

chitosane (quelques parties par million) à une plante, on renforce la capacité de protection de la plante à l'égard des micro-organismes, voire de certains insectes, et l'on stimule la croissance de toutes les parties de la plante. On envisage des cultures sur des lits de chitosane en poudre ou, mieux, sur des formes textiles homogènes ou mixtes (incluant d'autres polymères).

Dans le domaine animal, les nombreuses expérimentations ont toutes montré que les chitines et les chitosanes favorisent la reconstruction des tissus conjonctifs. Les propriétés responsables de cette activité sont : l'immunostimulation, avec la production d'interféron, d'interleukines et de facteurs de nécrose tumoraux ; la stimulation de la migration de certaines cellules (notamment les fibroblastes) ; la stimulation de la mucoadhésion et l'accroissement de la perméabilité des épithéliums ; l'immobilisation de facteurs de croissance. D'autres propriétés sont également très utiles, notamment dans le cas du chitosane : une activité bactériostatique et fongistatique, et un effet antialgique.

Toutes ces propriétés font de la chitine et du chitosane un matériel particulièrement apprécié dans le domaine de la reconstruction cellulaire ordonnée. Les formes textiles devraient y trouver une part importante, comme c'est déjà le cas d'un pansement cicatrisant très utilisé : la Beschitin.

La chitine dans l'industrie textile

Les propriétés bactériostatiques et fongistatiques, ajoutées aux propriétés acaristatiques de cette série de copolymères laissent envisager de nombreuses applications dans divers secteurs du textile comme ceux des vêtements, de la literie, des revêtements de sols, etc. Parmi les colonies bactériennes sensibles à la présence des chitines et chitosanes, on trouve *Escherischia*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Staphilococcus*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Clostridium*, etc. Pour les champignons et levures, on trouve : *Candida*, *Fusarium*, *Scombomorus*, *Pseudoscaena*, *Botritis*, *Saccharomyces*, *Pyricularia*, etc. Les chitines et chitosanes inhibent le développement de ces micro-organismes sans engendrer de toxicité.

Si l'intérêt de la chitine et du chitosane dans le domaine textile est clair, les limites de leur utilisation sont de deux ordres : le coût élevé des fibres, en raison du prix de la matière première (surtout dans le cas du chitosane), et les propriétés mécaniques, qui sont aujourd'hui inférieures à ce qu'elles pourraient être. Néanmoins, pour certaines applications médicales directes (tissus absorbants, non tissés, gazes chirurgicales, pansements, fils de suture résorbables, etc.) ou pour des applications spéciales (sous la forme de fibres mélangées, dans des vêtements de sport, des sous-vêtements, la literie, les moquettes, etc., ou encore en revêtement d'autres fibres), ces polymères sont indiscutablement intéressants.

