

# Potentiel du byssus de moules en biotechnologie



Réseau Québec Maritime  
Québec • 4 juin 2019

**RÉJEAN TREMBLAY**  
UQAR/ISMER

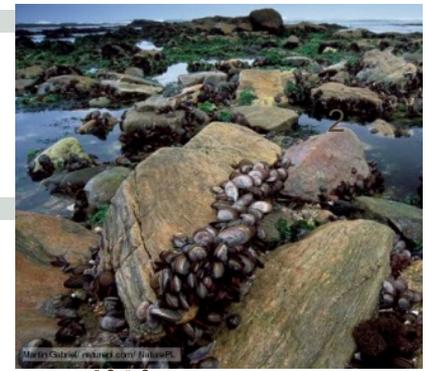


Isabelle Marcotte et Charles Séguin (UQAM)



Christian Pellerin (UdeMontréal)

# Moules – s'accrocher...



- Doivent survivre à des conditions environnementales difficiles
  - Cycle de la marée
    - Exposées à l'eau et à l'air
  - Forces des courants et des vagues

## Via production de byssus

- Série de filaments pour s'ancrer aux surfaces
- 20-60 brins, 2-5 cm long, 100-200  $\mu\text{m}$  diamètre
- Propriétés mécaniques étonnantes (élasticité et robustesse)



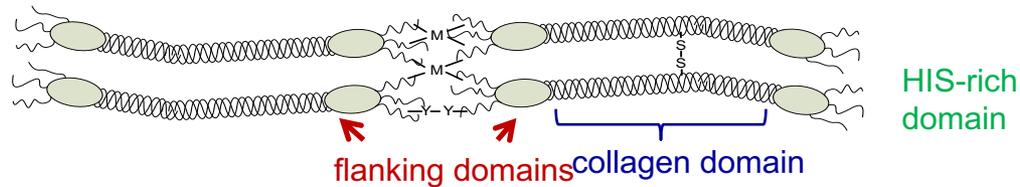
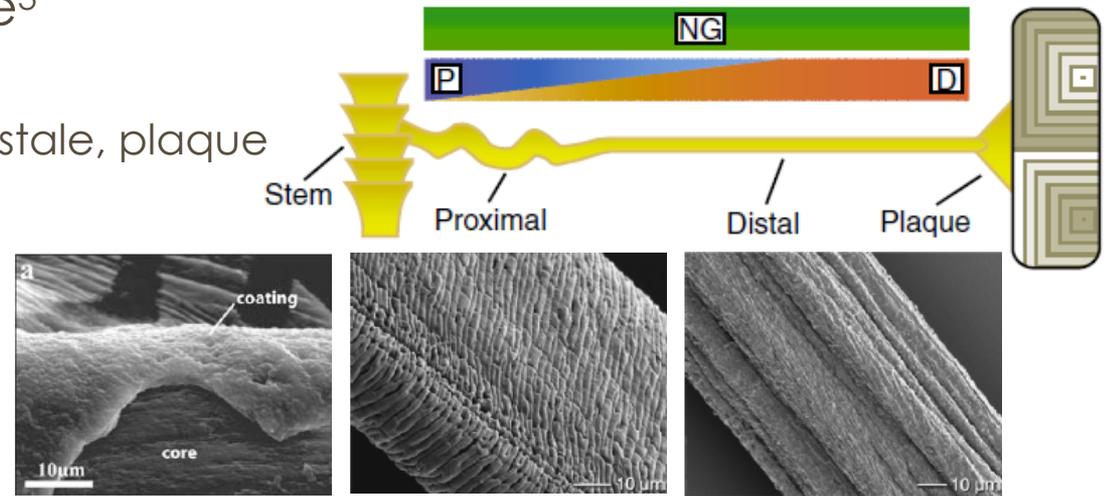
*Mytilus edulis*



Mussel farm

# Byssus – complexité

- Organisation complexe<sup>3</sup>
  - 4 sections
    - Colonne, proximale, distale, plaque
  - 3 collagènes
    - PreCOL-**P**
    - PreCOL-**D**
    - PreCOL-**NG**
  - Cuticule
    - 2-5  $\mu\text{m}$
  - Ions inorganiques<sup>4</sup> < 1 wt%



ng/mg *M. edulis* fibers

Mn	Ca	Fe	Mg	Al	B	K	Zn
46±7	24±5	22±1	11±2	11±2	2.7±0.3	2.2±0.3	0.5±0.1

[3] Waite, Qin, Coyne (1998) Matrix Biol. 17, 93.

