



**LE BIOFILM PRÉSENT DANS LE CANAL OPÉRATEUR  
DES DISPOSITIFS MÉDICAUX ET DANS LES CANALISATIONS**



**FIGURE 1. Biofilm sur une surface**  
Source: Pacific Northwest National Laboratory

## RÉSUMÉ

Le biofilm constitue une agrégation d'espèces microbiennes telles que bactéries et champignons qui peuvent s'accumuler sur les surfaces et causer des infections. Les biofilms sont très résistants aux facteurs externes tels que la désinfection et constituent une préoccupation croissante dans la lutte contre les infections. La présence de biofilms dans le canal opérateur des dispositifs médicaux et dans les canalisations d'eau peut mettre en danger la vie des patients. Le dioxyde de chlore s'est révélé efficace contre les biofilms et pourrait être utilisé pour gérer et prévenir la formation de biofilm dans le canal opérateur des dispositifs médicaux et dans les canalisations.

## INTRODUCTION

Un biofilm consiste en une couche de microorganismes qui se fixent à une surface. Ils sont contenus dans une matrice de polysaccharides appelés substances polymères extracellulaires (SPE). Cette matrice, produite par les microorganismes eux-mêmes, est principalement composée de polysaccharides, de protéines, d'acides nucléiques et de lipides<sup>1</sup>, et offre stabilité et protection à l'organisme. Le biofilm est formé d'espèces bactériennes et fongiques<sup>2</sup>, mais les microorganismes eux-mêmes ne représentent qu'une faible proportion de l'ensemble du biofilm (moins de 10 %), la matrice représentant plus de 90 % de la structure. La figure 1 représente un biofilm sur une surface.

La matrice forme une barrière protectrice qui protège les microorganismes qu'elle contient contre la dessiccation et l'action d'agents biocides<sup>1</sup>, et contre de nombreux autres facteurs environnementaux externes qui pourraient léser ou détruire les microorganismes dans leur état planctonique (état où ils circulent librement en solution)<sup>3</sup>. Des données probantes ont révélé que dans certains cas, certains biocides, comme l'alcool, peuvent fixer les protéines sur les surfaces. Il a été démontré que l'exposition de surfaces contaminées à l'alcool augmentait l'adhérence des protéines bactériennes, accroissant ainsi la difficulté du nettoyage<sup>4</sup>.

Des biofilms peuvent se former sur une grande variété de surfaces, y compris celles de dispositifs médicaux placés à demeure chez le patient. Ils peuvent aussi se former dans les canalisations d'eau industrielle ou potable<sup>5</sup>.

Le biofilm qui se développe dans les systèmes à base d'eau est très complexe, composé de bactéries filamenteuses et contenant des produits de corrosion, des matériaux argileux et des diatomées d'eau douce. Quant au biofilm présent sur les dispositifs médicaux, il semble être composé d'un seul organisme coccoïde associé à sa matrice constituée de substances polymères extracellulaires (SPE)<sup>6</sup>.

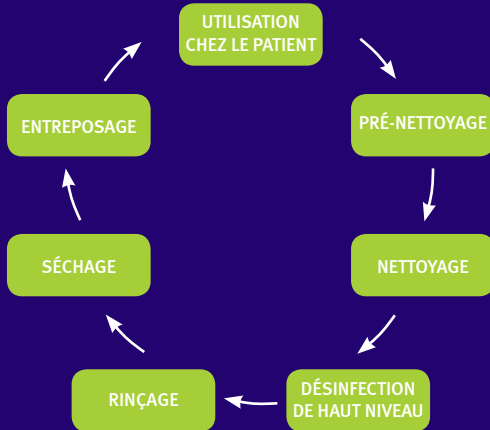
La formation de biofilms dans le canal opérateur de dispositifs médicaux tels que les endoscopes et dans les tubulures ou canalisations des laveurs-désinfecteurs et d'autres systèmes à base d'eau est une préoccupation majeure dans le secteur de la santé. Cette contamination représente en effet une menace pour les patients et le personnel médical

## BIOFILM DANS LE CANAL OPÉRATEUR DES DISPOSITIFS MÉDICAUX

De nombreuses études ont porté sur la présence de biofilms dans le canal opérateur des endoscopes. Les endoscopes sont particulièrement difficiles à décontaminer car ils sont vulnérables à la chaleur et ne peuvent donc pas être stérilisés par la chaleur. Une méthode courante de décontamination des endoscopes comportant un canal opérateur est la désinfection de haut niveau à l'aide d'un « retraiteur d'endoscope automatisé » ou AER [automated endoscope reprocessor].

