



La préparation des couches minces fluorées par la technique Langmuir-Blodgett.

Lilit Simonyan, Anna Ritcey¹, Tigran Galstian²

¹-Département de chimie, CERSIM, ²-Département de physique, COPL

Juin-2004

Objectifs du projet

Les objectifs et les démarches de recherche de notre projet sont les suivantes :

- Préparation d'une série de surfaces modèles (ayant une variation systématique de composition) par la technique Langmuir-Blodgett.
- Étude de l'énergie d'ancrage d'un cristal liquide sur des surfaces perfluorées.
- Application (à long terme) de la réduction de l'énergie d'ancrage dans les PDLCs par ajout d'un monomère ou tensioactif approprié.

Systemes proposes

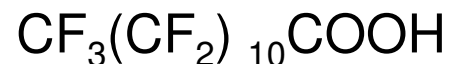
1. Les petites molecules (commerciallement disponibles)

Notre choix s'est arrête sur des amphiphiles suivants :

- acide perfluoro-1-octanesulfonique, sel d'ammonium tétraéthylique



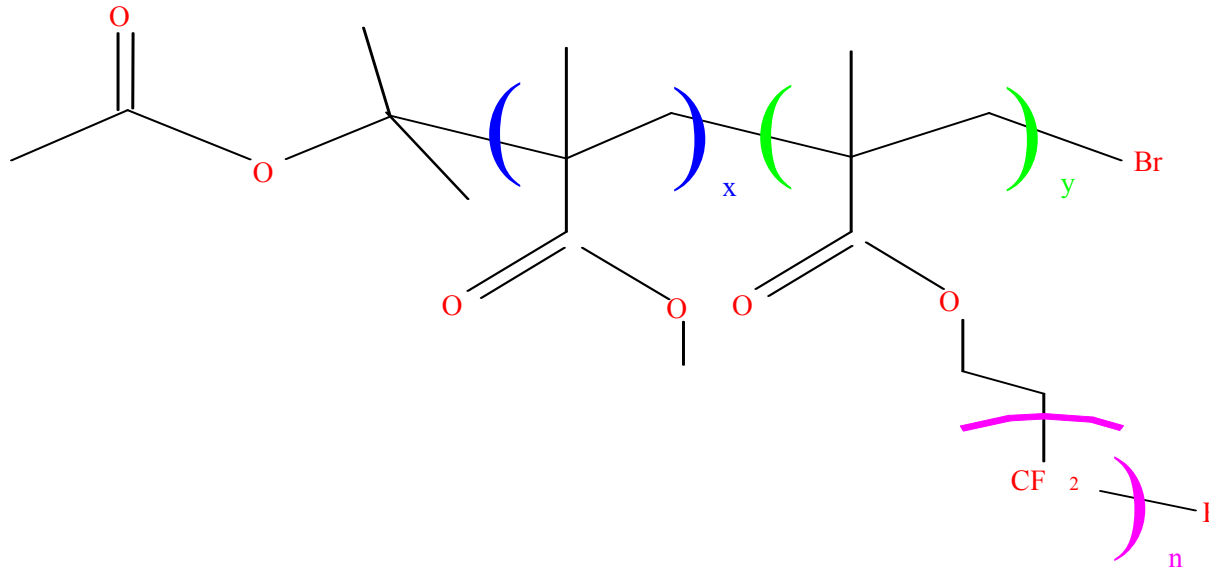
- acide perfluorododecanoïque



Ces molécules possèdent une forte activité air/eau surface, grâce à la présence de tête polaire ionique et les faibles attractions de van der Waals de la chaîne de fluorcarbène.

Systemes proposes

2. Copolymères statistiques



Ces polymères ont été synthétisés et caractérisés par Stuart Jackson, (dans le groupe du professeur Haddleton) Université de Warwick, Angleterre qui nous a fourni les caractéristiques résumées dans le tableau suivant:

Structure des copolymères statistiques – P(MMA / Zonil™)

Échantillon	Pourcentage massique de monomère fluoré dans le milieu réactionnaire(%)	Pourcentage massique de monomère fluoré dans le polymère(%)	Masse molaire
IW-Zonil – 1	10	9.7	12200
IW-Zonil – 2	15	13.3	14500
IW-Zonil – 3	20	19.7	15100

La technique Langmuir-Blodgett

La technique Langmuir-Blodgett est la première technique permettant aux chimistes de construire des assemblages moléculaires ordonnés. Elle permet de préparer des couches ultra-minces ayant une épaisseur dont la limite minimale est la taille des molécules du produit dont ils sont constitués [1].

La préparation des couches comprend deux étapes.

