

## Physique de la matière condensée

M. Pierre-Gilles de GENNES, membre de l'Institut  
(Académie des Sciences), professeur

### Cours : *Nanorhéologie et transport*

Les objets de taille nanométrique (quelques dizaines ou centaines d'ångströms) sont de plus en plus présents : au niveau des *pores* dans certains dispositifs de filtration ; sous forme de *chaînes de polymères* adsorbés ou greffés ; et surtout sous forme de *nanoparticules* qui seront peut-être les vecteurs de matières actives injectées dans le circuit sanguin. Par ailleurs, les *instruments* permettant de travailler aux micro-échelles se sont considérablement diversifiés : à côté des machines de force traditionnelles (Tabor-Israelachvili) sont apparues des machines permettant de cisailer des couches très minces ; les microscopies à champ proche, et en particulier les microscopies de force, sont devenues largement accessibles aux laboratoires ; la microscopie de fluorescence permet d'observer une molécule unique d'acide nucléique, et de voir ses mouvements ; la microscopie de Brewster rend observables des molécules étalées en monocouches de Langmuir.

Ces progrès ouvrent des voies nouvelles. L'une d'elles, qui n'a été évoquée ici que brièvement, est celle de la dynamique dans des conditions extrêmes : quand un spécimen ultramince est fortement cisailé, on trouve des relations entre contrainte  $\sigma$  et vitesse de déformation  $\dot{\gamma}$  qui sont très inhabituelles. Par exemple, avec des hydrocarbures, il apparaît un régime, peut-être assez universel, où  $\sigma \sim \dot{\gamma}^{1/3}$ . Nous avons proposé une explication naïve de cet effet, qui compare la molécule à une chaîne de polymère ; mais cette explication reste fragile ; la loi reste peut-être vraie pour des molécules sphéroïdales !

Au-delà de cet exemple, le cours s'est développé dans deux directions : le *relaxage contrôlé* et la *rhéologie aux interfaces*. Le relaxage contrôlé est une forme de galénique où la matière active est libérée progressivement et directement : qu'il s'agisse de la voie orale ou de passage transcutané, ou encore d'autres voies plus exotiques. Nous avons fait un survol des différents systèmes classiques ; puis

décrit certains systèmes plus futuristes comme la « perceuse moléculaire » étudiée chez nous par M. Dvolaitzky et ses collaborateurs ; nous avons parlé aussi d'électroporation au niveau cellulaire ou à travers la peau ; et aussi du transport de macromolécules à travers des nanopores. Partant de travaux antérieurs de L. Léger et al., nous avons proposé un nouveau système de filtration sélective de chaînes flexibles baptisé « extrusion moléculaire ». Puis, toujours à propos de relargage contrôlé, nous avons essayé de comprendre les phénomènes de « diffusion du type II », dans lesquels une matrice (par exemple vitreuse) est exposée à un solvant et montre un front de dissolution qui avance à vitesse constante. L'explication proposée est fondée sur l'existence de régions où une équation continue de diffusion ne peut plus être utilisée, mais où il faut revenir à des sauts discrets, avec une fréquence de saut  $W$  et un déplacement spatial  $a$ , d'où une vitesse maximum  $Wa$ . L'intérêt de cette approche est de prévoir que le « type II » n'est qu'un régime transitoire, présent sur une certaine gamme de temps : ceci paraît conforté par des simulations de Giuseppe Rossi.

La fin du cours a été consacrée à des problèmes plus proches de nos intérêts antérieurs a) l'adhésion caoutchouc solide greffé, pour laquelle les résultats expérimentaux ne coïncident pas avec nos prédictions b) le glissement de polymères fondus sur des surfaces greffées, étendu ici au cas où les greffons ne sont pas isolés, mais travaillent de façon coopérative : ici les résultats théoriques (dus principalement à F. Brochard et C. Gay) sont, semble-t-il, encourageants.

Comme d'habitude, l'ensemble de ces exposés n'a couvert qu'une faible partie du domaine initialement envisagé. En particulier, nous n'avons pas discuté en détail la fabrication des nanoparticules (qui pose des questions subtiles), ou les méthodes envisagées pour les rendre « furtives » (non reconnues par les macrophages) ; ou encore les possibilités offertes par les « dendrimères », molécules en chou-fleur qui intéressent les chimistes de synthèse. Il faudra peut-être revenir plus tard sur tout cela.

## ACTIVITÉS DU LABORATOIRE EN 1994-1995

### I. COLLOÏDES ET INTERFACES

#### 1) *Elasticité des phases ferrosmectiques*

(V. PONSINET, P. FABRE, M. VEYSSIÉ)

La mesure des constantes élastiques des phases ferrosmectiques a montré qu'elles sont très différentes de celles des phases lamellaires classiques. Ce comportement spécifique peut être modélisé en terme de restriction des fluctuations thermiques des membranes par les particules.

## 2) *Rôle des interactions intermembranaires sur les phases ferroméctiques*

(L. RAMOS, P. FABRE, M. VEYSSIÉ)

La stabilité des phases lamellaires contenant des particules magnétiques dépend de façon cruciale des interactions intermembranaires, et en particulier qu'un confinement des particules dans une phase de type électrostatique était impossible. Ce comportement peut être interprété en termes de réduction de l'entropie des particules confinées à deux dimensions.

## 3) *Perceuse moléculaire : modification de la perméabilité membranaire de vésicules géantes*

(P.-G. de GENNES, M.-A. GUEDEAU-BOUDEVILLE et J.-M. DI MEGLIO, avec L. JULLIEN, du laboratoire de Chimie des Interactions Moléculaires, U.P.R. n° 285 du C.N.R.S.)

L'étude d'une nouvelle stratégie de libération des médicaments utilisant des vésicules géantes chargées comme transporteur de principe actif se poursuit. Des grains de pollen, les lycopodes, traités pour avoir une charge opposée à celle des vésicules, servent de substrat poreux : la perceuse. En effet, si une de ces vésicules s'adsorbe spécifiquement sur la cible poreuse, sa membrane est alors mise sous tension à l'intérieur des pores, créant ainsi des défauts dans la bicouche et laissant le médicament envahir le substrat. La perméabilité membranaire de la vésicule est étudiée par microscopie optique et par RPE (signal d'un marqueur nitroxyde) au contact d'un lycopode.

## 4) *Nouvelle technique de fabrication de vésicules*

(P. MOSCONI, M.-A. GUEDEAU-BOUDEVILLE et J.-M. DI MEGLIO)

Pour améliorer le rendement de fabrication de vésicules, l'utilisation d'autres matériaux conducteurs, notamment des grilles de nickel de maille serrée est à l'essai. Celles-ci augmentent la surface de dépôt des lipides d'une part, mais surtout donnent un système plus modulable car moins sensible à la tension appliquée. L'utilisation de tensions variées permet d'observer en direct la naissance, la croissance et le décollement des vésicules.

## 5) *Application de la perceuse moléculaire au système vivant*

(C. SAUTEREY ET M.-A. GUEDEAU-BOUDEVILLE)

Le but de la perceuse moléculaire étant biologique, nous avons donc mis en contact des vésicules positives avec des cellules vivantes ayant des potentiels de membrane négatifs (cellules cardio-myocytes de rat). Malgré les problèmes de temps de survie in vitro des cellules vivantes dans le milieu vésiculaire (300 mMolaire en sucre), le même phénomène d'échange que celui des lycopodes est observé. Un système de marquage soit des vésicules, soit des cellules vivantes par un marqueur fluorescent, le FURA est à l'étude.

