

Physique de la matière condensée

M. Pierre-Gilles DE GENNES, professeur

ENSEIGNEMENT

Le cours a été consacré à une large revue des phénomènes de *nucléation* et de *croissance* dans la nature : problèmes omniprésents, qu'il s'agisse des gouttes de pluie, des cristaux ; ou bien d'un changement de débit sur une autoroute, etc. Une telle variété suppose naturellement un essai de classification : le cours a commencé par un effort dans ce sens, avec en particulier un rappel sur la distinction entre transitions « d'instabilité » et transitions « de nucléation ». Dans une deuxième partie, on a discuté les « décompositions spinodales » aussi bien sur les liquides que dans des alliages métalliques solides. Un cas nouveau a été traité : celui des alliages de polymères, pour lesquels une décomposition peut commencer à une échelle *plus petite que la taille des chaînes* — d'où des lois de croissance inhabituelles, que nous espérons vérifier dans les prochaines années par une collaboration entre Lure, l'Ecole de Physique et de Chimie, et le Collège de France.

Dans la 3^e partie, on a discuté la formation et la croissance de germes, en milieu homogène, en s'appuyant en particulier sur une analyse critique récente due à E. SIGGIA. Le cours a attiré notre attention sur plusieurs cas méconnus où interviennent des effets d'agrégation et où les lois de Lifshitz Slyozov doivent s'appliquer a) dans des films monomoléculaires à une interface eau air, quand on a un changement d'état (par exemple liquide - gaz à deux dimensions) on doit voir apparaître des îlots d'une phase dans l'autre. Un intérêt de ces îlots est qu'ils croissent en l'absence de tout effet de pesanteur, puisque le film est horizontal. b) dans les *dispersions* de particules relativement grosses (diamètre supérieur au micron) on doit avoir une floculation très lente, due aux forces de Van der Waals. Dans une certaine gamme de tailles, on prévoit donc que de telles dispersions ont des propriétés dépendantes de l'histoire du spécimen : ceci est relié aux propriétés « thixotropiques » de ces suspensions.

Une 4^e partie a été consacrée à la croissance des cristaux. Elle a commencé par une discussion nouvelle de la *transition rugueuse* (seuil au delà duquel on n'a plus un cristal à facettes bien définies). Puis les instabilités de croissance (MULLINS SEKERKA) ont été analysées, et les développements récents sur la croissance dendritique (J.S. LANGER) ont été présentés.

La cristallisation des *polymères flexibles* n'a pas été traitée en cours — un exposé remarquable ayant été donné en séminaire par le professeur A. KELLER. Par contre, on a présenté une analyse non classique de la cristallisation des protéines, en partant d'expériences de FEHER et al., mais en introduisant la compétition entre gélation et cristallisation.

Au total, et comme d'habitude le cours n'a pas réussi à couvrir l'ensemble du sujet. En particulier, les phénomènes si riches de *croissance en milieu aléatoire* (exemple : cristallisation dans les gels ; structure fine de fusion des acides nucléiques, etc.) n'ont pas été abordés. Mais cet enseignement a permis un rassemblement assez inhabituel de métallurgistes, physiciens des transitions de phase, et physicochimistes, dont pourraient peut-être émerger quelques actions communes.

TRAVAUX DU LABORATOIRE

I. — *Cristaux liquides*

A) *Polymères en solution dans les nématiques*

(A. Dubault, C. Casagrande, M. Veyssié)

Afin de compléter la description thermodynamique des systèmes binaires polymère-nématique, nous avons étudié par une technique R.M.N., le comportement en température du paramètre d'ordre orientationnel de ces mélanges. Cette étude, faite en collaboration avec B. Deloche (a), met en évidence que pour de tels systèmes, la température de clarification au sens de Maier-Saupe se situe dans la région interdite du diagramme de phase : résultat en accord avec un calcul de F. Brochard. De plus, ceci nous a permis de dépouiller avec rigueur nos mesures de viscosité de torsion. D'autre part, des expériences récentes d'atténuation d'ondes ultrasonores, menées en collaboration avec P. Martinoty (b), font apparaître une augmentation des coefficients de friction de Miesowicz due à la présence des chaînes poly-

(a) Laboratoire de Physique des Solides, Orsay.

(b) Laboratoire d'Acoustique moléculaire, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

mériques. Enfin, une nouvelle expérience de diffusion neutronique aux petits angles a confirmé le résultat essentiel obtenu lors de la première expérience : en phase nématique, les macromolécules ont une conformation anisotrope.

L'ensemble des résultats obtenus sur ces systèmes sera présenté au 9^e Congrès International sur les cristaux liquides. Kyoto (juillet 1980).

