

Morphologie microscopique et propriétés mécaniques de surfaces polymères biomimétiques

Thi Chinh NGO¹, Radostina KALINOVA², Rosica MINCHEVA², Philippe DUBOIS², Roberto LAZZARONI¹, Philippe LECLERE¹

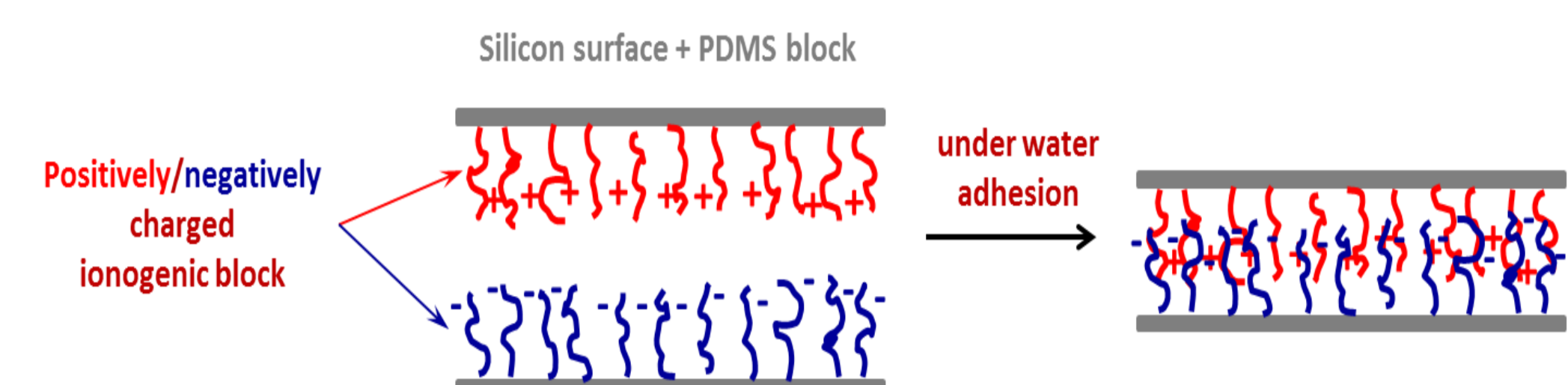
¹ Service de Chimie des Matériaux Nouveaux, ² Service des Matériaux Polymères et Composites
Centre d'Innovation et de Recherche en Matériaux Polymères (CIRMAP), Université de Mons (UMONS), 20 Place du Parc, B-7000 Mons, Belgique
Thichinh.ngo@umonts.ac.be

1. Introduction

Dans la nature, de nombreux animaux (araignées, étoiles de mer, gecko, etc.) utilisent des polymères pour former des adhésifs qui peuvent agir, soit de façon permanente, soit de façon réversible^[1]. Il est donc intéressant de synthétiser des (co)polymères imitant les adhésifs d'origine biologique.