*6) Assemblages vésiculaires*

(J.-C. BRADLEY ET M.-A. GUEDEAU-BOUDEVILLE)

L'application d'un champ électrique asymétrique sur des systèmes vésiculaires polymérisables devrait permettre d'obtenir des auto-assemblages programmables en modifiant la direction du champ électrique. Les phénomènes d'électroinsertion et d'électroflip-flop transmembranaire sont étudiés par microscopie optique, en lumière visible et en fluorescence.

*7) Association de protéines*

(R. OBER, avec C. COHEN-ADDAD de l'Institut de Biologie Structurale à Grenoble)

Les mitochondries végétales contiennent un complexe de la glycine décarboxylase en quantité importante qui est responsable de l'oxydation de la glycine. Ce complexe est constitué de 4 protéines : P, H, T et L. afin de comprendre le fonctionnement biochimique de ce complexe, il est important de connaître le type d'association de ces protéines entre elles, en solution. Une étude par diffusion des rayons X aux petits angles a montré, pour les protéines en solution, l'existence d'un complexe de stœchiométrie 1H/1T.

*8) Phases lamellaires en présence d'un polyélectrolyte*

(R. OBER, avec E. RADLINSKA (C.N.R.S. - U.R.A. n° 278))

L'étude d'un système tensioactif non ionique/eau/polyélectrolyte dans le domaine de la phase lamellaire a été examinée par diffusion des rayons X. Le polyélectrolyte est confiné dans la bicouche de tensioactif. Plus le taux de charge sur la chaîne de polymère est important, plus la structure du polymère est globulaire et la déformation de la bicouche importante.

*9) Interaction entre une phase lamellaire et une protéine*

(R. OBER, avec C. NICOT, M. WAKS et W. URBACH (C.N.R.S. - U.R.A. n° 1458))

Une étude sur l'interaction d'une protéine protéolipidique avec des phases lamellaires comprenant un tensioactif non ionique et une phase organique est en cours. L'introduction de la protéine maintient la structure lamellaire du système mais expulse une partie du solvant organique. La diminution de la distance interlamellaire est proportionnelle au rapport molaire protéine/tensioactif. Ce phénomène révèle l'existence d'interactions directes entre les molécules de tensioactif et les hélices de la protéine.

## II. POLYMÈRES

*1) Glissement d'un polymère fondu sur de la silice traitée*

(G. MASSEY, H. HERVET, E. DURLIAT, L. LÉGER)

L'étude du glissement du PDMS fondu sur des surfaces de silice recouvertes d'octadécyltrichlorosilane portant une faible densité de molécules de PDMS adsorbées s'est poursuivie en utilisant la technique de vélocimétrie en champ proche. En faisant varier la masse moléculaire du PDMS adsorbé ainsi que celle du PDMS en volume, la variation de la vitesse de transition entre le régime de faible glissement et celui de fort glissement est en bon accord avec les prédictions théoriques. L'étude systématique du glissement sur des surfaces de silice portant des couches de type « pseudo-brosse » est en cours.

## 2) *Dynamique de chaînes de polymère en volume*

(H. HERVET, L. LÉGER)

Des mesures du coefficient de diffusion d'une petite sonde fluorescente (NBD-propyl :  $M = 211$ ) dans du PDMS fondu de diverses masses moléculaires a été effectuée afin de déterminer l'influence de la masse moléculaire de la matrice sur la dynamique de la sonde. Les résultats ont montré que dans la gamme de masse étudiée ( $M_w = 4\,200$  à  $400\,000$ ) aucun effet n'est observé. Ceci permet de confirmer les études précédentes concernant la diffusion de PDMS de petite masse dans des matrices de masses variées.

## 3) *Diffusion de la fluorescéine dans des solutions d'agarose près de la transition vitreuse*

(H. HERVET, avec D. CHAMPION de l'ENSBANA de Dijon)

La détermination du coefficient de diffusion de la fluorescéine dans des solutions très concentrées d'agarose à basse température ( $-25\text{ }^\circ\text{C}$ ) est en cours. Ce système sert de modèle pour l'étude de la diffusion des molécules de contaminant dans les produits surgelés.

## 4) *Greffage et adsorption de polymères sur surfaces solides planes*

(M. DERUELLE, E. DURLIAT, J. FOLKERS, C. MARZOLIN, R. OBER, L. LÉGER)

Pour obtenir des substrats modèles plus simples pour les études d'adhésion et de glissement que les pseudo-brosses utilisées jusqu'à présent (couches formées par adsorption irréversible de polydiméthylsiloxane à la surface de la silice), une procédure de fabrication de vraies brosses (pas d'adsorption, seulement greffage d'une extrémité des chaînes sur la surface) a été mise au point, à partir de modifications de surface de la silice par greffage de monocouches d'oligomères de PDMS fonctionnalisés. L'optimisation des conditions de formation de ces sous couches protectrices a été effectuée, et les cinétiques de greffage sur ces substrats de chaînes de PDMS fonctionnalisées en extrémité ont été étudiées.

5) *Étude de la structure des couches greffées de PDMS par microscopie à force atomique*

(M. DERUELLE, T. ONDARÇUHU, L. LÉGER)

En modifiant la pointe d'un microscope à force atomique par collage d'une très petite bille de silice, on obtient un dispositif suffisamment sensible pour pouvoir caractériser la loi de compression d'une couche greffée ou adsorbée de PDMS gonflée par un solvant. Les profils de force sont différents dans les deux cas. Les résultats pour des couches de polymères de différentes masses obtenues à partir de polymère fondu sont en accord avec les prédictions théoriques basées sur des lois d'échelle.

6) *Interpénétration pseudo-brosse/solution et pseudo-brosse fondu et pseudo-brosse/élastomère*

(C. MARZOLIN, H. HERVET, L. LÉGER)

Les expériences sur l'envahissement progressif d'une pseudo-brosse et d'une brosse par des chaînes libres (solution ou fondu) ont été poursuivies, par excitation de fluorescence en onde évanescente, et surtout par réflectivité des neutrons. En utilisant du PDMS deutéré, (synthétisé par P. AUROY, de l'Institut Curie) pour former la couche de surface, on dispose d'un contraste pour les neutrons, et on peut, à partir des courbes donnant l'intensité réfléchie en fonction de la longueur d'onde des neutrons, remonter à un profil de concentration de la couche de surface. Lorsque la couche ancrée est deutérée et mise en contact avec un PDMS hydrogéné de masses moléculaires variables, l'interpénétration est toujours plus grande que celle prévue théoriquement, ce qui peut être attribué à une activité de surface plus grande du polymère hydrogéné, qui tend à venir au contact de la silice.

7) *Échange entre chaînes adsorbées et chaînes libres dans le système PDMS/silice*

(R. BRENOT, C. MARZOLIN, L. LÉGER)

En utilisant le contraste entre PDMS deutéré et hydrogéné en spectroscopie infra-rouge en réflexion, il a été possible d'étudier l'échange entre chaînes d'une couche adsorbée à la surface de la silice et des solutions concentrées de chaînes de volume, en fonction de leur masses respectives et de la densité de surface dans la couche. L'échange se produit seulement lorsque la couche adsorbée est deutérée, ce qui s'expliquerait par une affinité plus forte du PDMS hydrogéné vis-à-vis de la surface de silice.