B) *Elaboration de matériaux mésogènes et études de leurs propriétés*

(J. Billard)

L'évolution commencée depuis plusieurs années se confirme : la part d'activité consacrée aux mésophases disquotiques croît progressivement au détriment des calamitiques.

— *Mésophases calamitiques* (molécules allongées)

Pour l'étude directe des mésophases par effet Mössbauer, le ferrocène a été lié à un groupement suffisamment mésogène pour que la stabilité des mésophases ne soit pas compromise. Cette structure rend aussi compatible avec l'existence des mésophases la présence de groupements globulaires ou fortement polaires.

Une phase smectique qui n'avait jamais été décrite a été observée avec le 4,4'-di-n-pentyloxyazoxybenzène. Récemment ont été décrits des corps qui présentent, en fonction de la température, successivement les mésophases smectique A, nématique, smectique A et, à nouveau, nématique. Des conséquences thermodynamiques en ont été dégagées, neuf sortes de diagrammes de phase binaires isobares sont prévues, cinq d'entre elles ont été observées.

Le pouvoir rotatoire apparent des cholestériques présente, en fonction du pas de torsion, deux changements de signe.

L'existence prévue de mésophases smectiques F torsés a été établie, ce qui prouve l'existence de corrélations entre les orientations des strates.

— *Mésophases disquotiques* (molécules plates)

Les matériaux présentant ces mésophases découvertes il y a trois ans doivent être diversifiés.

Les premières molécules élaborées ont des symétries sénaires ou ternaires. En changeant de partie centrale il a été obtenu deux séries de disquotiques qui ne présentent que des axes binaires. Outre l'accroissement de la variété des familles chimiques, ces corps donnent de nouveaux exemples de polymorphisme disquotique. Un exemple de miscibilité totale de deux

corps de symétries moléculaires différentes montre que les règles de miscibilité peuvent être utilisées pour les disquotiques. Un début de classification comportant trois disquophases irréductibles est donné.

La prévision de diagrammes de phase binaires isobares avec les données relatives aux seuls corps purs est possible avec une précision acceptable. Le diagramme de phase des mélanges d'un non disquogène avec le benzène a permis de trouver le premier exemple de disquophase lyotrope.

C) *Couplage entre l'état gel et l'ordre nématique (Théorie)*

(F. Brochard, P.-G. de Gennes)

Un nématique liquide est très sensible aux perturbations extérieures (mécaniques, électriques...). On peut se demander s'il reste un souvenir de ces propriétés remarquables si le nématique est transformé en un gel — formé par exemple de chaînes nématogènes réticulées et immergées dans un (bon) solvant nématique. La réponse [14] est assez pessimiste, mais on attend tout de même quelques effets visibles (biréfringence élastique).

Un autre cas important est celui d'un gel fait avec un polymère banal, et gonflé par un solvant nématogène : ici il y a mauvaise compatibilité entre les partenaires, et le plus souvent le gel doit expulser son solvant quand celui-ci tend à devenir nématique [15]. Mais il y a des effets prétransitionnels intéressants.

PUBLICATIONS

1. A. DUBAULT, C. CASAGRANDE, M. VEYSSIE and B. DELOCHE, *Pseudo clearing temperature in binary polymer-nematic solutions* (soumis à *Phys. Rev. Lett.*).
2. F. BROCHARD, *Solution de Polymères flexibles dans un liquide nématique* (*C.R.A.S.*, B 289, 229, 1979).
3. F. BROCHARD, *Viscosities of dilute polymer solutions in nematic liquid* (*Polymer Sci. (Phys.)*, 17, 1367, 1979).
4. S.N. PRASAD (a), S. VENUGOPALAN (a), J. BILLARD, *Anomalous smectic mesomorphism of 4,4'-di-n-pentyloxyazoxybenzène* (*Molec. Cryst. Let.*, 49, 1979, 271-8).
5. J. MALTHETE (b), J. BILLARD, *Une structure mésogène polyvalente* (*Molec. Cryst.*, 54, 1979, 45-50).

(a) Raman Research Institute, Bangalore, Inde.