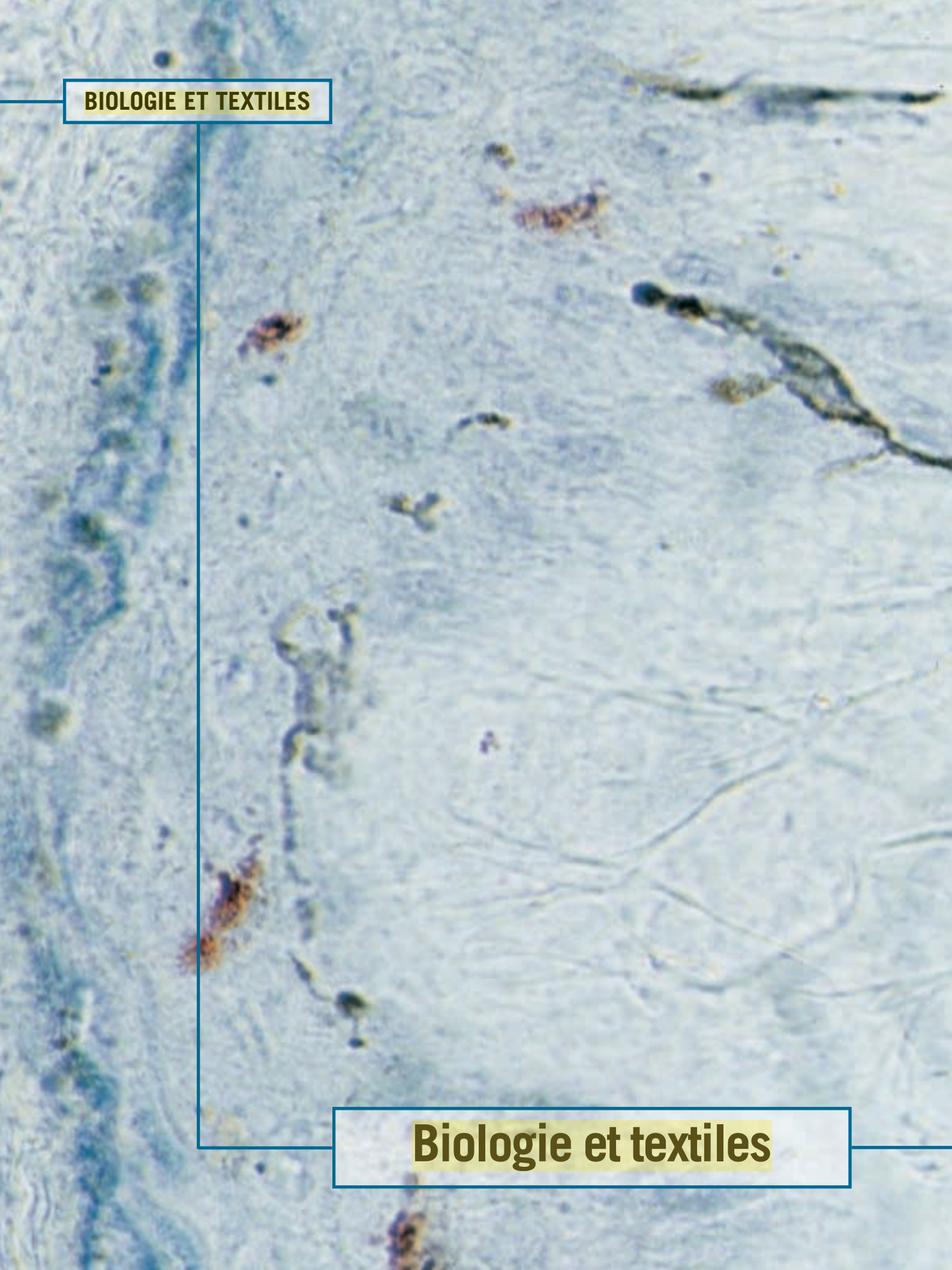
Aujourd'hui, les fils de chitine ou de chitosane ont couramment des ténacités de 2,5 grammes par denier (un denier est le nombre de grammes par 900 mètres de fil), ce qui est largement suffisant pour les applications évoquées précédemment. Toutefois les études récentes sur l'amélioration de la qualité des fibres de chitosane montrent que des fibres de haute, voire de très haute ténacité pourraient être obtenues.

Molécules anciennes par leur présence dans la biomasse comme par la date de leur découverte, la chitine et le chitosane n'intéressent l'industrie que depuis peu. On peut donc penser que l'accroissement de la recherche dans ce domaine, toujours dans une phase exponentielle, avec plus de 1 600 articles par an dont plus de 40 pour cent sont des brevets, associé à l'ensemble des propriétés considérées précédemment permet de prévoir un bel avenir à ce type de molécules, notamment dans les divers aspects de l'industrie textile.

Alain DOMARD est professeur à l'Université Claude Bernard-Lyon I et directeur du Laboratoire des matériaux polymères et des biomatériaux (UMS CNRS 5627).

Chitin Chemistry, sous la direction de G.A.F. Roberts, Macmilan Press (Londres), 1992.

Advances in Chitin Science, volume II, sous la direction de A. Domard, G.A.F. Roberts et K. Varum, Jacques André Press (Lyon), 1998.

A microscopic image of a light blue, fibrous textile surface. The surface is covered with various biological contaminants, including long, thin, dark green filamentous structures, smaller dark green clumps, and several distinct reddish-brown clusters. A thin blue line runs vertically down the left side of the image, and a horizontal blue line runs across the bottom, intersecting the vertical line.

BIOLOGIE ET TEXTILES

Biologie et textiles

Les textiles antimicrobiens

FRANÇOIS N. R. RENAUD • JEAN FRENEY

Ces textiles contiennent des substances qui régulent la multiplication des bactéries responsables de mauvaises odeurs. Ils pourraient améliorer l'hygiène et participer, peut-être, à la lutte contre les infections acquises à l'hôpital.

