



Interreg



Cofinancé par
l'Union Européenne
Medegefinancierd door
de Europese Unie

France - Wallonie - Vlaanderen



AntiRési

Amélioration des propriétés antibactériennes des textiles et des matériaux composites grâce à la fonctionnalisation avec des phages

Verbetering van de antibacteriële eigenschappen van textiel en composietmaterialen door faagfunctionalisering

10/06/2025

Contexte et problématique

➤ Adopter des solutions antibactériennes de produits:

- Nombreux matériaux (textile, composites et polymères, céramique, métal, ...)
- Sur des produits mono- ou des multi-matériaux
- Agents antibactériens adaptés aux bactéries visées et fonction de l'application, de l'environnement, ...



Adopter des solutions antibactériennes est une problématique pluridisciplinaire

Matériaux, procédés, mécanique, ingénierie, biologie, durabilité...

10/06/2025

AntiRési

Approche et CDC pour une application donnée

Quels matériaux/procédés?

Quels agents antibactériens et comment le produire?

Quand et comment intégrer les agents ?

Type de fonctionnalisation (surface/cœur/en robage)?

Processabilité ?

Propriétés induites: biologiques, physicochimiques, mécaniques, ... ?

Durabilité selon la stratégie ?

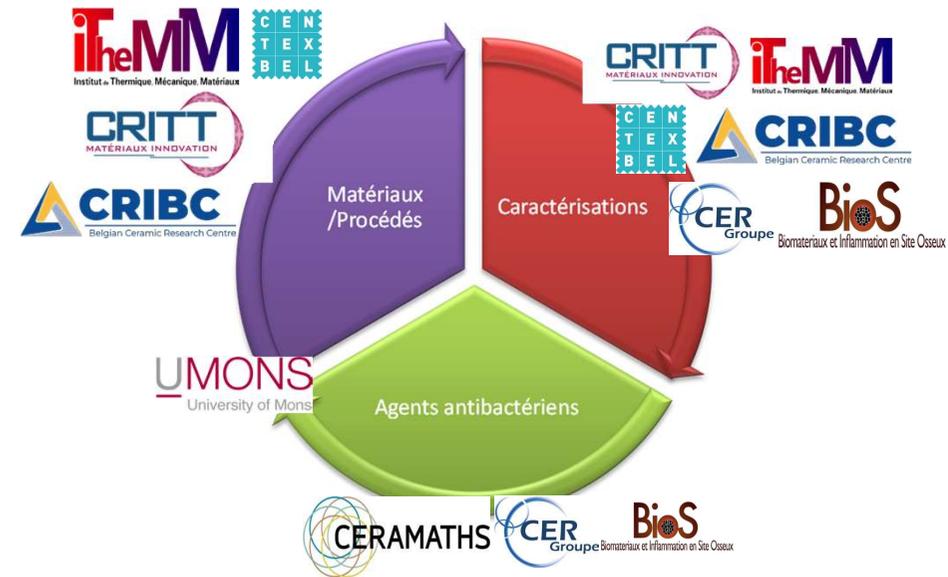
Comment qualifier/certifier la solution?

.....

AntiResi → Compétences pluridisciplinaires + Plateformes complémentaires

→ Adresser divers couplets matériaux/procédés/agents et leur validation pour diverses applications.

10/06/2025



Exemple du composite/polymère et textile

AntiRési

Etude de solutions antimicrobiennes sur trois types de matériaux: Textile + polymère + composites

- Intégration avec différentes stratégies (traitement de surface, - Cœur du matériau, Coating bi-matériaux) → Quelles efficacité antimicrobienne et quelle durabilité ?
- Quelle étape du procédé intégrer les agents? → inclure à la chaîne de valeur