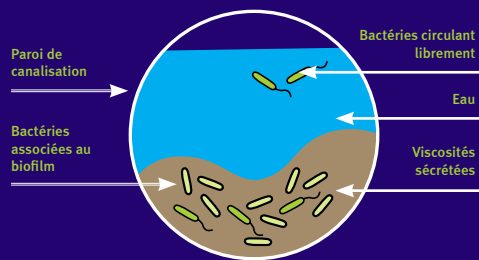
La désinfection de haut niveau n'est qu'une partie du processus de retraitement. La figure 2 illustre l'ensemble du cycle de retraitement d'un dispositif médical tel qu'un endoscope. Le nettoyage, le rinçage, le séchage et l'entreposage sont également importants dans ce processus. Si ces étapes ne sont pas exécutées correctement, l'étape de désinfection de haut niveau peut être compromise et cela peut entraîner la survie des microorganismes et par conséquent la formation de biofilms.

Selon Pajkos et coll. (2004), la présence de biofilm peut contribuer à l'échec de la décontamination avant réutilisation du fait que le biofilm protège les microorganismes de l'action du désinfectant. Pajkos et coll. (2004) ont montré que sur 13 endoscopes qui avaient été envoyés dans un centre chargé de l'entretien des endoscopes, 5 d'entre eux (38,5%) présentaient un biofilm dans les canaux d'aspiration et de biopsie. Alfa et coll. (2017) ont découvert qu'un biofilm avec accumulation de matériel fixe, qualifié de « biofilm accumulé » ou BBF [build-up biofilm], peut se développer dans le canal opérateur des endoscopes flexibles après plusieurs cycles d'utilisation chez les patients et de retraitement<sup>7</sup>. La présence détectée de biofilms donne à penser que les méthodes actuelles de retraitement des endoscopes sont inadéquates et qu'elles ne permettent pas d'éliminer efficacement la contamination. Sciortino et coll. (2004)<sup>8</sup> ont évalué les méthodes de retraitement des endoscopes en utilisant un système de détection de l'adénosine triphosphate (ATP). Ils ont conclu que les endoscopes ayant déjà une certaine ancienneté présentaient des canaux internes contenant encore des biofilms, preuve que le nettoyage n'avait pas été adéquat. De fait, les dommages et défauts présents sur la surface de ces dispositifs ont été associés à l'accumulation de microorganismes et de souillures résiduelles.



**FIGURE 2. Cycle de retraitement d'un dispositif médical tel qu'un endoscope**

Source: <https://www.cdc.gov/legionella/wmp/overview/growth-and-spread.html>



**Figure 3. Biofilm se formant à l'intérieur d'une conduite d'eau**

Source: Centers for Disease Control and Prevention

Un rinçage et un séchage inadéquats après la désinfection de l'endoscope sont des facteurs contribuant à la formation de biofilms dans son canal opérateur. L'humidité qui reste dans les canaux de l'appareil après un processus de rinçage/séchage inadéquat peut être un facteur contribuant au développement du biofilm. Cette humidité est probablement due au fait que l'eau qui s'écoule à travers les AER contient des microorganismes d'origine hydrique tels que *Pseudomonas aeruginosa* et *Mycobacterium spp*<sup>9</sup>. L'environnement humide fournit des conditions optimales pour que les microorganismes se développent et forment un biofilm.

Ces biofilms retiennent une agrégation de microorganismes qui prolifèrent, développant ainsi la structure du biofilm. L'eau contaminée qui est pompée par l'AER et utilisée pour rincer les endoscopes après désinfection peut donc entraîner une recontamination des appareils. Ofstead et coll. (2008) ont évalué trois hôpitaux pour leurs pratiques de retraitement, de séchage et d'entreposage des endoscopes<sup>10</sup>. La présence de liquide a été détectée dans 22 des 45 endoscopes examinés (49%). La rétention de liquide était associée à une concentration d'adénosine triphosphate (ATP) significativement plus élevée ( $P < 0,01$ ), laquelle est un indicateur de la présence d'organismes vivants. La majorité des endoscopes (71%) abritaient une croissance microbienne, y compris des moisissures et des agents pathogènes d'origine hydrique. Des concentrations d'ATP supérieures à la concentration de l'environnement (= 40 URL [unités relatives de lumière]) ont été observées dans 69% des endoscopes prêts à être utilisés chez les patients, et des concentrations très élevées d'ATP (= 200 URL) ont été observées dans 22% des endoscopes.

