

MICROENCAPSULATION ET TEXTILE :

LES ENJEUX

Fabio PUGA DE FREITAS, Ingénieur d'Etudes chez CREATHES

- La microencapsulation et le textile (origines)
- La microencapsulation appliquée au textile (contraintes, technologies)
- L'application textile (technologies)
- Les enjeux futurs de cette alliance
- Les travaux en cours et futurs
- Les potentiels à venir

L'origine :

Fin des années 90 : fonctionnalisation des textiles par la microencapsulation avec deux applications initiales majeures (avec libération ou non d'actif) :

- **Les cosmétotextiles** (avec Dim) :

« Articles contenant une substance ou une préparation destinée à être libérée durablement sur les différentes parties superficielles du corps humain » (définition BNITH)

- **Les tissus thermorégulants** (avec Outlast) :

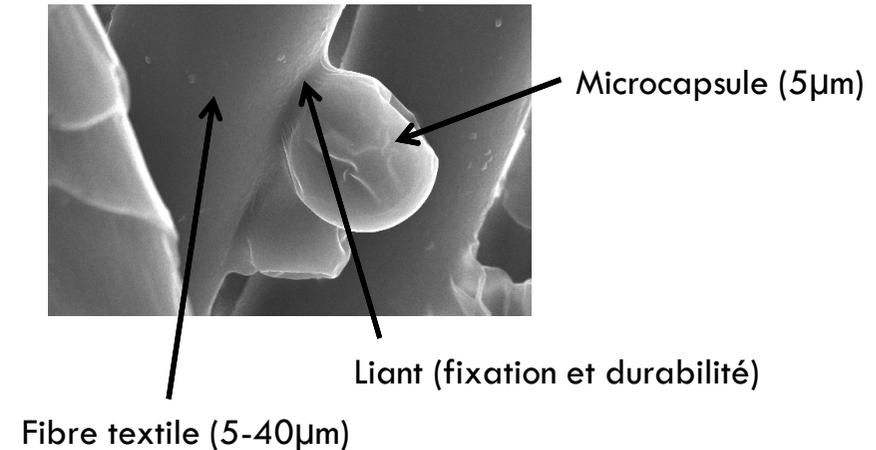
« Articles capables d'emmagasiner l'excès de chaleur corporelle pour la restituer lorsque la température du corps diminue »

Ces applications, fruit de nombreuses années de recherche ont été permises par la **maîtrise à la fois des procédés d'ennoblissement textile et des procédés d'encapsulation**

De part le caractère novateur de l'application un contexte réglementaire s'est construit jusqu'à récemment encore (exemple : norme cosméto-textile)

Adaptation des microcapsules existantes aux contraintes des procédés textiles :