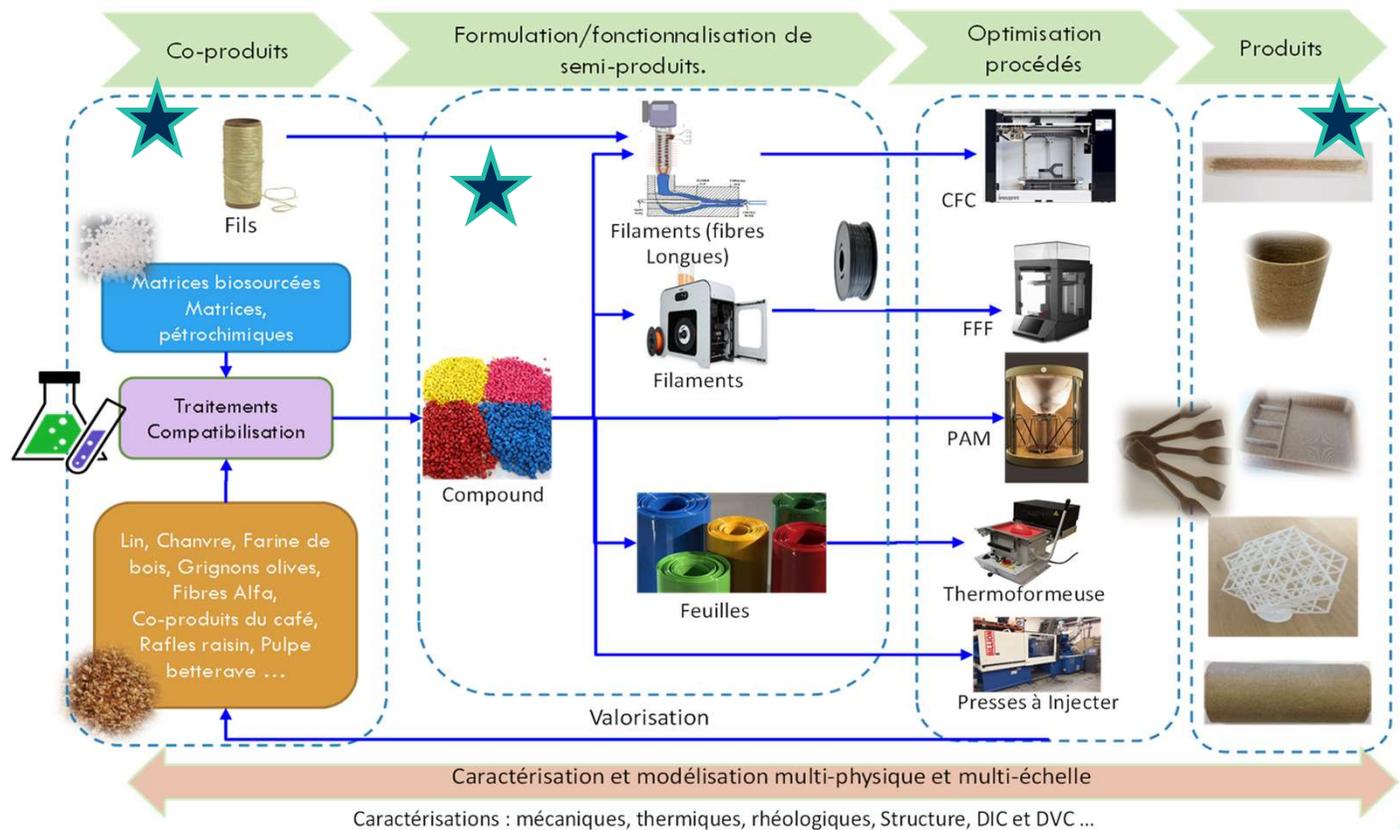
	Textile	Polymère	Composite/multi-matériaux
Partenaire Matériau/process	Centexbel	ITheMM	ITheMM + Centexbel
Application visée	Sport + médical 	Prothèses/orthèses/(Jouets) 	Medical (orthèses, corset), autres 
Mode ajout agent	Surface / dans le matériau	Surface /enrobage/ dans le matériau	Surface/dans le matériau
Agents	Ceramaths/CER/commerciaux	Ceramaths/CER/commerciaux	Ceramaths/CER/commerciaux
Tests biologiques	BIOS, CER	BIOS, CER	BIOS, CER

10/06/2025

AntiRési

- ★ Intégration des agents antibactériens
- Intégration agent sur matières premières, semi-produits ou pièces finales.
- Utilisation de filaments commerciaux
- Formulation de feedstock pour FA de céramiques

Maîtrise de la Chaîne de valeur des Polymères chargés et de composites



Traitement de surface des matériaux céramiques

Matériaux céramiques : alumine, zircone, phosphate de calcium...
Exemples d'applications pour lesquelles un traitement antibactérien est nécessaire:



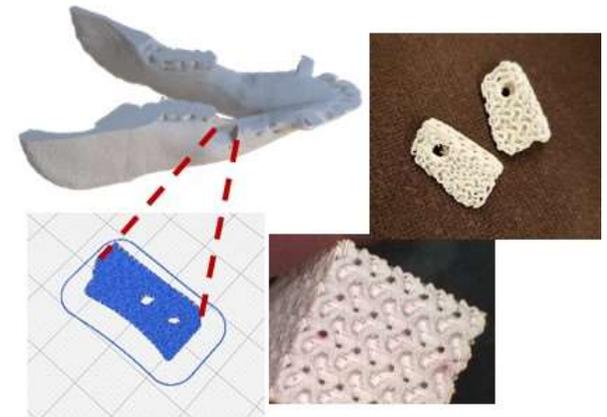
Pièce de robinetterie alumine



Implants et couronnes dentaires en zircone



Eléments de prothèse



Pièces macroporeuses en CaP pour la régénération osseuse



Quelles solutions antibactériennes?