Les bactéries qui subsistent dans l'environnement humide de l'AER à la fin du cycle de retraitement peuvent proliférer et former des biofilms. Les bactéries libérées ensuite par ces biofilms contaminent encore davantage l'AER, ce qui entraîne une recontamination de la dernière eau de rinçage et peut par la suite recontaminer les endoscopes déjà désinfectés<sup>11</sup>. Il est donc crucial que l'eau utilisée pour rincer les dispositifs après la désinfection soit exempte de contamination microbienne afin que l'étape de désinfection ne soit pas compromise. Le rinçage avec une eau exempte de tout agent microbien est aussi important dans le cycle de retraitement qu'une désinfection de haut niveau adéquate.

## BIOFILM DANS LES AER ET LES CANALISATIONS

La présence de biofilm est très fréquente dans les canalisations, tant dans les réseaux industriels que dans les réseaux d'eau potable. La figure 3 fournit une représentation visuelle du biofilm dans un tuyau. Les biofilms présents dans les réseaux de distribution d'eau peuvent entraîner la corrosion des conduites et comportent en outre des risques pour la santé.

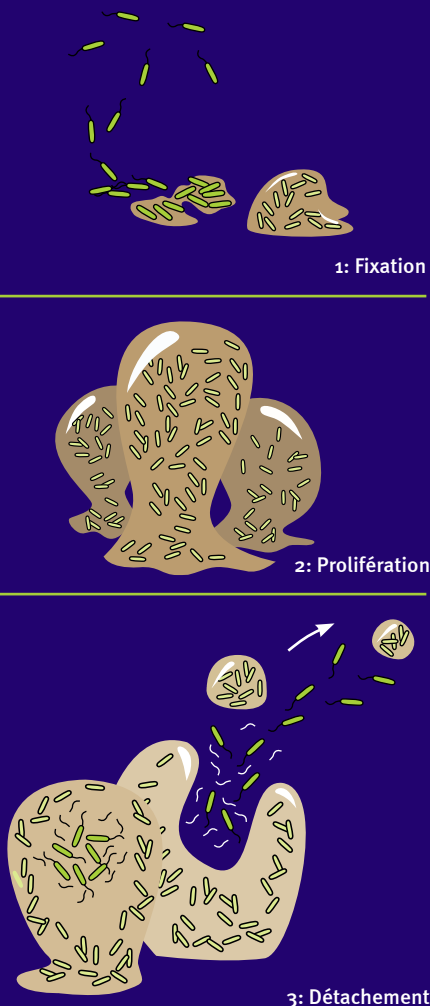
Un biofilm peut également se former dans les tubulures des AER, ce qui entraîne la contamination de l'eau de rinçage des endoscopes après désinfection. De plus, lorsque de l'eau contaminée est utilisée pour les cycles de nettoyage et de désinfection, cela peut compromettre l'efficacité des solutions de nettoyage et de désinfection. Il peut s'ensuivre une recontamination ou une décontamination inadéquate de l'appareil qui, s'il n'est pas correctement séché et entreposé, peut présenter des conditions favorables à la croissance des microorganismes. Cela risque de donner lieu à la formation et l'expansion d'un biofilm. Selon une enquête réalisée en 2008 aux Pays-Bas par l'Institut national de la santé publique et de l'environnement (RIVM – Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu), moins de 5% des hôpitaux contrôlent régulièrement la qualité de l'eau utilisée pour le rinçage des endoscopes dans les AER. Il semble donc que peu d'importance soit accordée à la qualité de l'eau. Les AER eux-mêmes sont difficiles à désinfecter en raison de leur conception complexe et certaines surfaces peuvent rester humides, ce qui entraîne la prolifération bactérienne et la formation de biofilms dans les canaux des AER. Ces biofilms présents dans les tubulures des appareils peuvent libérer des bactéries susceptibles de recontaminer lors du rinçage final les endoscopes déjà désinfectés précédemment<sup>12</sup>.