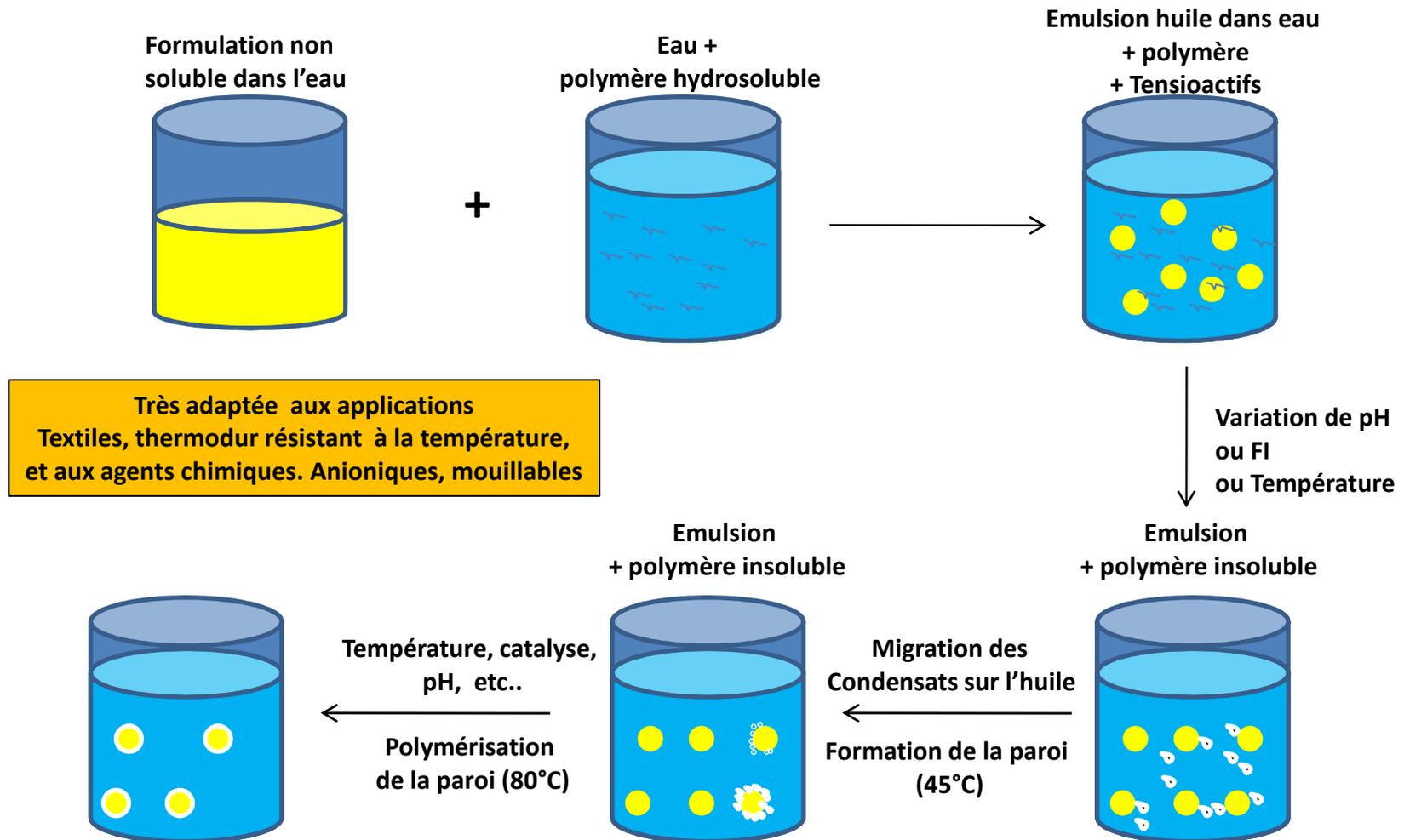
- Surcoûts très faibles
- Granulométrie : \varnothing capsule $<$ \varnothing fibre
(pour une bonne accroche)
- Résistance aux traitements textiles
(contraintes mécaniques et thermiques)
- Insolubilité dans l'eau (procédés aqueux)
- Gestion de la libération de l'actif
- Physico-chimie des membranes
(potentiel zêta, compatibilité avec les composés des traitements textiles)



L'ensemble des contraintes technico-économiques ont orienté le choix technologique vers deux méthodes d'encapsulation majoritairement utilisées jusqu'à aujourd'hui :

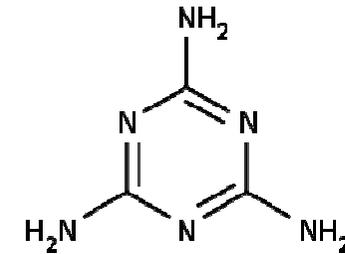
- L'encapsulation en **résine aminoplaste** (polymérisation in-situ) essentiellement
- L'encapsulation en **gélatine** (coacervation) plus rarement
- D'autres méthodes existent également mais de façon minoritaire (PA, PU, etc.)