8) *Couches de chaînes greffées et adsorbées en bon solvant*

(M. AUBOUY ET E. RAPHAËL)

Une couche de chaînes adsorbées réversiblement sur une paroi solide possède, à l'équilibre, une densité (nombre de chaînes par unité de surface) de l'ordre de

$1/N$  (où  $N$  est la longueur des chaînes). Nous avons analysé ce qui se passe si l'on impose, à l'aide d'un greffage chimique, un nombre de chaînes par unité de surface très supérieur à la valeur d'équilibre.

9) *Chaînes greffées dans une matrice de chaînes plus courtes*

(M. AUBOUY ET E. RAPHAËL, AVEC G. FREDRICKSON ET P. PINCUS)

Le comportement d'une brosse de polymère mise en contact avec un fondu de chaînes plus courtes chimiquement identiques a été analysé, ce qui a conduit à proposer une nouvelle image en termes de "blob" pour les régimes de hautes densités de greffage.

10) *Ancrage de copolymères dans une bicouche smectique*

(P. FABRE, avec P. GUENOUN, C.E.A.)

L'étude de phases lamellaires contenant des copolymères incorporés dans leurs membranes se poursuit ainsi que l'analyse des résultats obtenus, en terme de structure de la brosse (champignon ou vraie brosse), confinement de celle-ci et interactions entre les membranes.

11) *Glissement d'un fondu de polymère sur une surface greffée*

(C. GAY, F. BROCHARD-WYART ET P.-G. de GENNES)

Le problème du glissement d'un polymère fondu en écoulement de cisaillement sur une surface solide traitée par greffage de chaînes de polymères de même nature a été étudié. Un nouvel effet coopératif a été décrit : les chaînes du fondu peuvent s'enchevêtrer simultanément avec plusieurs chaînes greffées ; ceci implique une limitation inférieure de la longueur d'extrapolation de l'écoulement. Ce travail a conduit à la mise au point d'une autre évaluation du nombre de chaînes piégées par une chaîne greffée.

12) *Rhéologie interfaciale*

a) *Modèles pour l'adhésion entre une surface greffée et un caoutchouc*

(M. AUBOUY, F. BROCHARD, C. GAY, P.-G. de GENNES, L. LÉGER, Y. MARCIANO, E. RAPHAËL, avec H. BROWN)

b) *Adhésion spontanée solide/caoutchouc nu*

(P.-G. de GENNES)

c) *Glissement de polymères fondus sur une brosse : situations à densité de greffage finie. Relations avec la mobilité dans un fondu de chaîne entraînée par une extrémité*

(C. GAY, F. BROCHARD, P.-G. de GENNES)

*13) Polymères dans des pores*

*a) Changements de perméabilité par adsorption ou greffage d'un polymère flexible*

(P.-G. de GENNES)

*b) Extrusion moléculaire*

(P.-G. de GENNES)

*14) Copolymères statistiques : micellisation forte*

(P.-G. de GENNES)

*15) Diffusion de type II*

(P. PINCUS, G. ROSSI, P.-G. de GENNES)

*16) « Explosion » de chaînes non enchevêtrées à la fusion*

(P.-G. de GENNES)

### III. MOUILLAGE

*1) Surfaces à mouillage variable*

(P. FABRE, T. ONDARÇUHU)

La réalisation de surfaces à mouillage variable contrôlé par un champ extérieur est en cours de développement. Dans un premier temps, des films de polymère incorporant des particules magnétiques vont permettre d'étudier la réponse en champ magnétique de ces films.

*2) Etalement de microgouttes*

(S. VILLETTE, M.-P. VALIGNAT, A.-M. CAZABAT, H. BROWN)

L'analyse ellipsométrique des profils de microgouttes en étalement a été poursuivie en étudiant plus spécifiquement l'influence de l'humidité atmosphérique sur la structure des gouttes et la dynamique de l'étalement. Les résultats obtenus sur les PDMS et des dérivés de silane possédant des groupes alkoxyle sont bien compris. Une étude de polymères fluorés à squelette carboné présentant des changements notables de conformation est en cours.

*3) Automatisation du montage ellipsométrique*

(P. LEVINSON)

L'automatisation du montage, permettant des mesures plus rapides et surtout une utilisation facile de l'appareil, est en cours d'achèvement.



#### 4) *Larmes de vin*

(R. VUILLEUMIER, A.-M. CAZABAT)

L'instabilité observée au niveau du ménisque dans les expériences de 1992 a été interprétée comme une instabilité de Rayleigh et étudiée. M. Brenner, appartenant au groupe de L. Kadanoff à Chicago effectue l'étude numérique correspondante.

#### 5) *Mouillage macroscopique*

(A. ELYOUSFI, S. BARDON, S. VILLETTE, A.-M. CAZABAT)

L'étalement de mélanges éthylèneglycol-dobanol met en évidence l'effet d'un surfactant sur l'étalement en atmosphère sèche, l'effet Marangoni dû à la pénétration de l'eau en atmosphère humide et, dans une certaine gamme de concentration en dobanol, conduit à l'apparition d'instabilités dendritiques. Les calculs sont en cours.

#### 6) *Mouillage dynamique à partir d'un liquide complexe*

(D. QUÉRÉ et O. OU RAMDANE)

L'étude du tirage de fibres hors d'un bain contenant des tensioactifs a montré que :

1. la présence des tensioactifs provoque un épaissement constant du film (d'un facteur 1,6 à 2,5), valeurs qui peuvent être expliquées en prenant en compte la cinétique d'adsorption du tensioactif.
2. l'épaississement dépend du rayon de la fibre.
3. pour des tensioactifs plus petits (adsorption instantanée), on constate une transition : à faible vitesse, l'effet Marangoni épaissit le film tandis qu'à grande vitesse, la force visqueuse est trop forte pour être contrebalancée par l'élasticité du film : l'épaississement disparaît.

#### 7) *Tirage de plaques à grande vitesse*

(D. QUÉRÉ et A. de RYCK)

L'extraction de plaques hors de bain, dans les régimes où la gravité doit être prise en compte, a en particulier montré comment elle écrante la divergence visco-inertielle constatée sur les fibres (pour lesquelles la gravité est toujours négligeable).

#### 8) *Imbibition de tissus*

(D. QUÉRÉ et I. PEZRON, U.T.C. de Compiègne)

La façon dont un tissu placé en contact avec un liquide absorbe ce dernier a été étudiée expérimentalement. Des expériences de pesée ont montré que l'en-

vahissement se fait à la fois par la surface et par le volume, ce qui a conduit à essayer de comprendre le couplage entre ces deux modes d'imbibition.

#### 9) *Gouttes filantes*

(F. DOMINGUES DOS SANTOS, T. ONDARÇUHU)

L'étude de la dynamique d'une goutte de liquide contenant un réactif capable de rendre hydrophobe une surface de silice est en cours. Lorsqu'un mouvement est initié, la goutte est en permanence en déséquilibre entre la surface hydrophile qu'elle rencontre et la surface hydrophobe qu'elle laisse sur son passage. Il se crée une « goutte filante » qui se déplace spontanément sur le substrat avec des vitesses pouvant aller jusqu'à quelques cm/s. Dans le cas de petites gouttes, la vitesse est déterminée par la qualité de la surface hydrophobe obtenue, pour de grosses gouttes, des vitesses plus importantes sont observées qui s'interprètent en prenant en compte les effets de gravité.

