

TEXTILES INTELLIGENTS

APPLICATIONS

DANS LE

DOMAINE MÉDICAL

Yves FRÈRE, Louis DANICHER et Mahdi MEJRI



*Équipe d'Encapsulation - Institut Charles Sadron (UPR 22)
6 rue Boussingault - F-67000 Strasbourg*



INSTITUT CHARLES SADRON - STRASBOURG

*L'Institut Charles Sadron est un laboratoire propre du CNRS (UPR 22)
dédié aux différents aspects de la Science des Polymères*



L'Institut Charles Sadron compte actuellement

- 56 chercheurs et enseignants-chercheurs*
- 44 ingénieurs, techniciens et administratifs*
- 53 thésards, post-docs, visiteurs et stagiaires*

INSTITUT CHARLES SADRON - STRASBOURG

*A l'exception du personnel des services communs,
chaque membre de l'institut est, en fonction de ses thèmes de recherche,
affecté à l'une des 9 équipes scientifiques constituant le laboratoire*

- Chimie des Polymères*
- Multicouches de Polyélectrolytes*
- Colloïdes et Macromolécules*
- Théorie et Simulation des Polymères*
- Systèmes Macromoléculaires et Supramoléculaires Organisés*
- Membranes, Liposomes, Vésicules, Forces et Structures en Surface*
- Mécanique Physique des Polymères*
- Morphogénèse de Polymères et Matériaux Moléculaires*
- Synthèse et Propriétés Optiques et Magnétiques
de Matériaux Moléculaires et Macromoléculaires*

ÉQUIPE D'ENCAPSULATION

***L'OBJECTIF DE L'ÉQUIPE D'ENCAPSULATION** est
la mise au point de la synthèse et le développement de particules en polymère
susceptibles de protéger et de libérer des principes actifs*

***LES PARTICULES ÉTUDIÉES** sont de deux types*

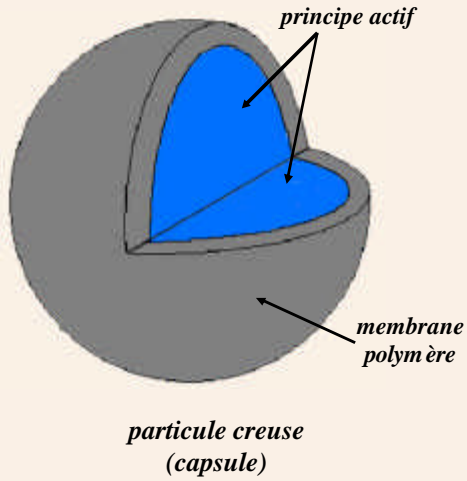
- les systèmes réservoirs (capsules)*
- les systèmes matriciels (sphères)*

***TROIS TECHNIQUES DE SYNTHÈSE** sont développées*

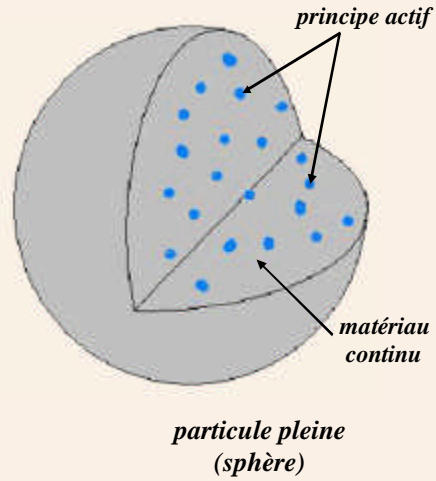
- la polycondensation interfaciale en système direct ou inverse*
- l'élimination de solvants par évaporation ou extraction*
- la coacervation simple ou complexe*