- Dépôt de revêtement céramique de type ZnO + Al par frittage laser ou chimie douce
- Fabrication à partir de matériaux dopés (Ag, Cu, etc.)
- Traitement laser

Utilisation de feedstock polymère/céramique pour la fabrication de matériaux céramiques tests

Stéréolithographie



Pellets AM



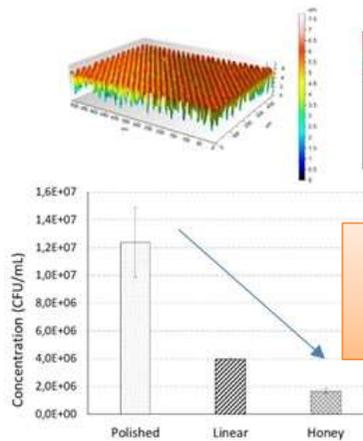
Robocasting



Usinage laser 5 axes



Dépôt de couche ZnO+Al, frittée par traitement laser



Traitement laser de surface pour améliorer les propriétés antibactériennes

Système hybride de traitement laser



Exemple du composite céramique

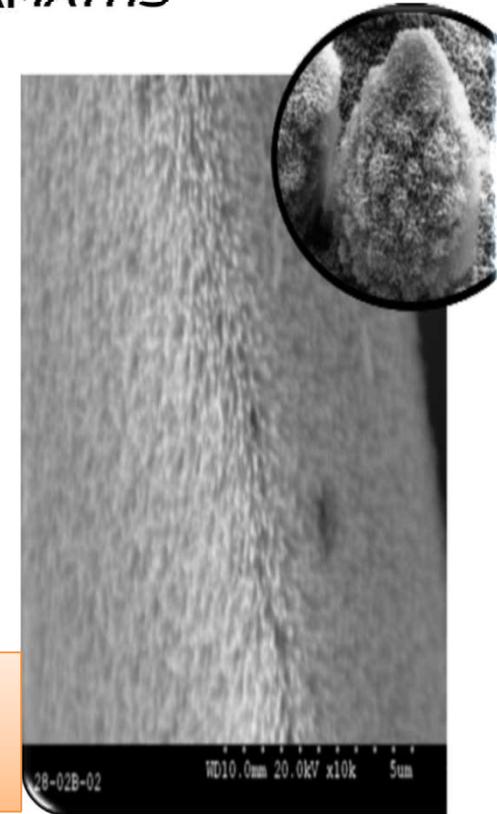


Production de poudres céramiques dopées par des agents antibactériens

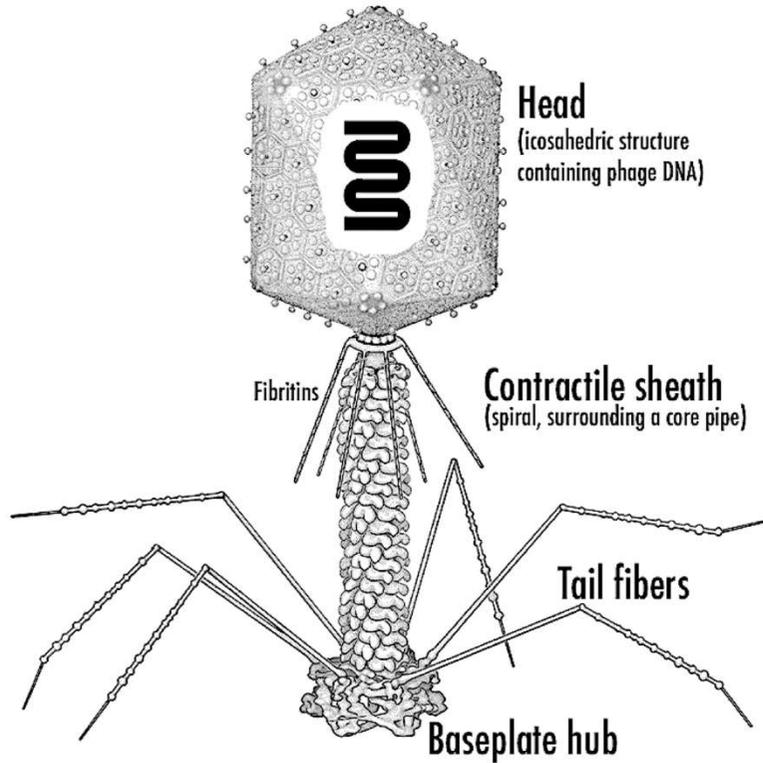
- Type de poudres : HA, β -TCP, biphasiques,
- Synthèse en voie liquide
- Poudres dopées chimiquement (Cu, Ag, F,....)
- Poudres dopées biologiquement (phages, protéines,...)

Revêtements céramiques antibactériens, par chimie douce

- Revêtement ZnO, TiO₂ (Sol-Gel, laser)
- Revêtements polymères + poudres dopées



Un antibactérien innovant : les phages



Harada et al., (2018)

Nombreux avantages

- Grande diversité de phages
- Spectre d'hôte restreint
- Activité anti-biofilm
- Incapacité de cibler des cellules eucaryotes