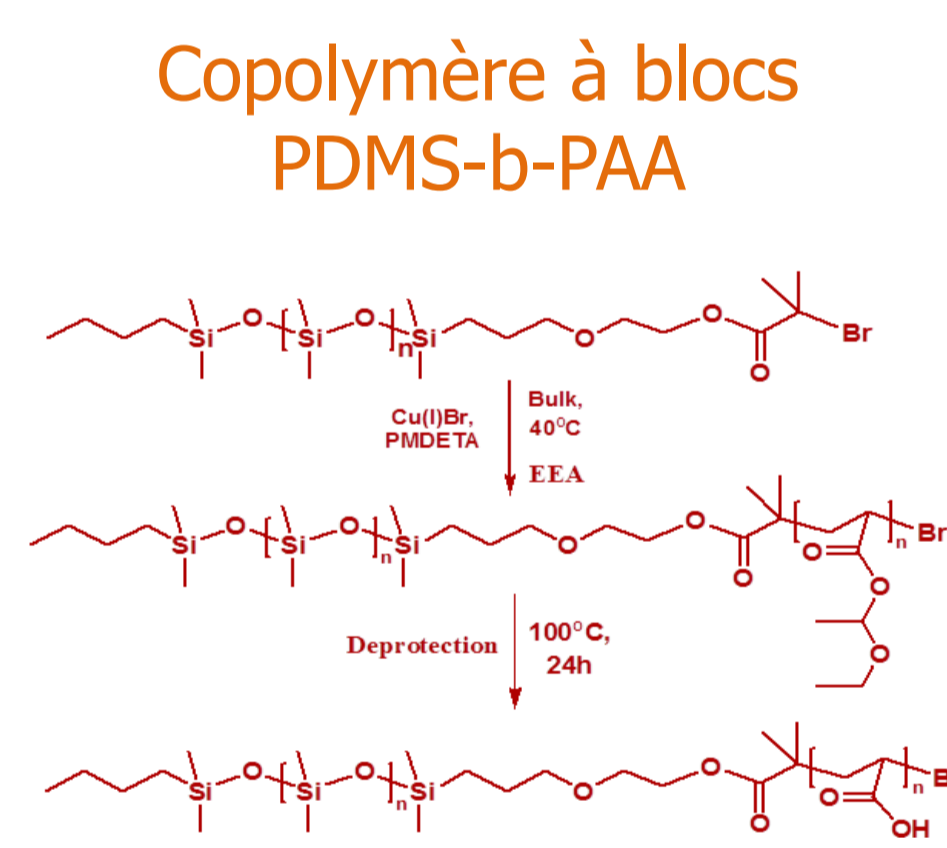
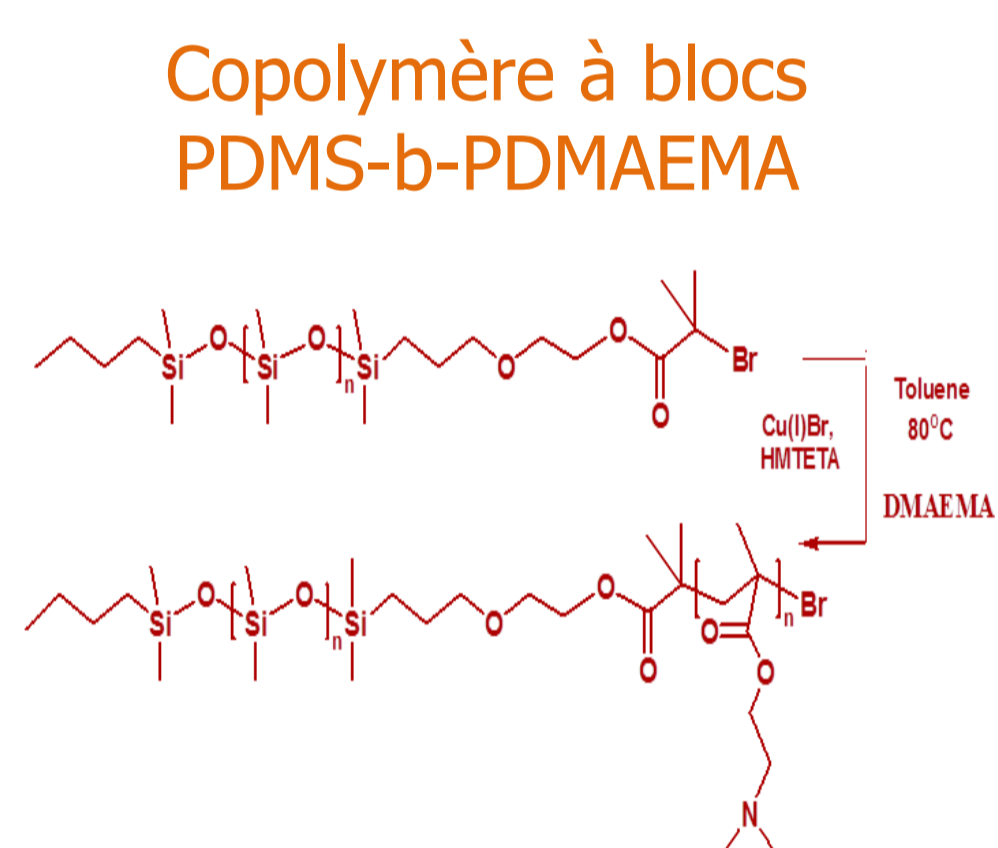
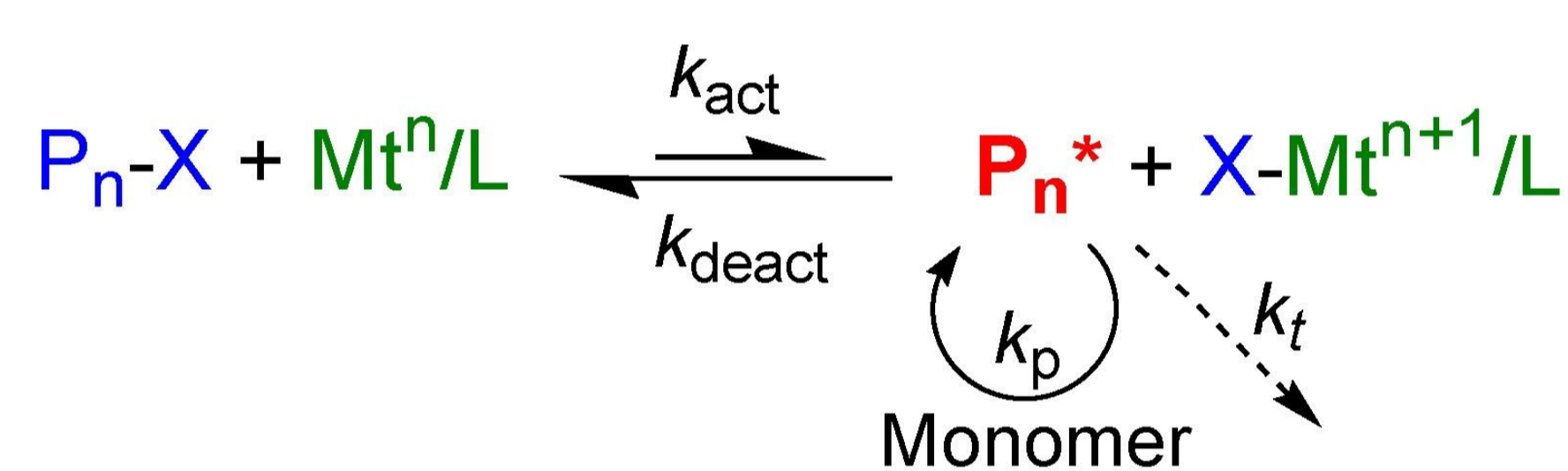
Notre projet de recherche porte sur l'étude des propriétés d'adhésion de surfaces polymères biomimétiques afin d'atteindre une adhésion réversible en milieu aqueux grâce aux interactions entre des segments ionogènes.



