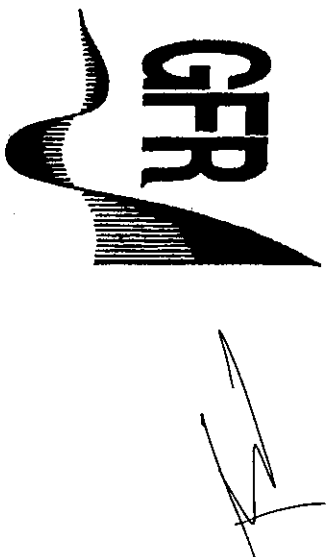


AgroParisTech
Site de Massy
1 avenue des Olympiades
91744 Massy Cedex
TEL : 01 69 93 50 50 - Fax : 01 69 20 02 30

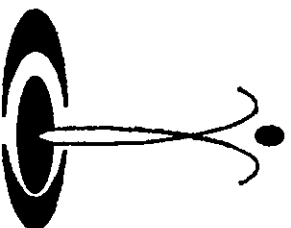
ISSN 1149 - 0039

Les Cahiers de Rhéologie



**RHÉOLOGIE DES SYSTÈMES POLYPHASÉS :
RÔLE DES INTERFACES ET INTERPHASES.**

33^{ème} COLLOQUE ANNUEL
DU GROUPE FRANÇAIS DE RHÉOLOGIE

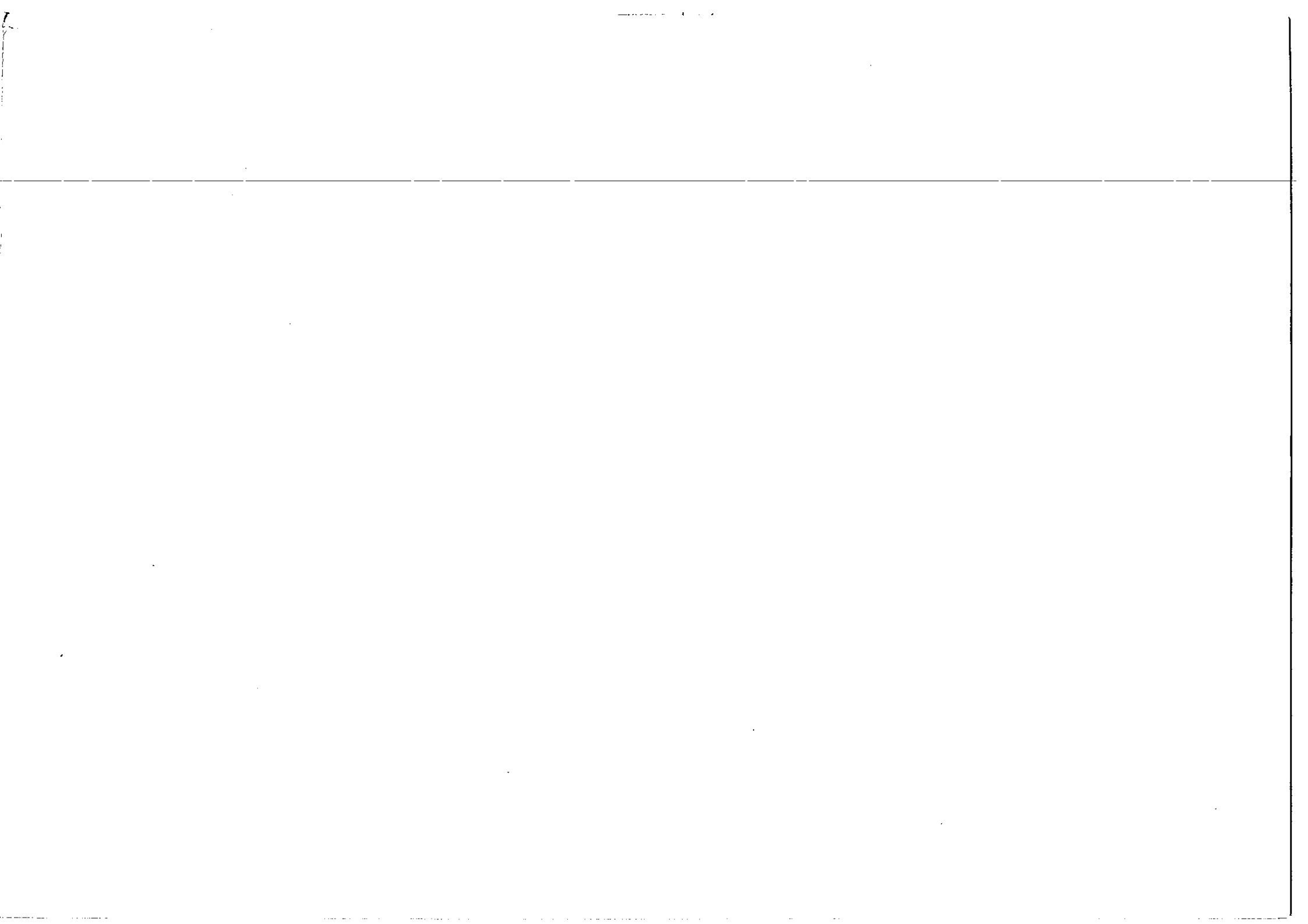


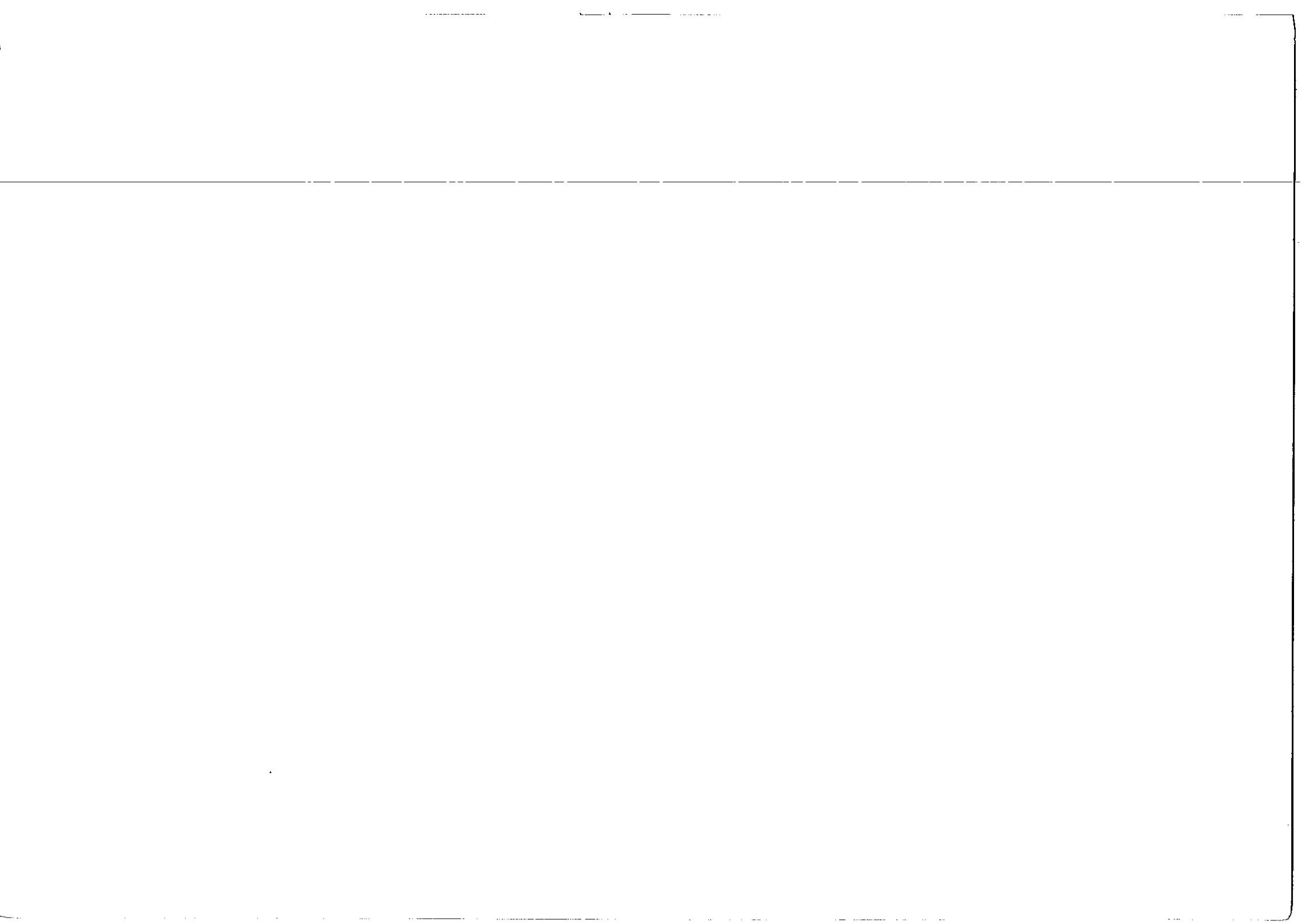
**REOLOGÍA DE SISTEMAS MULTIFÁSICOS:
PAPEL DE LAS INTERCARAS E INTERFASES**

8^a REUNIÓN ANUAL DEL GRUPO ESPECIALIZADO DE REOLOGÍA
DE LAS REALES SOCIEDADES DE FÍSICA Y QUÍMICA

BLARRITZ 12-14 OCTOBRE 1998

Volume XVI, Numéro 1





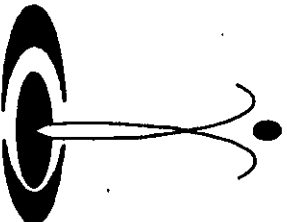
ISSN 1149 - 0039

Les Cahiers de Rhéologie



**RHÉOLOGIE DES SYSTÈMES POLYPHASÉS :
RÔLE DES INTERFACES ET INTERPHASES**

33^{ème} COLLOQUE ANNUEL
DU GROUPE FRANÇAIS DE RHÉOLOGIE

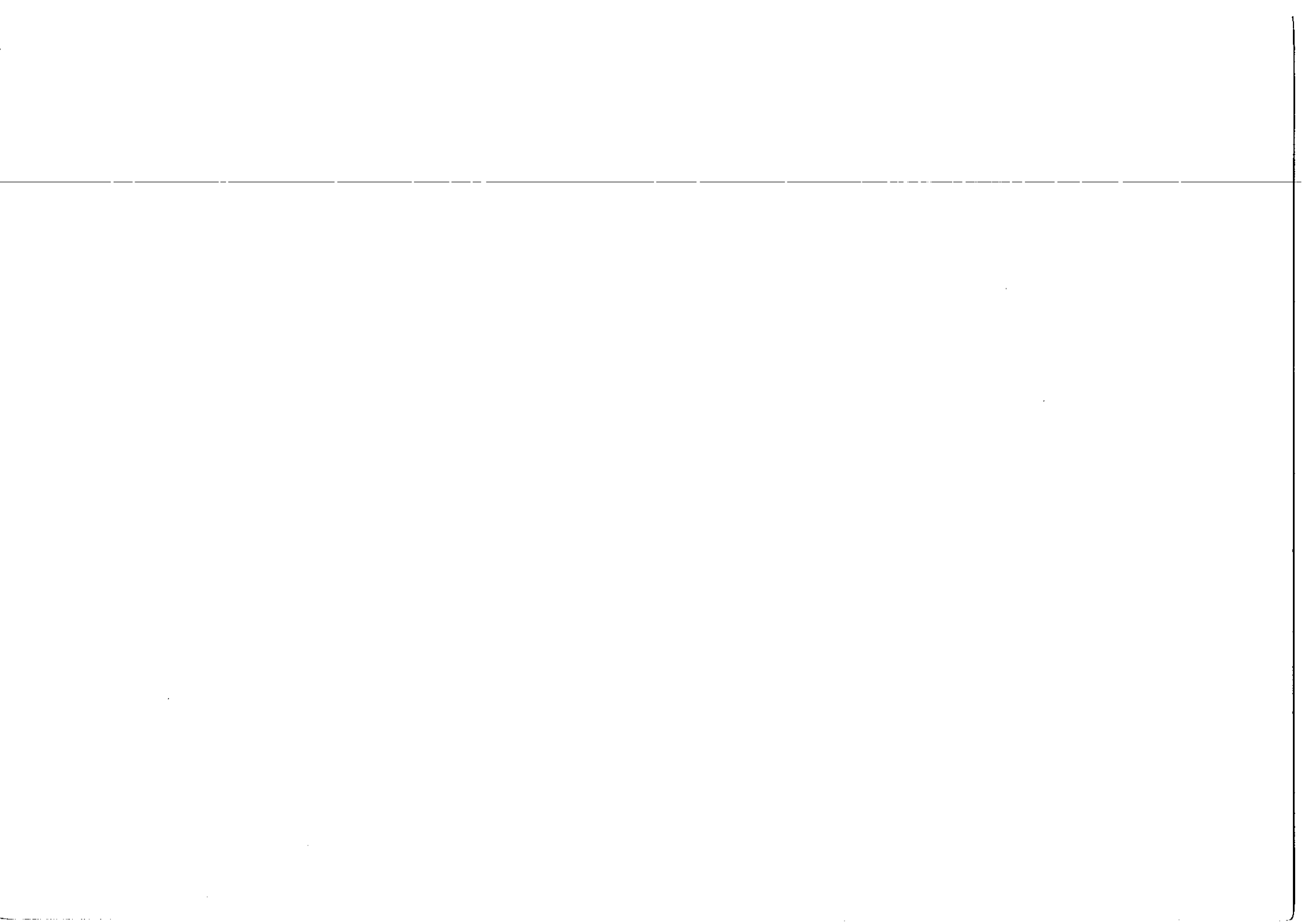


**REOLOGÍA DE SISTEMAS MULTIFÁSICOS:
PAPEL DE LAS INTERCARAS E INTERFASES**

8^a REUNIÓN ANUAL DEL GRUPO ESPECIALIZADO DE REOLOGÍA
DE LAS REALES SOCIEDADES DE FÍSICA Y QUÍMICA

BIARRITZ 12-14 OCTOBRE 1998

Volume XVI, Número 1



Les Cahiers de Rhéologie



GROUPE FRANÇAIS DE RHEOLOGIE

Président: R. GAUDU

Trésorier: J. L. CHEVALLIER

Secrétaire: J. BOUTON

ENSCPB

351 cours de la Libération

33405 TALENCE CEDEX

Tél. 05 56 84 66 88

Fax. 05 56 84 66 68

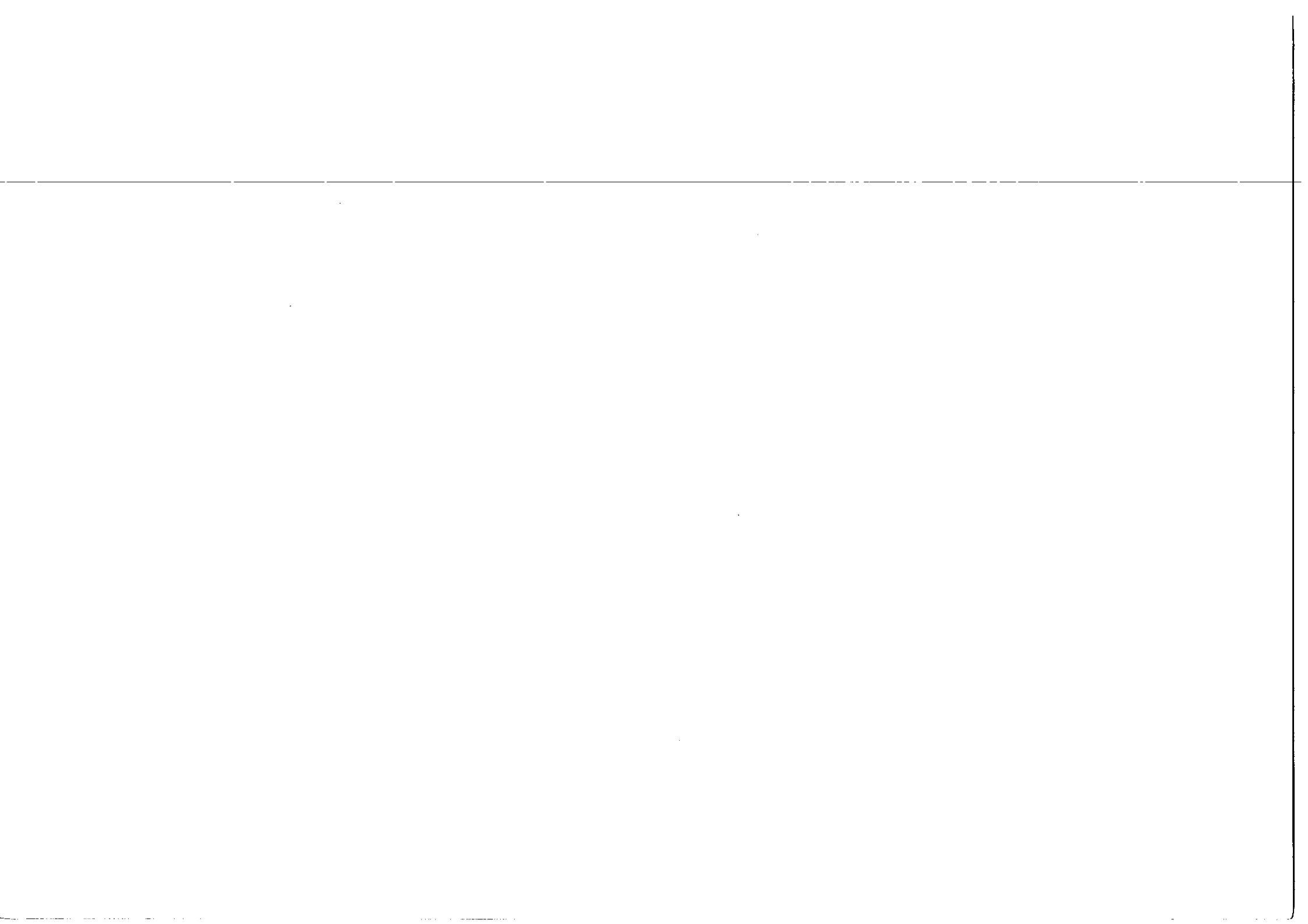
SOUSCRIPTION AUX CAHIERS ET ABONNEMENTS

Les Cahiers paraissent deux à trois fois par an.

Les membres du G.F.R. les reçoivent gratuitement.

Les non membres peuvent obtenir les numéros des Cahiers en s'adressant au Secrétariat du Groupe moyennant une participation au frais.

"Les articles sont publiés sous la responsabilité de leur(s) auteur(s)"



CONSIGNES AUX AUTEURS