### IV. ADHÉSION

#### 1) *Adhésion transitoire de polymères liquides*

(T. ONDARÇUHU)

L'étude de la pégosité, c'est-à-dire l'adhésion transitoire des polymères liquides ou faiblement réticulés est en cours de développement. Pour de tels systèmes, la relaxation des chaînes de polymère devrait donner au profil de rupture polymère-substrat une forme particulière (en « trompette ») qui détermine le pouvoir collant de l'adhésif. Un montage combinant méthodes optiques et mécaniques permet de visualiser le profil de fracture tout en enregistrant la force nécessaire à la rupture du joint.

#### 2) *Force de pelage de rubans d'élastomère silicone sur silice et silice modifiées par des pseudo-brosses*

(Y. MARCIANO, H. HERVET, L. LÉGER)

A partir de mesures de la force de pelage à vitesse très faible d'avancée de la fracture (50 Å/s), nous avons étudié de façon systématique l'énergie d'adhésion à vitesse faible,  $G_0$ , entre de fins rubans (200 mm) d'élastomère silicone et des pseudo-brosses de PDMS de densité de surface en chaînes,  $S$ , variable. Nous avons mis en évidence l'existence d'un maximum dans l'évolution de  $G_0$  avec  $S$ .

A faible densité de chaînes connectrices, l'augmentation de l'énergie d'adhésion avec  $S$  est conforme aux prédictions théoriques.

La décroissance observée au-delà de l'optimum n'est pas du tout prévue, et peut s'interpréter en termes de limitation de l'interpénétration des chaînes de la

pseudo-brosse dans l'élastomère. Plusieurs modèles ont été développés pour rendre compte de la limitation des effets d'augmentation de l'adhésion à forte densité de connecteurs.

### 3) *Mesure de l'adhésion élastomère/solide par test J.K.R.*

(M. DERUELLE, N. AMOUROUX, H. HERVET, L. LÉGER)

Les études effectuées avec la machine construite l'an dernier pour mesurer l'adhésion au moyen du test J.K.R. ont mis en évidence les effets de rigidification associés à la dimension finie de la bille que l'on inclut maintenant dans l'analyse des résultats. Ceci a permis d'optimiser l'élastomère utilisé, dont le comportement adhésif sur des brosses et des pseudo-brosses de PDMS a été mesuré. Le résultat surprenant est que les brosses de PDMS ne sont pas efficaces pour promouvoir l'adhésion, un résultat encore non compris.

### 4) *Adhésion entre deux polymères incompatibles en présence de promoteurs d'adhésion*

(E. BOUCHER, F. KALB, J. FOLKERS, H. HERVET, L. LÉGER)

La relation entre l'énergie d'adhésion (mesurée par test de clivage faible vitesse que nous avons mis au point) et la structure (densité de surface et longueur) de copolymères formés in situ à l'interface durant la phase de collage a été analysée pour le couple polypropylène/polyamide 6 (PP/PA6). Aux faibles temps de collage, la réaction de formation des copolymères est limitée par la diffusion des chaînes de PP maléisé vers l'interface. Pour des temps de collage plus longs qu'une valeur seuil, une retombée de l'adhésion apparaît. Grâce à une méthode de dissolution sélective de la partie de PA6 qui n'a pas réagi à l'interface, il a été possible de doser par ESCA la densité surfacique du copolymère. Ceci a montré que, comme pour les polymères amorphes, l'énergie d'adhésion croît comme le carré de la densité du copolymère. Des effets de la cristallinité du PP sur l'adhésion ont aussi été observés.

## V. HYDRODYNAMIQUE PHYSIQUE

### 1) *Ondes de capillarité-gravité engendrées par une perturbation mobile*

(P.-G. de GENNES et E. RAPHAËL)

Les ondes de capillarité-gravité engendrées à la surface d'un fluide idéal par une source de pression extérieure se déplaçant à vitesse constante ont été analysées. L'émission de ces ondes est à l'origine de la "résistance de vague" que subit la source de pression.

2) *Interaction entre une particule chargée et une interface fluide*

(P.-G. de GENNES et E. RAPHAËL)

L'étude de l'interaction entre une particule chargée et une interface fluide se poursuit. A basse vitesse, une bosse doit se former à la surface du fluide. La masse effective de la particule n'est cependant pas directement reliée au volume de la bosse.

3) *Propulsion péristaltique*

(A. AJDARI, P.-G. de GENNES, J.-P. HULIN, L. LEIBLER, J. PROST)

4) *Transition doigt/fracture dans un réseau transitoire soumis à l'injection d'air dans une cellule de Hele-Shaw*

(P.-G. de GENNES)

## VI. CRISTAUX LIQUIDES

1) *Ancrage des cristaux liquides*

(R. BARTOLINO, M.-P. VALIGNAT, A.-M. CAZABAT)

L'étude ellipsométrique de microgouttes de cristaux liquides posées sur des surfaces à rugosité contrôlée remet en cause les modèles de la littérature et relance l'analyse théorique.

2) *Nouvelles mésophases discotiques*

(J. BILLARD)

La recherche des relations entre structure moléculaire et aptitude à présenter des mésophases discotiques a été poursuivie. Il y a quinze ans, nous avons étudié des dérivés hexasubstitués de l'antraquinone. En collaboration avec des équipes allemande et israélienne, nous avons synthétisé des dérivés octasubstitués du même noyau. L'augmentation du nombre des chaînes latérales réduit les interactions entre les parties centrales aromatiques des molécules et favorise la stabilité des mésophases discotiques optiquement uniaxes.

## PUBLICATIONS DU LABORATOIRE EN 1994-1995

### I. COLLOÏDES ET INTERFACES

S. COHEN-ADDAD et D. QUÉRÉ, « Permeability of a soap film », in « Soft Order in Physical Systems », Les Houches Series, Plenum Publishing Corporation, New York, p. 193 (1994).

M. HENNION, C. BELLOUARD, I. MIREBEAU, J. L. DORMANN and R. OBER, « Dynamics of fine particles observed in zero-field neutron scattering », *Journal of Applied Physics (U.S.A.)* 75, 5900 (1994).

C. NICOT, R. OBER, W. URBACH AND M. WAKS, « Bilayer compaction : possible role for myeline proteolipid », *Biophys. J.* 68, 217 (1995).

E. Z. RADLINSKA, T. GULICK-KRYWICKI, F. LAFUMA, D. LANGEVIN, W. URBACH, C. E. WILLIAMS and R. OBER, « Polymer confinement in surfactant bilayers of a lyotropic lamellar phase », *Phys. Rev. Lett.* 74, 4237 (1995).

F. NALLET, D. ROUX, C. QUILLIET, P. FABRE, S. T. MILNER, « Elasticity and hydrodynamic properties of doped solvent dilute lamellar phases », *J.Phys. II France* 4, 1477 (1994).

V. PONSINET, P. FABRE, M. VEYSSIÉ, « Magnetic anisotropy of ferrosmectic phases », *J. Phys. II France* 4, 1785 (1994).

V. PONSINET, P. FABRE, M. VEYSSIÉ, « Transition of a ferrosmectic in a very weak magnetic field », *Europhys. Lett.*, 30, (5) 277 (1995).