2. Polymères biomimétiques

Ces polymères ont été synthétisés par la méthode de polymérisation radicalaire avec transfert d'atome (ATRP) ^[2,3]

Mécanisme ATRP

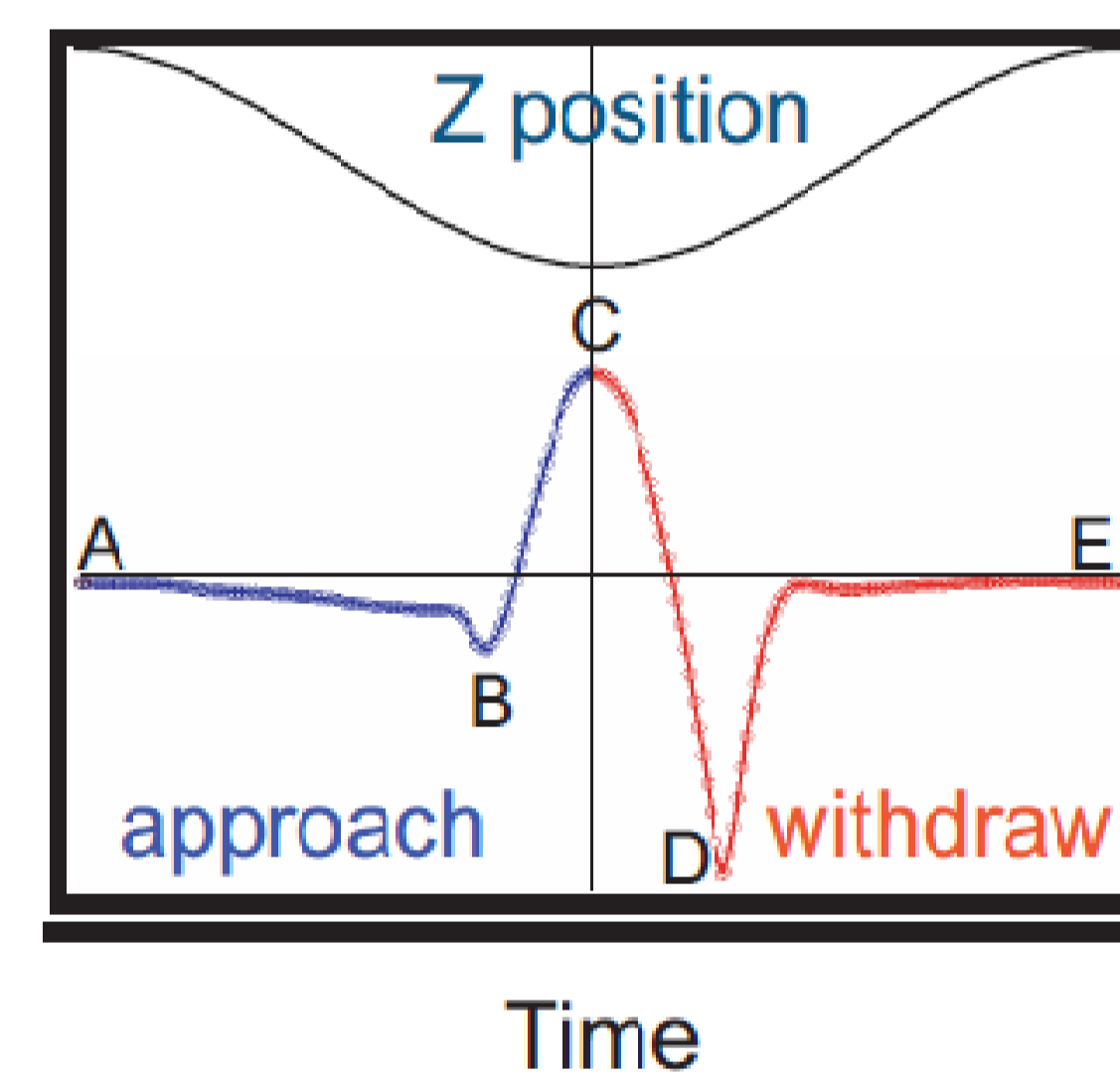


Le groupe amine peut être protoné ($+NHR_3$)