TYPE DE PARTICULES

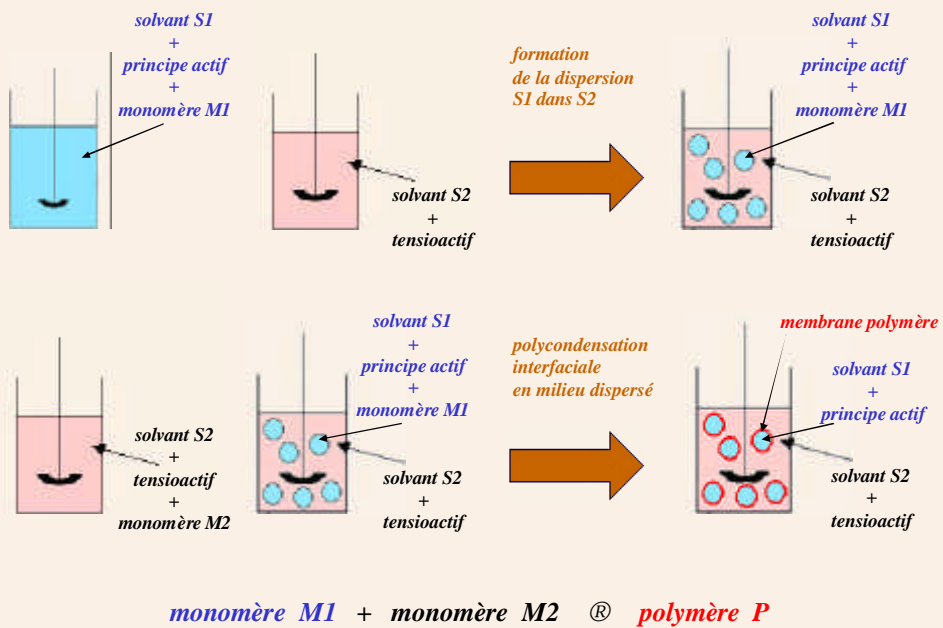
SYSTÈME RÉSERVOIR



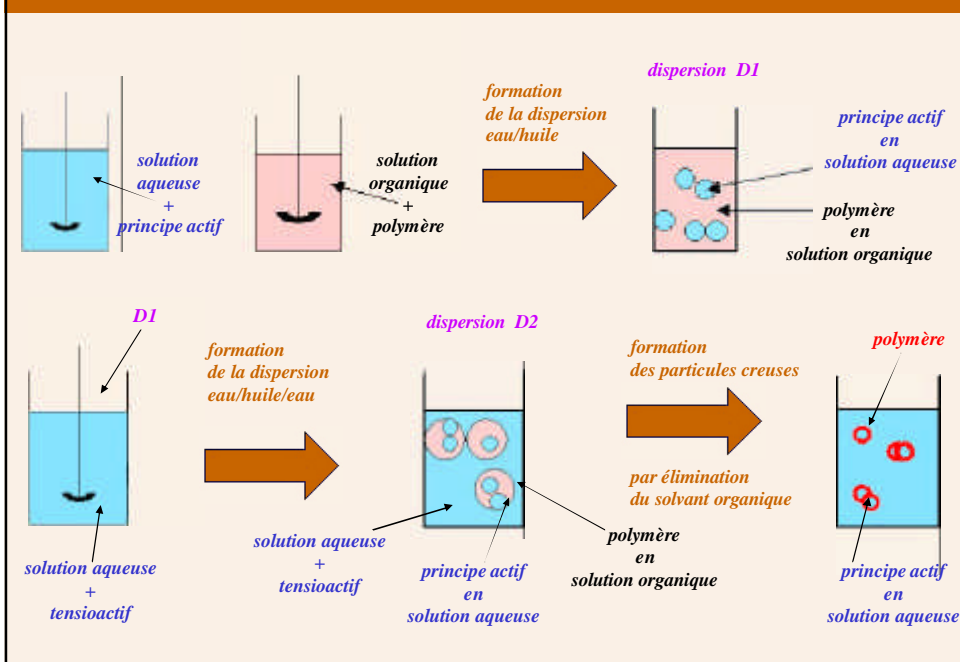
SYSTÈME MATRICIEL



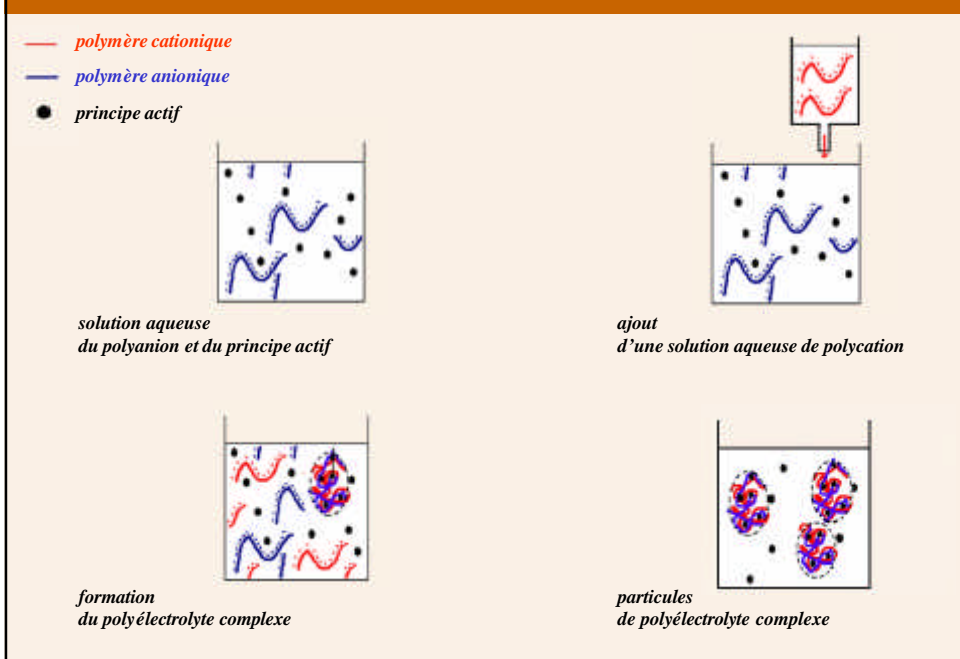
POLYCONDENSATION INTERFACIALE



ÉLIMINATION DE SOLVANT



COACERVATION COMPLEXE



ÉQUIPE D'ENCAPSULATION

ÉTUDE FONDAMENTALE

- à l'échelle moléculaire
le polymère (nature, masse molaire, réticulation)
- à l'échelle microscopique
l'organisation des constituants de la membrane (nucléi, alvéoles)
- à l'échelle macroscopique
l'épaisseur de la membrane, la taille de la particule

APPROCHE APPLIQUÉE

- les capsules complexantes
- les capsules biocompatibles
- les fibres textiles fonctionnalisées
- les vecteurs pharmaceutiques

SOMMAIRE

FIBRES TEXTILES MÉDICALES

PROBLÈME POSÉ

SOLUTION PROPOSÉE

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

FIBRES TEXTILES MÉDICALES

QUELQUES EXEMPLES DES DOMAINES D'UTILISATION

- *la contention (bas, couvre-moignons, vêtements compressifs, ...)*
- *les orthèses (membres inférieurs et supérieurs, colliers cervicaux, ...)*
- *les implants (vasculaires, ligamentaires, patches, ...)*
- *les ligatures, sutures, fils et agrafes*
- *les objets de pansements (gaze, bandes, compresses, mèches, ...)*
- *les champs opératoires, les draps, les blouses, ...*
- *le transport des blessés (matelas à dépression, ..)*
- ...

PROBLÈME POSÉ

RÉALISATION D'UNE PROTHÈSE VASCULAIRE

par fixation sur un textile (coton) de particules contenant plusieurs principes actifs (anticoagulant, antirejet, antiinfectieux, ...)