Les articles du 33ème Colloque du Groupe Français de Rhéologie seront publiés dans un numéro spécial des " Cahiers de Rhéologie " édités par le GFR. Les articles seront reproduits directement à partir de l'original envoyé par les auteurs. Il est nécessaire que le plus grand soin soit apporté à la présentation de ces articles et que les auteurs respectent scrupuleusement les instructions ci-dessous.

Le manuscrit original pourra être envoyé (de préférence accompagné d'une disquette Mac ou PC, en format Word si possible, pour mise en forme et édition éventuelle sur CDROM) à l'adresse ci-dessous :

Secrétariat du Colloque du GFR
LPM/CURS
Université de Pau et des Pays de l'Adour
Avenue de l'Université
64000 PAU

Le manuscrit pourra également être envoyé par e-mail, en document attaché (Word si possible) ; adresse email : rheologie@univ-pau.fr

Le texte comprendra au maximum 6 pages (exceptionnellement 8 pages), de façon à produire un document final de dimension raisonnable. Les textes seront réalisés en traitement de texte en caractères de préférence Times New Roman (ou Times par défaut) en corps 12 points, simple interligne. Une marge de 25 mm doit être laissée autour de la feuille. Une impression de qualité laser est requise.

Le manuscrit doit comprendre :

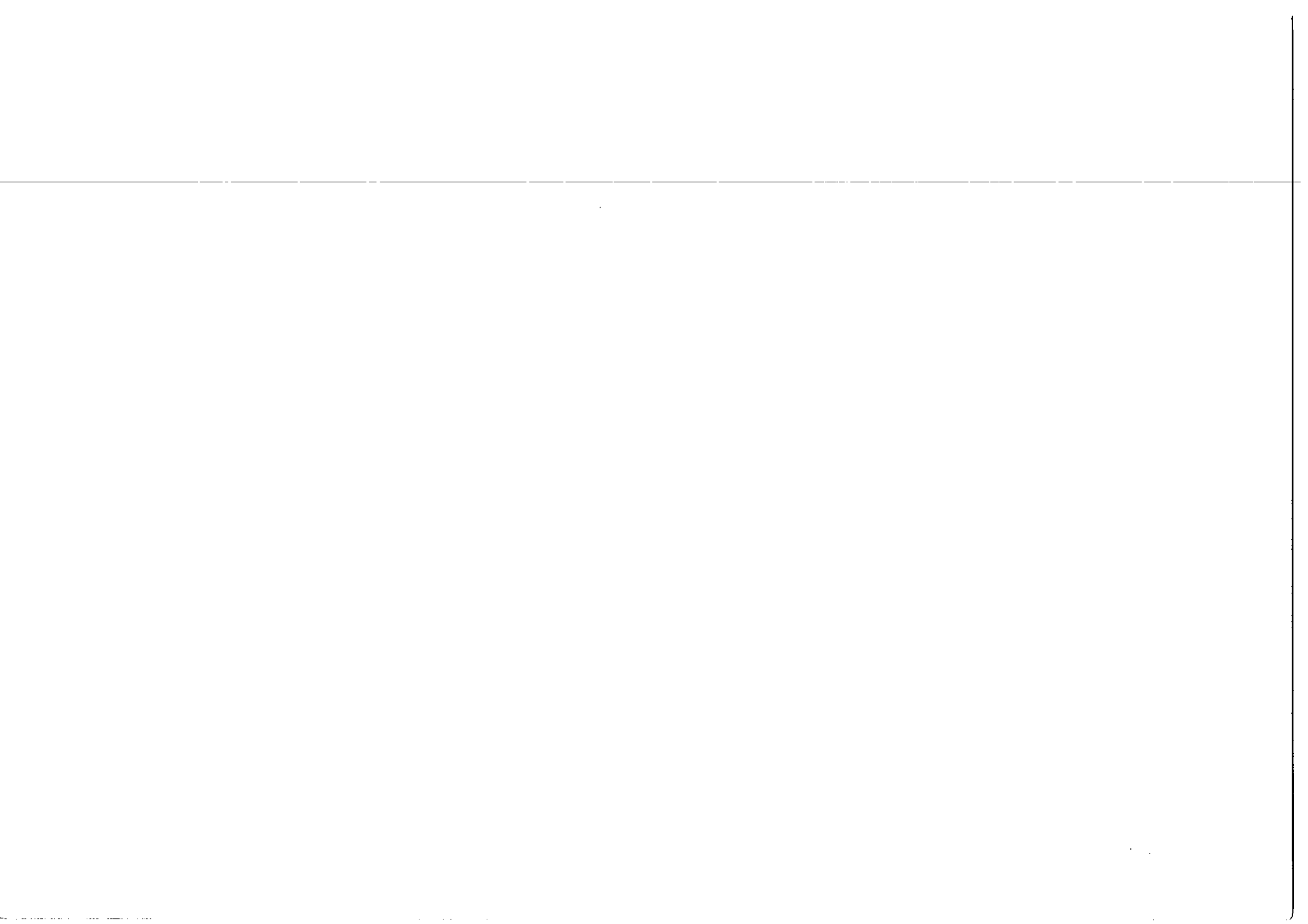
- Le titre en majuscule centré en haut de page à 35 mm du bord supérieur de la feuille ;
- Deux lignes en dessous, centré(s), le(s) nom(s) du ou des auteurs, suivis, à la ligne suivante, de leur appartenance ;
- Quatre lignes en dessous, un résumé en français, suivi d'un résumé en espagnol (à défaut : anglais), chacun de 10 lignes maximum. L'ordre sera inversé pour un article en espagnol ;
- L'introduction de l'article suivie du texte ;
- Les conclusions ;
- Si nécessaire, la liste des notations et symboles ;
- Une liste de références bibliographiques complètes.