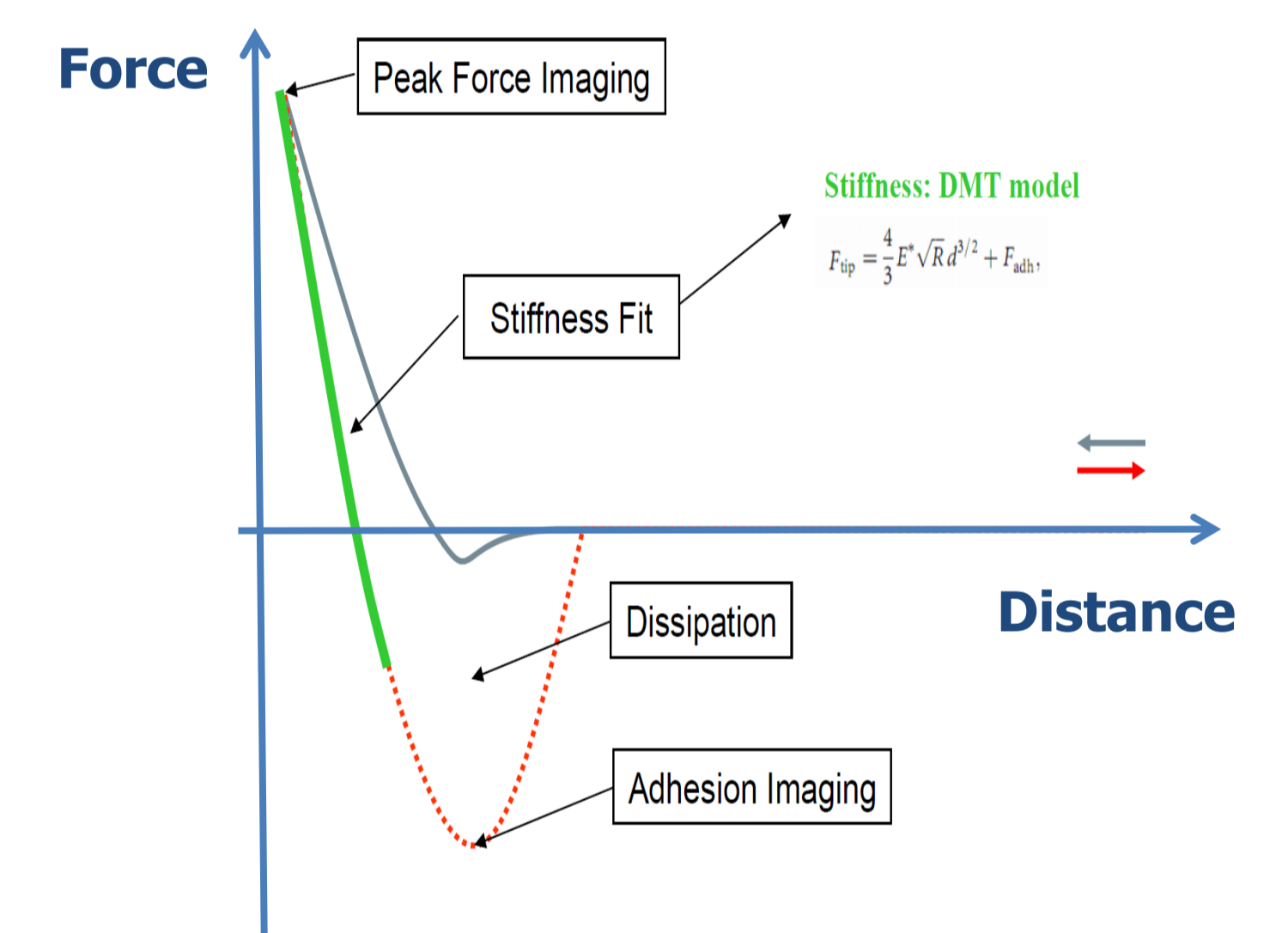
Le groupe carboxyle peut être déprotoné (COO^-)

3. PeakForce Quantitative NanoMechanic Property Measurements (PFQNM)^[4]

PFQNM est une nouvelle technique qui se base sur l'analyse en temps réel de courbes force-distance enregistrées à une fréquence de 2kHz environ. De cette manière, les temps d'acquisition pour l'obtention d'une image sont raisonnables.