[4] Bouhlef, Pellerin, Tremblay, Marcotte et al. (2017) J. Exp. Biol. 220(6), 294.

# Moules – valeur socio-économique

- Moules bleues (*Mytilus edulis*) cultivées au Canada
  - ~ 25,000 tonnes/an; marché de 39M\$
  - 98% production totale au Québec et provinces Atlantiques
- Jusqu'à 28% de pertes par décrochage par an
  - Répercussions économiques
  - Impact environnemental
    - Enrichissement organique des sédiments
- Potentiel technologique des fibres de byssus
  - 200 tonnes/an rejetées comme déchet de l'aquaculture
  - Fibres protéiques pour fabrication de biomatériaux



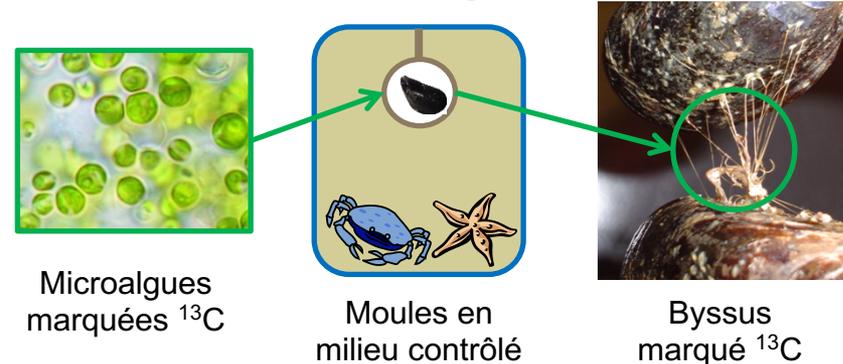
- ➔ **Comprendre la relation structure/propriétés mécaniques**
- ➔ **Fabriquer des biomatériaux**

# Notre bagage – Structure moléculaire

5

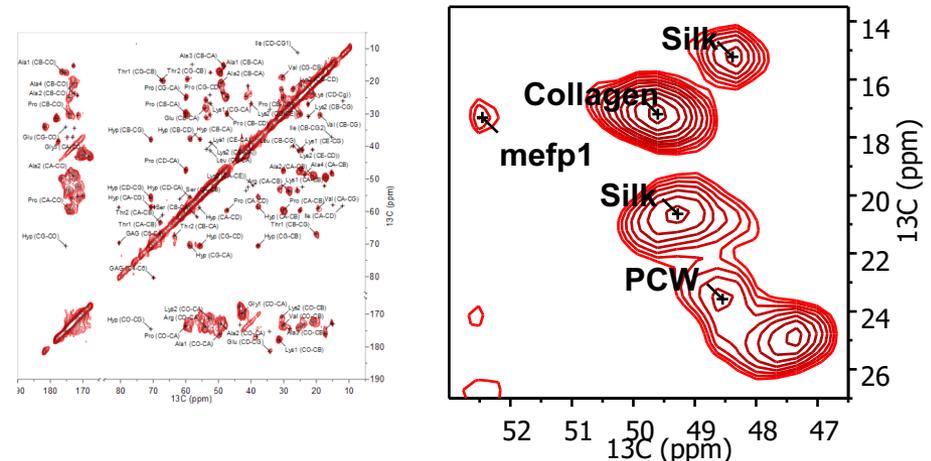
- Structure moléculaire du byssus: marquage isotopique nécessaire

- Méthode de marquage au  $^{13}\text{C}$  mise au point



- RMN solide, caractérisation à l'échelle atomique

- Hélices collagène
- Feuillet  $\beta$
- Régions non structurées



Leblanc, Arnold, Genard, Nadalini, S-Heine, Marcotte, Tremblay, Sleno (2012) Rapid Comm. in Mass Spectrom. 26 (10), 1165.  
Arnold, Byette, S-Heine, LeBlanc, Sleno, Tremblay, Pellerin & Marcotte (2013) Biomacromolecules 14 (1), 132.