Les figures doivent être de préférence insérées dans le texte ou éventuellement en fin d'article. Elles seront de dimension suffisante pour une bonne lisibilité (caractères de taille minimale 10).

Un modèle est joint à ce document. Bon courage

☐ AFFICHES

La taille des affiches est libre mais ne doit pas excéder les dimensions de 1m large x 1,3m haut.



33^{ème} COLLOQUE ANNUEL
DU GROUPE FRANÇAIS DE RHÉOLOGIE

8^a REUNIÓN ANUAL DEL GRUPO ESPECIALIZADO DE REOLOGÍA
DE LAS REALES SOCIEDADES DE FÍSICA Y QUÍMICA

Biarritz, 12, 13, 14 Octobre 1998

Comité Scientifique / Comité científico

France :

J. P. MONTFORT (Président)	(L.P.M.I., Pau)
M. AXELOS	(I.N.R.A., Nantes)
D. BORTZMEYER	(Rhône Poulenc Recherche)
B. CANTALOUBE	(Michelin)
B. ERNST	(CERDATO, ELF ATOCHEM)
J. FRANÇOIS	(C.N.R.S., Pau)
R. GAUDU	(E.N.S.C.P.B., Bordeaux)
I. L. MORANÇAIS	(Société L'Oréal)
R. MULLER	(Ecole Application des Hauts Polymères, Strasbourg)
D. ROUX	(Bordeaux I)
B. VERGNES	(CEMEF, Sophia-Antipolis)

España :

A. SANTAMARIA (Président)	(Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea)
J. ALEMÁN	(Universidad de Las Palmas)
C. GALLEGOS	(Universidad de Huelva)
A. GUERRERO	(Universidad de Sevilla)

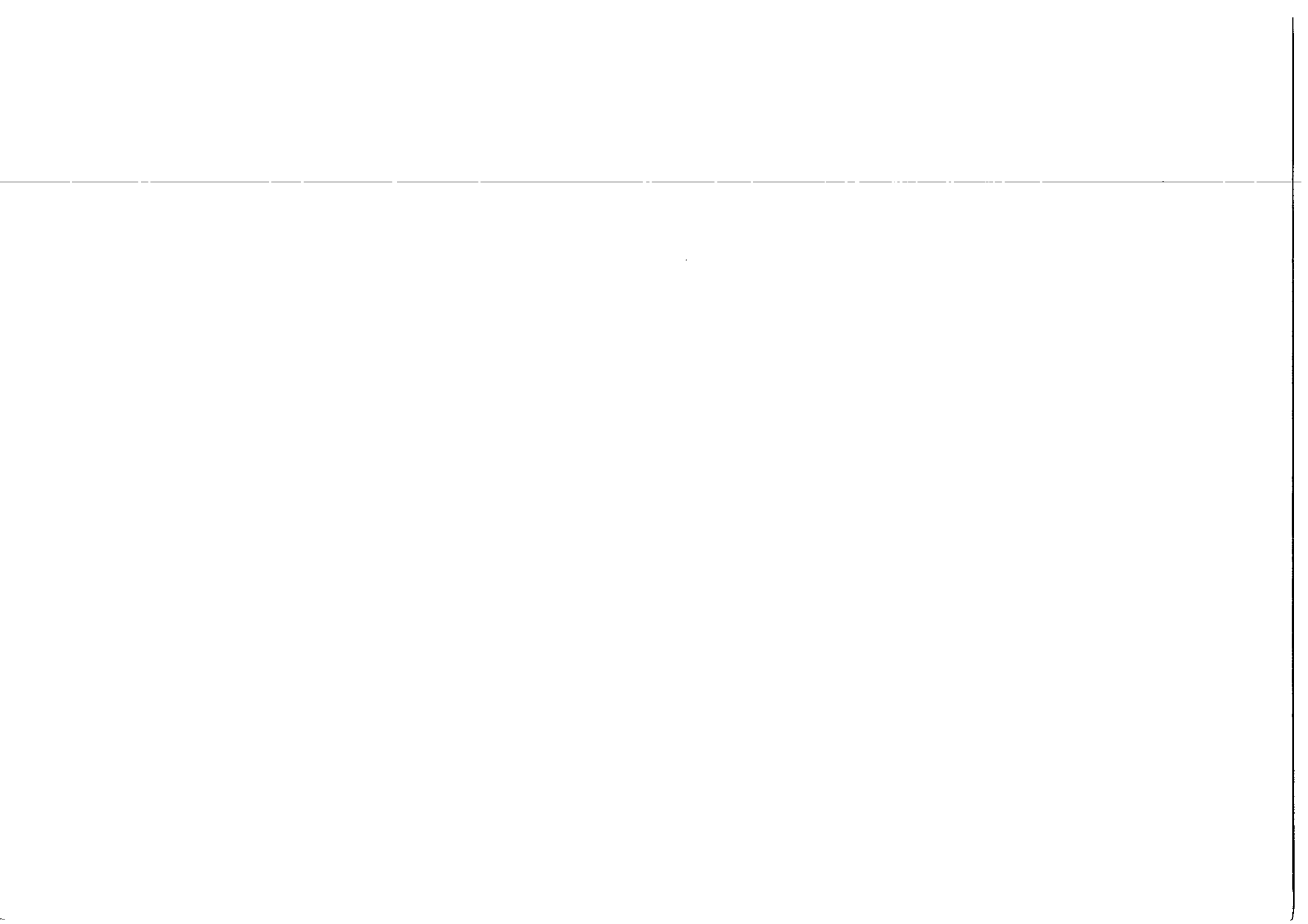
Comité d'organisation / Comité de organización

France :

Gérard MARIN
Ahmed ALLAL
Miren CANELLADA
Nour-Eddine EL BOUNIA
François-Xavier GIBERT
Christine GOURIER
Jean-Pierre HABAS

España :

Mercedes FERNANDEZ
Isabel LIZASO
M^{ra} Eugenia MUÑOZ
Juan José PEÑA



AVANT-PROPOS

Le 33ème Colloque annuel du Groupe Français de Rhéologie porte sur la "Rhéologie des systèmes polyphasés: rôle des interfaces et interphases".

Ce colloque est l'occasion pour le Conseil du GFR de poursuivre sa politique de collaboration avec les autres groupes européens de rhéologie. Le 33ème colloque est ainsi organisé avec le Groupe Espagnol. Nos deux groupes tiendront d'ailleurs leur assemblée générale le même jour.

Le thème choisi pour le colloque, d'une grande importance dans de nombreux domaines d'application, a conduit les organisateurs à structurer les cinq demi-journées en cinq thèmes particuliers (polymères et caoutchouc; adhésifs, peintures, vernis et colles; agro-alimentaire; environnement; cosmétologie, pharmacologie).

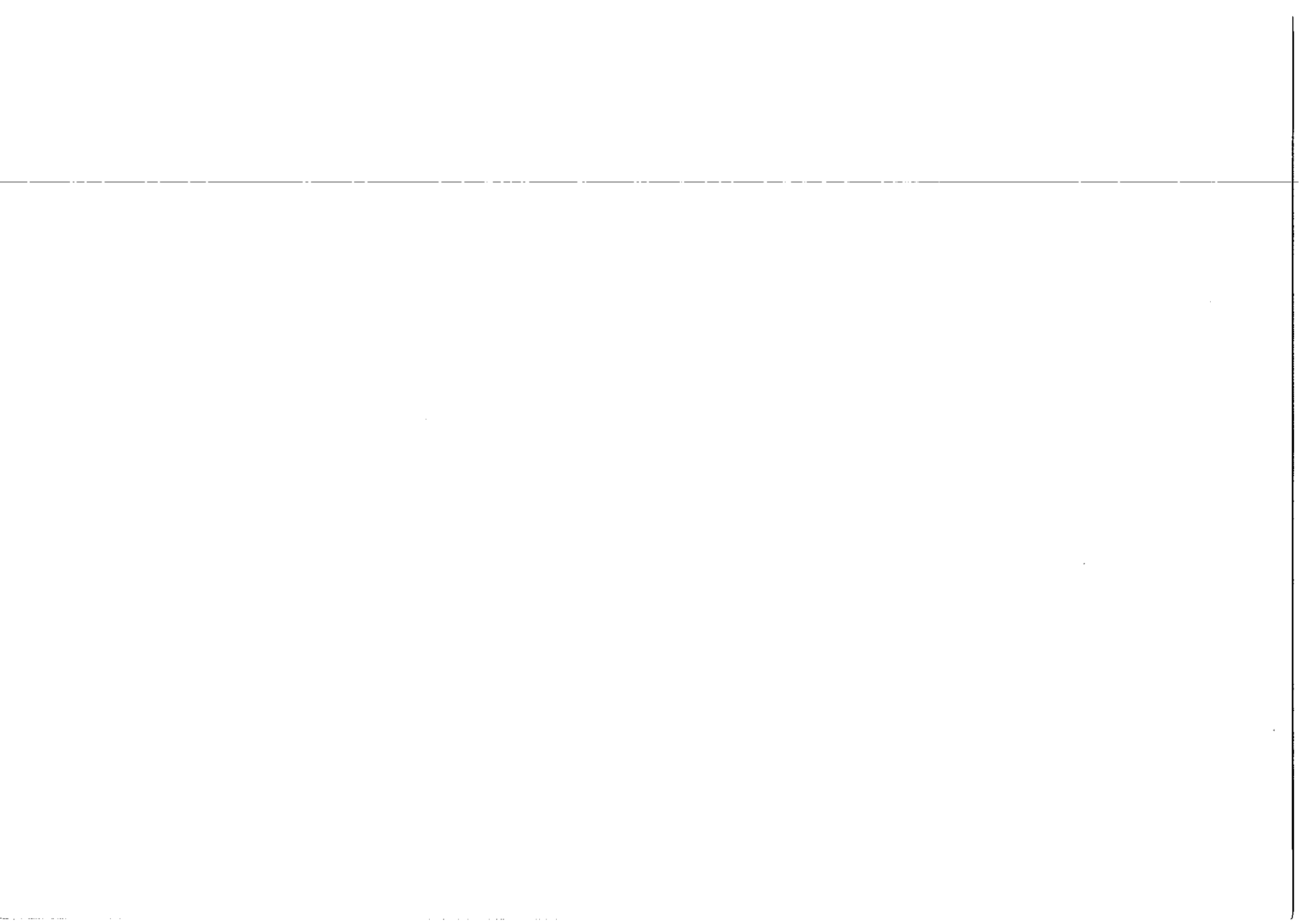
Plusieurs rhéologues, français ou espagnols, connus sur le plan international, ont accepté de présenter une conférence plénière sur chacun de ces thèmes particuliers. Une centaine de communications ont été acceptées; les manuscrits fournis par les auteurs sont publiés dans la collection des Cahiers de Rhéologie et de ce fait diffusés à l'ensemble des membres du GFR.

Le professeur Marin a bien voulu se charger de l'organisation de ce Colloque en liaison avec son collègue le professeur Santamaría de San Sebastián. Cette collaboration entre l'université de Pau et des Pays de l'Adour et l'Université de San Sebastián a conduit au choix, ce dont je me réjouis, du Pays Basque et en particulier de Biarritz comme lieu de rencontre. J'ai le plaisir de remercier ces deux collègues et de les féliciter.

J'associe à ces remerciements le professeur Montfort qui préside avec son collègue Santamaría le comité scientifique ainsi que tous les membres français ou espagnols des comités scientifique et d'organisation pour tout le travail réalisé.