Afin d'éviter la contamination de l'eau circulant dans les tubulures de l'AER et la recontamination subséquente des appareils, il est primordial de maintenir l'AER exempt de toute présence microbienne. Les AER devraient être régulièrement désinfectés pour prévenir la formation et l'accumulation de biofilms.

Mahapatra et coll. (2015) ont recueilli 187 isolats bactériens à partir de 45 échantillons d'eau provenant de canalisations d'eau potable. Sept échantillons ont révélé la présence d'une seule bactérie, et tous les autres (38 échantillons) contenaient des associations de multiples bactéries. Les isolats identifiés étaient *Acinetobacter spp* (44), *Pseudomonas spp* (41), *Klebsiella spp* (36), *E. coli* (22), *Staphylococcus aureus* (14), *Aeromonas spp* (2) et *Enterococcus spp* (28). Des biofilms ont été détectés dans 19,78 % des isolats (soit 37 d'entre eux)<sup>13</sup>. Les auteurs de l'étude ont constaté que dans la plupart des cas, les bactéries à l'origine des biofilms étaient *Pseudomonas* et *Acinetobacter spp*.

Ces cellules bactériennes peuvent se fixer sur la paroi des canalisations et former un biofilm qui libérera ensuite les microorganismes dans l'eau<sup>13</sup>. La figure 4 illustre la fixation et la croissance du biofilm et son rejet subséquent dans l'environnement. Les microbes aquatiques sont bien adaptés à la faible teneur en nutriments et à la température froide de l'eau du réseau de distribution et peuvent facilement survivre lorsqu'ils sont rejetés dans l'eau. Les organismes présents dans les biofilms tendent à devenir plus résistants aux antibiotiques et à certains désinfectants<sup>13</sup> et constituent un réservoir d'organismes pathogènes qui, une fois libérés du biofilm, peuvent contribuer à la propagation des infections. Les réseaux de distribution d'eau potable abritent ainsi une communauté microbienne diversifiée fixée aux parois des conduites où prolifèrent les biofilms<sup>14</sup>. Des patients immunocompromis sont particulièrement vulnérables lorsqu'ils sont exposés au risque d'infection par de l'eau contaminée.

L'ajout de faibles concentrations de dioxyde de chlore dans l'eau est l'un des rares moyens utilisés pour éliminer et prévenir la formation de biofilm dans les réseaux d'eau.<sup>13</sup>



**Figure 4. Cycle de vie du biofilm**

Source: Montana State University

## CONCLUSION

La problématique des biofilms est une préoccupation croissante dans le milieu médical parce qu'un biofilm peut se former et proliférer rapidement dans le canal opérateur de dispositifs médicaux, en particulier les endoscopes et les tubulures des laveurs désinfecteurs d'endoscope du type AER [automated endoscope reprocessor].

La présence de biofilms dans le canal opérateur de ces dispositifs est due en grande partie à des méthodes de retraitement inadéquates d'une part, et à des difficultés physiques de désinfection d'autre part.

Une attention particulière doit être accordée au retraitement des endoscopes, car le canal opérateur d'un endoscope abrite des microorganismes qui, lorsque le dispositif est mal désinfecté ou entreposé, peuvent proliférer et former des biofilms.

Si les canalisations sont contaminées par un biofilm, les bactéries libérées dans le flux d'eau peuvent recontaminer l'appareil lors du rinçage post-désinfection. Elles peuvent aussi contaminer l'eau potable, ce qui constitue une autre source potentielle d'infection. Une méthode rigoureuse de décontamination doit être appliquée afin de contrôler la formation de biofilms.

L'étude réalisée avec le dioxyde de chlore présentée dans cet article montre que cette méthode chimique pourrait offrir une solution potentielle à ce problème croissant. Bien qu'il soit nécessaire de mener d'autres études sur cette problématique, ces premiers résultats sont prometteurs et fournissent une bonne indication du potentiel du dioxyde de chlore dans la destruction et la prévention du biofilm.

## DIOXYDE DE CHLORE ET BIOFILM

Le dioxyde de chlore (ClO<sub>2</sub>) s'est révélé efficace contre le biofilm de *Pseudomonas aeruginosa* mis en culture dans des tubes simulant les canaux internes des endoscopes. Il s'est également révélé efficace pour réduire quantitativement les protéines et les polysaccharides qui constituent la structure du biofilm.

