



Matériaux Polymères Interfaces Environnement Marin

Marlène LEJARS

Ingénieur de Recherche

marlene.lejars@univ-tln.fr

Site web: <http://mapiem.univ-tln.fr>

Facebook: www.facebook.com/mapiemlab

Twitter: [@mapiemlab](https://twitter.com/mapiemlab)

Le laboratoire

- Équipe d'accueil E.A.4323
- Rattaché à l'Université de Toulon
- Localisé dans les locaux de SeaTech

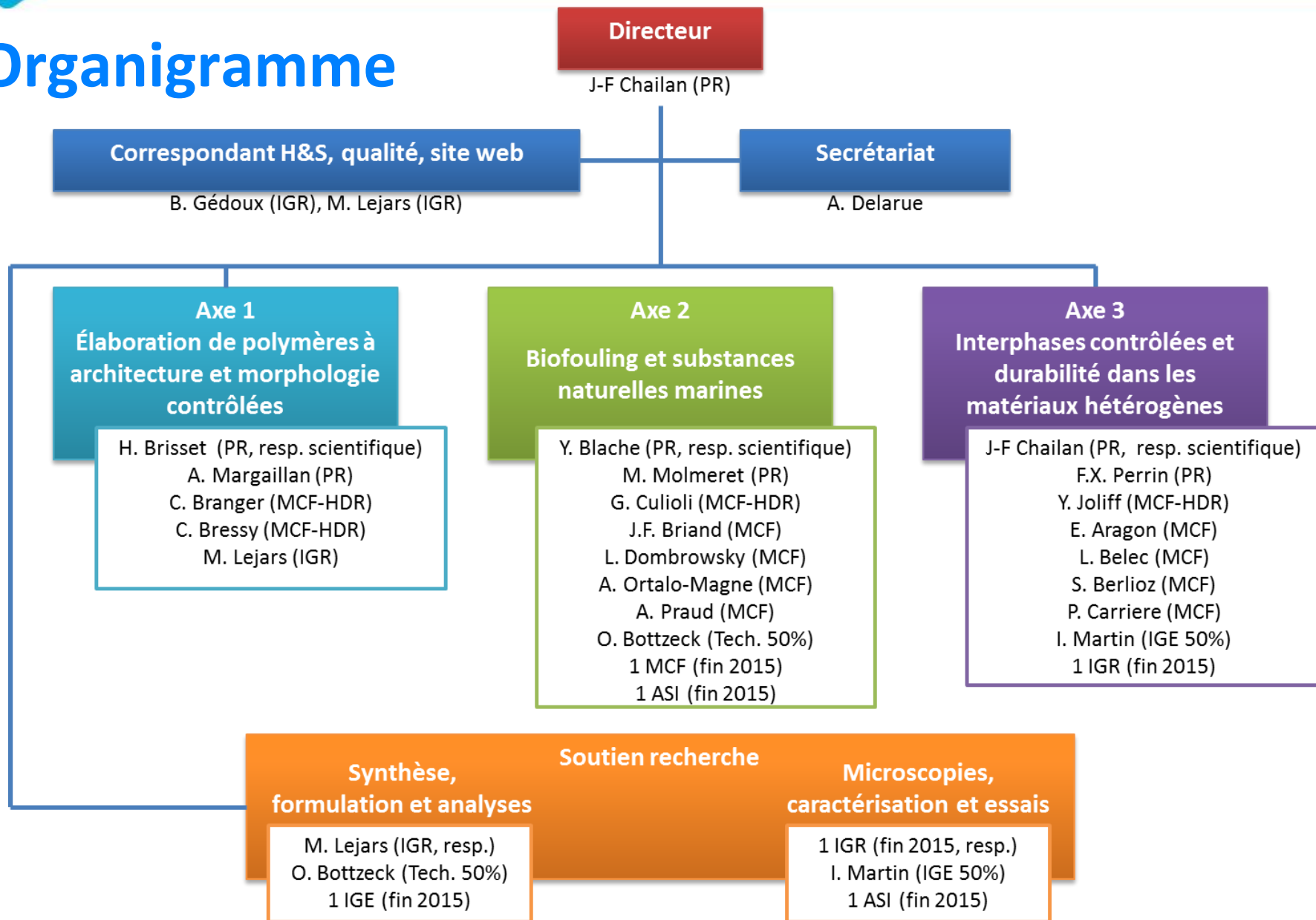


L'équipe de recherche

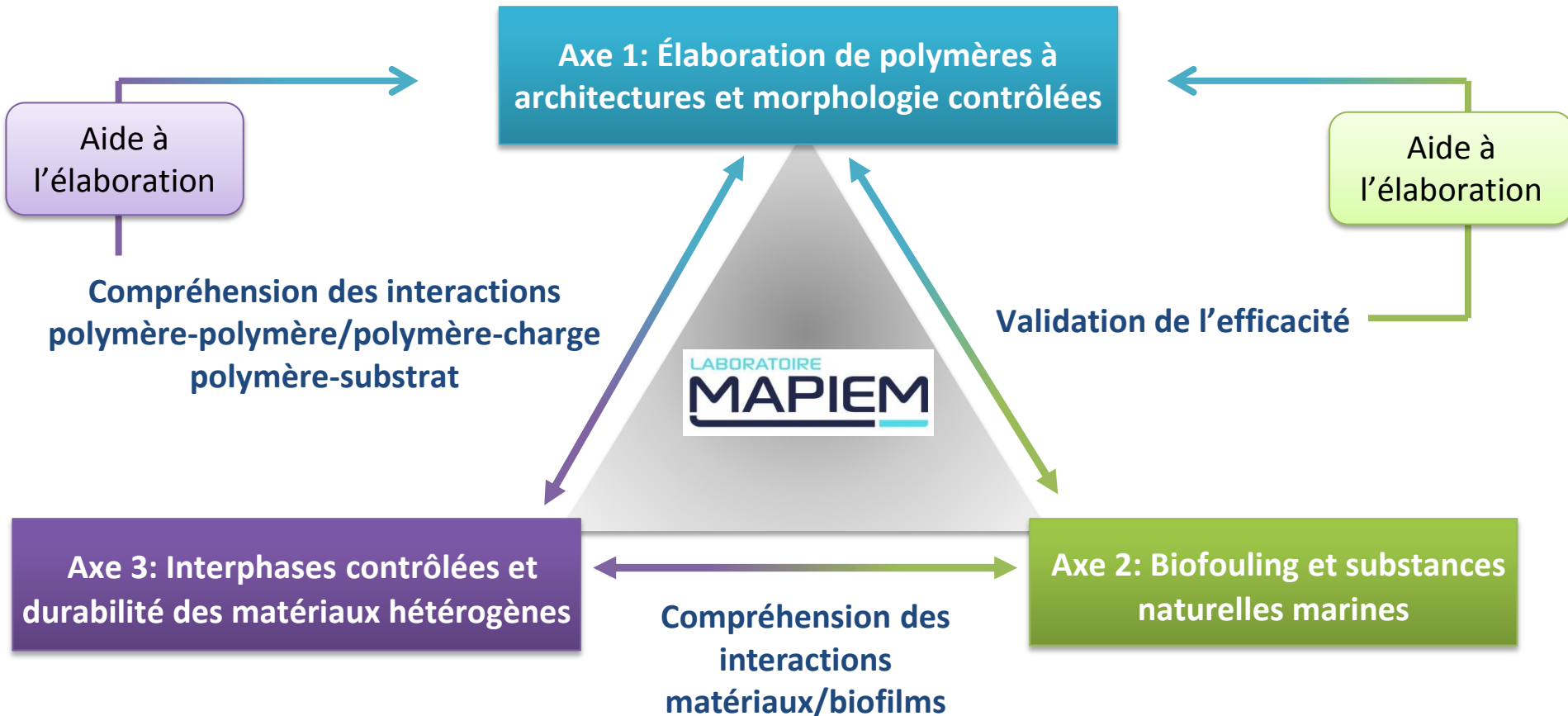


- Équipe d'une cinquantaine de personnes
 - Permanents: 6 PR, 4 MCF-HDR, 8 MCF
2 IGR, 1 IGE 50%, 1 Tech 50%
 - Non-permanents: 9 doctorants, 6 Post-docs, 3 ATER
1 IGE, 1 Tech + stagiaires
- Pluridisciplinarité:
 - Polyméristes
 - Chimistes organiciens
 - Physico-chimistes des matériaux
 - Microbiologistes

Organigramme



Thématiques de recherche



Équipements

Laboratoires de
synthèse et formulation

Laboratoire de
microbiologie

Laboratoire de biologie
moléculaire

Laboratoires de
caractérisation physico-
chimique

Séparation - Analyse

- RMN (400MHz)
- TD-SEC (THF), GPC (aqueuse)
- IRTF
- GC-MS, LC-MS
- Flash-chromatographie

Observation

- MEB
- AFM
- Microscopes optiques
- Microanalyse thermique
- Microscopie IR

Vieillessement accéléré et naturel

- Enceintes à brouillard salin
- Enceintes UVA et UVB
- Enceinte à choc thermique
- Enceinte climatique
- Site d'immersion statique en mer
- Rotor en mer

Caractérisation physico-chimique

- ATG, DSC, DSC modulée
- Rhéomètres
- Spectrométrie diélectrique et d'impédance électrochimique
- Traction
- Angles de contact
- DMA
- Zétamètre

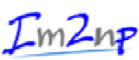
Microbiologie

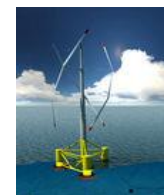
- Autoclave
- Biofilm Ring Test
- Lecteur de microplaques TECAN
- Phytotron
- Thermocycleur
- Transilluminateur

Autres

- Disperseurs formulation
- Centrifugeuses
- Cabine de sablage
- Spin coater
- Lyophilisateur