Dans la première étape, une couche monomoléculaire est étalée à l'interface air-eau à partir d'une solution diluée.

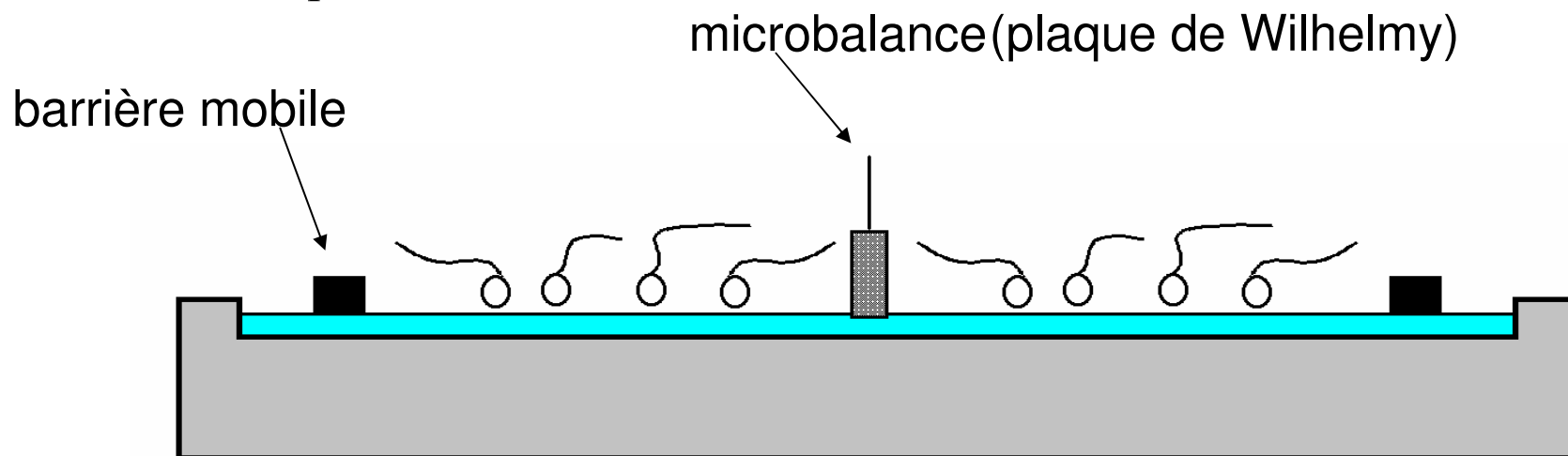
Dans la deuxième étape, la couche monomoléculaire, normalement après compression, est transférée sur un support solide passé de façon verticale à travers l'interface.

L'attrait principal de la technique LB pour le présent projet et la possibilité qu'elle offre de contrôler la densité de surface (couvrage) des molécules transférées.

[1] Abraham Ulman, An Introduction to Ultrathin Organic Films from Langmuir-Blodgett to Self-Assembly, Academic Press, INC, 1991.