10/06/2025

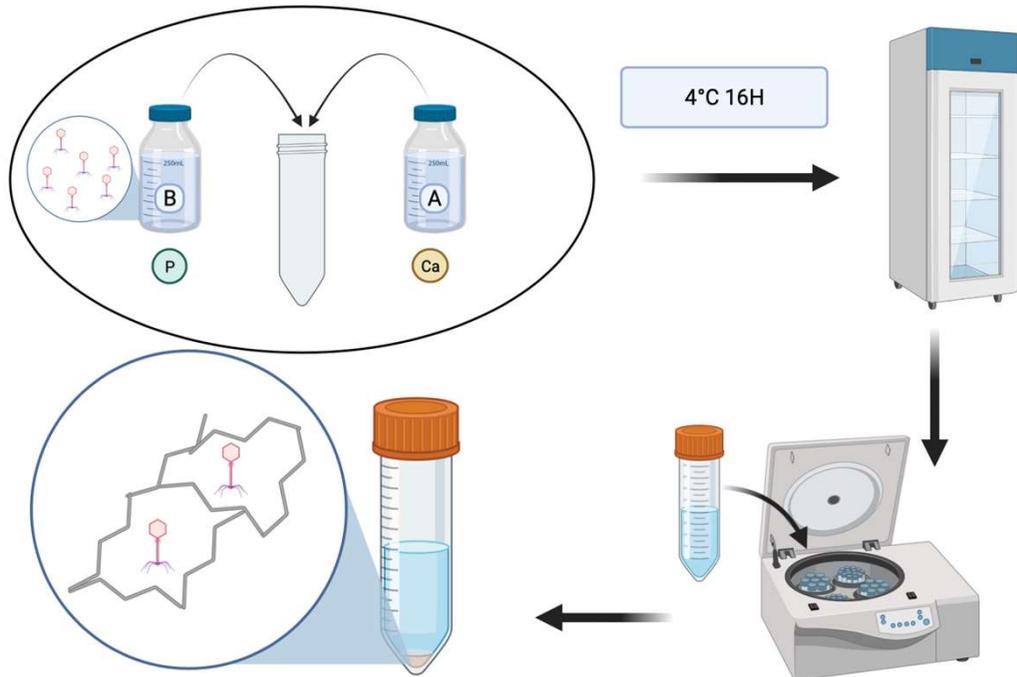
Un antibactérien innovant : les phages

Problématiques phages-matériaux

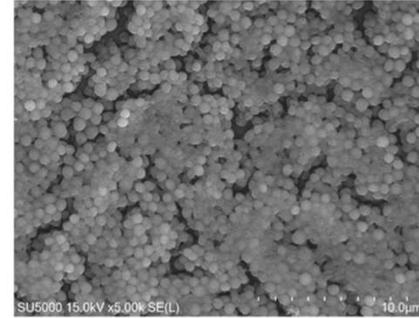
- Comment les intégrer aux matériaux ? (T°C, pH, forces mécaniques ...)
- Quels phages utiliser ?
- Comment optimiser leur activité ?

Un antibactérien innovant : les phages

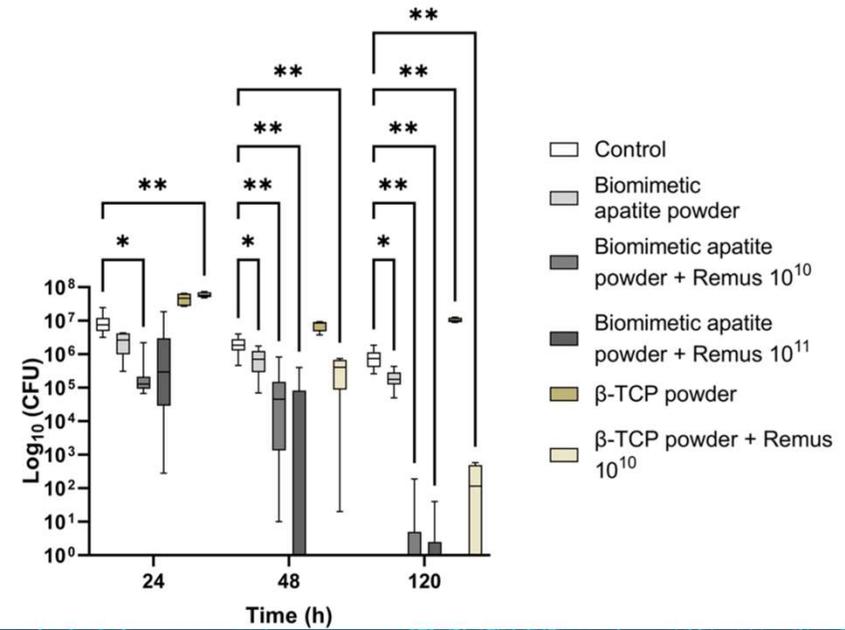
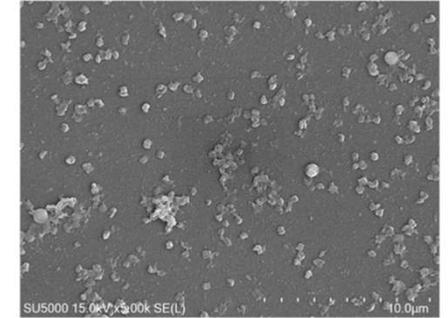
Synthèse à froid :



Biomimetic apatite powder



Biomimetic apatite powder + Remus 10¹⁰ + Lac



Decodts et al., (2024)