Le 25 septembre 1998

Rémi GAUDU
Président du Groupe Français de Rhéologie



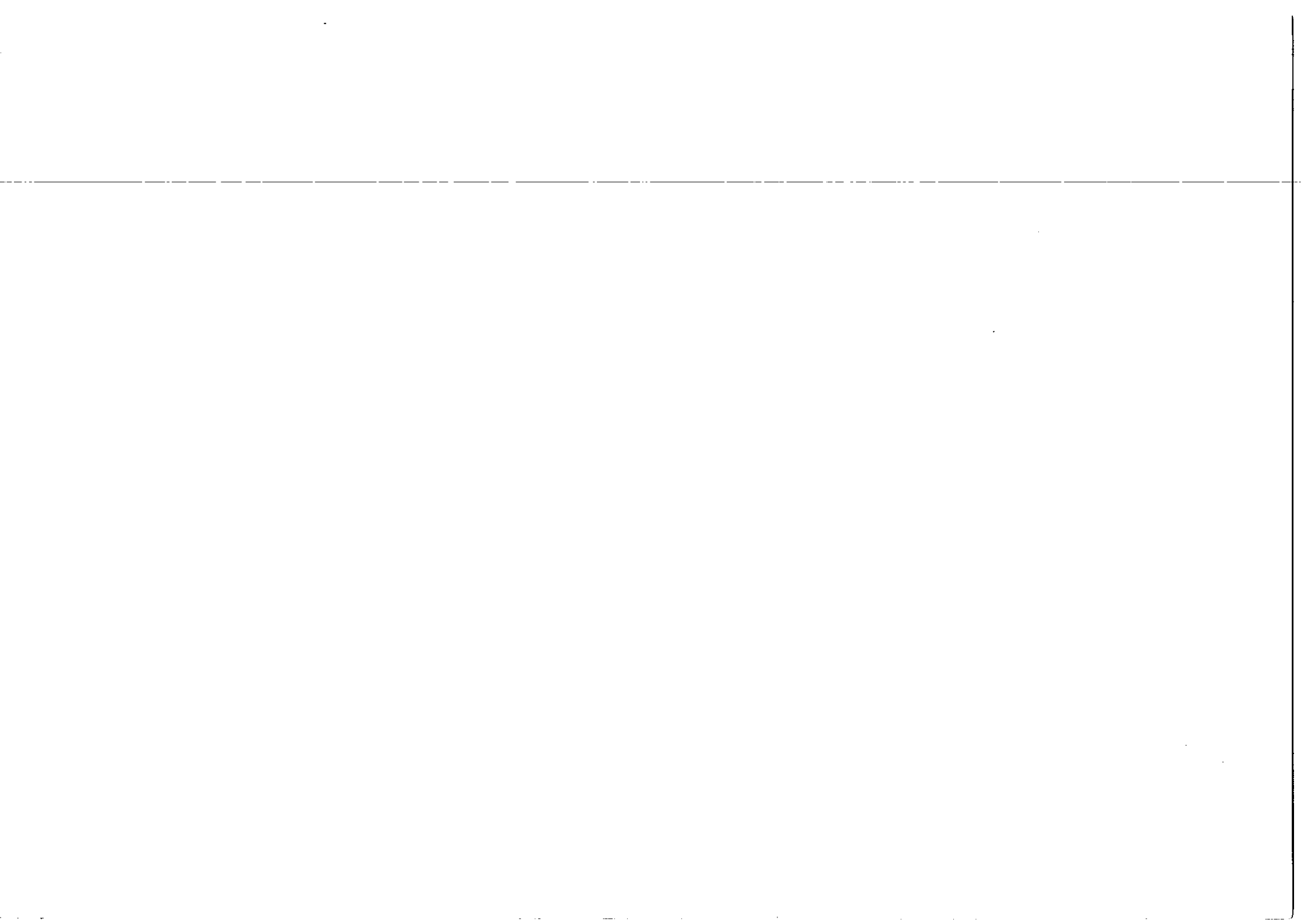
Tras la organización de la "Fourth European Rheology Conference" en Sevilla (Septiembre de 1994), el Grupo Español de Reología (GER) acordó mantener en lo posible los contactos con otros grupos o sociedades europeas de Reología a través de la co-organización de reuniones científicas conjuntas, con el fin de continuar impulsando la investigación reológica de sus miembros. Este acuerdo se ha materializado, por vez primera, en el "Colloque Franco-Ibérique de Rheologie".

Se trata, además, de una reunión de especial trascendencia en la historia del GER, puesto que durante su transcurso se ha hecho entrega de la "Primera Medalla del GER", concedida por unanimidad, durante la Reunión Anual celebrada en Junio de 1997 en Madrid, al Profesor José Alemán, Presidente del Grupo Español de Reología desde su fundación hasta 1993.

Sirvan también estas líneas como reconocimiento de la magnífica labor realizada por el Comité de Organización, que ha hecho posible el éxito de este "Coloquio Franco-Ibérico".

Es nuestro deseo que este encuentro entre el Grupo Francés de Reología y el GER sea sólo el comienzo de una relación fructífera tanto a nivel institucional como científico, y que sea germen de reuniones conjuntas con otros grupos o sociedades reológicas europeas que contribuyan al desarrollo de la investigación reológica en España y en Europa.

Prof. Crispulo Gallegos
Presidente GER



SOMMAIRE / SUMARIO

ADHESIFS, PEINTURES, VERNIS ET COLLES ADHESIVOS, PINTURAS, BARNICES Y COLAS

<i>Aspectos teóricos y prácticos de la reología de adhesivos y recubrimientos</i>	1
A. SANTAMARIA (Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea, San Sebastian)	
<i>Rôle de la rhéologie dans l'adhésion des adhésifs PSA</i>	5 ✕
C. CRETON, H. LAKROUT (ESPCI)	
<i>Effect of treating fillers by surfactants on the rheological behaviour of dispersions</i>	11
N. EL BOUNIA, P. BROCHETTE (GRL, Lacq)	
<i>Glissement d'un fondu sur une surface greffée : comportement à grande vitesse</i>	19
C. GAY (Elf-Atochem, Levallois-Perret)	
<i>Rhéologie des assemblages de particules mouillées</i>	16
P. HABIB (Ecole Polytechnique, Palaiseau)	
<i>Intervention des relaxations secondaires dans la résistance au choc d'un joint époxyde</i> ...34	
J.L. LATAILLADE, F. CAYSSIALS (ENSAM, Talence)	
<i>Brisure d'un jet de liquide dans l'air</i>	35
B. LOPEZ, A. SOUCEMARRANADIN, P. ATTANE (Université de Grenoble)	
<i>Etude du pelage d'adhésifs acryliques. Influence de la réticulation</i>	41 ✕
C. VERDIER, J.M. PIAU (Université de Grenoble)	
<i>Caractérisation rhéologique des interfaces : le CIR 100</i>	49 ✕
P. CHAMBRIION (Rheo S.A., Champlan)	
<i>Stabilité cinétique et comportement rhéologique des suspensions gélifiées talc-polyacrylylglycinamide</i>	52
J.L. TROMPETTE, C. CHARNAY, S. PARTYKA (LAMM, Université Montpellier II)	
B. GRASSL (LRMP, Université de Pau)	
E. FABREGUE (CRBA, Université Montpellier II)	
<i>Propriétés rhéologiques de suspensions d'oxyde de titane dans des fluides polymériques</i> ...59	
O. HARZALLAH, D. DUPUIS (ENSITM, Mulhouse)	
<i>Corrélations entre analyses physico-chimiques et analyses mécaniques des propriétés adhésives du polycarbonate</i>	65 ✕
L. GRESSER, F.X. GIBERT, R. PEYROUS, B. HELD (, LEGP, Université de Pau et des Pays de l'Adour)	
<i>Stabilité aux grandes ondes de l'écoulement de Poiseuille constitué de deux couches séparées par une couche fine. Application à la coextrusion de polymères</i>	71
S. SCOTTO, P. LAURE (Institut Non Linéaire de Nice, Sophia-Antipolis, Valbonne)	

Influence des propriétés rhéologiques d'adhésifs thermofusibles industriels sur les propriétés au pelage.....76 ✕
F. X. GIBERT, A. ALLAL, G. MARIN (LPMI, Université de Pau et des Pays de l'Adour)

Etude sur le "tack" des adhésifs sensibles à la pression.....84 ✕
E. PAPON, J.J. VILLENAVE (Université de Bordeaux I, ENSCPB, Talence)
P. TORDIEMAN (GRL - Elf Atochem, Lacq)

Morfología y propiedades termomecánicas de mezclas de copolímeros tribloque de Estireno-Butadieno-Estireno con polipropileno isotáctico.....87
G. GALLEGO FERRER, M. SALMERON SANCHEZ, F. ROMERO COLOMER, J. L. GOMEZ RIBELLES (Universidad Politécnica de Valencia, España)
E. VERDU SANCHEZ (INESCOP, Alicante, España)

AGRO-ALIMENTAIRE AGRO-ALIMENTACIÓN

Reología, microestructura y procesado de emulsiones de uso alimentario.....93 ✕
C. GALLEGOS (Universidad de Huelva)

Propriétés mécaniques de solutions modèles congelées.....99 ✕
G. BLOND, D. CHAMPION, M. LE MESTE (ENSBANA Dijon)

Propriétés rhéologiques d'amidons modifiés: influence du degré de réticulation et du mode de modification chimique.....105 ✕
I. DUBOIS, L. PICTON, G. MULLER (Université de Rouen)

Rheology and texture of Lupin protein-stabilized emulsions: a statistical approach.....112
I. SOUSA, A. RAYMUNDO, J. EMPIS (Universidad de Lisboa)
J. FRANCO, C. GALLEGOS (Universidad de Huelva)

Comportamiento viscoso y viscoelástico de suspensiones acuosas de goma xantana y yema de huevo deshidratada.....118
J. MUÑOZ, M.C. ALFARO, G. VELEZ (Universidad de Sevilla)
J. FERGUSON, N.E. HUDSON, E. MACDONALD (University of Strathclyde)

Influencia del procesado en la reología de productos de yema de huevo.....124
A GUERRERO, J. MIRANDA (Universidad de Sevilla)
P. PARTAL (Universidad de Huelva)

Utilisation d'un mélangeur interne pour l'évaluation du comportement rhéologique en cisaillement de fluides agro-alimentaires à base d'amidon.....131 ✕
C. CARROT, J. GUILLET (Université Jean Monnet, Saint-Etienne)
G. ROMAZINI, J. M. BOUVIER (Clextral, Firminy)

Rhéologie des pâtes de farine.....137 ✕
C. DERAIL, L. KERLO (ESA, Angers)
G. MARIN (LPMI, Pau)

Etude rhéologique de nouveaux polysaccharides amphiphiles : dérivés perfluorés du pullulane.....144
K. GLINEL, J. HUGUET, G. MULLER (Université de Rouen, Mont-Saint-Aignan)