Dans l'étude réalisée par le laboratoire Biotech-Germade<sup>15</sup> suivant la norme EN ISO 15883:16, des fragments de tubes ont été utilisés pour simuler les canaux internes des endoscopes. L'étude visait à évaluer si le dioxyde de chlore pouvait être utilisé comme mesure curative et/ou préventive dans la lutte contre les biofilms. L'étude a évalué l'efficacité du dioxyde de chlore sur une période de quatre semaines (20 jours ouvrables). L'efficacité de deux traitements (l'un préventif et l'autre curatif) a été évaluée en analysant le nombre de bactéries viables, de protéines et de polysaccharides résiduels par unité de surface de tubes initialement contaminés et de tubes initialement stériles afin d'évaluer, respectivement, l'élimination et le contrôle du biofilm. Chaque lignée d'essai comprenait deux tubes initialement contaminés par un biofilm de *Pseudomonas aeruginosa* et un tube initialement stérile.

La première lignée d'essais a consisté en un traitement en continu avec 10 litres de 5 parties par million (ppm) de ClO<sub>2</sub> 10 fois par jour à titre préventif. Le flux continu de l'activité chimique du ClO<sub>2</sub> à travers le tube a induit une réduction rapide du nombre de bactéries viables fixées sur ses parois. Le nombre de bactéries viables adhérant à la surface testée est passé de 2,7 x 10<sup>9</sup> UFC/cm<sup>2</sup> à moins de 1,0 x 10<sup>2</sup> UFC/cm<sup>2</sup> après un peu plus de deux jours (56 heures) (c'est-à-dire après 30 x 10 litres de solution de ClO<sub>2</sub> à 5 ppm). Ce traitement préventif a également permis de réduire la quantité de protéines et de polysaccharides. La quantité résiduelle de protéines et de polysaccharides est en effet passée respectivement de 44,5 µg/cm<sup>2</sup> et 13,8 µg/cm<sup>2</sup> à 2,2 µg/cm<sup>2</sup> et 0,5 µg/cm<sup>2</sup> après 392 heures. Cette quantité réduite est restée stable jusqu'à la fin de la période d'essai avec une valeur moyenne de ~1,4 µg/cm<sup>2</sup> pour les protéines et de ~1,5 µg/cm<sup>2</sup> pour les polysaccharides. La répétition de ce traitement par une solution de ClO<sub>2</sub> à 5 ppm a induit la diminution du nombre de bactéries *P. aeruginosa* viables mais aussi des protéines et polysaccharides, ce qui a permis de maîtriser le développement du biofilm présent dans le tube.

La deuxième lignée d'essais a consisté en un traitement deux fois par jour par une solution de ClO<sub>2</sub> à 50 ppm pendant cinq minutes comme mesure curative. Pour cette évaluation curative, le ClO<sub>2</sub> a exercé son effet chimique via un ajout à de l'eau du robinet utilisée ensuite pour rincer le tube. Le traitement deux fois par jour par 50 ppm de ClO<sub>2</sub> a entraîné l'élimination des constituants du biofilm. Le nombre de bactéries viables est passé de 5,7 x 10<sup>9</sup> UFC/cm<sup>2</sup> à moins de 5 UFC/cm<sup>2</sup> en moins de 120 heures. Avec des temps de contact plus longs, aucune bactérie viable n'a plus été récupérée sur les surfaces initialement contaminées du tube. Ce traitement curatif a également réduit le nombre de protéines et de polysaccharides. Un traitement de cinq minutes deux fois par jour avec une solution de ClO<sub>2</sub> à 50 ppm induit une élimination totale et irréversible des composants du biofilm (bactéries fixées, protéines et polysaccharides). Ce traitement a montré que le dioxyde de chlore peut être utilisé pour contrôler la formation du biofilm.

La troisième lignée d'essais n'a pas inclus de traitement par le dioxyde de chlore, elle a consisté en l'apport de 10 litres d'eau du robinet 10 fois par jour incluant l'utilisation d'un filtre adapté de 0,2 µm visant à éliminer les bactéries de l'eau. Cette lignée d'essais a été utilisée comme système de référence pour la production d'eau exempte de bactéries. Le filtre a permis de contrôler la qualité microbienne de l'eau produite, mais malgré son utilisation, les échantillons d'eau prélevés n'étaient pas exempts de contamination microbienne.