CONTRAINTES

- *particules synthétisées dans un matériau « bio » hématocompatible et/ou biorésorbable*
- *particules « propres » sans trace de solvant résiduel*
- *liaison forte entre la fibre et la particule problèmes liés à l'écoulement d'un fluide*

SOLUTION PROPOSÉE

POLYMÈRES

*BIOMER® et TECOFLEX® (polymères commerciaux)
utilisés pour la fabrication de cathéters ou de poches de sang*

MÉTHODE DE SYNTHÈSE

*polycondensation interfaciale
en système inverse*

SOLVANT ORGANIQUE

*CO₂ liquide ou CO₂ supercritique
solvant non toxique
ne laisse pas de trace résiduelle*

LIAISON FORTE

*création d'une liaison covalente entre la fibre et la particule
basée sur la chimie des colorants réactifs*

MATÉRIAU « BIO »

SYNTHÈSE D'UN POLYMÈRE

*de la famille du BIOMER® (**PEUUr**)*

diamine + polyéther diisocyanate ® poly(éther-uréthane-urée)

SYNTHÈSE D'UN POLYMÈRE

*de la famille du TECOFLEX® (**PEU**)*

diol + polyéther diisocyanate ® poly(éther-uréthane)

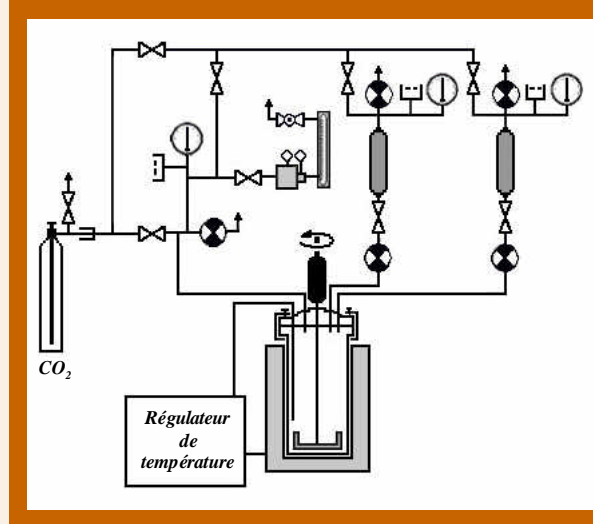
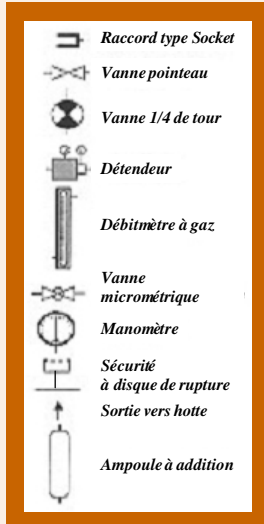
SYNTHÈSE D'UN MACROMONOMÈRE

monomère M2

polybutanediol + diisocyanate ® polyéther diisocyanate

RÉACTEUR SOUS PRESSION

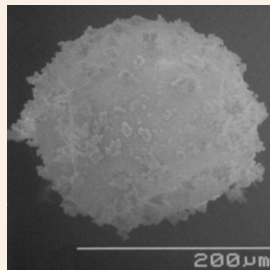
MONTAGE RÉACTIONNEL CO_2 liquide - CO_2 supercritique



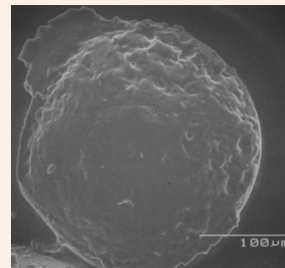
CAPSULES « PROPRES »



*capsule en PEU
milieu CO_2 liquide
(observation MO)*



*capsule en PEU^r
enfermant de la Bétadine®
(observation MEB)*



*capsule en PEU
milieu CO_2 supercritique
(observation MEB)*

BILAN INTERMÉDIAIRE

ACQUIS

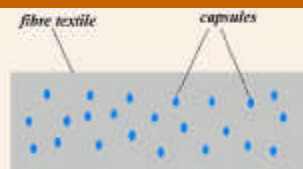
- *synthèse de particules creuses (capsules)*
- *en polymère « Bio »*
- *sans trace de solvant organique résiduel*
- *enfermant un principe actif*

À RÉALISER

- *greffage des particules sur la fibre textile*

FIBRES TEXTILES ENCAPSULÉES

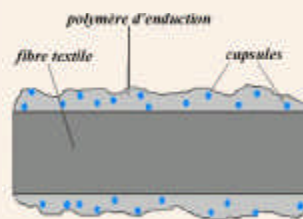
Inclusion



☺ *liaison durable*

☹ *relargage du principe actif gêné
perte des propriétés mécaniques
extrusion à froid*