## II. POLYMÈRES

P.-G. de GENNES, F. BROCHARD-WYART, « Controlled swelling of polymer brushes », *Macromol. Symp.* 79, 1-16 (1994).

P.-G. de GENNES, J.-P. COHEN-ADDAD, « Formation des brosses de Guiselin par élimination d'un « poison », *C.R.A.S.* 319, 25-30 (1994).

P.-G. de GENNES, « Changements de perméabilité par adsorption ou greffage d'un polymère flexible », *C.R.A.S.* 320, 85-89 (1995).

P.-G. de GENNES, « Chrysanthemums » : weak micellization », *Israël Journal of Chemistry* 35, 33-35 (1995).

P.-G. de GENNES, « Extrusion moléculaire », *C.R.A.S.* 320, 501-504 (1995).

P.-G. de GENNES, A. AJDARI, F. BROCHARD-WYART, C. GAY ET J.-L. VIOVY, « Drag on a tethered chain moving in a polymer melt », *J. Phys. II France* 5, 491-495 (1995).

E. RAPHAËL, M. AUBOUY, « Structure of an irreversibly adsorbed polymer layer immersed in a solution of mobile chains », *Macromolecules* 27, 5182 (1994).

E. RAPHAËL, M. AUBOUY, G. FREDRICKSON et P. PINCUS, « End-tethered chains in polymeric matrices », *Macromolecules* 28, 2979 (1995).

K.B. MIGLER, G. MASSEY, H. HERVET and L. LÉGER, « Slip transition at the polymer-solid interface », *Journal of Physics Condensed Matter* 6, A-301 (1994).

L. LÉGER, « Polymers : diffusion and reptation », *The Encyclopedia of Advanced Materials*, Ed. D. Bloor, R.J. Brook, M.C. Flemings, S. Mahajan, Pergamon, 2063 (1994).

N. EL KISSI, L. LÉGER, J.-M. PIAU, A. MEZGHANI, « Effect of surface properties on polymer melt slip and extrusion effects », *J. of Non Newtonian Fluid Mechanics* 52, 249 (1994).

L. LÉGER, H. HERVET Y. MARCIANO, M. DERUELLE, G. MASSEY, "Role of surface-anchored polymer chains in adhesion and slippage", *Israelian Journal of Chemistry*, 35, 65-74 (1995).

### III. MOUILLAGE

P.-G. de GENNES, F. BROCHARD-WYART, « Dewetting of a water film between a solid and a rubber », *J. Phys. : Condens. Matter* 6, A-9-A-12 (1994).

P.-G. de GENNES, F. BROCHARD-WYART, H. HERVET ET C. REDON, « Wetting and slippage of polymer melts on semi-ideal surfaces », *Langmuir* 10, 1566-1572 (1994).

P.-G. de GENNES, F. BROCHARD-WYART, « Spreading of a drop between a solid and a viscous polymer », *Langmuir* 10, 2440-2443 (1994).

P.-G. de GENNES, A. AJDARI, J.-P. HULIN, L. LEIBLER, J. PROST, « Propulsion péristaltique », *C.R.A.S.* 319, 861-864 (1994).

P.-G. de GENNES, D. AUSSERRÉ et F. BROCHARD-WYART, « Démouillage d'un liquide stratifié incompressible », *C.R.A.S.* 320, 131-136 (1995).

F. TIBERG, A.-M. CAZABAT, « Self assembly and spreading of nonionic trisiloxane surfactants », *Europhys. Letters* 25, 205 (1994).

A.-M. CAZABAT, N. FRAYSSE, F. HESLOT, P. LEVINSON, J. MARSH, F. TIBERG, M.-P. VALIGNAT, « Pancakes », *Advances in Colloid and Interface Science* 48, 1 (1994) en l'honneur de P.- G. de Gennes.

M.-P. VALIGNAT, A.-M. CAZABAT, F. TIBERG, « Specific features of spreading at the molecular scale : wetting transition and molecular self-assembly », *Berichte der Bunsengesellschaft* 98, 424 (1994).

M.-P. VALIGNAT, N. FRAYSSE, A.-M. CAZABAT, P. LEVINSON, F. HESLOT, « Some specific behaviours of ultrathin films », *Colloids and Surfaces* 83, 193 (1994).

A.-M. CAZABAT, J.-B. FOURNIER, P. CARLES, « Films driven by surface tension gradients : tears of wine », *Lectures Notes in Fluid Physics*, ed. M.G. Velarde, World Scientific London (1994).

F. TIBERG, A.-M. CAZABAT, « Spreading of thin films of ordered nonionic surfactants : origin of the stepped shape of the spreading precursor », *Langmuir* 10, 2301 (1994).

P. LEVINSON, M.-P. VALIGNAT, N. FRAYSSE, A.-M. CAZABAT, « Adsorption isotherms of alkanes on silica : the role of adsorbed layers », *Colloids and surfaces* 85, 127 (1994).

A.-M. CAZABAT, J. de CONINCK, S. HOORELBEKE, M.-P. VALIGNAT, S. VILLETTE, « Influence of substrate heterogeneities on the spreading of a drop », *Phys.Rev. E* 49, 4149 (1994).

D. QUÉRÉ et J.-M. DI MEGLIO, « The Meniscus on a fibre », *Advances in Colloid and Interface Science* 48, 141 (1994).

D. QUÉRÉ et A. DE RYCK, « Le mouillage des fibres », *La Recherche* 25, 1306 (1994).

A. DE RYCK et D. QUÉRÉ, « Quick forced spreading », *Europhysics Letters* 25, 187 (1994).

T. ONDARÇUHU, « Total or partial pinning of a droplet on a surface with a chemical discontinuity », *J. Phys. II*, 5, 227-241 (1995).

#### IV. ADHÉSION

E. RAPHAËL, P.-G. de GENNES, « The adhesion between elastomers », in « Soft Order in Physical Systems », R. Bruinsma and Y. Rabin eds., Plenum Press, N.Y., p. 57-71 (1994).

E. RAPHAËL, Y. MARCIANO, « Weak adhesive junctions in the presence of intermolecular interactions », *Int. Journ. of Fracture* 67, R23 (1994).

F. BROCHARD-WYART, P.-G. de GENNES, L. LÉGER, Y. MARCIANO et E. RAPHAËL, « Adhesion promoters », *J. Phys. Chem.* 98, 9405-9410 (1994).

P.-G. de GENNES, « Adhésion spontanée caoutchouc/solide nu », *C.R.A.S.* 320, 193-197 (1995).

P.-G. de GENNES, « Adhesion between a rubber and a grafted surface », *Il Nuovo Cimento* 16D, n° 7, 637-640 (1994).

E. BOUCHER, J.P. FOLKERS, H. HERVET, L. LÉGER, « Adhesion between semi-crystalline polymers », *Vide et Couches Minces*, EURADH'94, 442 (1994).

Y. MARCIANO, M. DERUELLE, M. TIRRELL, H. HERVET, L. LÉGER, "Model experiments on elastomer-solid adhesion", *Vide et Couches Minces*, EURADH'94, 69 (1994).

M. DERUELLE, M. TIRRELL, Y. MARCIANO, H. HERVET, L. LÉGER, "Adhesion between polymer networks and solid surfaces modified by polymer attachment", *Faraday Discussion 98*, 55-65 (1994).