Principe simplifié de la microencapsulation par Polymérisation in situ (Résine AMINOPLASTE)



Principe simplifié de la microencapsulation par Polymérisation in situ (Résine AMINOPLASTE)

Réaction :

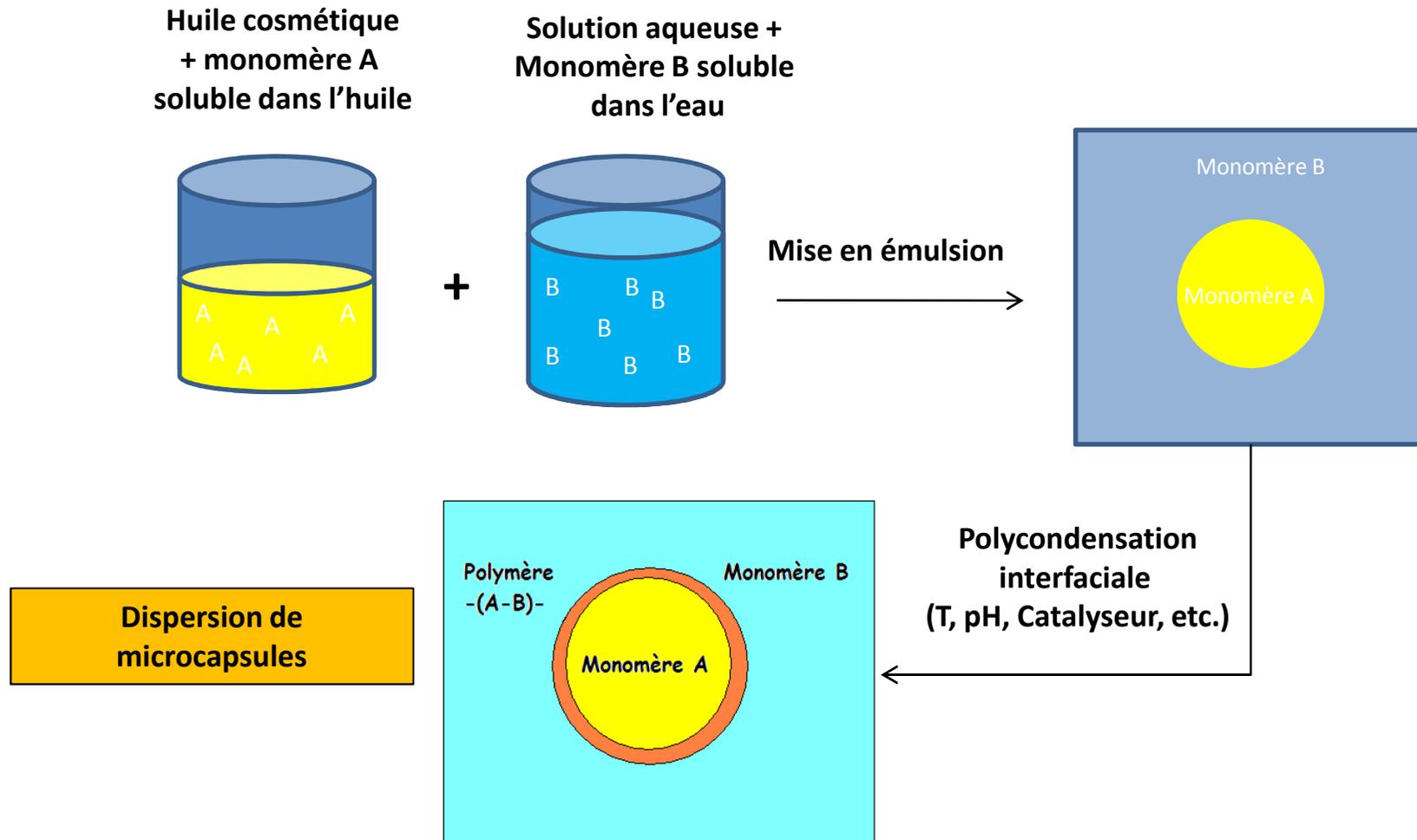


Mélamine

Résidu présentant une toxicité à considérer :

Formaldéhyde

Principe simplifié de la microencapsulation par Polymérisation interfaciale (PA, PU)



Principe simplifié de la microencapsulation par Polymérisation interfaciale (PA, PU)