6. N. ISAERT (c), J.-P. BERTHAULT (b), J. BILLARD, *Pouvoir rotatoire apparent des cholestériques* (*J. of Opt.*, 11, 1980, 17-41).
7. J. BILLARD, *Phase diagrams of mesogens exhibiting reentrant mesophases* (*Proc. Int. Liquid. Crystals Conf.*, Bangalore, 1979, à paraître).
8. P. KELLER (d), A. ZANN (e), J.-C. DUBOIS (e), J. BILLARD, *A chiral smectic F phase* (*Proc. Liquid Crystals Conf.*, Garmisch, 1980, à paraître).
9. J. BILLARD, B.K. SADASHIVA (a), *Mixibility of disc-like molecules* (*Pramàna*, 13, 1979, 309-18).
10. R. FUGNIDTO (f), M. STRZELECKA (f), A. ZANN (e), J.-C. DUBOIS (e), J. BILLARD, *A discotic mesophase with binary or tetragonal symmetry*, (*Chem. Comm.*, à paraître).
11. A. QUEGUINER (e), A. ZANN (e), J.-C. DUBOIS (e), J. BILLARD, *Mesogenic disc-like molecules with twofold symmetry axis* (*Proc. Int. Liquid Crystals Conf.*, Bangalore, 1979, à paraître).
12. J. BILLARD, *Discotic mesophases : a review* (*Proc. Liquid Crystals Conf.*, Garmisch, 1980).
13. J. BILLARD, *Les mésophages et leur orientation par des surfaces solides* (*Bull. Min.*, à paraître).
14. P.-G. DE GENNES, à paraître.
15. F. BROCHARD, *Theory of Polymer gels with liquid crystal solvents* (*J. de Phys.*, 40, 1049, 1979).

II. — Polymères

A) Polymères en solution

(C. Allain, H. Hervet, L. Léger, F. Rondelez, P. Vidakovic, R. Vilanove)

— A 3 dimensions

Les expériences sur la dynamique des chaînes macromoléculaires en solution semi-diluée ont été poursuivies. La présence d'enchevêtrements impose

(b) Laboratoire de Chimie organique des Hormones, Collège de France.
(c) Université des Sciences et Techniques de Lille.
(d) Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud.
(e) Laboratoire central de Recherches de la Compagnie Thomson-C.S.F.
(f) Groupe de Recherche n° 12 du C.N.R.S., Thiais.

aux chaînes de se déplacer par un processus de « reptation ». Ces mouvements ont été étudiés par diffusion de lumière Rayleigh forcé [1]. La distance caractéristique entre deux enchevêtrements a pu être déduite de mesures de sédimentation par ultracentrifugation analytique [2]. Les dépendances observées en concentration de chaînes et en masse moléculaire correspondent bien aux prédictions des lois d'échelle. Dans le cas de polymères en bâtonnets rigides, nous avons mis en évidence la décroissance du coefficient de diffusion rationnelle à cause des contraintes stériques entre bâtonnets, suivant le modèle de Doi-Edwards [3].

Dans le cas de solutions proches de la température θ de Flory (où les interactions à deux corps entre monomères se compensent), des différences intéressantes ont été observées (par ultracentrifugation analytique) avec le cas des bons solvants (où les répulsions prédominent) [4 et 5].

— *A 2 dimensions*

Il est possible d'étaler une solution de polymère sur une surface liquide. Dans certains cas favorables, il se forme une couche monomoléculaire, à l'interface liquide-air. Suivant la nature chimique des monomères utilisés, nous avons pu montrer que les chaînes peuvent se trouver dans des conditions thermodynamiques de type « bon » ou « mauvais » solvant et étudier les propriétés de pression superficielle correspondantes [8]. Dans le cas étudié, la concentration critique de premier recouvrement entre chaînes voisines et leur rayon de gyration. (A partir de la variation photo-induite de pression superficielle.) Ces expériences peuvent fournir un analogue grossier pour le fonctionnement des bâtonnets rétinien [9].

— *A 1 dimension*

Nous avons étudié la probabilité de passage de chaînes macromoléculaires flexibles (de taille R_G) à travers des pores cylindriques calibrés de diamètres d . Lorsque R_G est supérieur à d , la diffusion à travers la membrane poreuse est fortement ralentie. Toutefois cette diffusion reprend si l'on augmente la concentration en chaînes dans le compartiment de diffusion [10-11]. Cet effet spectaculaire avait été prévu théoriquement par de Gennes-Daoud-Daoudi-Brochard. A l'occasion de cette étude nous avons développé des moyens de fabrication et caractérisation [12] de films plastiques percés de trous calibrés dans la gamme 100 - 10 000 Å .

B) *Polymères fondus*

— *Programme d'expériences* (C. Williams)

On étudie les mélanges de 2 polymères A et B, amorphes, de polydispersité contrôlée, dans la région du diagramme de phase où ils sont quasi-compatibles.

Ce diagramme est déterminé globalement par observation optique (point de trouble). Des expériences de diffusion aux petits angles du rayonnement synchrotron (R.S.) dans le domaine des X permettront de déterminer le mécanisme de séparation de phase en fonction de l'histoire thermique : nucléation et croissance ou décomposition spinodale. Grâce à la forte intensité du R.S. on espère suivre la cinétique de décomposition spinodale par trempe rapide *in situ*.