Programmes de recherche

- AF-Electroactive Coatings   
- DRACONS Drag Reducing Coatings for Navy Ships 
- BiopainTrop  
Peinture anti-fouling écologique à base de molécules marines tropicales
- Lab-on-Ship    
Système «Lab-On-Valve» pour la mesure embarquée de métaux lourds
- Prevent   
- PETER PAN   
Protection et Traitements Environnementaux Robotisés avec Plasma avant Peinture
- Vertiwind Eolienne offshore flottante à axe vertical
- MARCO POLO   

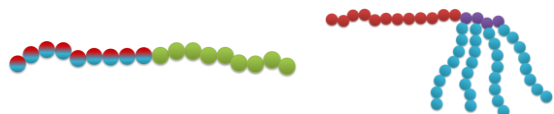


Axe 1

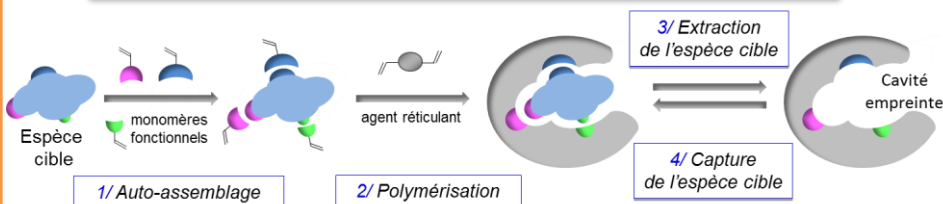
Axe 1: Élaboration de polymères à architectures et morphologie contrôlées

Liants polymères pour peintures anti-salissures marines

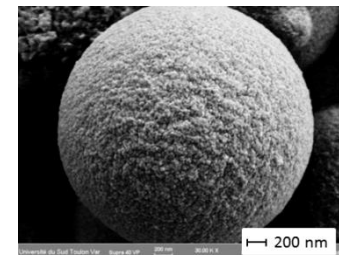
- Synthèse de copolymères à architecture contrôlée
- Étude des relations structures/propriétés
- Formulation de peintures anti-salissures marines et étude de leur efficacité *in vitro* et *in situ*



Polymères à empreintes pour une reconnaissance sélective



- Polymères à empreinte ionique pour l'extraction du Nickel
- Polymères à empreintes moléculaires électrochimiques pour la détection de polluants

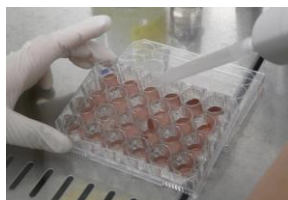
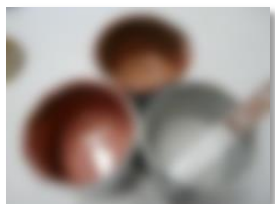


Axe 1

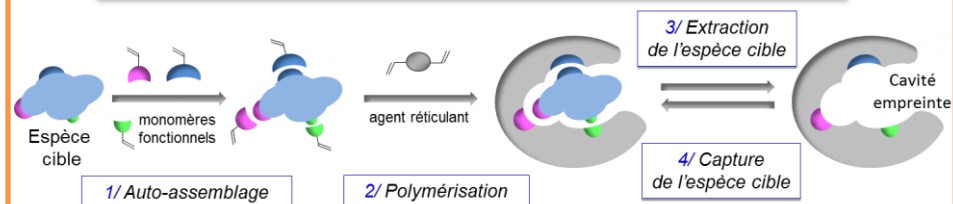
Axe 1: Élaboration de polymères à architectures et morphologie contrôlées

Liants polymères pour peintures anti-salissures marines

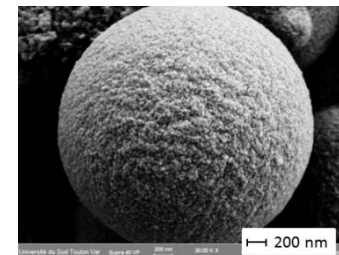
- Synthèse de copolymères à architecture contrôlée
- Étude des relations structures/propriétés
- Formulation de peintures anti-salissures marines et étude de leur efficacité *in vitro* et *in situ*



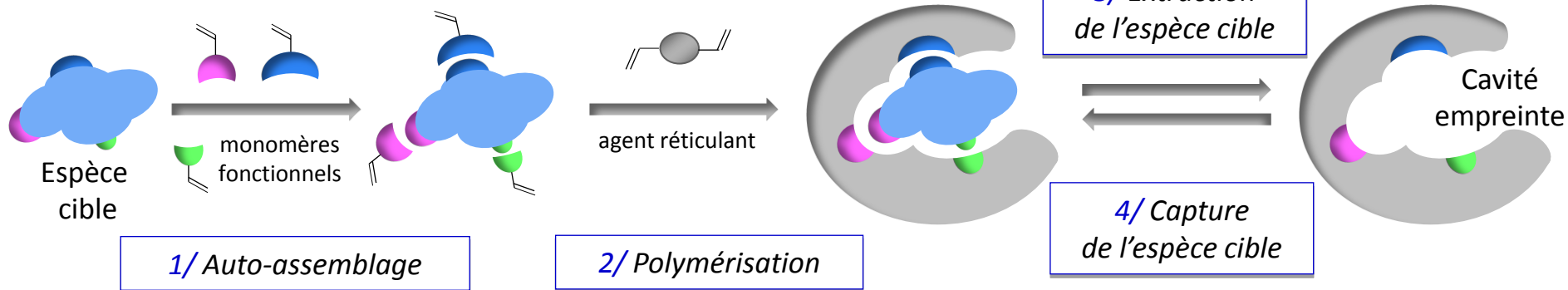
Polymères à empreintes pour une reconnaissance sélective