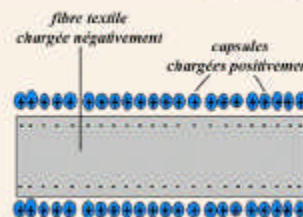
Enduction



☺ *mise en œuvre aisée*

☹ *relargage du principe actif gêné
état de surface de la fibre modifié
résiste très mal aux lavages*

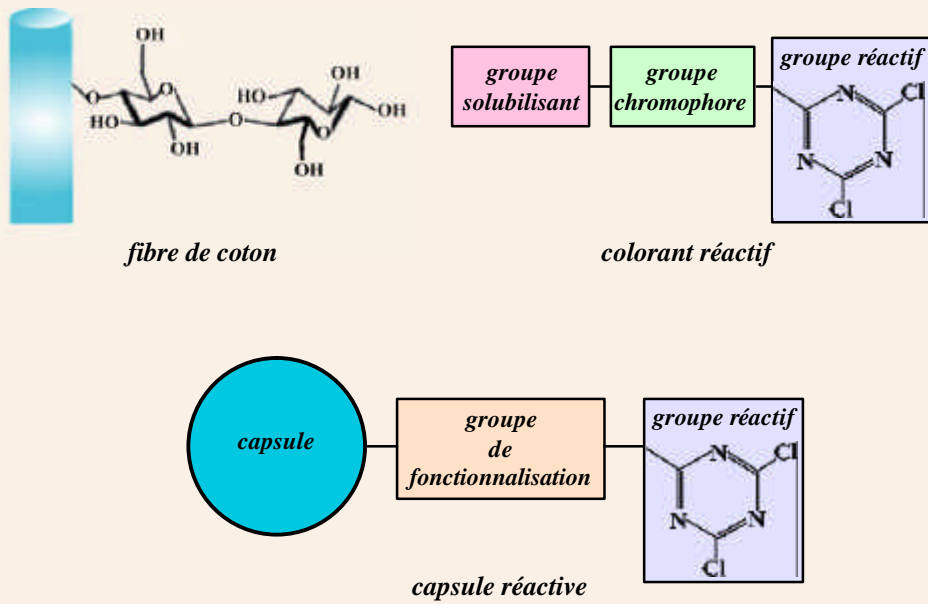
Liaison ionique



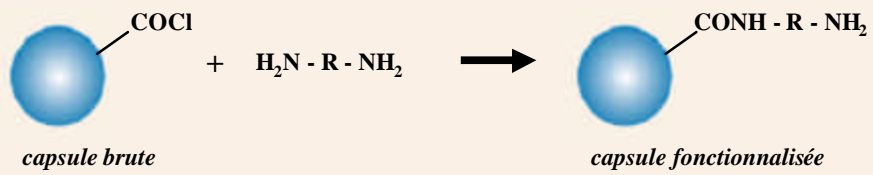
☺ *mise en œuvre aisée*

☹ *ne résiste pas aux lavages*

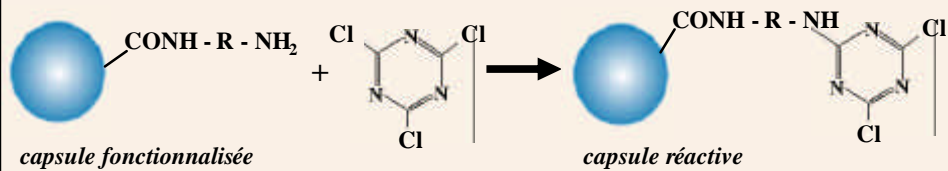
SOLUTION PROPOSÉE



CAPSULES RÉACTIVES



Synthèse d'une capsule fonctionnalisée à partir d'une capsule brute



Synthèse d'une capsule réactive à partir d'une capsule fonctionnalisée

CARACTÉRISATION DE LA SURFACE

DOSAGES POTENTIOMÉTRIQUES

- dosage pH-métrique
- dosage argentimétrique

DOSAGE COLORIMÉTRIQUE

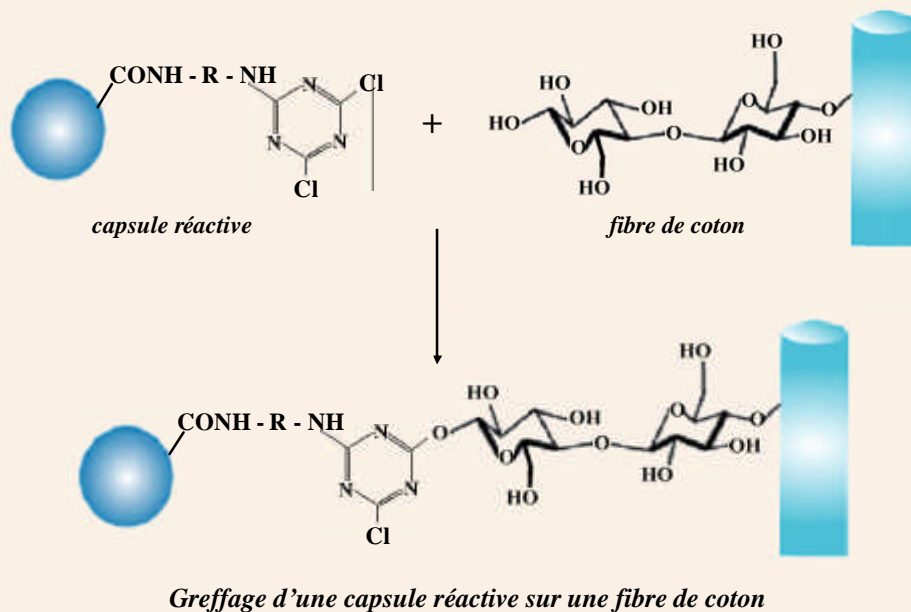
SPECTROSCOPIE INFRAROUGE

- à transformée de Fourier (TF)
- en mode réflexion totale atténuée (ATR)

MESURE DU POTENTIEL ZÊTA

- caractérisation de la charge globale de surface

GREFFAGE DES CAPSULES RÉACTIVES



CAPSULES GREFFÉES SUR FIBRES TEXTILES

FIBRE NATURELLE **coton**



FIBRE ARTIFICIELLE **viscose**



FIBRE SYNTHÉTIQUE **polyamide**

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

CONCLUSIONS