— *Réflexions théoriques* (P.-G. de Gennes)

On a étudié la cinétique de séparation de deux phases polymères A et B qui sont initialement mélangées mais qui tendent à démixer (par changement d'un paramètre extérieur) : qu'il s'agisse d'un processus de nucléation et de croissance, type Ostwald, ou d'une décomposition spinodale. Assez souvent les objets impliqués peuvent être plus petits qu'une pelote individuelle, d'où des lois inhabituelles, contrôlées par un processus d'ajustement local [13].

C) *Emulsions à membrane polymérique*

(M. Brédimas, D. Bazin, M. Veyssié)

Sur ce sujet, l'essentiel des résultats nouveaux a été obtenu dans le domaine rhéologique : nous avons montré expérimentalement que le caractère non newtonien des écoulements est dû, pour l'essentiel, à la déformabilité des globules. Une analyse quantitative de nos données a pu être faite dans le cadre d'un modèle microrhéologique développé par D. Barthes et S. Chim (Université de Compiègne), nous pouvons ainsi déterminer un module d'élasticité efficace de la membrane interfaciale et sa dépendance suivant le taux de réticulation du polymère.

L'ensemble des résultats sur ce type d'émulsions est donné dans la thèse de M. Brédimas. Les principales conclusions dégagées sont : la mise en évidence du point de gélation et la corrélation entre les propriétés de perméabilité et les propriétés mécaniques du film interfacial.

PUBLICATIONS

1. H. HERVET, L. LEGER et F. RONDELEZ, *Self diffusion in polymer solutions : a test for scaling and reptation* (*Phys. Res. Lett.*, 42, 1681, 1979).
2. C. DESTOR et F. RONDELEZ, *Sedimentation of Polymers in good solvents* (*Polymer Letters*, 17, 1979).
3. J. MAGUIRE, J.P. MCTAGUE et F. RONDELEZ, *Hindered rotational diffusion in solutions of rod-like particles* (soumis à *Rev. Lett.*).

4. C. DESTOR et F. RONDELEZ, *Sedimentation of polystyrene-cyclohexane solutions close to the theta temperature* (soumis *Polymer*, 1979).
5. P. VIDA KOVIC, C. ALLAIN et F. RONDELEZ, *Dynamical screening length in semi-dilute polymer solutions at the theta temperature* (Preprint).
6. F. RONDELEZ, *Forced Rayleigh light scattering in fluids to appear in « Light scattering in fluids and macromolecular solutions »* (ed. by V. de Giorgio, Plenum Press, New York, 1980).
7. F. RONDELEZ et J.D. LITSTER, *Light scattering studies of the monomer-dimer states of gramicidin A* (*Biophysical J.*, 27, 455, 1979).
8. R. VILANOVE et F. RONDELEZ, *Different thermodynamic conditions for polymer monolayers spread at an air-water interface* (Preprint).
9. H. GRULER, R. VILANOVE and F. RONDELEZ, *Reversible Photochemical strain in Langmuir monolayers* (*Phys. Rev. Lett.*, 44, 590, 1980).
10. D.S. CANNELL et F. RONDELEZ, *Permeation of flexible macromolecules through submicron pores* (Soumis à *Phys. Rev. Lett.*, 1980).
11. D.S. CANNELL et F. RONDELEZ, *Restricted diffusion of polystyrenes through homopore membranes* (Soumis à *Macromolecules*, 1980).
12. A.J. LOGAN, D.S. CANNELL and F. RONDELEZ, *Characterization of nuclear track etched commercial membranes by scanning electron microscopy and flow measurements* (Preprint, 1979).
13. P.-G. DE GENNES, *Dynamics of fluctuations and spinoidal decomposition in polymer blends* (*J. Chem. Phys.*, 72, 4756, 1980).

III. — Colloïdes

A) Expériences sur les systèmes tensioactifs

a) Microémulsions

— *Etude de l'équation d'état dans les phases concentrées (eau dans l'huile)*
(R. Ober, C. Taupin)

L'équation d'état, obtenue à partir de l'intensité cohérente diffusée à angle nul, montre que les interactions dans tous les systèmes étudiés (rayon de gouttelette et condensation du film interfacial variables) sont essentiellement de type « sphère dure ». Un terme attractif de type Van der Waals (en C^2) apparaît souvent sans qu'on puisse l'identifier de façon certaine avec ces forces à longues distances, son amplitude étant d'un ordre de grandeur trop grand.

L'analyse détaillée de la variation angulaire de l'intensité diffusée montre, pour les systèmes attractifs, la présence d'agrégats de type doublet.

— Les mesures de conductivité électrique (M. Laguès, C. Sauterey) ont montré la généralité du phénomène de percolation dans ces systèmes.