- Polymères à empreinte ionique pour l'extraction du Nickel
- Polymères à empreintes moléculaires électrochimiques pour la détection de polluants



Polymères à empreintes pour une reconnaissance sélective



- ✓ Création de cavités empreintes dans le réseau polymère
- ✓ Reconnaissance sélective selon le principe anticorps/antigène

Cibles :

- ✓ **Molécules organiques**
- ✓ Protéines
- ✓ **Ions**

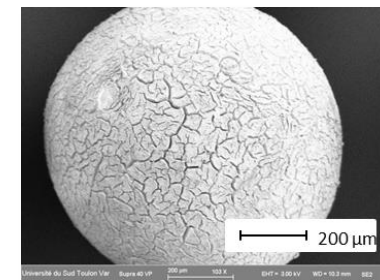
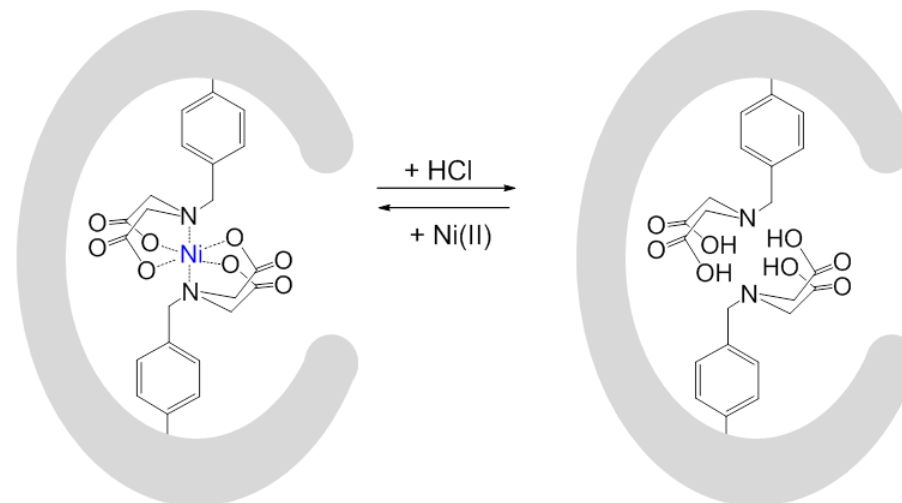
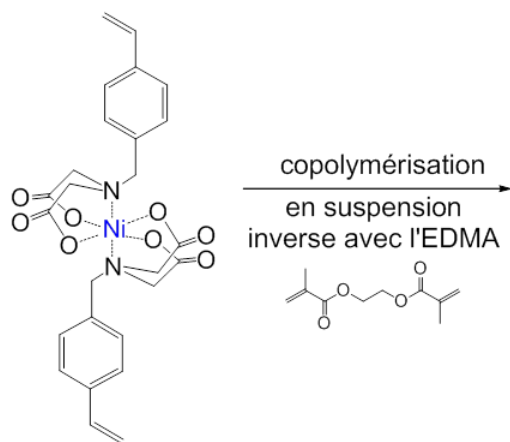
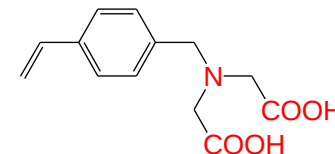
Applications :

- ✓ **Extraction sélective** = séparation, analyse...
- ✓ Catalyse
- ✓ Diagnostic *in vitro*
- ✓ **Capteurs**
- ✓ ...

Polymères à empreintes
pour une reconnaissance sélective

Polymères à empreinte ionique (IIP) du Nickel

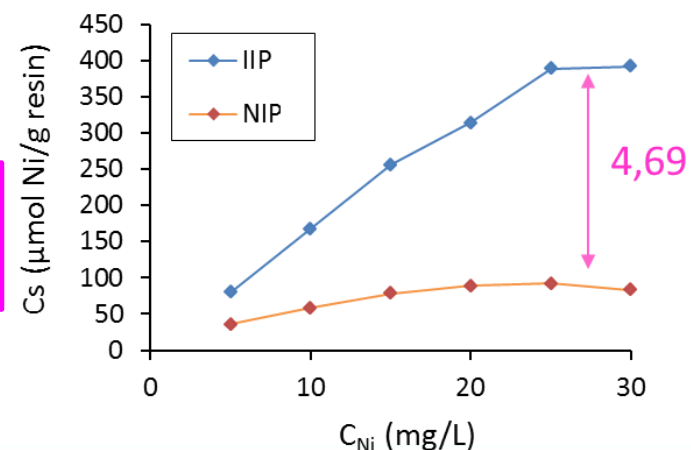
- Monomère fonctionnel : Vinylbenzyl IminoDiacetic Acid (VbIDA)