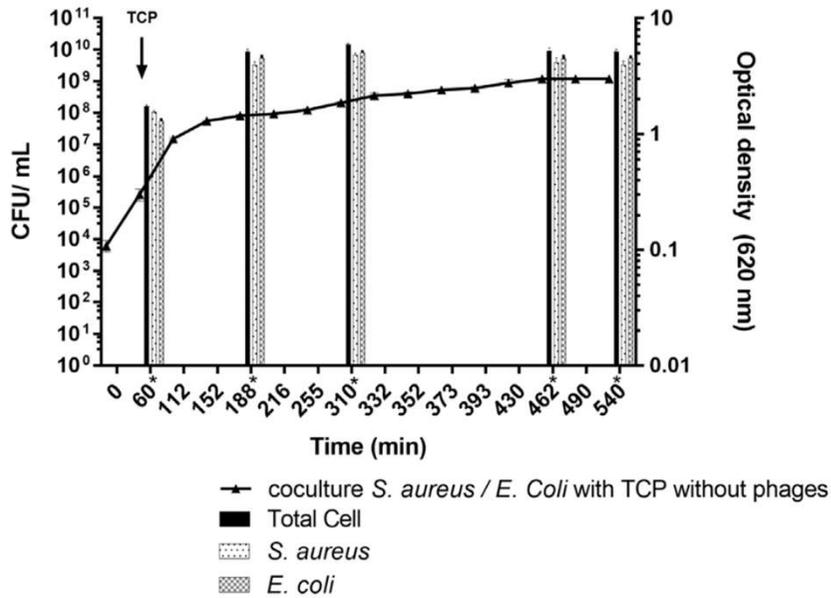
10/06/2025

Un antibactérien innovant : les phages

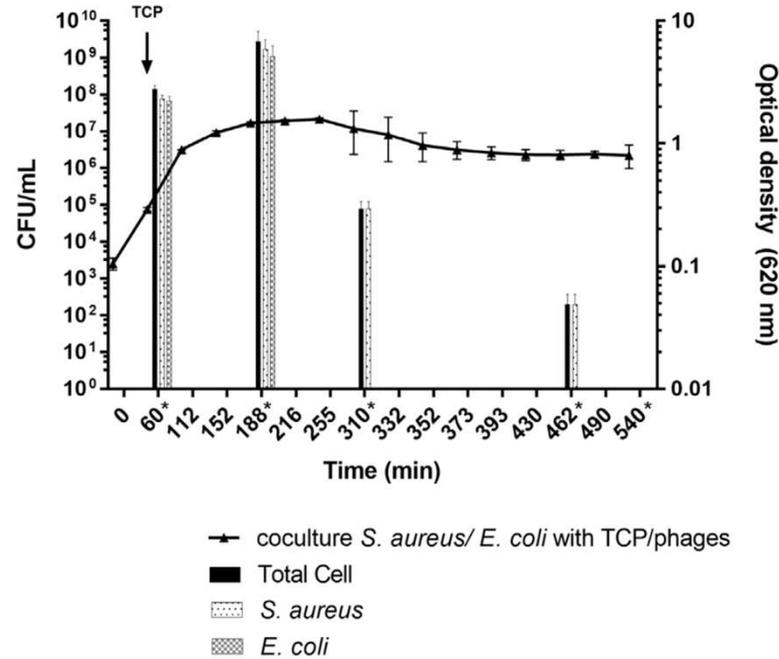
Imprégnation de matériaux :



Pastille non chargée en phages



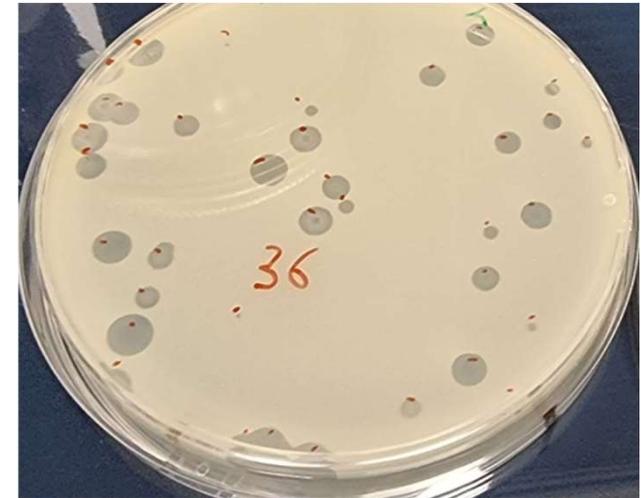
Pastille chargée en phages



Optical density (620 nm)

Premiers résultats du consortium

- Fixation de phages sur le matériau ($\approx 10^4$ phages / cm^2)
- Premiers essais de traitement de biofilms en cours



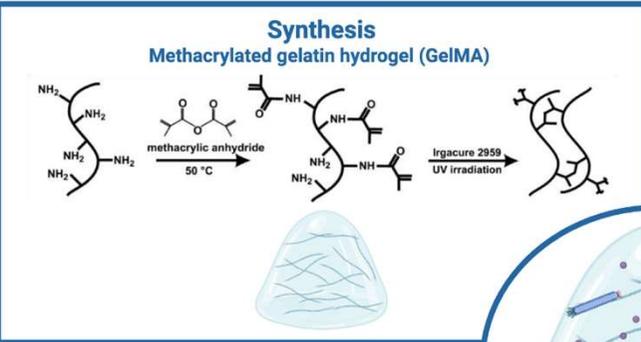
10/06/2025

Hydrogels 3D injectables pour la délivrance ciblée de phages et la régénération tissulaire

La rigidité des hydrogels 3D injectables de GelMA polymérisés par lumière UV est ajustable pour mimer les tissus mous et rigides

Ces hydrogels permettent une délivrance localisée et contrôlée de phages directement sur le site infecté.