— L'étude de la transition d'inversion (M. Dvolaitzky, C. Taupin), qui se passe sans discontinuité des propriétés physiques (viscosité, compressibilité osmotique) a été poursuivie au niveau local dans le film interfacial (marqueurs despin). Le changement de courbure ne se manifeste pas non plus à ce niveau.

— L'étude de la séquence des phases qui conduit à la microémulsion lors de l'addition du cosurfactant semble montrer que la phase microémulsion peut coexister avec diverses phases à bâtonnets et que, dans la microémulsion on peut parfois observer deux types d'agrégats de tensioactif (en cours).

— *Rôle du film tensioactif interfacial dans l'extraction en phase liquide*
(M. Dvolaitzky, C. Taupin)

Cette étude (avec le Laboratoire de Chimie Analytique à l'E.S.P.C.I., Paris) concerne l'extraction en phase liquide qui permet de concentrer et purifier des ions minéraux en les faisant passer d'une phase aqueuse à une phase organique par chélation. Ce procédé, connu depuis longtemps, utilise des molécules de type tensioactif et nous nous sommes proposés de relier la cinétique de transfert, mesurée par les chimistes, à l'état local du film interfacial déterminé par la méthode des marqueurs de spin. Cette étude préliminaire a montré des effets inattendus et conduit à la thèse de 3^e cycle d'Odile BOHM (soutenue le 28 juin 1979).

— *Greffage sur des surfaces de carbone (composites)*
(M. Dvolaitzky, C. Taupin)

Cette étude concerne une demande du Laboratoire Central de la Société Nationale d'Aérospatiale relativement aux possibilités de greffage sur des surfaces de carbone. En effet, le carbone (souvent sous forme de fibres) participe à de nombreux matériaux composites (par exemple carbone-résine polymérique). Le couplage entre les deux matériaux est très important pour l'obtention des propriétés mécaniques voulues et des « traitements des surfaces » sont souvent effectués de façon empirique. L'étude proposée concernait l'étude *fondamentale* du greffage et des conformations des molécules greffées. Le greffage de certaines molécules marquées a été effectué par M. DVOLAITZKY sur des carbones riches en sites oxygénés réactifs mais non sur les fibres. Nous avons tenté d'autres méthodes d'attaque des surfaces, pour ne pas être limités, au point de vue chimique, par le nombre de fonc-

tions oxygénées. Cette étude se poursuit actuellement ainsi que l'étude des modifications et de l'identification du signal paramagnétique en fonction de divers traitements.

b) *Etude des mélanges savon/eau par diffusion et par diffraction des neutrons*
(J. Jouffroy, P. Levinson)

L'étude des phases médiane et micellaire a été poursuivie sur des mélanges eau/palmitate de potassium diversement deutérés.

La phase médiane (concentration en savon 30 à 45 % - température $> 50^\circ\text{C}$) est formée par des filaments de savon cylindriques en suspension dans l'eau qui présentent un arrangement périodique à deux dimensions. Outre la structure hexagonale déjà décrite, nous avons observé une structure carrée pour le même domaine de concentration. Les diagrammes d'échantillons orientés produits sur le diffractomètre D 16 (I.L.L. Grenoble) comportent une dizaine de réflexions de Bragg, leur intensité relative donne des informations sur la distribution des chaînes. Le rayon déterminé pour les cylindres (22 Å) est supérieur à celui que donnent les rayons X (18 Å) ce qui n'est pas contradictoire en raison des effets de contraste propres à la diffraction des neutrons. Les méthyles apparaissent peu localisés. Des diverses phases du diagramme savon/eau la phase médiane est celle où les molécules de savon donnent le spectre quasi-élastique (I.N. 5 - I.L.L. Grenoble) le plus voisin de celui d'un liquide vrai.

Phase micellaire : dans le domaine de concentration que nous avons exploré (8 % à 13 %), aux températures comprises entre 60° et 80°C , les micelles sont sphériques. Pour mieux cerner en spectrométrie quasi-élastique les mouvements des diverses parties de la chaîne, nous avons préparé, avec la collaboration du Laboratoire de Chimie des Hormones, des molécules semi-deutérées $\text{CD}_3(\text{CD}_2) + (\text{CH}_2) \rightarrow \text{CO}_2\text{K}$ et nous avons complété les mesures déjà faites par des mesures de haute résolution (I.N. 10). On a pu constater l'absence de la translation rapide observée en phase médiane et mettre en évidence un mouvement qui résulte de la diffusion lente de la micelle et de la rotation rapide de la molécule sur elle-même. Les caractéristiques de cette rotation diffèrent selon que l'on « voit » la molécule tout entière ou seulement la partie la plus voisine de la tête polaire. Il se confirme donc que le mouvement dans cette phase diffère sensiblement de celui d'une chaîne analogue en milieu liquide vrai.