- Sans Ni: Homologue « non-imprimé » (NIP)
- C_s : capacité complexante ($\mu\text{mol/g}$)

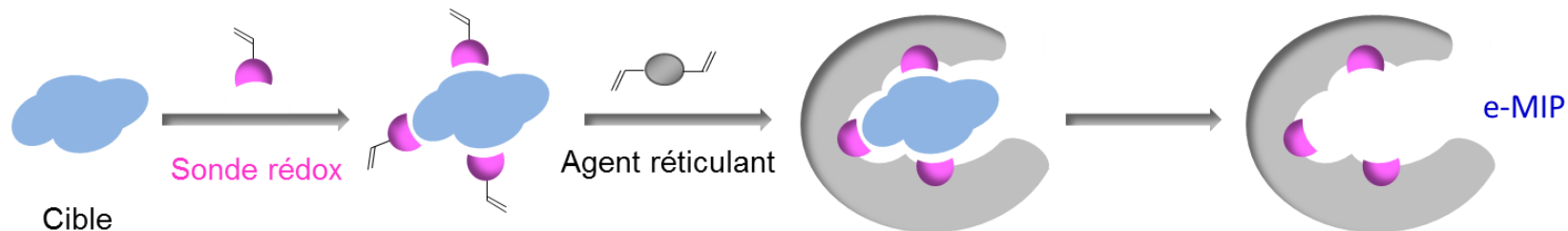
Facteur d'empreinte = 4,69

Effet d'empreinte : IIP
« reconnaît » l'ion empreinte

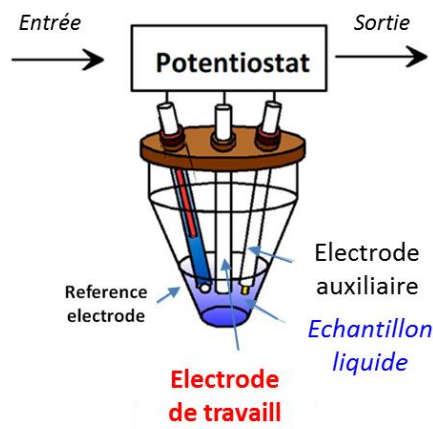
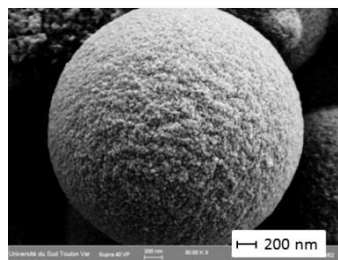
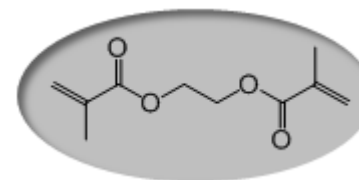
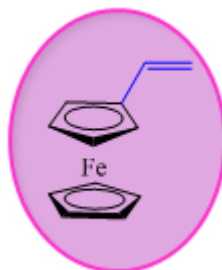


Polymères à empreintes
pour une reconnaissance sélective

Polymères à empreintes moléculaires
électrochimiques pour la détection de
polluants



Cible
(Benzo(a)Pyrène)
BaP



Étude électrochimique
comparative entre e-MIP et e-NIP

Limite de détection =
22 µg/L pour e-MIP
60 µg/L pour e-NIP

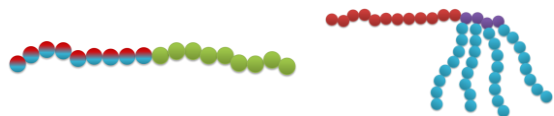
C.Branger and coll., Chem. Commun. **2014**, 50, 7488-7491
C.Branger and coll., Inter. Patent PCT/IB2013/061196

Axe 1

Axe 1: Élaboration de polymères à architectures et morphologie contrôlées

Liants polymères pour peintures anti-salissures marines

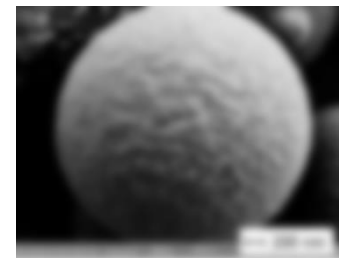
- Synthèse de copolymères à architecture contrôlée
- Étude des relations structures/propriétés
- Formulation de peintures anti-salissures marines et étude de leur efficacité *in vitro* et *in situ*



Polymères à empreintes pour une reconnaissance sélective



- Polymères à empreinte ionique pour l'extraction du Nickel
- Polymères à empreintes moléculaires électrochimiques pour la détection de polluants