### V. CRISTAUX LIQUIDES

J. BILLARD, Z. LUZ, R. POUPKO, H. ZIMMERMANN, « The mesophases of octa-alkanoyloxy-9,10 anthraquinone », *Liq. Cryst.* 16, 333-342 (1994).

### PARTICIPATION À DES COLLOQUES 1994-1995

#### *Conférences et communications orales*

M. AUBOUY

— « Adsorption of polymer chains on colloidal particles », 7th Meeting of the European Macromolecular Club, Strasbourg, 21-24 mai 1995.

J. BILLARD

— « Présentation du laboratoire Central des Ponts et Chaussées » aux attachés bâtiment et travaux publics des conseillers commerciaux des ambassades de France, Paris, 9 décembre 1994.

E. BOUCHER, J.P. FOLKERS, H. HERVET, L. LÉGER

— « Adhesion between two semi-crystalline polymers », 18th Annual Meeting of the American Adhesion Society, Hilton Head Island (U.S.A.), 16-24 février 1995.

A.-M. CAZABAT

— « Acquis récents sur les mécanismes du mouillage », Congrès S.F.C. 94, Lyon, 29 septembre 1994.

— « Présentation du réseau. Thèmes développés au Collège », Réunion de travail du réseau européen, Mons (Belgique), 4-6 octobre 1994.

G. CHAUVETEAU, N. SALEHI, L. LÉGER

— « Flow induced retention of colloids in porous media : I. Theoretical aspects, II. Experiments », Meeting de l'A.C.S., Stanford (U.S.A.), juin 1994.



M. DERUELLE, Y. MARCIANO, M. TIRRELL, H. HERVET, L. LÉGER

— « Model experiments on elastomer-solid adhesion », conférence invitée, EURADH'94, Mulhouse, 12-15 septembre 1994.

J.-M. DI MEGLIO

— « Stabilization of soap films by polymers... », 10th Symposium on Surfactants in Solution, Caracas (Venezuela), 26-30 juin 1994.

P. FABRE

— « Membranes and magnetic particles », conférence invitée, Workshop on « Biomolecular Materials », Santa Barbara (U.S.A.), 21-31 août 1994.

C. GAY

— « Glissement de polymère à une interface greffée », Journées de la Physique Statistique, E.S.P.C.I., Paris, 26 janvier 1995.

P.-G. de GENNES

— « Réflexions d'un physicien sur le relargage contrôlé », Colloque « Drug Release », Nice, 27 juin 1994.

— « Adhésion caoutchouc/solide greffé », Colloque « Scaling Concepts and Complex Fluids », Copanello (Italie), 6 juillet 1994.

— « Rubber/grafted solid adhesion », Colloque Lavoisier, Paris, 8 septembre 1994.

— « Principles of adhesion », EURADH'94, Mulhouse, 13 septembre 1994.

— « Innovation et problèmes de formation », Association des Inspecteurs Généraux de l'Education Nationale, Paris, 14 septembre 1994.

— « Innovation et problèmes de formation », Accueil des Elèves à l'E.N.S., Paris, 15 septembre 1994.

— « Rubber/grafted solid adhesion », Gordon Conference Interfaces, Cape Cod (U.S.A.), 3 octobre 1994.

— « Surface rheology of polymers », Polymer Surfaces, Brewster (U.S.A.), 2-5 octobre 1994.

— « Swelling and deswelling in physics and biology », Conférences « Margaret B Hays », Pittsburgh (U.S.A.), 6-7 octobre 1994.

— « Soft matter », Beckman Lecture, Urbana (U.S.A.), octobre 1994.

- « Decorated interfaces », Colloque Rhône-Poulenc « Formulation », Triangle Park (U.S.A.), 12-15 octobre 1994.
- « Soft interfaces », du Pont-Marshall Lecture, Philadelphie (U.S.A.), 17-18 octobre 1994.
- « Mixing of liquids », Fries Lecture, Schenectady (U.S.A.), octobre 1994.
- « Innovation et problèmes de formation », Association des Anciens Cadres de Rhône-Poulenc, Paris, 29 octobre 1994.
- « Interdigitation and adherence », Séminaire, Nagoya (Japon), novembre 1994.
- « Conférence d'ouverture du congrès », « Adhesion », Yokohama (Japon), 5-9 novembre 1994.
- « Dewetting », Séminaire, Kyoto (Japon), 11-13 novembre 1994.
- « Recent ideas on surfactants », Séminaire, Fukuoka (Japon), novembre 1994.
- « Soft interfaces », Séminaire, Laboratoire HITACHI/Hatoyama-Tokyo (Japon), 16 novembre 1994.
- « Innovation et problèmes de formation », Groupe des Ecoles d'Ingénieurs, Paris, 7 décembre 1994.
- « Interfacial rheology », Conférence Gordon sur les Polymères, Ventura (U.S.A.), 12 janvier 1995.
- « Dynamique du mouillage et du démouillage », Laboratoire de Mécanique, Universités de Paris VI et Paris VII, 19 janvier 1995.
- « Dynamique du mouillage et du démouillage », Exposé à l'Académie des Sciences, Paris, 13 février 1995.
- « Adhésion et viscoélasticité », Participation à l'Ecole de Physique « Dynamiques Lentes des Milieux Hétérogènes Mous », Les Houches, 30 janvier-2 février 1995.
- « Rôle des connecteurs entre deux interfaces », Participation à l'Ecole de Physique « Dynamiques Lentes des Milieux Hétérogènes Mous », Les Houches, 30 janvier-2 février 1995.
- « Fundamental research and applications », Réunion Interne des Cadres de Procter et Gamble, Cincinnati (U.S.A.), 29 mars 1995.
- « Principles of adhesion », Case Western Reserve University, Cleveland (U.S.A.), 30 mars 1995.
- « Interfacial rheology », A.C.S. Meeting, Anaheim (U.S.A.), 1<sup>er</sup> avril 1995.
- « Innovation et problèmes de formation », Comm. Titre Ingénieur Sénat, Paris, 6 avril 1995.

— « Révolutions abruptes de l'art culinaire », Colloque d'Erice « Science et Gastronomie », Erice (Italie), 23 avril 1995.

L. LÉGER

— « Modèles moléculaires de l'adhésion et du frottement », conférence invitée, 26<sup>e</sup> Congrès d'Analyse Numérique, journée industrielle, Les Karellis, 30 mai-3 juin 1994.

— « Adhesion with connector molecules : experiments », conférence invitée, XXXth Rencontres de Moriond, Condensed Matter Physics Meeting, « Short and Long Chains at Interfaces », Villars-sur-Ollon (Suisse), 21-28 janvier 1995.

— « Dynamic properties of polymers at interfaces », conférence invitée, Participation à la Workshop « Dynamiques Lentes des Milieux Hétérogènes Mous », Les Houches, 5-10 février 1995.

— « Adhesion and interdigitation : tests on model systems », conférence invitée, 2nd European Industrial Adhesive Conference 95 (E.I.A.C.), Bruxelles (Belgique), 26-28 avril 1995.