Réaction PA :



Résidus pouvant présenter une toxicité à considérer :

Amine / chlorure d'acide (possibilité d'utiliser un acide carboxylique)

Réaction PU :

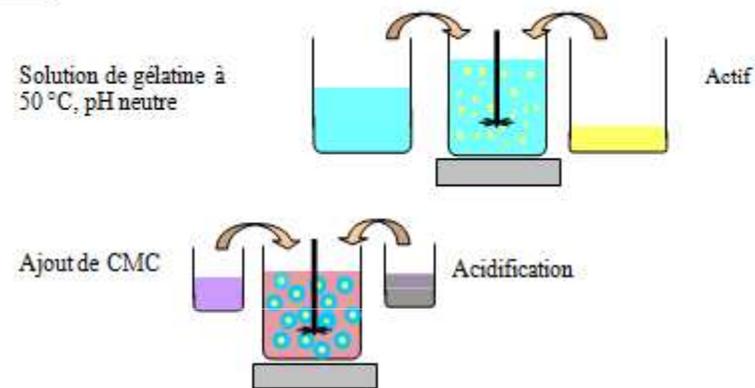


Résidus pouvant présenter une toxicité à considérer :

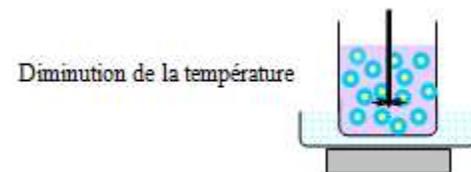
Di-isocyanate (décomposition dans l'eau) / diol

Principe simplifié de la microencapsulation par Coacervation (Gélatine)

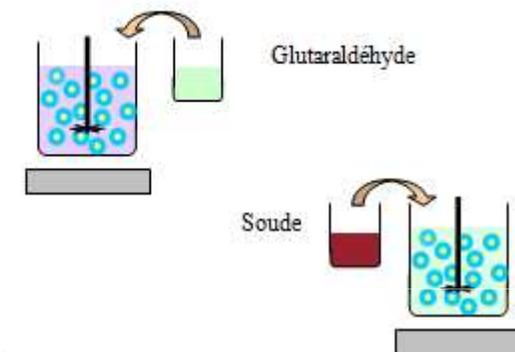
Emulsion



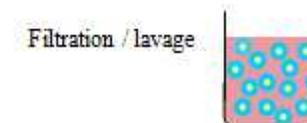
Gélification



Réticulation



Récupération



Principe simplifié de la microencapsulation par Coacervation (Gélatine)

Principe :

- Agrégation entre les chaînes de gélatine et de cmc par modification de la charge de surface de la gélatine (pH)
- Durcissement des parois par abaissement de la température et réticulation

Résidus présentant une toxicité à considérer :

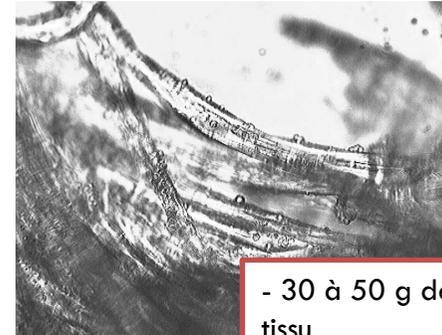
Glutaraldéhyde

L'épuisement :

Immersion du textile dans un bain contenant :

- les microcapsules
- un liant (acryliques, etc.) pour l'accroche des capsules et la durabilité de l'application (résistance au lavage)
- des additifs et tensioactifs

Migration des microcapsules du bain vers l'interface textile/eau par variation de pH, FI et T°



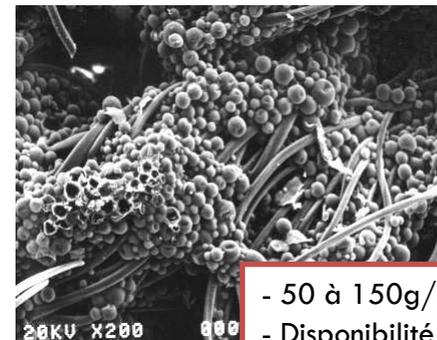
- 30 à 50 g de capsules/kg de tissu
- Bonne disponibilité de l'actif
- Traitement adapté aux textiles confectionnés