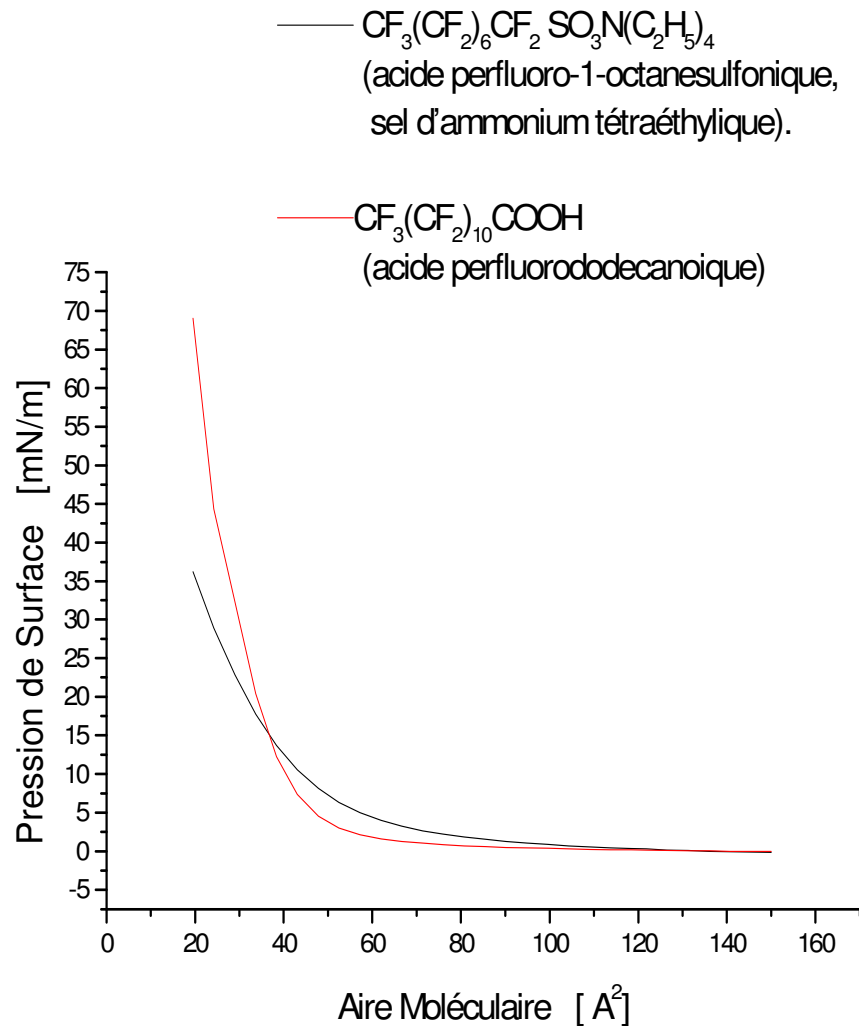
Dans une expérience typique (**préparation d'une monocouche**) le produit, en solution diluée, est d'abord déposé à l'interface air-eau à l'aide d'une microseringue. Il y a alors dispersion du produit (amphiphile) sur la surface de l'eau et l'évaporation du solvant laissant une monocouche de molécules. Les barrières sont alors mises en mouvement et la pression de surface de la monocouche, Π , mesurée à l'aide de la plaque de Wilhelmy, est enregistrée pendant toute la durée de la compression de la couche. La pression de surface, telle que définie par l'équation $[\Pi = \gamma_0 - \gamma]$, est la différence entre les tensions de surface de l'eau pure avant et après l'étalement, γ_0 et γ respectivement.

L'isotherme Pression de surface-Aire moléculaire permet d'évaluer l'aire moléculaire du produit étudié et d'obtenir certaines informations relatives à la stabilité de la monocouche, à l'orientation des molécules et aux différentes transitions de phase.