<i>Influencia de la composition et du traitement thermique sur les propriétés rhéologiques d'un système polyphasique : amidon-carraghénanes</i>	152	#
C. LOISEL, P. CANTONI (ENTITAA, Nantes)		
A. TECANTE, J. L. DOUBLIER (Institut National de la Recherche Agronomique, Nantes)		
<i>Propriétés d'adhésion des pâtes de farine de blé</i>	159	X
D. GHORBEL, B. LAUNAY (ENSIA, Massy)		
<i>Combien de sucre et de lait dans votre café</i>	167	# C12102
C. MOUTES, E. BUAH-ACKIM (CAMTEL Ltd, Royston, Great Britain)		
<i>Caracterización tixotrópica de la miel de azahar a altas velocidades de deformación</i>	173	
M. BARRACO, M. A. ADRIA, R. TORRES, P. SURIA (ETSEI, Barcelona)		
<i>Rheología de mayonesas con bajo contenido en aceite emulsionadas con yema de huevo deshidratada. El papel de la fase continua</i>	178	
C. PASCUAL, M. C. ALFARO, J. MUÑOZ (Universidad de Sevilla, España)		
POLYMÈRES ET CAOUTCHOUCS		
POLÍMEROS Y CAUCHOS		
<i>Modeles d'émulsions appliqués à la rhéologie des mélanges de polymères</i>	185	
R. MULLER (Université Strasbourg I)		
<i>Comportements rhéologiques d'une suspension de latex en présence de polymères associatifs hydrophobes</i>	191	
T. AUBRY, M. MOAN (Université de Brest)		
J. M. CORPART (Elf-Atochem, Levallois Perret)		
<i>Interacions elastomère-charge et propriétés rhéologiques des mélanges de caoutchouc</i>	197	
C. BARRÉS, J. L. LEBLANC (Université Paris VI)		
<i>Analyse rhéologique de réseaux de poly(diméthylsiloxane) chargés à la silice</i>	203	
F. CLEMENT, L. BOKOBZA, L. MONNERIE (ESPCI)		
J. VARLET (Rhône - Poulenc)		
<i>Caracterización reológica inversa de las suspensiones de fibras cortas</i>	209	
F. MESLIN, A. POITOU, F. CHINESTA (ENS de Cachan)		
<i>Cristallisation en phase dispersée: analyse viscoélastique et enthalpique</i>	217	
I. PESNEAU, Ph. CASSAGNAU, R. FUICHIRON, A. MICHEL (Université Claude Bernard Lyon I)		
<i>Prediction de l'évolution de la morphologie de mélanges de polymères immiscibles en cisaillement simple et écoulement élongationnel</i>	223	
P. J. CARREAU, C. LACROIX, M. GRMELA (Ecole Polytechnique Montréal)		
<i>Rhéologie non linéaire de solutions de polymères associatifs avec ou sans surfactant</i>	228	#
J.F. LE MEINS, J.F. TASSIN (Université du Maine)		

<i>Etude expérimentale du phénomène d'enrobage dans les écoulements de coextrusion</i>	236
J. MAUFFREY, J.F. AGASSANT, Y. DEMAY, B. VERGNES (Ecole des Mines de PARIS-Sophia-Antipolis)	
J. TEIXEIRA-PIRES, D. SILAGY (ELF-ATOCHEM, Serquigny)	
<i>Propriétés rhéologiques et compatibilisation réactive de mélanges de polymères</i>	242
M. MOAN, J. HUITRIC, P. MEDERIC (Université de Bretagne Occidentale)	
J. JARRIN (IFP, Rueil-Malmaison)	
<i>Modélisation du comportement rhéologique des polyoléfines en cours de cristallisation à l'aide de modèles de polymères chargés</i>	250
K. BOUTATAR, C. CARROT, J. GUILLET (Université Jean Monnet, Saint-Etienne)	
<i>Suivi cinétique et rhéologique de mélanges thermoplastique solvant réactif époxyde amine</i>	258
A. BONNET, J. P. PASCAULT, H. SAUTEREAU (INSA de Lyon, L. M. M., VILLEURBANNE)	
Y. CAMBERLIN (Institut Français du Pétrole, Vernaison)	
<i>Propriétés viscoélastiques des fluides magnétothéologiques</i>	263
J. CLARACQ, J. P. MONTFORT (L.P.M.I., Université de Pau et des Pays de l'Adour)	
<i>Etude de l'interdiffusion de deux PDMS par une méthode acoustique</i>	268
E. JULIAC, J. ARMAN, D. HARRAN (L.P.M.I., Université de Pau et des Pays de l'Adour)	
<i>Propriétés rhéologiques et optiques de solutions micellaires présentant du rhéopaississement</i>	274
S. LEROUGE, V. HARTMANN, J.P. DECRUPPE, R. CRESSELY (LPLI, Université de Metz)	
<i>Solutions micellaires rhéofluidifiantes : corrélations entre les propriétés rhéologiques et optiques. Influence de la température</i>	281
C. HUMBERT, V. HARTMANN, J.P. DECRUPPE, R. CRESSELY (LPLI, Université de Metz)	
<i>Propriétés thermiques mécaniques et électriques de mélanges polyépoxy/polypyrrole conducteurs</i>	288
C. MARAVAL, A. BERNES, C. LACABANNE (Laboratoire Physique des Polymères, Toulouse)	
B. MEDDA (Aérospatiale, Toulouse)	
<i>Mise en évidence des contraintes résiduelles dans une liaison structurale alumine/époxyde par rhéologie et photoélasticité</i>	296
B. HASSOUNE, V. NASSIET, Y. BAZIARD, J. A. PETIT (E.N.I.T., Tarbes)	
J. P. HABAS (L.P.M.I., Université de Pau et des Pays de l'Adour)	
<i>Propriétés rhéologiques de mélanges en cours de solidification</i>	303
M. RAMACCIOTTI, C. JOURNEAU, G. ABBAS, F. WEROZUB, G. COGNET (CEA Cadarache, Saint Paul-Lès-Durance)	
<i>Approximate analysis for conical flow of generalized second grade fluids</i>	309
E. WALICKI, A. WALICKA, D. MICHALSKI, P. RATAJCZAK (Technical University of Zielona Góra, Poland)	
<i>Flows of generalized second grade fluids in a circular pipe</i>	317
E. WALICKI, A. WALICKA (Technical University of Zielona Góra, Poland)	

<i>Rhéologie et conformation des polymères nématiques sous déformation</i>	325
V. FOURMAUX-DEMANGE, F. BOUE, J. P. COTTON, A. BRÛLET (CEA/SACLAY, LLB, Gif-Sur-Yvette)	
L. HILLIQU, P. MARTINOTY (LUDFC, Strasbourg)	
P. KELLER (Institut Curie, Paris)	
<i>Visualisation d'écoulements tourbillonnaires à l'aide d'un traceur viscoélastique</i>	326
Y. LE GUER, L. LAI ANNE, T. PACHEU, R. CREEFF (Université de Pau et des Pays de l'Adour, L.T.T., Pau)	
J. P. HABAS (Université de Pau et des Pays de l'Adour, L.P.M.I., Pau)	
<i>Rhéologie de monocouches de polymères ancrés à l'interface air/eau</i>	333
C. LUAP, W. A. GOEDEL (Max-Planck-Institute of Colloids and Interfaces, Berlin, Allemagne)	
<i>Contribution à l'étude du glissement à la paroi des élastomères thermoplastiques en rhéométrie capillaire</i>	334
J. F. LUCARELLI (CRIF, Section matériaux, Seraing, Belgique)	
<i>Mechanical reinforcement of a polymeric matrix by inclusion of a small spherical silica particles: looking for modes of rearrangement</i>	339
J. OBERDISSE, F. BOUE (LLB, CEA SACLAY, Gif Sur Yvette)	
<i>Study of semidilute polymer solutions under shear by SANS, SALS and Rheometry</i>	345
I. MORFIN, P. LINDNER (Institut Laue Langevin, Grenoble)	
F. BOUE (LLB, CEA SACLAY, Gif Sur Yvette)	
<i>Caractérisation optique de l'instabilité des dispersions concentrées</i>	349
I. CAYRE, K. PUECH, O. MENGUAL, G. MEUNIER (FORMULACTON, Ramonville-St-Agne)	
P. SNABRE (IMP, Font-Romeu)	
<i>Rhéologie d'un polymère hydrosoluble</i>	357
C. PERREUR, J. P. HABAS, N. EL HOKR, J. PEYRELASSE (LPMI, Université de Pau et des Pays de l'Adour)	
<i>Modificación de las características interfaciales en sistemas termoplástico/LCP por medio de agentes compatibilizadores</i>	363
S. BASTIDA, J. I. EGUIAZABAL, J. NAZABAL (Facultad Ciencias Químicas, UPV-EHU, San Sebastián)	
<i>Efecto de la arquitectura molecular en el comportamiento en flujo capilar de polietileno de origen metalocénico</i>	369
M. FERNANDEZ, J. F. VEGA, J. I. PEÑA, A. SANTAMARIA (Facultad Ciencias Químicas, UPV-EHU, San Sebastián)	
<i>Caracterización reológica de una mezcla de ferrita dura de Sr para moldear por inyección</i>	375
R. HERNANDEZ, A. ZALDUA (Lea-Artibat Ikastetxea, Markina, España)	
I. AGOTE, C. GURAYYA, F. J. SECO (Fundación Inasnet, San Sebastián)	
<i>Reología de procesos reactivos de matrices de tipo cianato éster modificadas</i>	381
M. D. MARTIN, M. A. CORCUERA, I. HARISMENDY, I. MONDRAGON (UPV-EHU, San Sebastián)	
<i>El flujo extensional de los cristales líquidos poliméricos termotrópicos</i>	386
A. ODRIOZOLA, A. D. GOTSIS (Delft University of Technology)	

Estudio reológico de la mezcla rodrun/polipropileno.....	392
J. M. LAZKANO, M. TORMES, J. J. PEÑA, A. SANTAMARIA (Facultad Ciencias Químicas, UPV-EHU, San Sebastián)	
Viscoelasticidad en semi IPN's basadas en matrices Epoxy y PMMA.....	399
P. REMIRO, M. FRANCO, I. MONDRAGON (UPV-EHU, San Sebastián)	
Criterios reológicos para el estudio de la homogeneidad en sistemas poliméricos bifásicos.....	405
A. DE ZARRAGA, A. SANTAMARIA, M. E. MUÑOZ, J. J. PEÑA (Facultad de Químicas, San Sebastián)	
Rheological characterisation of complex fluids by means of relaxation and retardation spectra.....	411
J. M. MADIEDO, C. GALLEGOS (Universidad de Huelva)	

ENVIRONNEMENT MEDIOAMBIENTE

Enjeux et difficultés de la rhéologie de fluides naturels.....	419
Ph. COUSSOT (LMSGC)	
Déshydratation mécanique des boues résiduaires: importance de l'analyse rhéologique..	427
M. GUERRA, D. ANGLEROT, J.M. BONGIOVANNI (EIF-Atochem-GRL, Lacq) J. VAXELAIRE (ENSGTI, Pau)	
Influence de l'éclatage et des ultraviolets sur la rhéologie des émulsions inverses eau/pétrole.....	433
N. AOMARI, R. GAUDU, A. OMARI (Université de Bordeaux I)	
Caractérisation mécanique de boues de forage en écoulement transitoire ou établi.....	441
A. BESQ, Ph. MONNET, A. PANTET (Université de Poitiers)	
Hydratation et prise des pâtes de ciment.....	447
L. CHOPLIN, Ph. MARCHAL (GEMICO-ENSIC, Nancy) J.C. MUTIN, A. NONAT, L. NACHEBAUR, S. GAUFFINET (LRRS- Dijon) E. FINOT, E. LESNIEWSKA, J.P. GOUDONNET (Université de Bourgogne – Dijon)	
Modèle de compréhension de l'ouvrabilité des bétons.....	448
F. DECROIX, C. LANOS, C. CASANDJIAN, M. LAQUERBE (INSA de Rennes)	
Propiedades viscoelásticas de ligantes sintéticos coloreables.....	451
F. MARTINEZ-BOZA, P. PARTAL, J. NAVARRO, B. CONDE, C. GALLEGOS (Universidad de Huelva)	
Rhéologie d'un système multiphasé évolutif : application au béton hydraulique.....	462
L. ARNAUD, S. THINET, C. BOUTIN (ENTPE-LGM, Vaux en Velin)	
Evolution de la structure d'une pâte céramique en écoulement : caractérisation par mesure de conductivité.....	470
Y. MELINGE, C. LANOS, M. LAQUERBE (INSA de Rennes)	