- Période de ponte, byssus plus mince et moins résistant
- Haute mer: plus faible force d'attachement bien que filaments plus gros et plus forts (moins de filaments)
- Variations importantes dans extensibilité, force d'attachement et ténacité du byssus de 9 espèces (Californie, Canada, Espagne, Brésil, Turquie)
- Différences de composition indiquent stratégies différentes de formation du byssus

Hennebicq, Fabra, Pellerin, Marcotte, Myrand & Tremblay (2013) *Aquaculture* 410-411, 11.

Séguin-Heine, Lachance, Genard, Myrand, Pellerin, Marcotte & Tremblay (2014) *Aquaculture* 426-427, 189.

Bouhlef, Genard, Ibrahim, Carrington, Babarro, Lok, Flores, Pellerin, Tremblay, Marcotte (2018) *J. Exp. Biol.* 220(6), 984.

# Notre bagage – Biomatériaux à base de byssus

7

- Fabrication de biomatériaux à partir de protéines extraits du byssus
  - Matériau auto-assemblé, propriétés mécaniques modulables en fonction du pH, de métaux incorporés ou d'agents de cross-linking.
  - Matériau auto-guérisseur aux propriétés mécaniques prometteuses
  - Matériau recyclé et très probablement bio-compatible



Byette, Pellerin, Marcotte (2014) *J. Mater. Chem. B* 2 (37), 6378.

Byette, Laventure, Pellerin, Marcotte (2016) *Biomacromolecules* 17 (10), 3277.

Byette, Marcotte, Pellerin (2018) *Peptide Sci.* 111 (1), e2403.

- Production et sélection de moules triploïdes produisant deux fois plus de byssus

**(Luc Comeau et John Davidson MPO, Kevin Osterheld étudiant PhD, ISMER)**

- Diminution des variations saisonnières structurales, biochimiques et donc mécaniques
- Étude économique de la valorisation du byssus produit par les moules triploïdes sélectionnées
- Étude de la valorisation des matériaux de byssus comme alternative aux matériaux issus de la pétrochimie
- Partenaires: MPO, Iso-BioKem, R-D Mytis

- Retombées attendues
  - Valorisation du byssus – déchet actuel en aquaculture
  - Fabrication de matériaux plus « verts »
  - Augmentation des retombées économiques dans régions d'exploitation de la moule

# Remerciements

10

- Équipe byssus

- Alexandre Arnold (UQAM)
- Zeineb Bouhlel (UQAR-UQAM)
- Frédéric Byette (UdeM-UQAM)
- Bertrand Genard (UQAR)
- Rémy Hennebicq (UQAR)
- André Leblanc (UQAM)
- Isabelle Marcotte (UQAM)
- Bruno Myrand (MERINOV)
- Christian Pellerin (UdeM)
- Lekha Sleno (UQAM)
- Réjean Tremblay (UQAR)
- Kevin Osthereld (UQAR)

**Fonds de recherche  
Nature et  
technologies**

**Québec** 

**INNOVATION.CA**  
CANADA FOUNDATION FOR INNOVATION | FONDATION CANADIENNE POUR L'INNOVATION

*Ressources  
Aquatiques  
Québec* | **RAG**



 **RÉSEAU  
QUÉBEC  
MARITIME**

- Soutien financier et partenaires

- Menu-Mer, Cuismer, Moules de culture des Îles, La Moule du large
- Canadian Cove
- Pêches et Océans Canada
- IsoBiokem, R&D Mytis