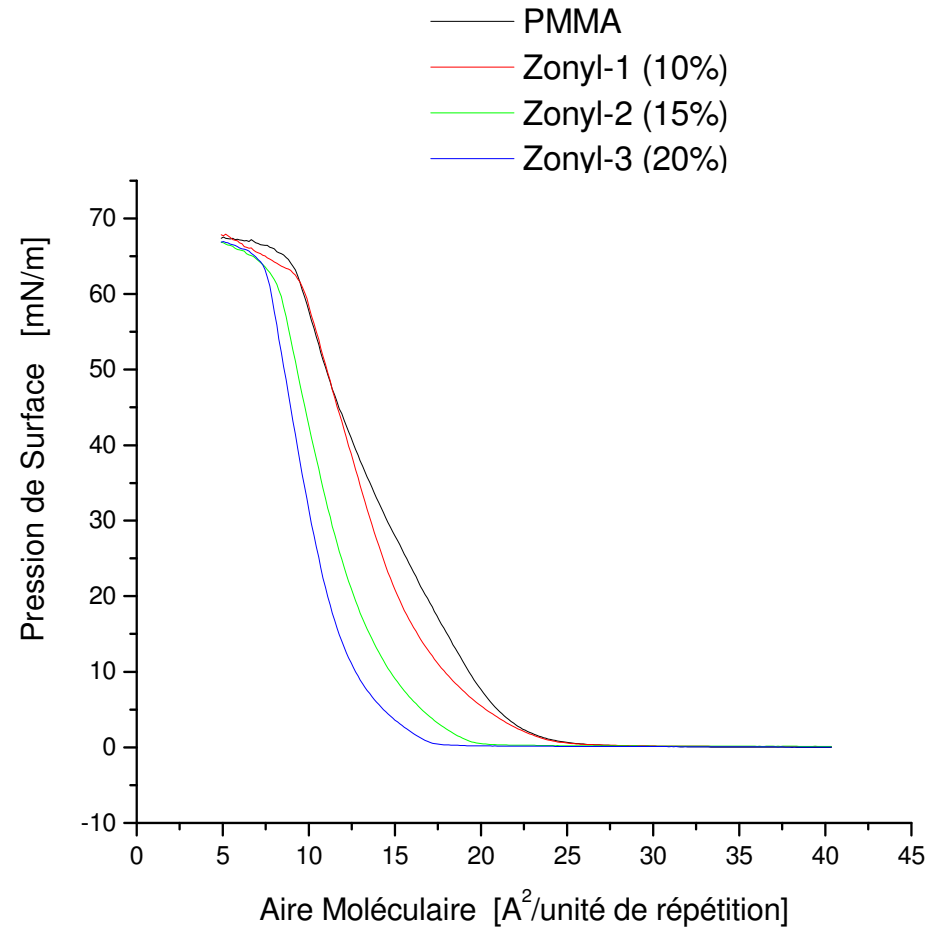


Isotherme Pression de surface – Aire moléculaire

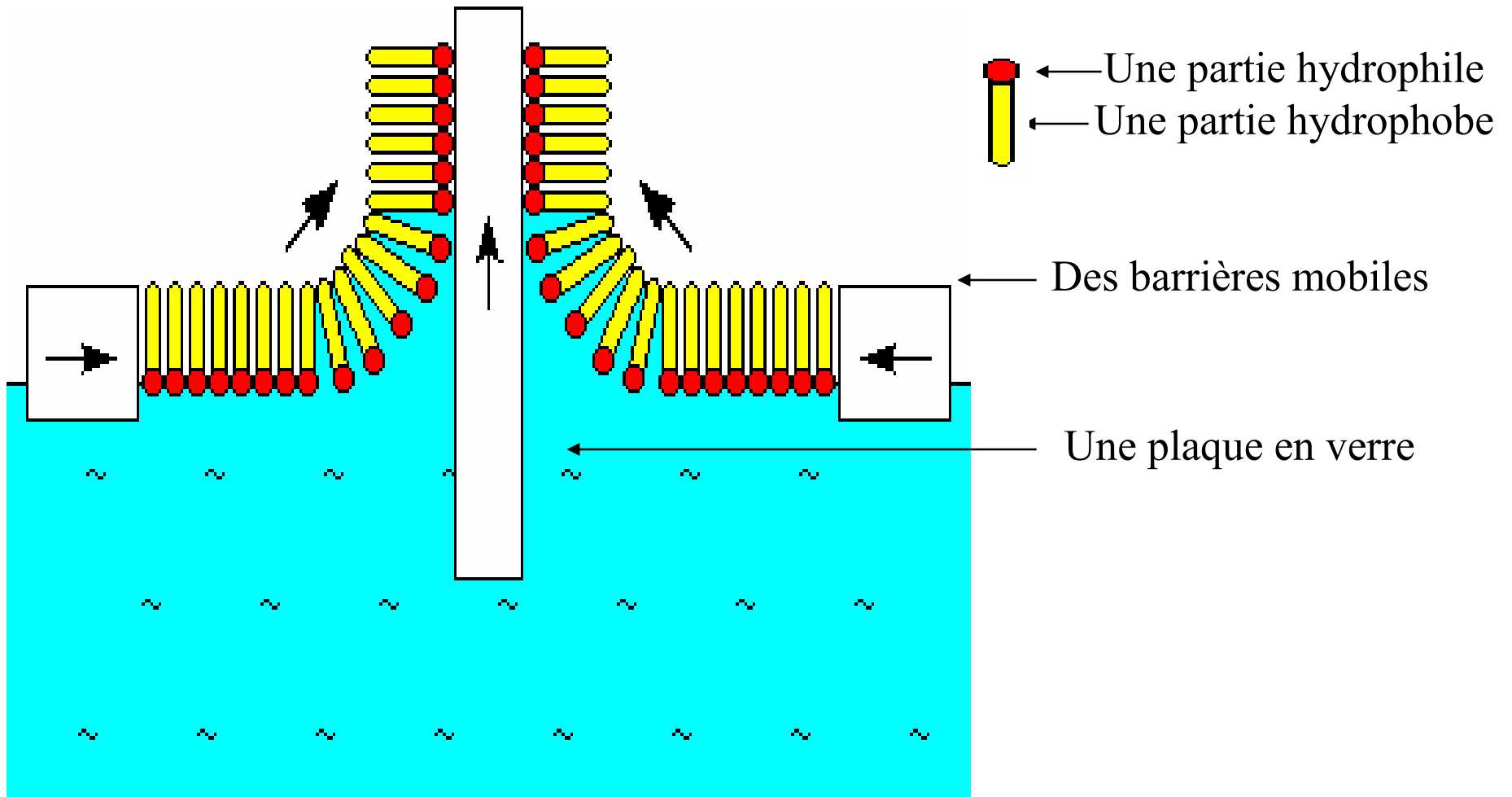
1. Les petites molécules



2. Les copolymères statistiques