B) Polymères et colloïdes (Théorie)

(P.-G. de Gennes)

— Grains colloïdaux dans une solution de polymères

On envisage ici le cas où des chaînes polymériques ne sont *pas* absorbées sur les grains. Dans ma première étude, faite l'an dernier, on avait établi l'existence de couches de déplétion près des parois et d'une *attraction* entre grains quand ces couches se recouvrent. Dans une deuxième étape [1], nous avons proposé l'existence d'une interaction répulsive à grande distance, due à la réduction d'entropie des chaînes par confinement entre les plaques. Mais dans une 3^e étape, nous nous sommes convaincus que cette répulsion, présente en solution diluée, doit *s'annuler* complètement en solution semi-diluée (et en phase fondue) à cause d'une règle de compensation [2].

Par ailleurs, on a aussi étudié le cas de grains *petits* (inférieurs à l'épaisseur de la couche de déplétion) pour lesquels les lois de déplétion et d'interaction sont assez différentes [3].

— Solution de molécules en bâtonnets

Ici encore, on peut avoir des effets de déplétion intéressants près des parois — suggérés notamment par des expériences récentes de Chauveteau. Une analyse théorique en a été faite [4], surtout dans la limite des concentrations faibles (pas d'ordre nématique coopératif). Ici encore on a aussi considéré le problème de grains sphériques immergés dans une solution (de bâtonnets) et trouvé une interaction non usuelle entre grains due uniquement aux effets stériques.

— Chaînes polymériques aux interfaces

On a discuté en détail les propriétés de chaînes flexibles liées à une interface soit par greffage (interface solide) soit par affinité naturelle (copolymères séquencés à un interface entre deux fluides). Un cas simple mais riche est celui de chaînes exposées à une solution du *même* polymère [5] : selon la surface par chaîne et la concentration en polymère, on prédit une grande variété de régimes possibles (couche gonflée ou effondrée, avec ou sans pénétration des chaînes mobiles). Ces idées pourront servir de base à une réflexion sur la possibilité de fabriquer des microémulsions avec des polymères séquencés [6]. Elles se transposent aussi à certains problèmes de dégonflement osmotique des gels par des solutions de polymère [7].

C) Suspensions et matériaux poreux

L'effort théorique sur la mécanique des suspensions de sphères passives

dans un liquide se poursuit : après le cas de sphères denses sans interaction, étudié l'an dernier, on a analysé qualitativement les effets d'attractions de Van der Waals sur la rhéologie [8], en s'efforçant de dégager quelques paramètres essentiels.

En ce qui concerne les milieux poreux, on a étudié la migration des grains en suspension à l'intérieur du corps poreux, dans un écoulement de Darcy : les grains pouvant être capturés dans les pores trop étroits, et libérés très lentement par mouvement brownien, on part des « bruits mécaniques » présents dans le spécimen [9].

PUBLICATIONS

1. P.-G. DE GENNES, *Stabilisation des mousses par des solutions de polymères* (C.R.A.S., Paris, 289 B, 103, 1979).
2. P.-G. DE GENNES (à paraître).
3. P.-G. DE GENNES, *Suspensions colloïdales dans une solution de polymères* (288 B, 359, 1979).
4. L. AUVRAY, *Solutions de macromolécules rigides : Effets de parois de confinement et d'orientation par un écoulement* (à paraître).
5. P.-G. DE GENES (à paraître).
6. R. CANTOR, P.-G. DE GENNES, C. TAUPIN, *Propriétés émulsifiantes des copolymères bisequencés*.
7. F. BROCHARD, *Swelling of gels at the consolute point of a binary mixture* (A paraître dans *Proc. of the Intern. Symposium on the Statistical Mechanics*, Cleveland).
8. P.-G. DE GENNES, *Dynamics of concentrated dispersions* (à paraître dans *Journal of Physicochemical Hydrodynamics*).
9. P.-G. DE GENNES, *Mouvement d'une suspension à l'intérieur d'un matériau poreux* (C.R.A.S., 289 B, 329, 1979).

SÉMINAIRES

M. HOFFMANN (Universität Bayreuth) : « The aggregation behavior of perfluoro detergents » (13 septembre 1979).

A. SILBERBERG (Polymer department - The Weizmann Institute of Science) : « Characterization of gel structure by permeability » (5 octobre 1979).

H. JANESCHITZ-KRIEGL (Université de Linz) : « Recent progress in measurement and interpretation of flow birefringence in polymer melts (A discussion in terms of the De Gennes - Doi - Edwards theory) » (25 octobre 1979).