*synthèse de capsules (particules creuses)
sans trace de solvant organique résiduel*

*modification de la surface des particules
pour faire apparaître les fonctions réactives*

*greffage par liaisons covalentes sur fibres textiles
résistant à de nombreux lavages*

PERSPECTIVES

*optimiser le greffage des capsules « Bio »
dans des conditions plus « propres »*

*mettre au point des capsules rechargeables
pour une utilisation dans la durée*

BREVETS DÉPOSÉS

« *CAPSULES COMPOSITES BIOCOMPATIBLES* »

Yves FRÈRE, Louis DANICHER

CNRS - FR 02 03939 et WOFR03000975

« *FIBRES TEXTILES GREFFÉES PAR DES CAPSULES COMPOSITES* »

Yves FRÈRE, Louis DANICHER

CNRS - FR 02 05988

« *CAPSULES COMPOSITES COMPLEXANTES* »

Yves FRÈRE, Louis DANICHER

CNRS - FR 02 05096 et WOFR0301246

REMERCIEMENTS

ÉTUDIANTS

Éric DROCKENMULLER (DEA - 1998/1999)

Bruno PICARD (Maîtrise - 1999/2000)

Stéphane BERGER (DEA - 2000/2001)

Reda MOUBARIK (DEA - 2001/2002)

Zied MATHLOUTHI (DEA - 2002/2003)

Sami HADIJI (DEA - 2003/2004)

Hanifa SKHARA (DEA - 2004/2005)

COLLABORATION

Pierre VIALIER

*École Nationale Supérieure des Industries Textiles
(Mulhouse)*

SOUTIENS FINANCIERS

CNRS

ANVAR

RÉGION ALSACE