Déposition de la couche monomoléculaire sur une plaque en verre

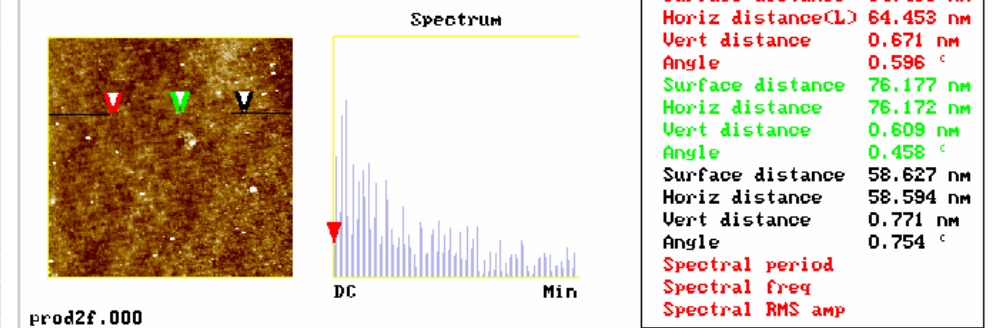
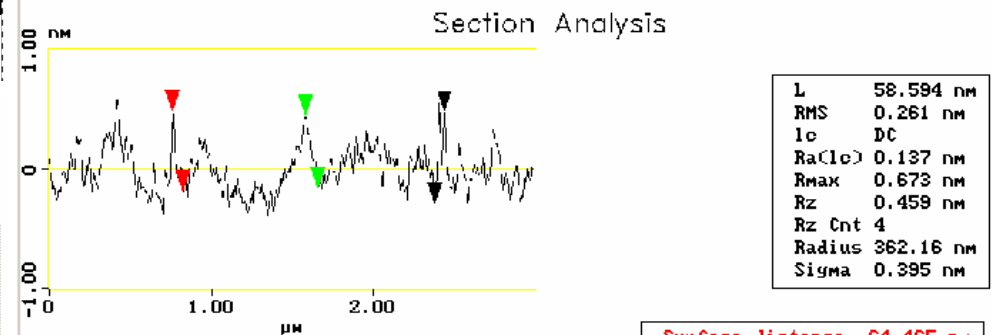
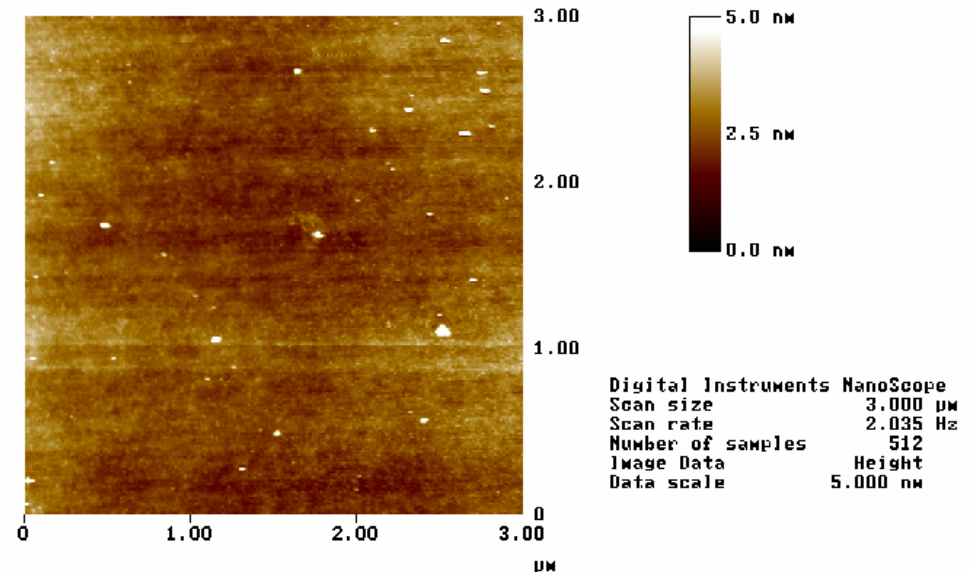
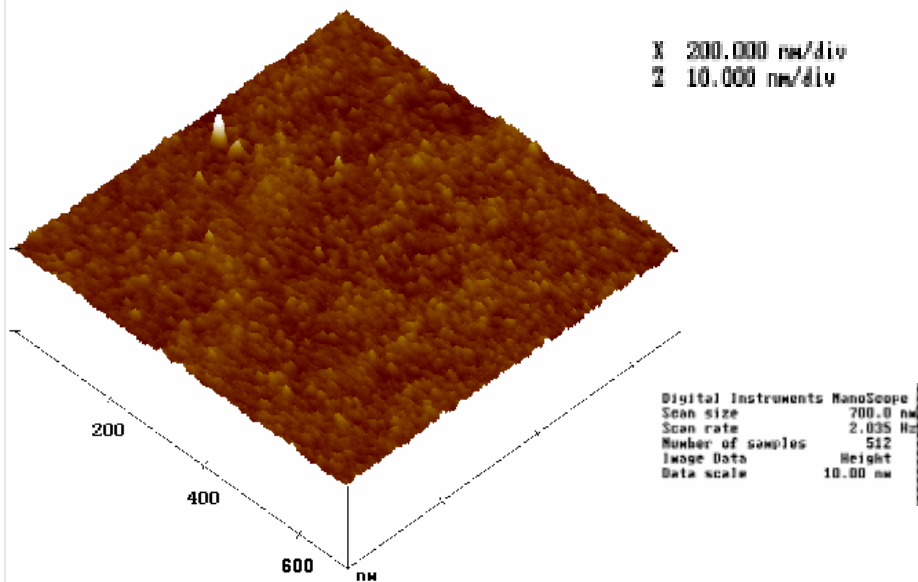