H. JANESCHITZ-KRIEGL (Université de Linz) : « Birefringence patterns in injection moulded amorphous polymers, an example for the application of fundamental research to a technical problem » (26 octobre 1979).

V. DEGIORGIO (C.I.S.E. - Milan) : « Quasielastic light scattering from aqueous solutions of ionic micelles » (30 octobre 1979).

P.E. CLADIS (Bell laboratories - Murray Hill, U.S.A.) : « The re-entrant nematic phase » (30 novembre 1979).

D. BEYSENS (C.E.N. Saclay) : « Nouveau comportement critique induit par un gradient de vitesse » (7 décembre 1979).

P. BRACHET (Institut Pasteur) : « Mouvements cellulaires et différenciation lors de la phase d'agrégation des amibes dictyostelium » (14 décembre 1979).

A. KELLER (Université de Bristol) : « Molecular alignment and relaxation by elongational flow » (17 janvier 1980).

A. KELLER (Université de Bristol) : « Some central topics in polymer crystallization » (18 janvier 1980).

J.F. TOCANNE (Centre de Recherches de Biochimie et de Génétique cellulaires - C.N.R.S. Toulouse) : « Influence du pH et des ions sur les états structuraux et dynamiques des phospholipides au sein de phases organisées de type membranaire » (1^{er} février 1980).

A. DUBAULT (Collège de France) : « Comportement de macromolécules en solvant anisotrope » (10 janvier 1980).

S. BOILEAU (Collège de France) : « La synthèse de cristaux liquides polymériques » (31 janvier 1980).

C. SAUTEREY (Collège de France) : « Conductivité électrique et percolation dans les micro-émulsions » (31 janvier 1980).

G. RIESS (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse) : « Les propriétés tensioactives et colloïdales des copolymères séquencés et greffés » (6 mars 1980).

P.-G. DE GENNES (Collège de France) : « Quelques propriétés des polymères greffés » (21 mars 1980).

W.W. GRAESSLEY (Université de Cambridge) : « Some Puzzles about Viscoelasticity in Polymer Liquids » (21 mars 1980).

P. PILENI (Université Pierre-et-Marie-Curie) : « Quelques propriétés physico-chimiques des micelles, microémulsions, vésicules et réactions photo-redox dans ces agrégats » (25 avril 1980).

P. BRISARD (Laboratoire de Recherches et Développement Galéniques, Institut Roussel-Uclaf) : « La biopharmacie galénique et le devenir du médicament dans l'organisme » (22 mai 1980).

C. WILLIAMS (High Polymer Research Group) : « Problèmes de comptabilité dans les polymères » (9 mai 1980).

MISSIONS ET CONFÉRENCES

J. BILLARD :

— Participation à la réunion de la R.C.P. du C.N.R.S. « Composés lamellaires », Pont-à-Mousson (13 et 14 mars 1980).

— Phase diagrams of mesogens exhibiting reentrant mesophases, International Conference on liquid crystals, Bangalore, Inde (le 4 décembre 1979).

— Liquid Crystals of one and two dimensional order and their applications, Garmisch - Partenkirchen (du 21 au 25 janvier 1980) : Présentation d'une communication : P. Keller (d), A. Zann (e), J. Billard : « A chiral smectic F phase » et J. Billard était membre du Comité Scientifique.

— « Mesogenic disc-like molecules with twofold symmetry axis », International Conference on liquid crystals, Bangalore, Inde (du 3 au 8 décembre 1979) (A. Quéguiner (e), A. Zann (e), J.-C. Dubois (e), J. Billard).

— « Les états mésomorphes, quelques propriétés et applications, Centre de Formation continue des Universités de Clermont-Ferrand (31 janvier 1980).

— The identification of the more organized calamitic mesophases and some recent datas about the discophases. Société E.-Merck, Darmstadt, République Fédérale Allemande (18 avril 1980).

— Les mésophases et leur orientation par des surfaces solides, Table ronde du C.N.R.S. « Phénomènes d'ordre et de désordre dans les solides minéraux », Orléans (7 juin 1979).

M. DVOLAITZKY :

— « Amphiphiles, micelles, microémulsions ». Conférence à l'Université Louis-Pasteur, Strasbourg (30 novembre 1979).

P.-G. DE GENNES :

— « Scaling laws for polymers solutions », Gordon Conference on liquids (août 1979).

— « Correlations in polymers and copolymer melts », Faraday discussion on polymers in the condensed state. Oxford (septembre 1979).

— « Moyen âge et renaissance en physique des colloïdes », Ecole Normale Supérieure, Séminaires conscrits (novembre 1979).

— « Liquid crystals and polymers », Conférence internationale, cristaux liquides, Garmisch (février 1980).