L. LÉGER, G. MASSEY, K.B. MIGLER, H. HERVET

— « Slip transition at the polymer-solid interface », 2nd International Meeting on « Extensional and Shear Flow : from the Solution to the Melt », St.-Andrews (U.S.A.), 19-22 juin 1994

L. LÉGER, H. HERVET, Y. MARCIANO, M. DERUELLE

— « Adhésion élastomère-solide : rôle des molécules connectrices », conférence invitée, « 4<sup>es</sup> Journées de la Matière Condensée » — S.F.P., Rennes, 30 août-3 septembre 1994.

L. LÉGER, H. HERVET, Y. MARCIANO, M. DERUELLE, M. TIRRELL

— « Measurement of adhesion at the interface between polymer networks and solid modified by polymer attachment », Polymers at Surfaces and Interfaces, The Royal Society of Chemistry, Faraday Division, Discussion n° 98, Bristol (Grande-Bretagne), 12-14 septembre 1994.

L. LÉGER, H. HERVET, G. MASSEY

— « Role of polymer attached molecules on wall slip », 209th American Chemical Society National Meeting, Anaheim, Californie (U.S.A.), 2-6 avril 1995.

H. LI, C. TANG, N. WIRGREEN

— « Sequence-structure analysis using a new scale derived from statistical potential », Le Point sur le Repliement des Protéines in Vitro & in Vivo, Saclay, 18-19 mai 1995.

C. MARZOLIN, H. HERVET, L. LÉGER

— « Penetration of polymer molecules at adsorbed and grafted interfaces : dynamics and structure », 7th Meeting of the European Macromolecular Club, Strasbourg, 21-24 mai 1995.

G. MASSEY, K. MIGLER, H. HERVET, L. LÉGER

— « Glissement à la paroi d'un polymère fondu en écoulement », Congrès Annuel du G.D.R. 901, Strasbourg, 19-21 septembre 1994.

G. MASSEY, H. HERVET, L. LÉGER

— « Slippage of polymer melts on solid surfaces », 7th Meeting of the European Macromolecular Club, Strasbourg, 21-24 mai 1995.

T. ONDARÇUHU

— « Piégeage total/partiel d'une ligne de contact sur une discontinuité chimique de surface », 4<sup>es</sup> Journées de la Matière Condensée — S.F.P., Rennes, 30 août-2 septembre 1994.

S. PARES, C. COHEN-ADDAD, L.C. SIEKER, R. OBER, M. NEUBURGER, R. DOUCE

— « Etude structurale du complexe de la glycine décarboxylase », Association Française de Cristallographie, Grenoble, 24-27 janvier 1995.

D. QUÉRÉ

— « Mouillage de monofilaments », Journée « Mouillage et Adhérence des Fibres », ENSAIT, Roubaix, juin 1994.

— « Marangoni effect and forced spreading », ELGRA Meeting, Madrid (Espagne), décembre 1994.

E. RAPHAËL

— « Adhesion with connectors, Organic Coatings », 53rd International Meeting of Physical Chemistry, Paris, janvier 1995.

— « Adhesion between a polymer brush and an elastomer », conférence invitée, XXXth Rencontres de Moriond, Condensed Matter Physics Meeting, « Short and Long Chains at Interfaces », Villars-sur-Ollon (Suisse), 21-28 janvier 1995.

— « Adhésion entre un élastomère et une surface greffée », Symposium Franco-Québécois sur l'Adhésion dans les Systèmes Polymères, Mont Sainte-Anne, Québec (Canada), 3-5 mai 1995.

E. RAPHAËL, P.-G. DE GENNES

— « Aggregation of flexible-rigid-flexible triblock copolymers », Summer School on Molecular Assemblies, Cargèse, 22 août-3 septembre 1994.

M.-P. VALIGNAT, S. VILLETTE, A.-M. CAZABAT

— « Final stage of spreading at the molecular scale », XXXth Rencontres de Moriond, Condensed Matter Physics Meeting, « Short and Long Chains at Interfaces », Villars-sur-Ollon (Suisse), 21-28 janvier 1995.

M.-P. VALIGNAT, R. BARTOLINO, A.-M. CAZABAT

— « Preliminary results on the relationship between Liquid Crystals orientation and wetting », conférence invitée, Third Meeting of the European L.C. Macronet, Ortisei (Italie), 12-19 mars 1995.

### *Affiches*

M. AUBOUY, J.-M. DI MEGLIÒ, E. RAPHAËL

— « Irreversible adsorption of polymer chains on a colloidal particle », Observation and Prediction of Phase Transitions in Complex Fluids, Varenna (Italie), 25 juillet-8 août 1994.

M. AUBOUY, E. RAPHAËL

— « Structure of an irreversibly adsorbed layer immersed in a solution of polymer chains », « 4<sup>es</sup> Journées de la Matière Condensée » — S.F.P., Rennes, 30 août-2 septembre 1994.

E. BOUCHER, J.P. FOLKERS, H. HERVET, L. LÉGER

— « Experiments on adhesion between semi-crystalline polymers », EURADH'94, Mulhouse, 12-15 septembre 1994.

M. DERUELLE, L. LÉGER, Y. MARCIANO, H. HERVET, M. TIRRELL

— « Expériences modèles sur l'adhésion solide-élastomère », « 4<sup>es</sup> Journées de la Matière Condensée » — S.F.P., Rennes, 30 août-2 septembre 1994.

M. DERUELLE, J.P. FOLKERS, H. HERVET, L. LÉGER

— « Influence of interfacial chains on the adhesion between a solid and an elastomer », 18th Annual Meeting of the American Adhesion Society, Hilton Head Island (U.S.A.), 16-24 février 1995.

M. DERUELLE, T. ONDARÇUHU

— « Compression de couches de polymère gonflées : étude par microscopie à force atomique », Journées Ultimatech, Paris, 22-24 mai 1995.

Y. MARCIANO, M. DERUELLE, M. TIRRELL, H. HERVET, L. LÉGER

— « Model experiments on elastomer-solid adhesion », EURADH'94, Mulhouse, 12-15 septembre 1994.

C. MARZOLIN, H. HERVET, L. LÉGER

— « Propriétés de couches de PDMS greffées sur surface plane », 4<sup>es</sup> Journées de la Matière Condensée — S.F.P., Rennes, 30 août-2 septembre 1994.

C. MARZOLIN, G. MASSEY, R. OBER, H. HERVET, L. LÉGER

— « Polymer pseudo-brushes : statics and dynamics », Polymers at Surfaces and Interfaces, The Royal Society of Chemistry, Faraday Division, Discussion n° 98, Bristol (Grande-Bretagne), 12-14 septembre 1994.

L. RAMOS

— « Instabilités magnétiques des ferrosmectiques », 4<sup>es</sup> Journées de la Matière Condensée — S.F.P., Rennes, 30 août-2 septembre 1994.

L. RAMOS, V. PONSINET, P. FABRE, M. VEYSSIÉ

— « Instabilités magnétiques des ferrosmectiques », Physique en Herbe 94, Montpellier, 4-8 juillet 1994.

E. RAPHAËL, M. AUBOUY

— « Structure of an irreversibly adsorbed polymer layer immersed in a solution of mobile chains », Polymers at Surfaces and Interfaces, The Royal Society

of Chemistry, Faraday Division, Discussion n° 98, Bristol (Grande-Bretagne), 12-14 septembre 1994.