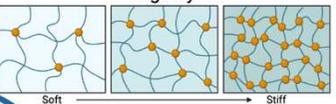
Ils favorisent simultanément la régénération tissulaire en créant un microenvironnement biomimétique.



Scaffold Mechanical Properties

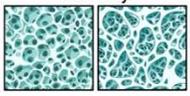
- Biocompatible and hydrophilic matrix
- Physico-chemical properties easily tunable

Rigidity

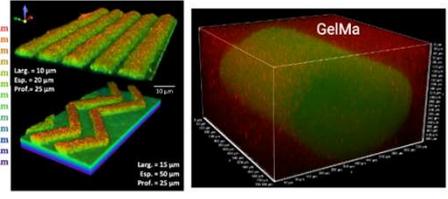
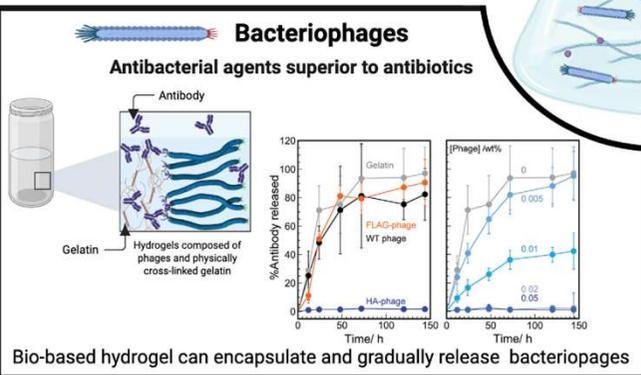