Plusieurs joueurs des équipes de France de football et de basket ont déjà adopté des chaussettes qui «massent» les mollets, facilitant le retour du sang dans les veines vers le cœur, ce qui améliore la circulation. Des vêtements anti-odeurs qui ne fixeraient pas – notamment – l'odeur de tabac, devraient être bientôt disponibles. Différents types de textiles aux propriétés étonnantes ont été mis au point par les industriels : des tissus lumineux par incorporation de fibres optiques ; des tissus anti-infrarouges à applications militaires (utiles pour le camouflage) ; des tissus électromagnétiques qui évitent les interférences et assurent, par exemple, un camouflage antiradar ; enfin des textiles à activité biologique, encore nommés textiles bioactifs ou biotextiles. Parmi ces derniers figurent des matelas et des moquettes anti-acariens (les parasites qui favorisent certaines allergies respiratoires et l'asthme), des moustiquaires insecticides, des tissus thermorégulateurs, ou encore des tissus qui limitent la multiplication des bactéries responsables de certaines odeurs corporelles désagréables.

Les tissus qui ont une activité antibactérienne agissent soit en protégeant le tissu lui-même contre les dégradations occasionnées par les bactéries, soit en empêchant les bactéries de proliférer. En effet, lorsque les conditions de température et d'humidité sont favorables, divers micro-organismes, des bactéries ou des champignons, présents dans le sol, dans l'eau ou dans l'air colonisent les textiles, y prolifèrent et sont responsables de leur dégradation. Certains micro-organismes libèrent des enzymes qui dégradent les fibres naturelles, comme la cellulose,

la laine ou le lin en altérant ainsi les propriétés mécaniques des textiles. D'autres micro-organismes libèrent des pigments qui colorent les textiles.

Au total, cette prolifération microbienne peut favoriser l'apparition d'odeurs non souhaitées, une modification de la texture des fibres, une diminution des propriétés mécaniques ou encore une pigmentation et, par conséquent, une dévaluation commerciale du produit. L'odeur caractéristique de «renfermé» ou de «moisi» indique une croissance fongique ou bactérienne.

Comme les mauvaises odeurs proviennent, en partie, de la multiplication de certaines espèces bactériennes ou fongiques, on doit, pour les éviter, inhiber la prolifération microbienne. Quand les tissus ne sont pas en contact avec la peau, on peut tuer tous les micro-organismes sans risques. Au contraire, quand les tissus sont en contact avec la surface cutanée, on doit limiter la prolifération, sans détruire la flore microbienne qui vit naturellement sur la peau et qui la protège.

Nous examinerons comment on réussit à maîtriser la prolifération des bactéries grâce à des biotextiles qui ont essentiellement deux objectifs : d'une part, éviter les odeurs corporelles désagréables et, d'autre part, empêcher la multiplication des bactéries. Nous verrons que les textiles à activité biologique nécessitent de concilier deux mondes apparemment incompatibles : le monde inerte des textiles et le monde du vivant, celui de l'homme, mais aussi celui des bactéries.

La peau est constituée du derme profond, recouvert de l'épiderme superficiel. Normalement, le derme ne contient pas de micro-organismes. Au contraire, l'épiderme est colonisé

par une flore dont la nature et la composition dépendent de la température, de l'humidité ou encore de l'acidité de la peau. La température de la peau n'est pas uniforme : en moyenne de 32 à 33 °C, avec des zones froides (30 °C sous la plante des pieds), et des zones chaudes (34 à 35 °C sous les aisselles et sur l'abdomen). La flore naturelle de la peau est constituée, d'une part, de la flore résidente et, d'autre part, de la flore transitaire qui, contrairement à la précédente, colonise la peau de façon temporaire.

La peau et sa flore

La flore résidente, bien adaptée au système écologique de la peau, constitue une barrière efficace contre la colonisation par les micro-organismes potentiellement nocifs de la flore transitaire. Les micro-organismes de la flore résidente sont adaptés à l'écosystème cutané, car ils trouvent dans la sueur et dans le sébum les nutriments nécessaires à leur développement (le sébum est le produit de sécrétion des glandes sébacées, généralement associées aux poils ; il est composé de corps gras et de débris protéiques). La flore résidente se développe sur la couche cornée, c'est-à-dire sur la couche la plus externe de l'épiderme. À mesure que les cellules cornées desquament (les cellules mortes se détachent, sous forme de pellicules par exemple) l'épiderme libère des bactéries. Ces squames contaminent l'environnement et notamment les vêtements.

Les zones sèches de la peau (la face externe des membres, le front) sont peu colonisées, contrairement aux zones humides (les aisselles ou le périnée).