Liants polymères pour peintures anti-salissures marines

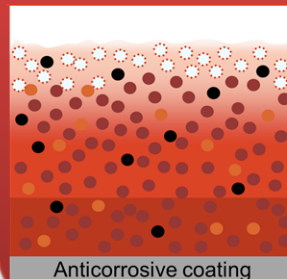
christine.bressy@univ-tln.fr

Impact du fouling



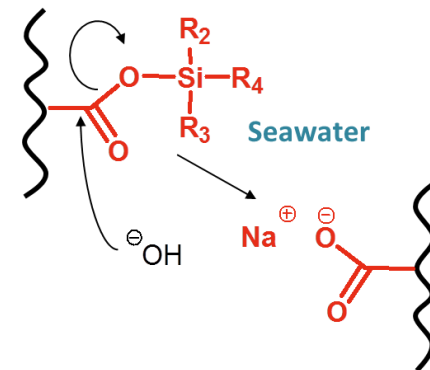
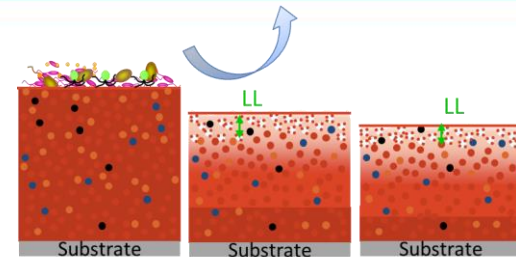
- Rugosité de la coque ↗
- Consommation de carburant ↗
- Détérioration accélérée
- Transport d'espèces invasives

Self-Polishing Coatings (SPC)

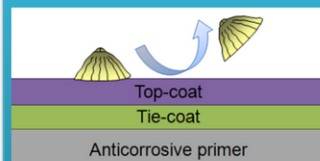


- Matrice polymère hydrolysable
- Renouvellement de la surface (érosion)
- Cocktail de biocides (40-60%)

- ✔ Efficacité antifouling élevée
- ✘ Impact des biocides sur l'environnement marin

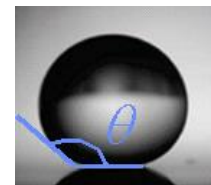


Fouling Release Coatings (FRC)



- Élastomère de PDMS réticulé
- Faible énergie de surface
- Faible module élastique

- ✔ Pas de biocide
- ✘ Relargage du fouling à vitesse élevée
- ✘ Pas efficace en période statique



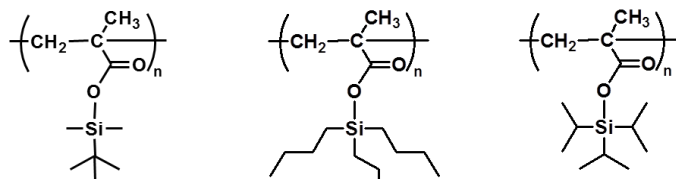
Bressy et al. *Journal of Ocean Technology* **2014**, 9, 19–28.

Lejars et al. *Chem. Rev.* **2012**, 112, 4347–4390.

Bressy et al. In *Advances in Marine Antifouling Coatings & Technologies*; Woodhead Publishing:Cambridge UK, 2009; pp.445–491.

Liants polymères pour peintures anti-salissures marines

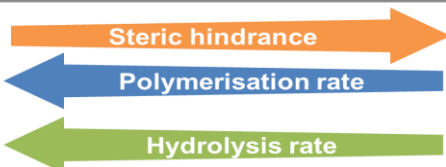
Synthèse d'homopolymères hydrolysables



pTBDMSiMA

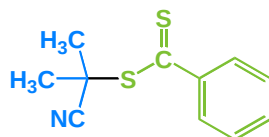
pTBSiMA

pTiPSiMA



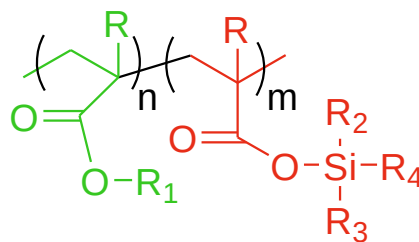
Polymères synthétisés par le procédé RAFT

Capacité à synthétiser des polymères avec masses molaires, dispersités et architectures contrôlées



Nguyen M.N. et al. J Polym Sci: Part A **2005**, 43, 5680-5689

Synthèse de copolymères hydrolysables



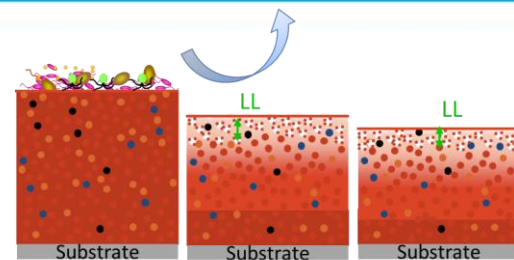
$R = -H$ ou $-CH_3$

$R_1, R_2, R_3, R_4 = -C_nH_{2n+1}$

Nguyen M.N. et al. Polymer **2009**, 50, 3086-3094

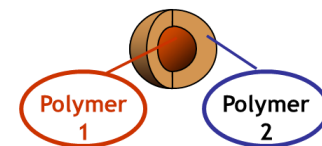
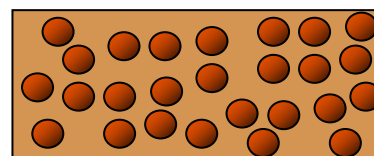