Caractérisation des monocouches transférées

1. Microscopie à force atomique : AFM

La technique AFM permet d'apprécier la qualité, l'homogénéité ainsi que la rugosité des couches. Elle permet d'obtenir des images topographiques en trois dimensions de la surface d'une couche moléculaire. Les caractéristiques à l'échelle du nanomètre ne sont pas accessibles par d'autres techniques microscopiques.

Les images suivantes montrent que nous obtenons les couches uniformes.

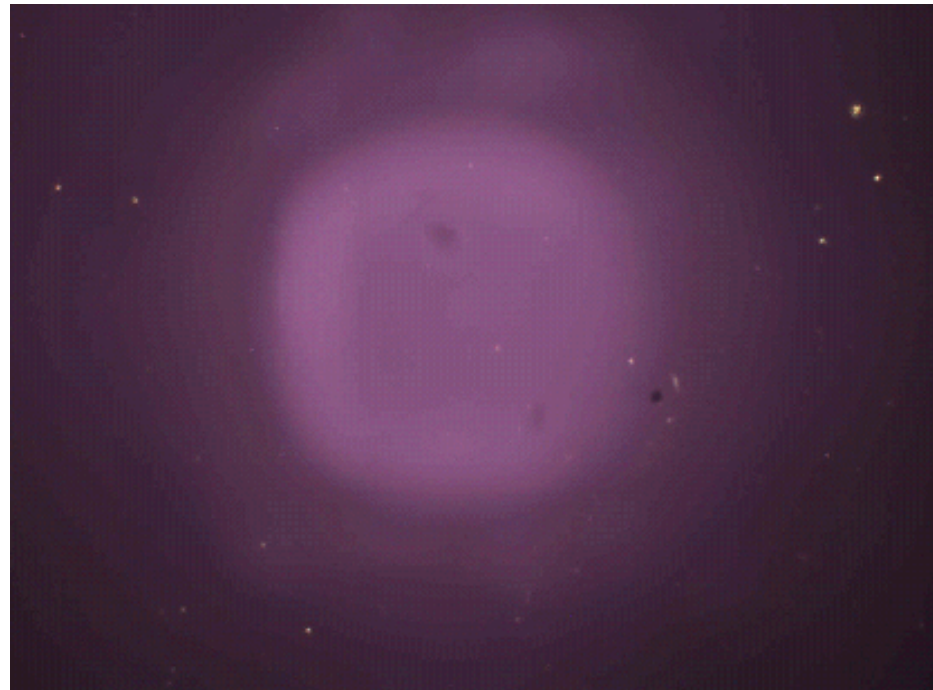


Caractérisation des monocouches transférées

2. Microscopie en lumière polarisée : MLP

- Cette technique permet d'observer les textures optiques des volumes plus grandes des cristaux liquides, qui peuvent être attribuées aux organisations planaires ou homéotropes.

Nous avons obtenu l'alignement du cristal liquide 5CB sur la monocouche LB formée d'acide carboxylique fluorée.