<i>Instabilité du front de retrait lors du séchage d'une suspension d'argile entre deux surfaces solides</i>	476
P. COUSSOT, C. GAUTHIER, D. NADI (LMSGC, Champs sur Marne)	
<i>Formulation de graisses lubrifiantes et rhéologie</i>	483
B. PETTALOT, G. DANIEL, G. MULLER (MOBIL Oil Française, Notre Dame-de-Gravenchon)	
<i>Guar Gum as an environment-friendly thickening agent in reactive printing</i>	491
S. ŠOSTAR (University of Maribor, Slovenia)	
R. SCHNEIDER (Institute for Textile Chemistry, Denkendorf, Germany)	
<i>Etude rhéologique du comportement des UltraCarboFluides</i>	496
A. BAHMED, G. ANTONINI (Université de Technologie de Compiègne, Compiègne)	
<i>Comportement rhéologique d'un nouveau matériau pour la cimentation de puits de pétrole</i>	502
N. DUBOIS, Ch. VERNET (Bouygues, Coignières)	
Ch. NOÏK (Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison)	
H. VAN DAMME (Centre de Recherche sur la Matière Divisée, Orléans)	
<i>Structure polymérique, algues et turbulence dans la phase volumique des océans</i>	511
I. JENKINSON (ACRO, La Roche Canillac)	
<i>Rhéologie d'émulsions de bitume : influence des paramètres de formulation</i>	513
M. ROBERT, J. E. POIRIER, G. DURAND (COLAS SA, Magny les Hamaux)	
I. TALBI-BOUCENA (LBHP, Paris)	
<i>Propriétés rhéologiques des systèmes melasse/chaux/eau et saccharose/chaux/eau</i>	520
N. PANNETTER, J. FRANÇOIS (CNRS, IRMP, Pau)	
J. P. HABAS, PEYRELASSE (L.P.M.I, Université de Pau et des Pays de l'Adour)	
<i>Rheological characterization of asphalt bitumens modified with reactive polyurethanes</i>	527
T. BARBOSA, E. BAPTISTA, J. BORDADO, A.C. DIOGO (Instituto Superior Técnico, Lisboa)	
COSMETOLOGIE - PHARMACOLOGIE	
COSMETOLOGIA - FARMACOLOGIA	
<i>Rhéologie dans les métiers de formulation. Application dans le domaine des cosmétiques</i>	533
J. F. TRANCHANT (Parfums Christian Dior)	
<i>Effet de l'adsorption d'eau sur les propriétés rhéologiques de suspensions de carbonate de calcium en milieu organique</i>	536
K. CAVALLIER, F. LARCHE (Université de Montpellier II, G.D.P.C., Montpellier)	
<i>Caractérisation d'émulsions cosmétiques et pharmaceutiques par leurs propriétés viscoélastiques</i>	542
C. DELAUNEY, E. BOURRET, J. NOUGUIER, L. MAURY (Faculté de Pharmacie de Montpellier)	

- The interfacial shear rheology of aqueous solution of some pharmaceutical film forming polymers*.....549
 B. WARBURTON (University of London)
- Comportement rhéologique de béhénates de polyols fondus utilisés seuls et dans des suspensions pharmaceutiques de proxiphylline*.....550
 C. BROSSARD (Faculté de Pharmacie, Limoges)
 E. BOURRET (Faculté de Pharmacie, Montpellier)
 R. DUCLOS (Faculté de Médecine-Pharmacie, Saint Etienne de Rouvray)
- Influence des paramètres physico-chimiques sur les propriétés rhéologiques des suspensions concentrées de Kaolin en milieu aqueux*.....558
 N. FOURATI, D. LEGER (CNAM, Paris)
 Z. FAKHFAKH (Faculté des Sciences de Sfax, Tunisie)
- Evaluation de l'injectabilité d'un substitut osseux phosphocalcique associé à des microparticules modèles de poly(ϵ -caprolactone)*.....566
 P. IOOSS, A. M. LE RAY, G. GRIMANDI, C. MERLE (Université de Nantes, Nantes)
- Caractérisation rhéologique d'émulsions concentrées eau/huile à usage cosmétique*.....573
 A. PONTON (Université de Paris VII, L. B. H. P., Paris)
 P. CLEMENT, G. REDZINIAK (Yves Rocher, Issy les Moulineaux)
- Amélioration des propriétés rhéologiques du scléroglycane par un nouveau procédé de séchage : la déshydratation par déteintes successives*.....581
 S. A. REZZOUG, Z. MAACHE-REZZOUG, K. ALLAF (Université de la Rochelle, LMTAI, La Rochelle)
 J. MAZOYER (Systems Bio-industries, Caretan)
- Modelos matemáticos estructurales de hidrogeles*.....589
 M. BARRACO, M. A. ADRIA, R. TORRES, P. SURIA (Dpt. Mecánica de Fluids ETSEB, Barcelona)
- Caracterización reológica de las transiciones de fases líquido-cristalinas en un sistema acuoso de un tensioactivo no ionico polietoxilado*.....595
 J. E. MOROS, F. CORDOBES (Facultad de Química, Universidad de Sevilla)
 J. M. FRANCO, C. GALLEGOS (Escuela Politécnica Superior, Universidad de Huelva)
- Flujo estacionario de fases líquido-cristalinas laminares*.....596
 F. CORDOBES (Facultad de Química, Universidad de Sevilla)
 C. GALLEGOS (Escuela Politécnica Superior, Universidad de Huelva)

ASPECTOS TEORICOS Y PRACTICOS DE LA REOLOGIA DE ADHESIVOS

A. SANTAMARIA

Departamento de Ciencia y Tecnología de Polimeros

Facultad de Química, Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea.

Apartado 1072, E- 20080 San Sebastián.

Fax: 34 943 212236

E-mail: popsaiba@sq.ehu.es

Resumen

El objetivo de la presente contribución es ofrecer una visión global del papel de la reología en el campo de los adhesivos. Se describen de una manera general las aportaciones más destacadas al estudio teórico del fenómeno de la adhesión desde la perspectiva de la respuesta viscoelástica del adhesivo. Asimismo se pone de relieve la utilidad de las medidas reológicas en el análisis de la relación entre los componentes de la formulación y el rendimiento práctico (facilidad de aplicación y eficacia) de los adhesivos.

Résumé

L'objectif de cette contribution c'est donner une vision globale du rôle de la rhéologie dans le domaine des adhésifs. On fait une description générale des apports les plus importants à l'étude théorique du phénomène de l'adhésion du point de vue de la réponse viscoélastique de l'adhésif. On met en relief aussi l'utilité des essais rhéologiques pour l'analyse de la relation entre les composants et la performance pratique (facilité d'application et efficacité) des adhésifs.

Introducción

La relevancia de la reología en el campo de los adhesivos se pone de manifiesto si consideramos el doble aspecto básico-aplicativo que su estudio implica: a) Interpretación reológica del fenómeno de la adhesión b) Las medidas reológicas asociadas al método de aplicación de los adhesivos.

Una primera aproximación a la importancia tecnológica de la reología en el campo que nos ocupa viene dada por los cientos de controles de calidad que diariamente se realizan en todo el mundo, utilizando viscosímetros rotacionales sencillos en condiciones descritas en normativas internacionales⁽¹⁾. Por otra parte el hecho de que los adhesivos sean materiales viscoelásticos y por lo tanto capaces de disipar y almacenar energía mecánica simultáneamente, conduce a una participación destacada de la reología en la elaboración de teorías de la adhesión. No hay que olvidar que en términos generales el rendimiento de un adhesivo está asociado a la pérdida de energía que se produce durante su deformación⁽²⁾. El planteamiento global que pretendo ofrecer queda reflejado en la Figura 1. En este contexto podemos entender que el análisis de la

respuesta viscoelástica de los polímeros, que constituyen la base de los adhesivos, así como el estudio de la reología de dispersiones, posean una importancia creciente en el desarrollo de nuevos productos. Además el procesado y aplicación de los adhesivos implica necesariamente aspectos tales como una buena capacidad de flujo, que permita el mojado total de las superficies a tratar y un tiempo de secado adecuado, los cuales están relacionados con medidas reológicas⁽³⁾.

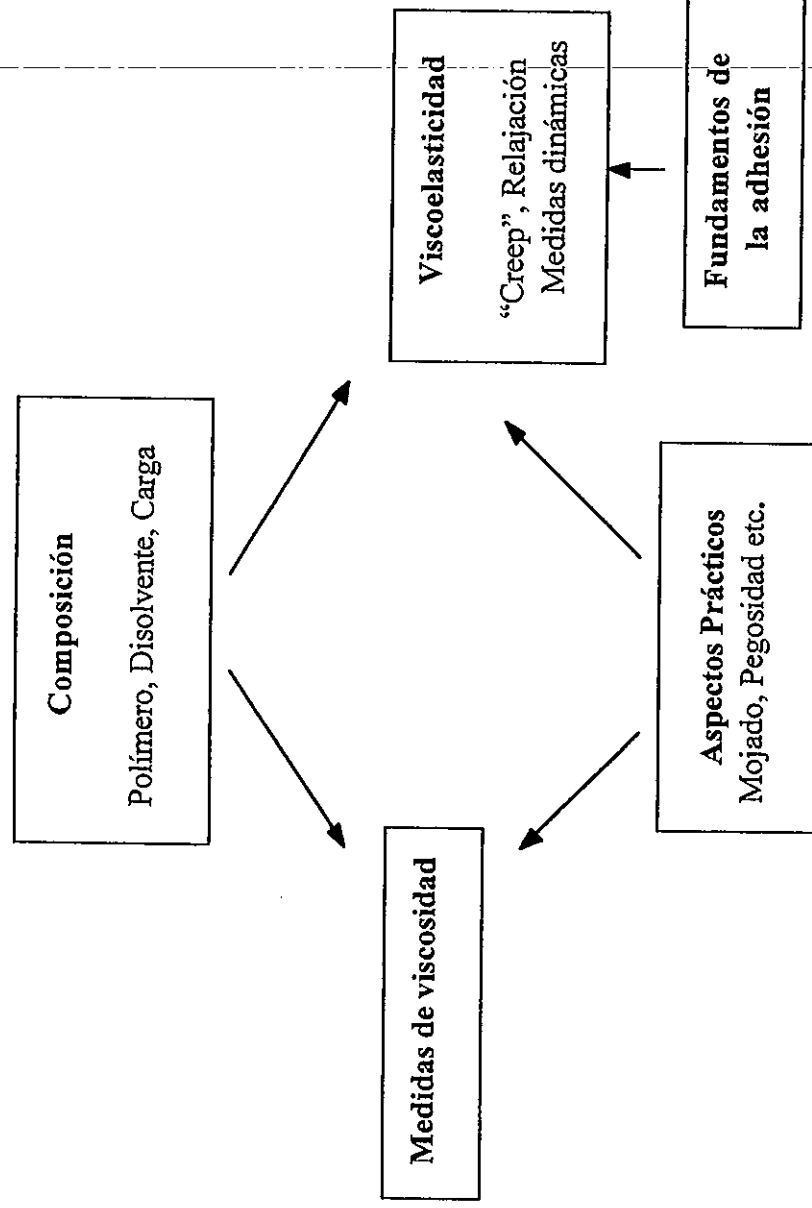


Figura 1

Aspectos Teóricos

En las últimas décadas el punto de vista reológico ha adquirido un importante peso en las teorías desarrolladas para explicar la adhesión. En la Figura 2 se reseñan algunas aportaciones a la interpretación reológica de este fenómeno. Las contribuciones de Grosch y colaboradores⁽²⁾ y Schultz y Gent⁽⁴⁾ son representativas de los primeros estudios en los que se asocia el trabajo de despegue con la energía mecánica disipada en dicho proceso. Estos autores demuestran que el factor asociado a la disipación de energía depende de la temperatura siguiendo la ecuación de Williams-Landel y Ferry.