Meilleur contrôle de la vitesse d'érosion pour les diblocs



Peintures AF aqueuses à base de nanoparticules polymères core-shell (méth)acryliques

Core-Shell morphology



Particles size $75 < D_z \text{ (nm)} < 180$

Kermabon-Avon G. et al. , Eur. Polym. J. **2009** , 45, 1208-1216

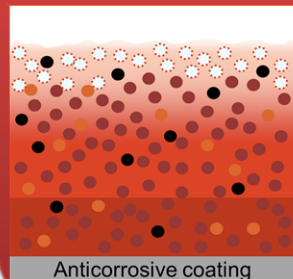
Liants polymères pour peintures anti-salissures marines

Impact du fouling



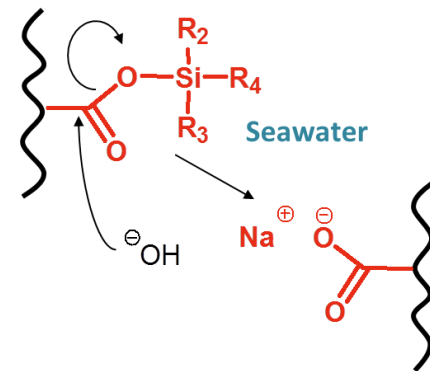
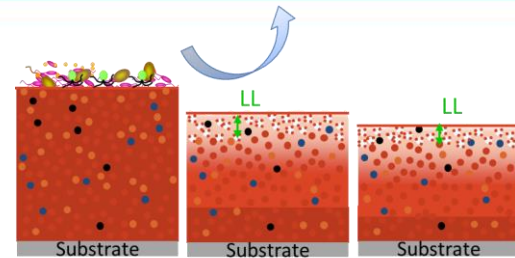
- Rugosité de la coque ↗
- Consommation de carburant ↗
- Détérioration accélérée
- Transport d'espèces invasives

Self-Polishing Coatings (SPC)

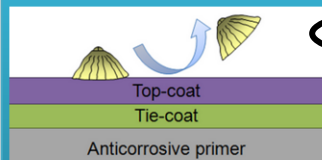


- Matrice polymère hydrolysable
- Renouvellement de la surface (érosion)
- Cocktail de biocides (40-60%)

- ✔ Efficacité antifouling élevée
- ⚠ Impact des biocides sur l'environnement marin

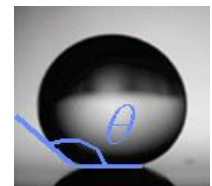


Fouling Release Coatings (FRC)



- Élastomère de PDMS réticulé
- Faible énergie de surface
- Faible module élastique

- ✔ Pas de biocide
- ⚠ Relargage du fouling à vitesse élevée
- ⚠ Pas efficace en période statique

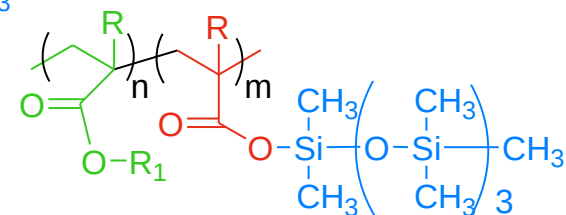
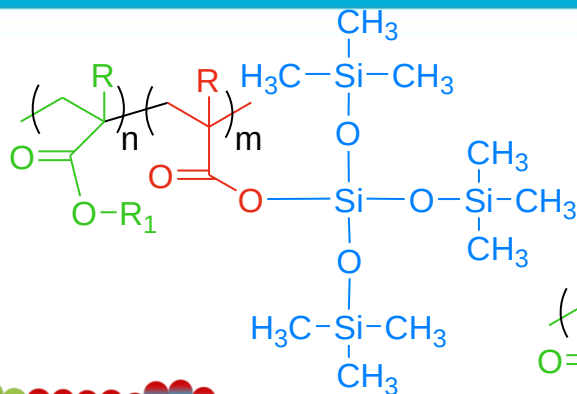
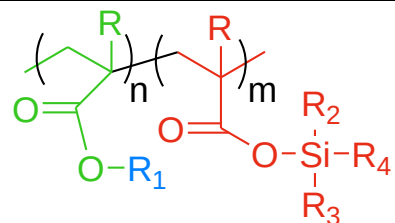


Bressy et al. *Journal of Ocean Technology* **2014**, 9, 19–28.

Lejars et al. *Chem. Rev.* **2012**, 112, 4347–4390.

Bressy et al. In *Advances in Marine Antifouling Coatings & Technologies*; Woodhead Publishing:Cambridge UK, 2009; pp.445–491.