L'enduction :

Application d'une pâte contenant :

- les microcapsules
- une résine acrylique, vinylique ou pâte PU
- des additifs et tensioactifs

Enduction classique (raclette ou calandre à chaud)

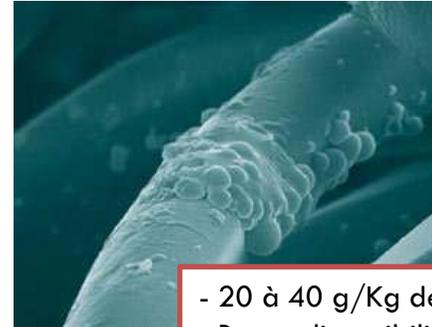


- 50 à 150g/m² de tissu
- Disponibilité de l'actif limitée
- Adapté aux textiles au large, avant confection et produits finis assez lourds

Le foulardage :

Imprégnation du textile par trempage à la continue puis calandrage (quantité maîtrisée)

Utilisation de liants spécifiques type acrylique, styren-butadien, vinyl, PU, etc.



- 20 à 40 g/Kg de tissu
- Bonne disponibilité de l'actif
- Traitement sur tissu (tout support) au large avant confection

L'impression / sérigraphie :

Dépose sur une face du tissu d'une couche liant/capsules :

- par cadre rotatif (impression), continu
- par cadre plat (sérigraphie), discontinu

Utilisation de liants type acrylique, styren-butadien, vinyl, PU

Dépose localisée sur le textile

- 50 à 100 g/kg de tissu
- Bonne disponibilité de l'actif
- Traitement sur tissu (tout support) au large avant confection (impression) ou après (sérigraphie)

Depuis les premiers travaux d'intégration des microcapsules dans les textiles de nombreuses applications on vu le jour : marketing olfactif, textiles thermochromes, anti-uv, etc.

Un marché existe, c'est devenu une évidence !

De nos jours, les enjeux majeurs sont :

- La toxicité des composés utilisés dans les procédés d'encapsulation (blacklists), les résidus de monomères et l'évolution de la législation (exemple : le formaldéhyde, le gutaraldéhyde)
- Les biocompatibilité des matières premières d'ennoblissement textile
- Le développement des matières premières « intelligentes » (libération en réponse à un stimuli environnemental)
- L'extension des procédés d'encapsulation aux actifs hydrosolubles
- L'intégration de l'alliance microcapsule-textile dans d'autres domaines

Il s'agit donc de **travailler sur les microcapsules mais également sur les procédés textiles**

L'ouverture vers d'autres secteurs implique donc de nouveaux travaux sur :

- De nouvelles technologies de microencapsulation et textiles utilisant des **procédés plus propres et/ou de nouvelles matières premières** :

→ spray-drying, prilling, polymérisation in situ, ...

→ matières végétales (huiles/cires végétales), animales (chitosan) et plus largement polymères biocompatibles (polymères synthétiques)

→ liants, mouillants et additifs textiles d'origine cosmétique ou pharmaceutique

- L'objectif étant de **se conformer aux diverses réglementations futures** tout en assurant :

→ l'adéquation avec les procédés textiles

→ l'efficacité (objectivation/allégations)

→ la durabilité (entretien/porté)

→ les propriétés intrinsèques des textiles (aspect, toucher, couleur)

- La recherche de nouvelles membranes « intelligentes » :

→ relargage contrôlé par le pH (matériaux pH dépendants), la température (matériaux avec Tg contrôlée), l'humidité (solubilité/perméabilité à l'eau), d'autres composés (interactions entre les composés), ...