— « Reptation des chaînes polymériques », Groupe Français de Rhéologie, Institut de Hautes Ecoles Scientifiques (Bures) (mars 1980).

— « Dynamique des suspensions », 3^e conférence d'hydrodynamique physique (P.C.H. 80), Madrid.

— « 10 cours sur la physique pratique des polymers », Centre International de Trieste (mai 1980).

— Colloïdes : nouvelles interactions et nouveaux systèmes (I Colloïdes et interfaces fluides, A.D.F.A.C. (Paris 6^e) (mai 1980).

H. HERVET, L. LEGER :

— « Quelques propriétés de systèmes polymériques enchevêtrés », Ecole de printemps sur la dynamique des chaînes de polymères amorphes, Les Houches (avril 1979).

H. HERVET :

— « Etude des mouvements de chaînes polymériques par diffusion de lumière », Colloque de diffusion de la lumière, Bordeaux (octobre 1979).

M. LAGUËS :

— « Percolation in Microemulsions », 3rd International Conference on Surface and Colloid Science, Stockholm (Suède) (20-25 août 1979).

L. LEGER :

— « Scaling approach and related experiments in polymer solutions », 3rd International Symposium on continuum models of discrete systems, Frenndstadt, Allemagne (juin 1979).

— « Reptation effects by stimulated Rayleigh scattering », Symposium on « viscoelastische lösungen », Bayreuth, Allemagne (octobre 1979).

F. RONDELEZ :

— Cours sur « Light scattering methods in fluids », Université de Palerme, Italie (mars 1979).

— Cours de D.E.A. sur « Méthodes récentes en physico-chimie des macromolécules, Université de Paris XI* (1979).

— Séminaires :

- « Les cristaux liquides et leurs applications », Institut Supérieur d'Electronique du Nord, Lille (mars 1979).
- « Forced Rayleigh light scattering », C.I.S.E., Milan, Italie (juin 1979).
- « Recent development in polymer physics », I.B.M., San José, Stanford University, U.S.A.
- « Polymères photochromes à deux dimensions », Collège de France (novembre 1979).
- « Light scattering techniques applied to macromolecular solutions », Université d'Ulm, Allemagne (mars 1980).
- « Application de l'effet Rayleigh à quelques problèmes de la matière condensée », E.N.S.P.C.I., Paris (mai 1980).
- « Apport des méthodes physiques à l'étude des interfaces », Journée A.D.F.A.C., Paris (mai 1980).

— Congrès « International liquid crystal conference », Bangalore, Inde (décembre 1979).

C. SAUTEREY, C. TAUPIN and M. DVOLAITZKY :

— « Spectroscopic Studies of the local State in the Interfacial Film of Microemulsions », 3rd International Conference on Surface and Colloid Science, Stockholm (Suède) (20-25 août 1979).

R. OBER, J.-P. LE PESANT and C. TAUPIN :

— « Structural Description », 3rd International Conference on Surface and Colloid Science, Stockholm (Suède) (20-25 août 1979).

M. DVOLAITZKY, M. LAGUËS, J.-P. LE PESANT, R. OBER, C. SAUTEREY and C. TAUPIN :

— « Structural Description of Microemulsions », Surface Active Agents :

Symposium conjoint de la Society of Chemical Industry et de la Faraday division of Chemical Society, Nottingham (R.U.) (26-28 septembre 1979).

R. OBER, C. TAUPIN :

— Etude des interactions dans les microémulsions, Colloque de la R.C.P. du C.N.R.S. « Colloïdes » (5 et 6 novembre 1979, Paris).

C. TAUPIN :

— Present State of the Structural Studies of Microemulsions. Conférence invitée au Symposium « Physicochemical Properties of Colloidal Particles » du 179th American Chemical Society Meeting, Houston (U.S.A.) (24-28 mars 1980).

— Emulsions - Microémulsions, Conférence à l'Institut Français du Pétrole (Rueil-Malmaison) (8 mai 1980).

— Microémulsions, Journée « Colloïdes et interfaces fluides », organisée par l'A.D.F.A.C. (21 mai 1980).

— A structural Study of Microemulsions, VII European « Chemistry of Interfaces Conference, Abo (Finlande) (4-7 juin 1980).

M. VEYSSIE :

— « Polymères en solvant nématique », Séminaire du groupe de physique du solide, E.N.S. (décembre 1979).

R. VILANOVE :

— Participation à la 3rd International Conference on Surface and Colloid Science, Stockholm, Suède (août 1979).

C. WILLIAMS :

— « New Developments in Multicomponent polymer Systems », Moretonhampstead, Grande-Bretagne (29 avril 1980 - 1^{er} mai 1980).