Courbe force-temps

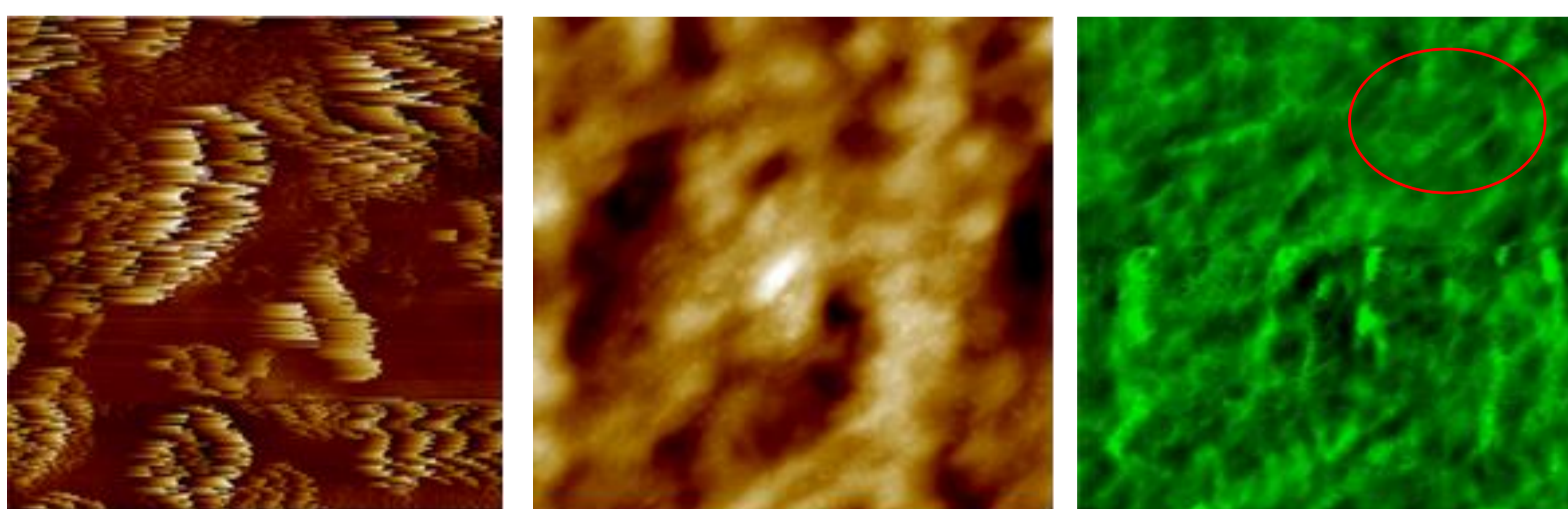


Courbe force-distance

La courbe de la force au cours du temps (à gauche) montre le premier contact de la sonde avec l'échantillon (B), la force maximale (C) et le point d'adhésion (D). En fonction du déplacement en Z, ces données transformées en courbe de force (à droite) déterminent une force d'interaction contrôlant la boucle de rétroaction. A partir de cette courbe on peut extraire en temps réel les propriétés mécaniques de l'échantillon comme l'adhésion, le module d'Young, ...

4. Résultats

Les images PFQNM présentées ont été obtenues pour un copolymère à blocs PDMS-b-PAA. Elles montrent que, sur base des propriétés d'adhésion, le film polymère est structuré en domaines présentant des dimensions de quelques dizaines de nanomètres compatibles avec ce qui est connu sur la microséparation de phase observée habituellement pour les copolymères à blocs.



Topographie (TM)
(2.0µm 2.0µm)

Topographie (PFQNM)
(2.0µm 2.0µm)

Adhésion (PFQNM)
(2.0µm 2.0µm)

5. Conclusions

Le PFQNM permet d'obtenir des images de topographie de surfaces extrêmement molles et/ou très adhésives, pour lesquelles l'imagerie en Tapping Mode est impossible. De plus, il permet de mesurer localement différentes propriétés comme le module d'Young (à partir de l'analyse des données basées sur le modèle DMT)^[5], l'adhésion, la déformation et la dissipation et ce simultanément à l'image de topographie.

6. Perspectives

- Etude de la morphologie et des propriétés mécaniques en fonction de la (dé)protonation.
- Etude de l'influence de la composition.
- Utilisation de sondes fonctionnalisées.

7. Références

- [1]. E. Hennebert, P. Viville, R. Lazzaroni, P. Flammang, Journal of Structural Biology, 164 (2008) 108.
- [2]. E. Duquesne, J. Habimana, Ph. Degée, Ph. Dubois, Macromolecular Chemistry and Physics, 207 (2003) 1116.
- [3]. W.V. Camp, F. Du Prez, Macromolecules, 37 (2004) 6673.
- [4]. <http://www.bruker-axs.com>: Peak Force QNM Application Note.
- [5]. B.V. Derjaguin, V.M., Muller, Y.P. Toropov J. Colloid. Interface Sci., 53 (1975) 314.
- [6]. <http://robotics.eecs.berkeley.edu/~ronf/Gecko/index.html>.