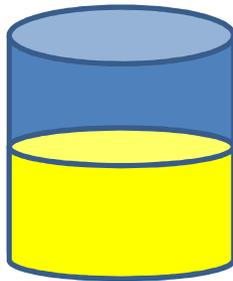
- L'encapsulation des composés hydrosolubles :

→ contraintes textiles (techniques et économiques)

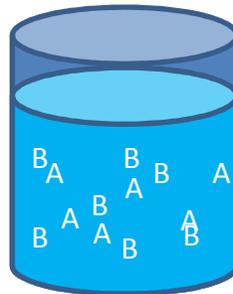
→ conformité vis-à-vis des réglementations futures

Principe simplifié de la microencapsulation par Polymérisation in situ (Silicone)

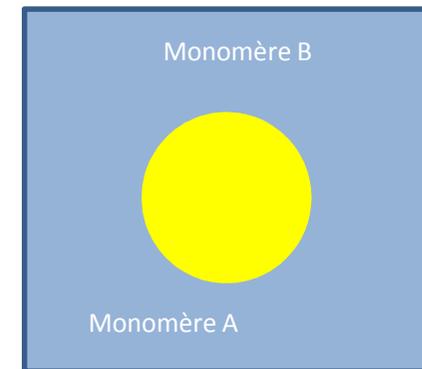
Huile cosmétique



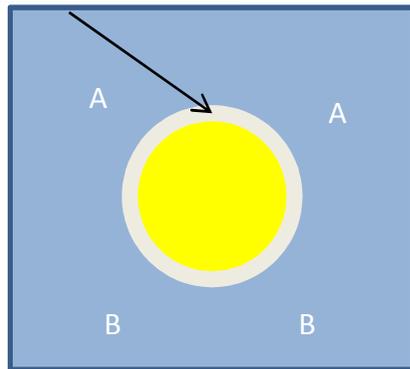
Solution aqueuse +
Monomère A et B soluble
dans l'eau



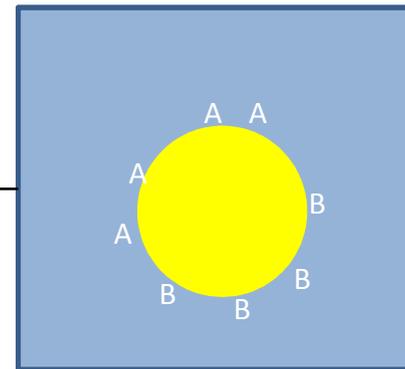
Mise en émulsion



Paroi en polymère A-B



Condensation
A-B



Migration Monomère
A et B
vers interface

**Dispersion de microcapsules +
Monomères résiduels dans l'eau
+ Tensioactifs**

Principe simplifié de la microencapsulation par Polymérisation in situ (Silicone)

Principe :

- Hydrolyse des silanes → formation de silanols (espèce réactive)
- Condensation des silanols par variation du pH

Avantages :

- Résidus monomériques non toxiques
- Membrane ne présentant pas de toxicité et déclarée cosmétique

MIGRATION VERS DES MARCHÉS PLUS RÉGLEMENTÉS ENCORE :

- Le textile « Cosmétique »
- Le textile « Dispositif médical » (compression/délivrance/traitement)

D'AUTRES MARCHES TECHNIQUES :

Bâtiment
Sécurité
Traitement de surface
Automobile
Les procédés industriels
etc.

Tout ceci passe par la maîtrise des procédés des secteurs cibles

Le pilier : l'**INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE** (combinaison/adaptation de technologies différentes)

CONCLUSION

L'alliance de la microencapsulation et du textile existe sur le marché depuis près d'une quinzaine d'années maintenant et à vu naître de nombreuses applications :

- L'existence d'un marché est désormais une évidence avec des produits dont l'efficacité, le sérieux, la technicité, l'inocuité et la durabilité ont été démontrés

Un potentiel important et un réel avenir se présentent pour ses produits dans des domaines de plus en plus variés :

- L'exploitation de ce potentiel passera par la recherche, la maîtrise des procédés mais également et surtout par l'intelligence technologique pour l'assemblage des diverses technologies

MERCI DE VOTRE ATTENTION