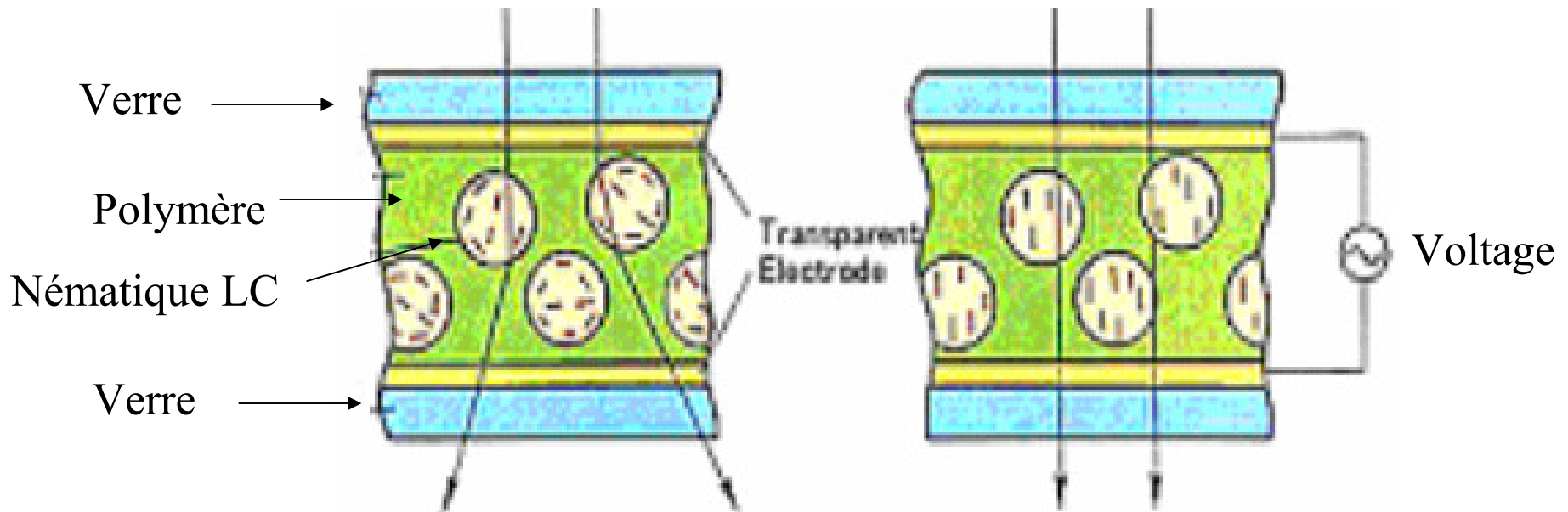


La cellule (l'épaisseur = $13\mu\text{m}$) est entre deux polariseurs croisés. On voit un alignement perpendiculaire à la surface du substrat (alignement homéotrope).

Détermination de l'énergie d'ancrage

L'utilisation des cristaux liquides comme éléments optiques actifs repose sur la possibilité de modifier l'orientation moléculaire de ces phases ordonnées par l'application d'un champ électrique. Dans les cas où les dimensions de la phase cristalline liquide deviennent petites (films minces ou petites gouttelettes), l'énergie d'ancrage entre le cristal liquide et la surface qui le confine, contribue de façon non-négligeable à l'énergie nécessaire pour la réorientation moléculaire.

