas la peau.

DOCUMENT I : TEXTILES INNOVANTS

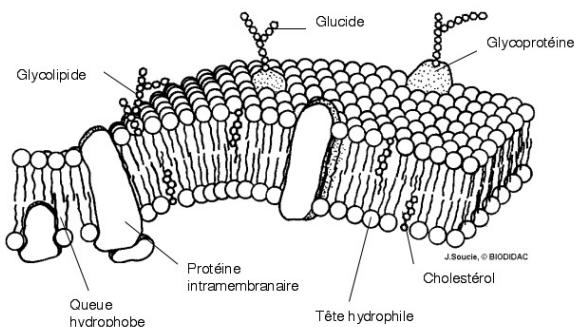
Dans le secteur textiles et habillement, ce sont les nanoparticules d'argent (Ag) qui ont la cote. L'argent est connu depuis l'Antiquité pour ses qualités « favorables » à la santé (chez les Phéniciens et les Romains). On sait aujourd'hui que l'argent est bactéricide, d'où son usage en cuisine (couverts et récipients). L'effet bactéricide de l'argent est lié au fait que ce métal s'ionise lentement. À l'état de nanoparticules, le taux d'ionisation s'accroît considérablement, ce qui en fait un puissant bactéricide. De là à l'utiliser dans le textile, il n'y a qu'un pas manifestement déjà franchi par de nombreuses firmes, en quête de nouveaux

marchés. L'argent est introduit dans les fibres pour éviter les problèmes de dégradation liés aux micro-organismes, comme les odeurs de transpiration ou la décoloration. De nombreuses marques de chaussettes et de bas intègrent cette technologie de même que des vêtements de sport. La technologie argent – en fait le recours aux nanoparticules d'argent – est évidemment toute indiquée pour les tissus à usage médical. C'est ainsi que de nombreux fabricants de bandages ont mis sur le marché des pansements à nanoparticules d'argent, vendus librement en pharmacie.

D'après : **LANNOYE, Paul.** Culture Éducative Permanente. Belgique

DOCUMENT II : STRUCTURE DE LA MEMBRANE PLASMIQUE

La membrane plasmique est la membrane qui délimite une cellule ; elle sépare le cytoplasme du milieu extérieur. Elle forme une pellicule continue de 6 à 9 nm d'épaisseur composée de phospholipides, de protéines (intracellulaires, extracellulaires ou insérées dans la double couche phospholipidique) et de molécules de cholestérol. Grâce à une perméabilité très sélective, elle joue un double rôle de protection et de contrôle des échanges entre les milieux intracellulaire et extracellulaire.



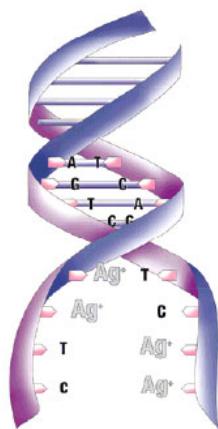
Les parties hydrophiles (têtes) des molécules de phospholipides restent en contact avec l'eau et sont chargées négativement tandis que la partie hydrophobe (queue) des phospholipides est protégée à l'intérieur de la structure.

DOCUMENT III : MODE D'ACTION DES IONS Ag⁺

Depuis ces dernières années, les ions argent sont incorporés dans les pansements modernes et bénéficient d'évaluations correspondant aux standards contemporains de traitements des plaies chroniques. L'ion argent Ag⁺ possède en effet un large spectre d'action qui englobe la quasi totalité des germes impliqués dans la colonisation des plaies chroniques ; l'argent est bactéricide avec un mécanisme d'action qui minimise le risque de sélection de mutants résistants. Enfin, l'ion argent est dépourvu de cytotoxicité préjudiciable au processus cicatriciel.

L'argent n'est actif que sous sa forme ionique Ag⁺. Il est à part dans la classification n'étant ni vraiment antiseptique, ni vraiment antibiotique. C'est pourquoi on le classe comme antibactérien. Les ions Ag⁺ ont une action bactéricide sur un grand nombre de souches et ont des effets complémentaires sur le métabolisme des bactéries :

- arrêt du processus de réplication de l'ADN bactérien ;
- diminution de la résistance de la paroi ;
- augmentation de la perméabilité au niveau de la membrane cytoplasmique bactérienne ;
- inhibition des enzymes respiratoires provoquant une asphyxie de la bactéries.



D'après : Urgo Médical. *Bactériologie des plaies*. URGO MÉDICAL, 2010.
[consulté le 14-V-2013]. Disponible sur :

<http://urgomedical.fr/Physiopathologie/La-peau-et-les-plaies/Bacteriologie-des-plaies>

QUESTIONS SUR LA DEUXIÈME PARTIE :

1. Dans les textiles, quel est l'intérêt d'utiliser des nanoparticules d'argent ?
2. En une quinzaine de lignes, décrire le mode d'action des ions argent sur une bactérie. Expliquer l'augmentation de la perméabilité de la membrane cytoplasmique bactérienne en présence d'ions argent. Indiquer la manière dont ces ions s'assimilent à l'ADN de la bactérie. Préciser la nature des liaisons rompues et des sites de fixation.