Soft → Stiff

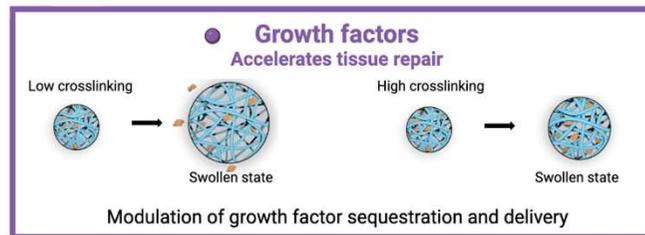
Porosity



- Shaped by photoillumination

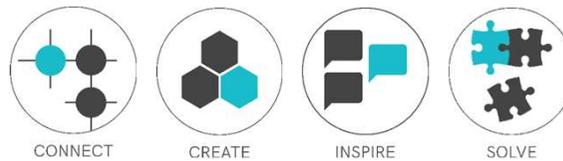
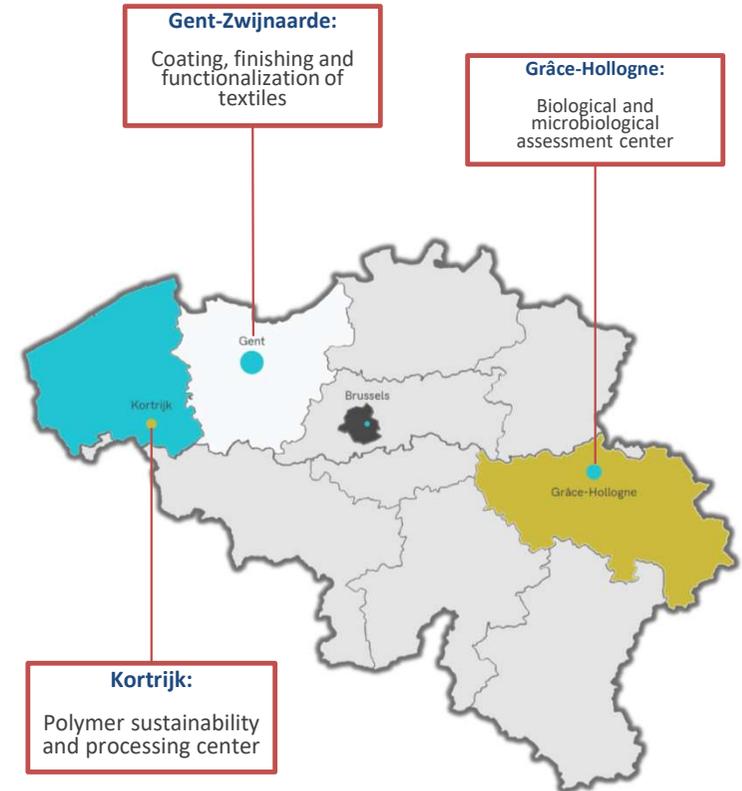
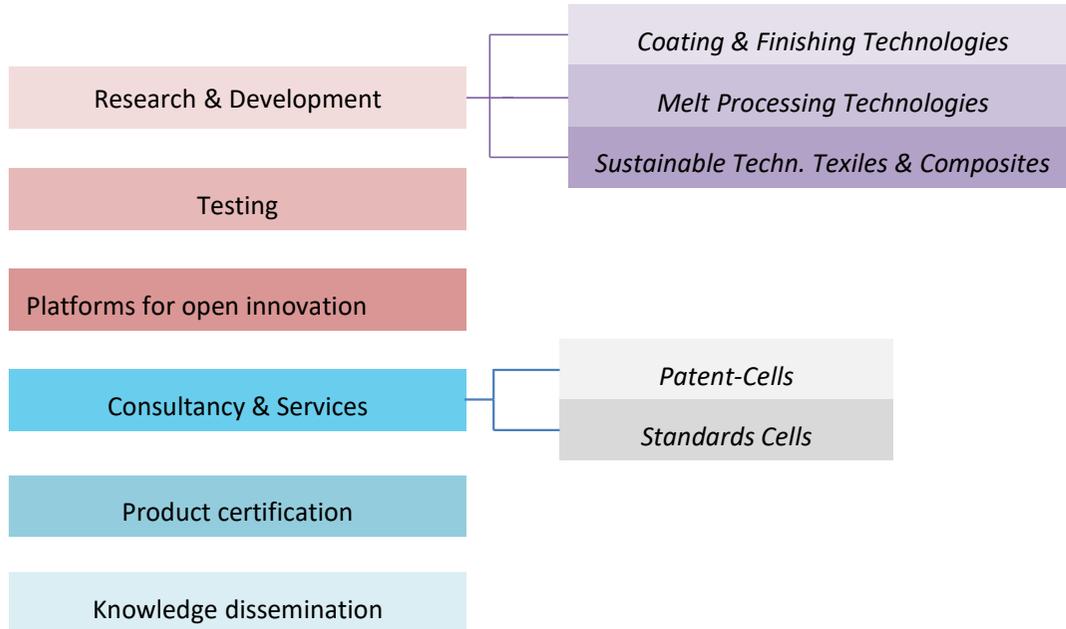
Sawada, Toshiki, *et al. Polymer Bulletin* 72.6 (2015): 1487-1496.



Buie, Taneidra *et al. Trends in biotechnology* 38.5 (2020): 546-557.

Centexbel – Collectief centrum voor de Belgische textielindustrie

AntiRési



Belang van antibacterieel textiel

Sportkledij



Schoenzolen



Medisch textiel



Matrastijk/matras covers



Openbaar vervoer



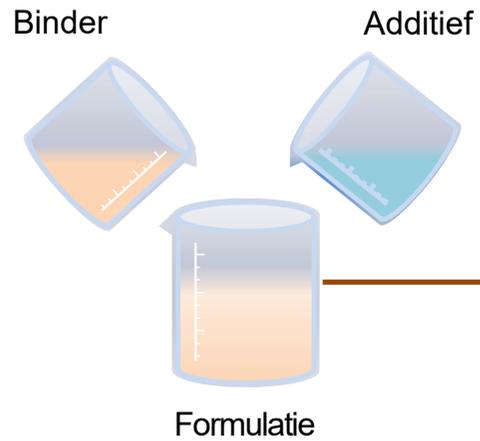
Militaire uniformen



Antibacteriële functionalisatie van textiel

Antibacteriële additieven:

- Fagen (temperatuur-gevoelig)
- Metaal-gedopeerde poeders

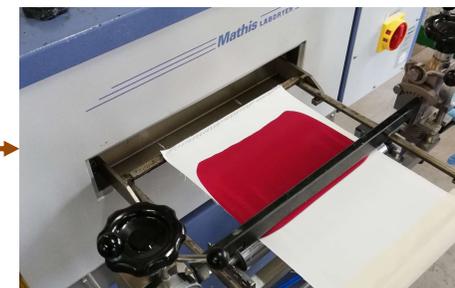


Foulard



(Knife) Coating

Coatingdikte ~10-100 µm



Plasma coating

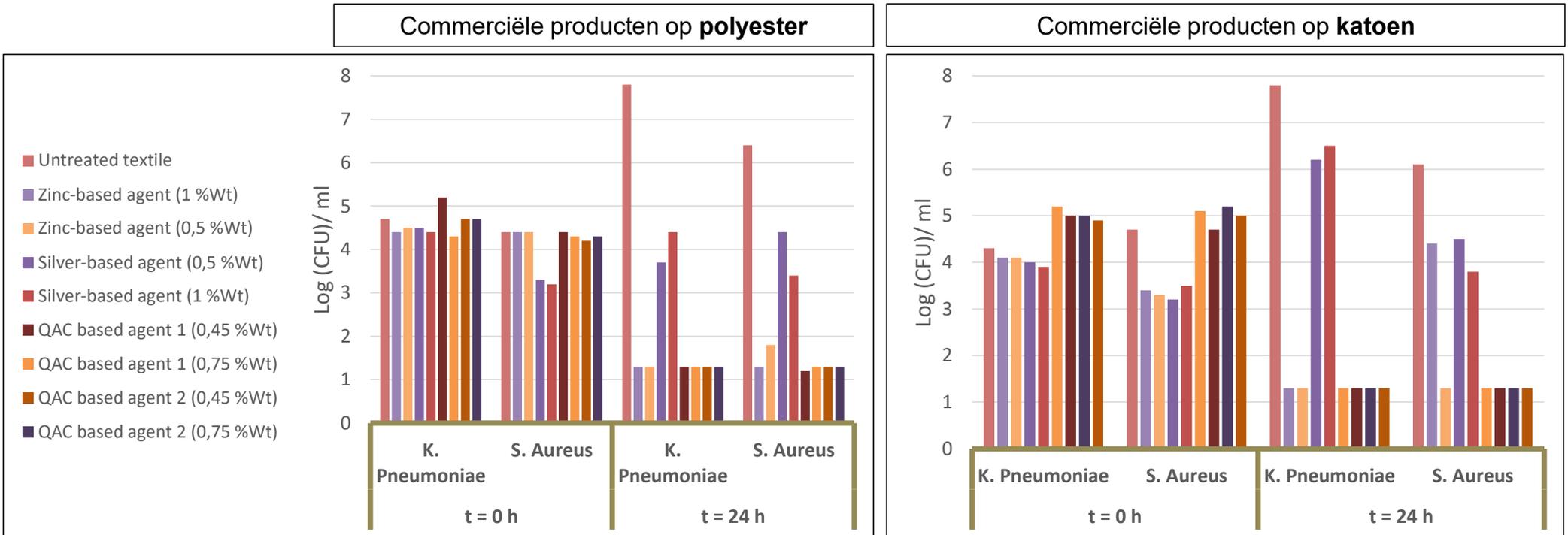
Coatingdikte ~10-100 nm



10/06/2025

AntiRési

Benchmark van commerciële producten (ISO 20743)



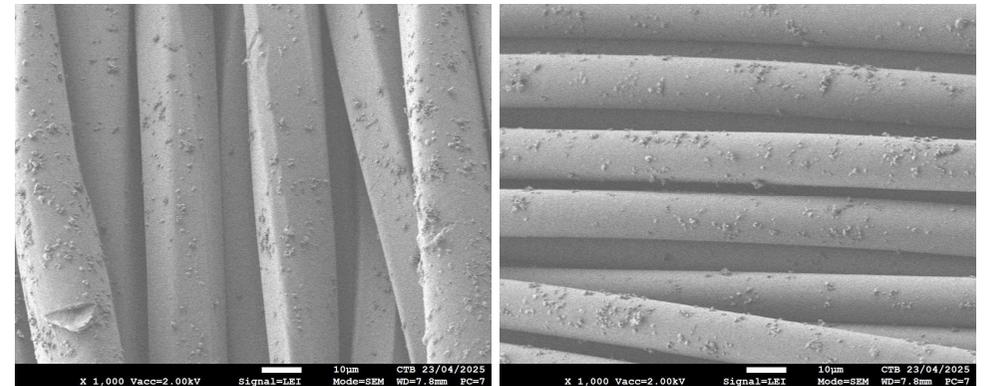
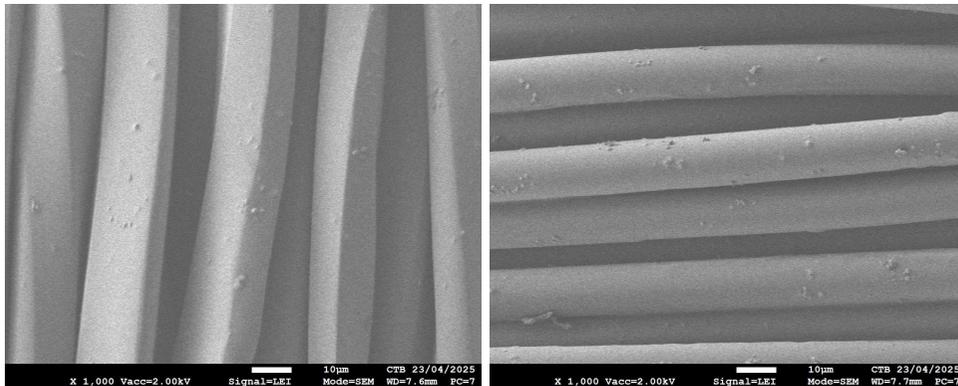
AntiRési

Doel: bereiken van vergelijkbare/betere antibacteriële activiteit met:

Biogebaseerde componenten (bv. fagen)

Metaal-gedopeerde poeders

Optimalisatie van procesparameters →



Volgende stap: Analyseren van antibacteriële activiteit

10/06/2025

Merci.



Interreg

France - Wallonie - Vlaanderen



Cofinancé par l'Union Européenne Medefinancierd door de Europese Unie



Région Hauts-de-France



provincie Oost-Vlaanderen