F. TIBERG, M.-P. VALIGNAT, A.-M. CAZABAT

— « Some specific features of spreading at the molecular scale : molecular self-assembly », European Colloid and Interface Society : 8<sup>e</sup> Conférence E.C.I.S., Montpellier, 25-30 septembre 1994.

M.-P. VALIGNAT, A.-M. CAZABAT

— « Some specific features of spreading at the molecular scale : spreading transition », European Colloid and Interface Society : 8<sup>e</sup> Conférence E.C.I.S., Montpellier, 25-30 septembre 1994.

S. VILLETTE, M.-P. VALIGNAT, A.-M. CAZABAT

— « Comportements spécifiques de films de mouillage à l'échelle moléculaire », 4<sup>es</sup> Journées de la Matière Condensée — S.F.P., Rennes, 30 août-2 septembre 1994.

#### SÉMINAIRES, COURS ET CONFÉRENCES 1994-1995

P. FABRE

— « Interactions intermembranaires et instabilités magnétiques dans les ferrosmections », séminaire, Ecole Normale Supérieure de Lyon, 10 mai 1995.

C. GAY

— « Grafted surface under polymer melt shear flow », Participation à la Workshop « Dynamiques Lentes des Milieux Hétérogènes Mous », Les Houches, 8 février 1995.

P.-G. DE GENNES

— « Dynamique des polymères », cours à l'Ecole d'Été de Biophysique, Car-gèse, 22-26 août 1994.

— « Rhéologie interfaciale », cours au centre de recherches de Mérida (Mexique), 22-28 février 1995.

L. LÉGER

— « Adhésion polymère-solide : expériences et modèles », séminaire, Ecole Normale Supérieure de Paris, 13 octobre 1994.

— « Copolymères blocs à l'interface entre deux polymères semi-cristallins incompatibles : effets de promoteurs d'adhésion », séminaire, E.S.P.C.I., laboratoire de Physico-Chimie Théorique, Paris, 9 mai 1995.

#### D. QUÉRÉ

— « Le mouillage dynamique », séminaire, U.T.C., Compiègne, juin 1994.

— « Three lectures : 1. Marangoni thickening ; 2. Inertial coatings ; 3. How films evolve on fibers », séminaire, Instituto Pluridisciplinar, Universidad Complutense, Madrid (Espagne), juillet et août 1994.

— « Interfaces molles », séminaire, Institut National Agronomique, Grignon, décembre 1994.

— « Droplets, bubbles and pearls », deux cours à l'Ateneo, Madrid (Espagne), décembre 1994.

— « Le mouillage dynamique d'une fibre », séminaire, Centre de Recherches Michelin, Clermont-Ferrand, mai 1995.

— « Les physiques du mouillage », séminaire, Université des Cézeaux, Clermont-Ferrand, mai 1995.

#### M.-P. VALIGNAT

— « Etude ellipsométrique de films minces de mouillage », séminaire, « Matière Molle », Beg-Rohu, 27 juin-23 juillet 1994.

— « Etude ellipsométrique de films minces de mouillage », séminaire, Université du Mans, 16 janvier 1995.

— « Etude ellipsométrique de films minces de mouillage », séminaire, Université de Lyon I, 20 janvier 1995.

— « Technique expérimentale de mesure : l'ellipsométrie. Application à l'étude du mouillage microscopique », séminaire, Université de Cosenza (Italie), 24-25 mars 1995.

### DIFFUSION DES CONNAISSANCES 1994-1995

#### J. BILLARD

— « Un produit marginal d'une industrie de biens de consommation utilisé pour construire des équipements : le bitume des routes », La Recherche Pétrolière Française. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 295-306 (1994).



## SÉMINAIRES DONNÉS AU COLLÈGE DE FRANCE

S. ALEXANDER (Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israël), *Properties of tenuous networks* (7 juin 1994).

C. LIGOURE (Université de Montpellier II), *Vésiculation de membranes fluides par dopage* (10 juin 1994).

P. MILLET (The Australian National University, Canberra, Australie), *Exemples d'application du procédé de mécanosynthèse en science des matériaux* (24 juin 1994).

M. RUBINSTEIN (Kodak, Rochester, U.S.A.), *Dynamics of semi-dilute polyelectrolyte solution* (30 juin 1994).

K.R. SHULL (North Western University, U.S.A.), *Contact angle, line tension and dewetting dynamics of polymer fluids* (5 septembre 1994).

G. REITER (C.E.A., Saclay), *Dewetting of polymer-brushes* (21 octobre 1994).

K. SEKIMOTO (University of Nagoya, Japon), *Extended time correlation of in vitro motility by motor protein* (18 novembre 1994).

E. GUROVITCH (Technion, Haifa, Israël), *Deformation and electric field induced phenomena in complex polymer liquids* (2 décembre 1994).

J.-L. SIKORAV (Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire, C.E.-Saclay), *Transitions structurales dans l'ADN, couplages possibles et catalyse enzymatique* (9 décembre 1994).

M. DERUELLE et E. BOUCHER (Collège de France, Paris), *Problèmes d'adhésion* (16 décembre 1994).

R. BARBRI (Université de Calabre, Italie), *Analyse fractale de surfaces rugueuses* (18 janvier 1995).

H. LI (Collège de France, Paris), *The protein folding problem* (17 février 1995).

D. ANDELMAN (Tel-Aviv University, Israël), *The phenomenology of spatially modulated phases : a survey and examples from the physical sciences* (24 février 1995).

R. AUDEBERT (E.S.P.C.I., Paris), *Polymères associatifs : auto-association en solution, interactions avec les tensioactifs et les protéines* (9 mars 1995).

M. CATES (The University of Edinburgh, Grande-Bretagne), *Giant dielectric response of the sponge phase* (22 mars 1995).

J.-L. VIOVY (E.S.P.C.I., Paris), *Electrophorèse de l'ADN : reptation et autres mécanismes* (23 mars 1995).

C. GAY et G. MASSEY (Collège de France, Paris), *Glissement d'un fondu de P.D.M.S. sur une surface de silice faiblement greffée* (24 mars 1995).

S. CRIBIER (I.B.P.C.), *Morphologie de liposomes géants unilamellaires* (31 mars 1995).

T. ONDARÇUHU (Collège de France, Paris), *Ancrage d'une ligne triple sur une discontinuité chimique* (7 avril 1995).

P.J. LEMSTRA (Technische Universiteit, Eindhoven, Pays-Bas), *Ultimate properties of polymer systems* (4 mai 1995).

S. VILLETTE (Collège de France, Paris), *Etalement à l'échelle moléculaire : le rôle de l'humidité* (5 mai 1995).

C. CRETON (E.S.P.C.I., Paris), *Tack des élastomères : mécanique du contact* (16 mai 1995).

J. FOLKERS (Collège de France, Paris), *La chimie des monocouches et des polymères* (19 mai 1995).

#### THÈSES DE DOCTORAT 1994-1995

A. de RYCK, « Le mouillage dynamique d'une fibre », Université de Paris VI, soutenue le 24 juin 1994.

V. PONSINET, « Etude structurale et magnétique des ferrosmectiques », Université de Paris VI, soutenue le 20 septembre 1994.

Y. MARCIANO, « Adhésion entre un élastomère et une couche adsorbée de polydiméthylsiloxane », Université de Paris XI, soutenue le 6 décembre 1994.

M. AUBOUY, « Comportements de polymères aux interfaces », Université de Paris VI, soutenue le 23 mars 1995.