La lumière incidente

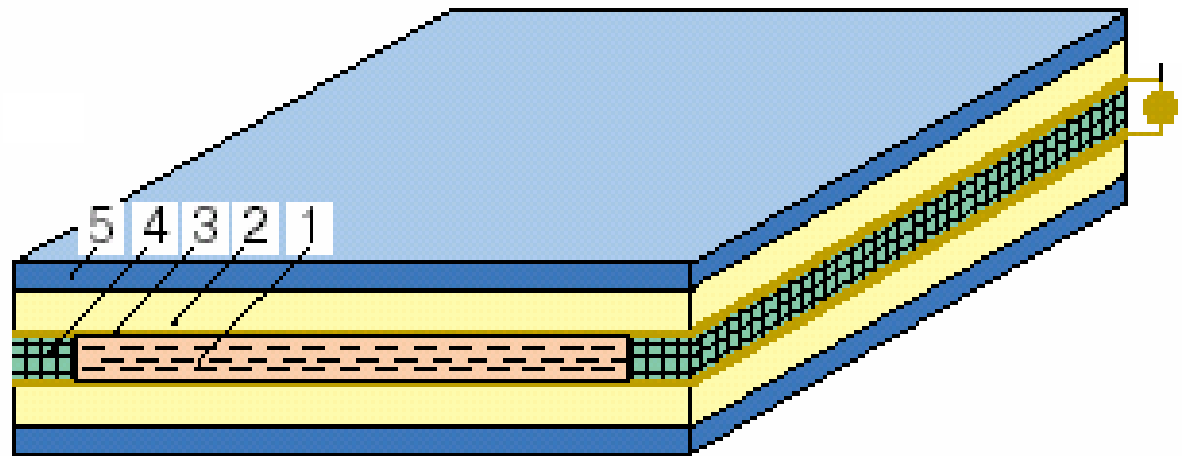


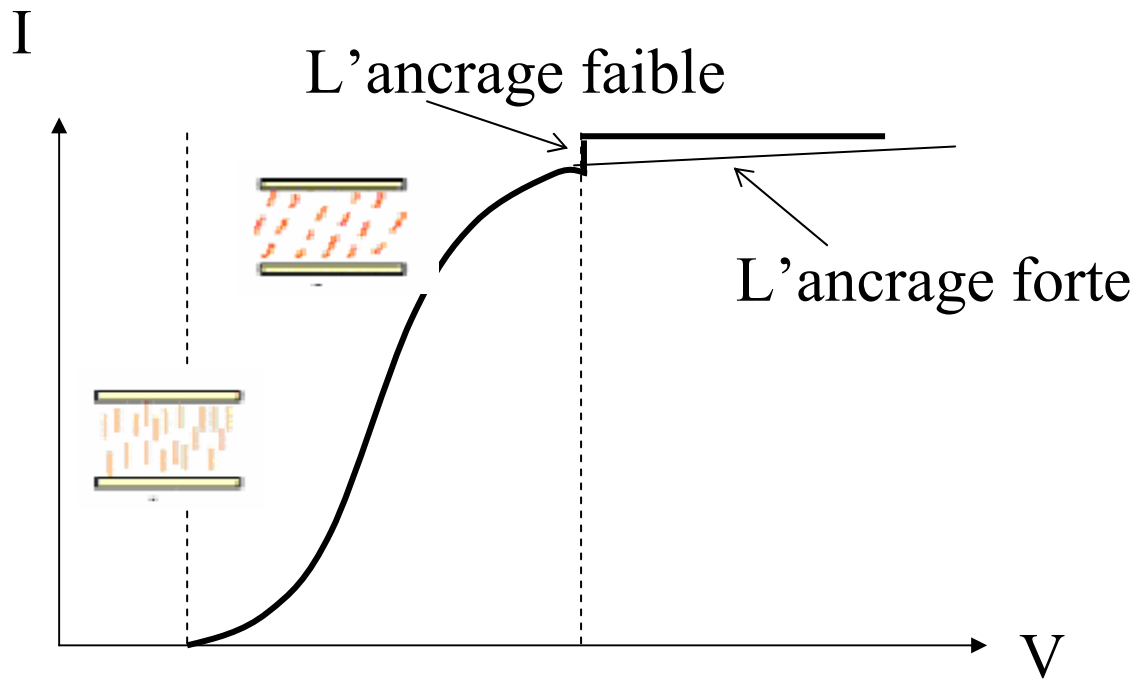
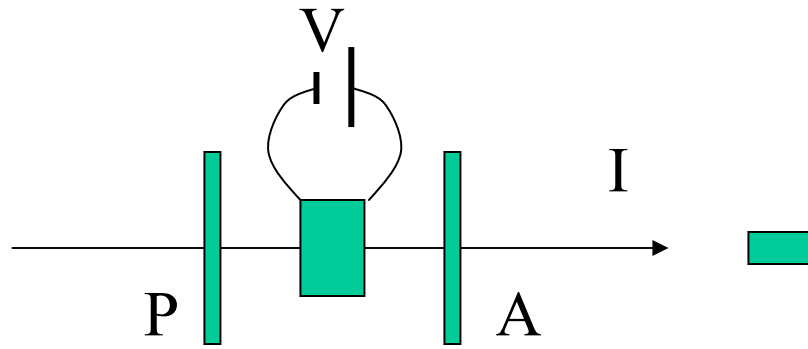
Détermination de l'énergie d'ancrage

Il y a plusieurs techniques pour mesurer la force d'ancrage. Une des méthodes les plus fréquemment et largement employée est le mesure de potentiel nécessaire pour l'observation de la transition Freedericksz. Cette mesure implique la préparation d'une cellule électro-optique. On enregistre l'intensité de la lumière transmise lors de cette intensité en fonction du potentiel permet de déterminer le potentiel seuil pour la transition de Freedericksz.

Une cellule électro-optique

- 1- Cristal liquide nématique
- 2 - plaque en verre ITO
- 3- couche LB
- 4- un espaceur en diélectrique
- 5- polariseur





Le seuil de Freedericksz

Des travaux futurs

1. Caractérisation des couches minces par la Spectroscopie infrarouge à réflexion - totale atténuée : ATR (La méthode la plus sensible pour l'étude de l'orientation moléculaire dans une seule couche).
2. Étude de l'énergie d'ancrage d'un cristal liquide sur des surfaces perfluorées.
3. Application (à long terme) de la réduction de l'énergie d'ancrage dans les PDLCs par ajout d'un monomère ou tensioactif approprié.



Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies

Québec 



Juin-2004