La respuesta viscoelástica del sistema ha sido tomada como base de partida por el Premio Nobel de Física P.G. De Gennes⁽⁵⁻⁶⁾ para desarrollar un modelo teórico de la adhesión de polímeros ligeramente reticulados, extendido a polímeros fundidos no reticulados que actúan como termo-fusibles ("hot melts"), capaz de justificar el hecho experimental de que la energía de separación E_s sea mucho mayor que el trabajo termodinámico de adhesión W . De Gennes presenta el concepto de "trompeta viscoelástica" para explicar las tres regiones de propagación

de la fractura, durante la cual el adhesivo se comporta respectivamente como sólido rígido, líquido y sólido débil, llegando a la ecuación:

$$E_s = W \frac{G_N}{G_o} \quad (1)$$

donde G_N es el módulo elástico a frecuencias intermedias, asociado a la reticulación y al enmarañamiento de cadenas y G_o es el módulo obtenido de la extrapolación a frecuencia cero, observado únicamente en sistemas reticulados. Para adhesivos termo-fusibles, constituidos por polímeros no-reticulados, el módulo elástico tiende a cero a bajas frecuencias y la aplicación del modelo al fenómeno denominado “tack” o pegosidad exige la asignación de un valor del módulo a una cierta frecuencia, cuyo inverso representa el tiempo de separación θ :

$$E_s = W \frac{G_N^o \theta}{\eta} \quad (2)$$

donde W y θ se han definido con anterioridad y G_N^o y η representarían respectivamente el módulo asociado al enmarañamiento de cadenas y la viscosidad del fundido.

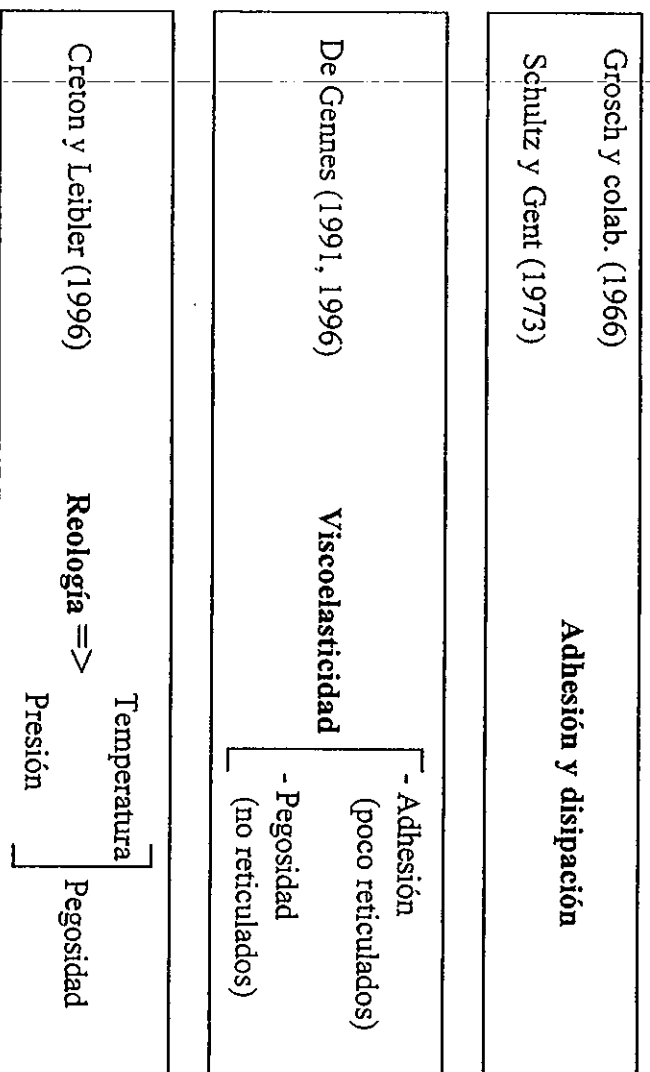


Figura 2

Los adhesivos sensibles a la presión (“pressure sensitive adhesives”) han sido tratados como materiales viscoelásticos por Creton y Leibler⁽⁷⁾. Modelizando el contacto entre superficies estos autores demuestran que para presiones relativamente elevadas la pegosidad o tack es proporcional a $(t_c/\tau)^{1/2}$ donde t_c y τ son respectivamente el tiempo de contacto y un tiempo de relajación viscoelástica que corresponde al inicio de la zona mesetaria, asociada a enmarañamientos de cadena, en experimentos de relajación de esfuerzos.

Aspectos Técnicos

Muchas de las aplicaciones prácticas de la reología en el campo de los adhesivos conciernen a la caracterización de los componentes y a la relación de estos con el funcionamiento del producto final. Por ejemplo se observa⁽⁸⁾ que los elastómeros de distribución ancha de pesos moleculares resultan más eficaces como adhesivos sensibles a la presión que los de distribución estrecha. La correlación que existe entre la polidispersidad molecular y ciertos parámetros reológicos, como por ejemplo la capacitancia de flujo J_e° , permite llegar establecer un correcto balance entre pegosidad y resistencia mecánica valiéndose de medidas reológicas. Por otra parte el carácter pseudoplástico del adhesivo facilita la formación de una película uniforme durante la aplicación de adhesivos en base solvente o acuosa, así como la penetración en el sustrato en el caso de termo-fusibles. Un requerimiento importante de estos últimos es un comportamiento resistente y flexible a la vez, lo cual puede ser controlado mediante medidas del módulo de almacenamiento y la tangente de pérdidas.

Un buen número de sistemas, como por ejemplo los adhesivos de poliuretano en base solvente, incorporan cargas inorgánicas para evitar el goteo y combeo y para mejorar la estabilidad durante el almacenaje. Estos requerimientos prácticos están asociados a comportamientos reológicos típicos de las suspensiones, tales como viscoplasticidad, pseudoplasticidad y tixotropía.

A pesar del uso creciente de las medidas reológicas, justo es reconocer que estas no pueden substituir a los ensayos específicos característicos de la adhesión. No obstante son de hacer notar los avances conseguidos en el establecimiento de una correlación entre los resultados de ensayos de pelado y las medidas viscoelásticas dinámicas⁽⁹⁻¹⁰⁾.

Bibliografía

- 1.- ASTM Designation: D 3236-73 (Reapproved 1983): 111-118.
- 2.- K.A. Grosch, J.A.C. Harwood and A.R. Payne (1966) *Nature* 212:497-497.
- 3.- A. Santamaría (1997) *Les Actes des 9e Journées d'Etude sur l'Adhésion*. Saint-Lary
- 4.- J. Shultz et A.N. Gent (1973) *Journal de Chimie Physique* 70:708-716.
- 5.- P.-G. de Gennes (1991) *C.R. Acad. Sci. Paris t. 312, Série II*:1415-1418.
- 6.- P.-G. de Gennes (1996) *Langmuir* 12:4497-4500.
- 7.- C. Creton and L. Leibler (1996) *J. Polym. Sci.: Part B: Polym. Phys.* 34, 545-554.
- 8.- *Rheometrics Application Notes (Rheometric Scientific)*. [http:// www.rheosci.com](http://www.rheosci.com)
- 9.- A. Mayer, T. Pith, G.-H. Hu and M.Lambla (1995) *J. Polym. Sci.: Part B: Polym. Phys.* 33:1793-1801.
- 10.- C. Derail, A.Allal, G. Marin and Ph. Tordjeman (1997) *J. Adhesion* 61:123-157.

ROLE DE LA RHEOLOGIE DANS L'ADHESION DES ADHESIFS PSA

C. CRETON, H. LAKROUT

Laboratoire de Physico-Chimie Structurale et Macromoléculaire, ESPCI, 10 Rue Vauquelin,
75231 Paris Cédex 05.

RESUME

Les mécanismes de décollement d'un adhésif mou de type "pression-sensible" sont étudiés à l'aide d'une instrumentation permettant de visualiser les mécanismes de déformation de l'adhésif à l'échelle microscopique pendant l'essai.

La géométrie de l'essai est celle de la traction en couches minces (probe tack) et la forte composante hydrostatique de la contrainte provoque la nucléation et la croissance de cavités à, ou près de, l'interface entre le film d'adhésif et le poinçon rigide. Une fois formées ces cavités s'étendent d'abord dans le plan du film telles des fissures interfaciales, puis se transforment en fibrilles étirées dans la direction normale au plan du film. L'évolution des cavités lors de l'essai est discutée en fonction des paramètres rhéologiques de l'adhésif dans le cas de latex à base de polyacrylate de Zethyl hexyle.

ABSTRACT

The debonding mechanisms of a soft adhesive are investigated with a custom designed instrument which allows the observation of the deformation of the adhesive at the micron scale.

The geometry of our test is that of probe tack and the strong hydrostatic component of the applied stress causes the nucleation and growth of cavities at or near the interface between the probe and the adhesive film. Once formed, these cavities grow first in the plane of the film, like interfacial penny-shaped cracks, and then transform themselves into fibrils, elongated in the direction normal to the plane of the film. The evolution of the cavities during the test is discussed as a function of the rheological parameters of the adhesive, for the case of a latex of poly(2-ethylhexyl acrylate).

1. INTRODUCTION

Bien que les adhésifs de type autocollant (pressure-sensitive-adhesives ou PSA) soient omniprésents dans les applications de collage moderne, relativement peu d'études se sont intéressées au détail des mécanismes de décollement de ces adhésifs.

Nous avons développé au laboratoire [1], en s'inspirant du dispositif développé par Zosell [2] à BASF, un montage de probe tack décrit sur la figure 1, qui permet l'observation des mécanismes de déformation du film d'adhésif en temps réel pendant l'acquisition de la courbe force-déformation.

Dans cette géométrie expérimentale, un poinçon à face plane d'un centimètre de diamètre est amené en contact avec un film d'adhésif d'une certaine de microns d'épaisseur déposé sur un substrat transparent. Le temps et la pression moyenne de contact sont contrôlés et le poinçon est ensuite décollé du substrat à vitesse constante. La force exercée sur le poinçon et son déplacement sont enregistrés pendant toute la durée de l'essai.

L'utilisation d'un substrat en verre permet d'observer, à l'aide d'un miroir à 45°, les mécanismes de déformation de l'adhésif et en particulier la formation et la croissance de cavités pendant la phase de décollement ainsi que d'identifier, à quel moment ces différents mécanismes interviennent dans la courbe force-déplacement.

La grande rigidité mécanique de l'appareil permet d'une part de s'affranchir de la complaisance de l'appareil de mesure (qui peut être d'ailleurs mesurée précisément) et d'autre part d'obtenir une très bonne reproductibilité de la courbe force-déformation par rapport aux appareils existant dans le commerce.

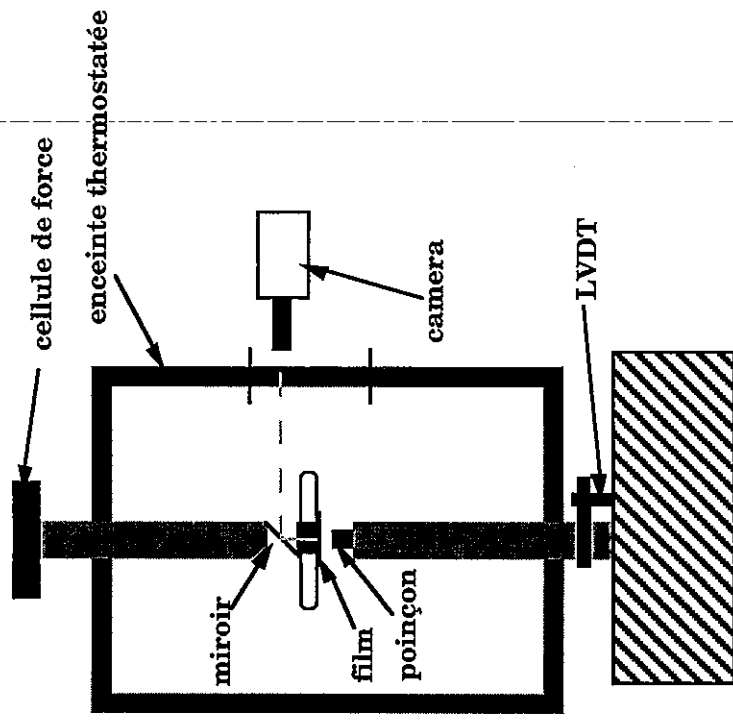


Figure 1: Schéma du montage de probe tack

Les produits que nous avons utilisés comme adhésifs modèle sont deux latex (~50% d'extrait sec) à base de Poly(2-ethylhexyl acrylate) fournis par Atochem. L'un contient 2% poids d'acide acrylique comme comonomère (PEHA-AA) tandis que l'autre ne contient que le polymère de base (PEHA). La distribution de masses moléculaires de ces polymères est très large et comprend une fraction fortement branchée et probablement légèrement réticulée.