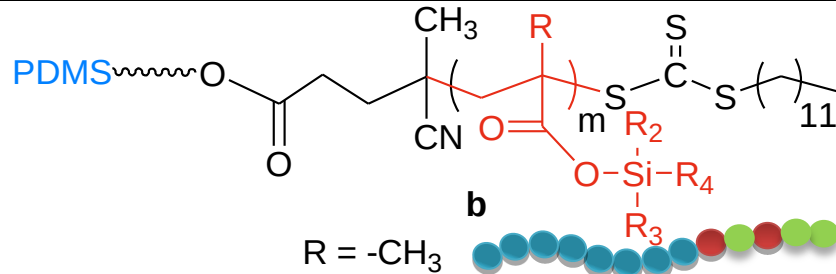
- **Synthèse de copolymères hydrolysables et hydrophobes**


$$R = -CH_3, R_1 = -C_nH_{2n+1}$$
Lejars et al. *Polym. Chem.* **2014**, *5*, 2109–2117

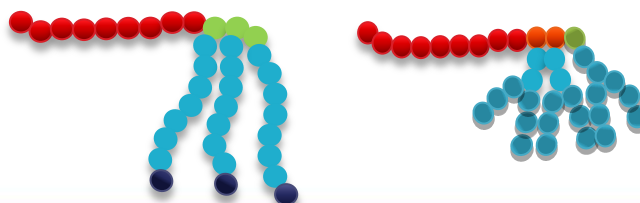
a

$$R = -CH_3$$

$R_1 = \text{-poly(diméthylsiloxane) PDMS}$

$$R_2, R_3, R_4 = -C_n H_{2n+1}$$


b

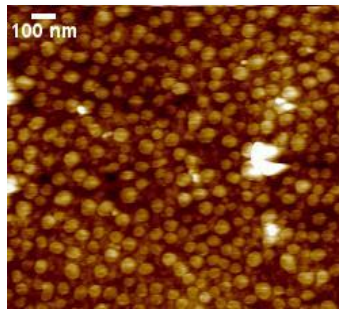
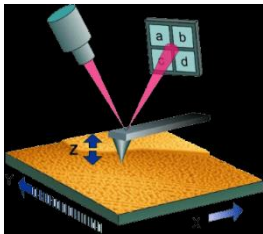
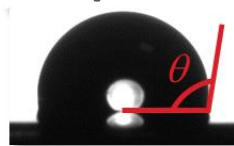
$$R = -CH_3$$
$$R_2, R_3, R_4 = -C_nH_{2n+1}$$
Duong et al. *Polymer* **2014**, *55*, 39–47Lejars et al. *Polym. Chem.* **2013**, *4*, 3282–3292

Blancolor
Peintures · Haute Décoration



Liants polymères pour peintures anti-salissures marines

- Structure chimique: *RMN*, *TD-SEC*
- Propriétés physico-chimiques:
ATG, *DSC*, θ , γ_s
- Morphologie: *AFM*

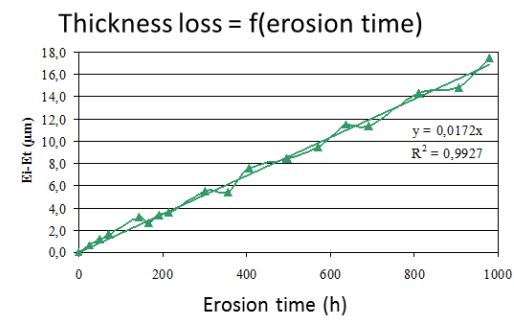


- Formulation de peintures AF



Relations structures/propriétés Formulation et efficacité antifouling

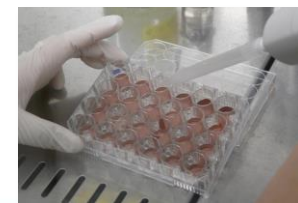
- Erosion en laboratoire: *turboeroder*



- Propriétés antifouling en immersion *in situ*



- Essai anti-adhésion
sur bactéries





International Congress on Marine Corrosion and Fouling

18th ICMCF, 19-24 June 2016, Toulon, FRANCE

- 300 attendees: scientists and technologists from academia, industry, defense and other government organizations, from all the continents.
- Topics include :
 - New approaches/ideas for antifouling
 - Responsive surfaces and textured surfaces for antifouling
 - Chemically-active antifouling technologies
 - Novel environmentally friendly antifoulants
 - Novel methods to evaluate antifouling efficacy
 - Marine corrosion: Materials and Coatings
 - Microbiologically Influenced Corrosion /Biocorrosion
 - Adhesion, adhesives and biofilm formation mechanisms

Merci de votre attention



Matériaux Polymères Interfaces Environnement Marin

Marlène LEJARS

Ingénieur de Recherche

marlene.lejars@univ-tln.fr

Site web: <http://mapiem.univ-tln.fr>

Facebook: www.facebook.com/mapiemlab

Twitter: [@mapiemlab](https://twitter.com/mapiemlab)