La quatrième lignée d'essais n'a pas inclus de traitement par le dioxyde de chlore, elle a consisté en l'apport de 10 litres d'eau du robinet filtrée 10 fois par jour et a servi de témoin. L'essai effectué avec la lignée témoin a montré une élimination partielle du biofilm résultant d'un effet de lavage de l'eau circulant dans le tube, mais des bactéries résiduelles restaient capables de coloniser les surfaces voisines ou de contaminer l'eau en circulation.

Les deux scénarios avec le dioxyde de chlore (lignées d'essais 1 et 2) démontrent que le biofilm peut être efficacement évacué et éliminé des tubes par rinçage avec une solution de dioxyde de chlore.



<sup>15</sup>Flemming and Wingender (2010). The biofilm matrix. *Nature Reviews Microbiology*, 8(9): 623-33.

<sup>16</sup>Lynch and Robertson (2008). Bacterial and Fungal Biofilm Infections. *Annual Review of Medicine*, 59(1): 415-28.

<sup>17</sup>Garrett et al. (2008). Bacterial adhesion and biofilms on surfaces. *Progress in Natural Science*, 18(9): 1049-56.

<sup>18</sup>Costa et al. (2017). Alcohol fixation of bacteria to surgical instruments increases cleaning difficulty and may contribute to sterilization inefficacy. *American Journal of Infection Control*, 45(8): 81-86.

<sup>19</sup>Donlan R. M. (2002). Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerging infectious diseases*, 8(9): 881-90.

<sup>20</sup>Pajkos et al. (2004). Is biofilm accumulation on endoscope tubing a contributor to the failure of cleaning and decontamination? *Journal of Hospital Infection*, 58(3): 224-29.

<sup>21</sup>Alfa et al. (2017). A novel polytetrafluoroethylene-channel model, which simulates low levels of culturable bacteria in buildup biofilm after repeated endoscope reprocessing. *Gastrointestinal Endoscopy*, 86(3): 442-51.

<sup>22</sup>Sciortino et al. (2004). Assessment of a novel approach to evaluate the outcome of endoscope reprocessing. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 25(4): 284-90.

<sup>23</sup>Kovaleva (2017). Endoscope drying and its pitfalls. *Journal of Hospital Infection*, 97(4): 319-28.

<sup>24</sup>Ofstead et al. (2018). Residual moisture and waterborne pathogens inside flexible endoscopes: Evidence from a multisite study of endoscope drying effectiveness. *American Journal of Infection Control*, 46(6): 689-96.

<sup>25</sup>National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) (2009). Quality of the final rinse water for endoscope washer disinfectors. A literature review. Report 360050019/2009.

<sup>26</sup>Roberts (2013). The role of biofilms in reprocessing medical devices. *American Journal of Infection Control*, 41(5): 77-80.

<sup>27</sup>Mahapatra et al. (2015). Study of Biofilm in Bacteria from Water Pipelines. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(3): 9-11.

<sup>28</sup>Douterelelo et al. (2016). Dynamics of Biofilm Regrowth in Drinking Water Distribution Systems. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(14): 4155-68.

<sup>29</sup>Biotech-Germade (2004). Evaluation of The Biocidal Activities of Tristel Chlorine Dioxide Solution Against Biofilm. Document number 254.TRI.04.

<sup>30</sup>pr EN ISO 15883-1:2003 Washer Disinfectors Part 1: General requirements definitions and tests.

**Tristel**

Établi par: Tristel Solutions Limited, Lynx Business Park, Cambs, UK, CB8 7NY  
T +44 (0) 1638 721500 - E mail@tristel.com - W www.tristel.com

Suisse: Tristel AG, Sandgrube 29, CH-9050, Appenzell  
T +41 715670658 - E schweiz@tristel.com

Belgique et Grand-Duché Luxembourg: Tristel SA, Anvers, Belgique  
T 03 889 26 40 - E belgium@tristel.com

France: Tristel SaS, 130, Boulevard de la Liberté, 59000 Lille  
T 03 66 88 01 84 - E france@tristel.com

Informations sur les brevets : <http://www.our-patents.info/tristel>

**Tristel**<sup>™</sup>  
WE HAVE CHEMISTRY.