Les échantillons ont été caractérisés rhéologiquement par un rhéomètre plan-plan de type Rheometrics RDAII et les courbes maîtresses à une température de référence de 20 °C ainsi que les facteurs de shift sont donnés sur la table I et la figure 2 respectivement.

et les courbes maîtresses à une température de référence de 20 °C ainsi que les facteurs de shift sont donnés sur la table I et la figure 2 respectivement.

Temperature (°C)	log a_T (PEHA)	log a_T (PEHA-AA)
-50	5.64	5.62
-40	4.22	4.25
-30	3.11	3.18
-20	2.27	2.30
-10	1.55	1.58
0	0.98	0.98
10	0.50	0.46
20	0	0
30	-0.42	-0.42
40	-0.85	-0.76
50	-0.99	-1.07

Table I: Facteurs de shift a_T pour les mesures de cisaillement du PEHA et du PEHA-AA. température de référence: 20 °C.

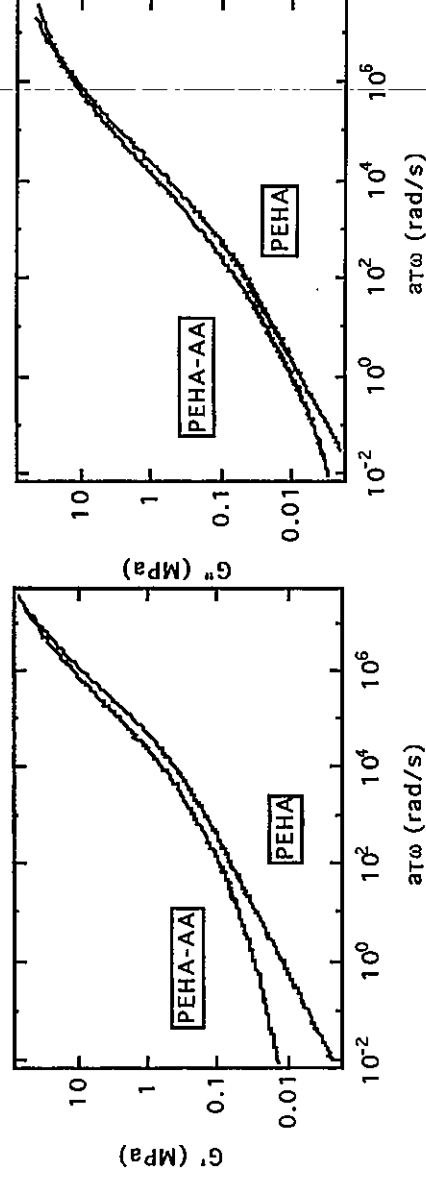


Figure 2: Modules de cisaillement G' et G'' pour les deux latex PEHA et PEHA-AA à une température de référence de 20°C.

Les essais de probe tack ont été réalisés dans une gamme de température de -20 °C à 50 °C et à une vitesse nominale de décollement variant de 1 à 1000 $\mu\text{m/s}$. La pression de contact et le temps de contact ont été maintenus constants à 1 Mpa et 1 s. respectivement. Le poinçon est en acier avec une rugosité quadratique moyenne R_a de 2 μm environ et de diamètre de 1 cm. La film a été déposé sur une lame de verre transparente à l'aide d'un râcle docteur et a une épaisseur de 70 μm environ.

2. RESULTATS

Dans ces conditions expérimentales, le film est soumis à une très forte contrainte hydrostatique lorsque le poinçon est décollé du film. A la suite de cette contrainte hydrostatique, nous avons observé, dans toutes les conditions expérimentales explorées dans cette étude, l'apparition de cavités localisées à, ou tout près de, l'interface film-poinçon mais réparties de façon homogène sur toute la surface du poinçon. Un exemple de ces cavités est donné sur la figure 3a.

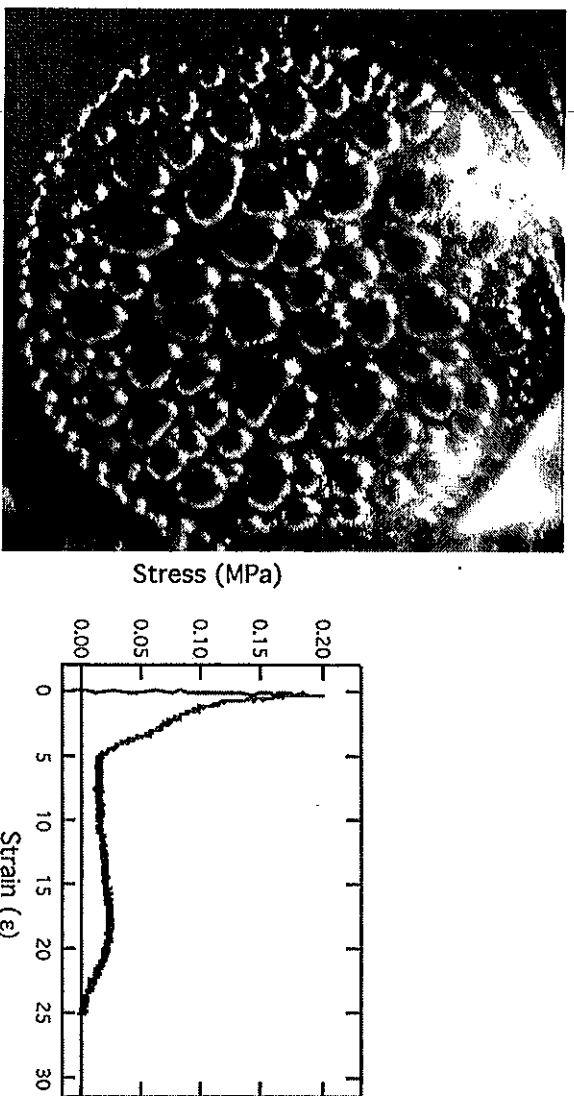


Figure 3: a) Image vue d'en dessous et b) courbe de contrainte déformation du latex PEHA. Vitesse de décollement: 10 $\mu\text{m/s}$; température: 20 °C. N.B.: La contrainte représente la force normalisée par l'aire maximale de contact et la déformation représente le déplacement normalisé par l'épaisseur du film.

L'apparition de ces cavités en grand nombre correspond au maximum de la courbe de traction mesurée expérimentalement et montrée sur la figure 3b. La contrainte nominale diminue ensuite pour se stabiliser à un niveau constant correspondant à l'étréage d'une structure fibrillaire. La valeur de la contrainte nominale sur le plateau ainsi que la longueur de celui-ci sont liées aux propriétés de rhéologie élongationnelle de l'adhésif.

S'agissant d'adhésifs fortement viscoélastiques, il est intéressant de se pencher sur la superposition temps-température des principaux paramètres expérimentaux mesurés, soit la contrainte maximum σ_{max} et l'énergie d'adhésion W_{adh} (N.B. Il ne s'agit pas ici de l'énergie thermodynamique d'adhésion mais du travail de décollement). La figure 4 montre la courbe maitresse de σ_{max} et de W_{adh} pour les deux polymères considérés. Les facteurs a_T utilisés sont ceux de la Table I.

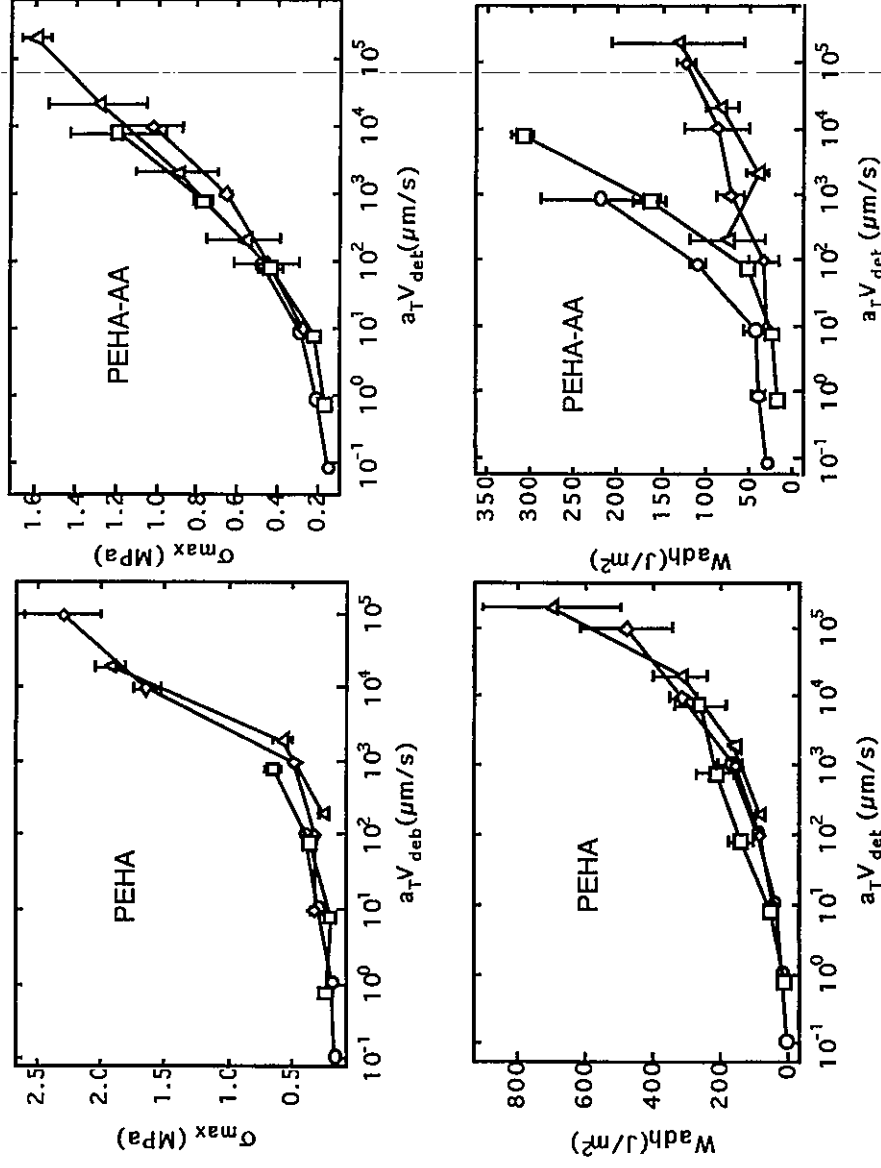


Figure 4: Courbes maitresses de σ_{max} et de W_{adh} pour les deux latex. (\diamond 0°C, \triangle 50°C, \square 20°C, \diamond -20°C).

La superposition T-t fonctionne bien pour σ_{max} pour les deux latex mais W_{adh} elle n'est plus applicable pour le latex de PEHA-AA.

Ces résultat peut être interprété de la façon suivante:

La contrainte maximum mesurée expérimentalement est essentiellement reliée dans ce cas, à la cavitation de la couche d'adhésif. Cette cavitation se produit à partir de bulles d'air de taille submicronique piégées à l'interface lors de la phase d'établissement du contact entre le poinçon et l'adhésif. La croissance d'une cavité à partir d'un défaut existant a été étudiée aussi bien pour les liquides simples[3, 4] que pour les solides élastiques[5, 6]. Dans notre cas, le latex PEHA-AA en particulier se comporte plus comme un solide alors que le latex PEHA se comporte comme un gel faiblement réticulé.

Dans un élastomère Gent et al. ont montré qu'une cavité existante va subir une expansion instable lorsque la contrainte hydrostatique est supérieure à $3G$ où G est le module de cisaillement de l'élastomère[5]. Dans notre cas le module de cisaillement de l'élastomère croît avec la fréquence de sollicitation de sorte qu'on s'attend à avoir une contrainte de cavitation qui croît avec la vitesse de sollicitation. La figure 5 montre sur le même graphe la module de cisaillement des latex et la contrainte maximum de la courbe de traction. Dans le cas du PEHA-AA de comportement plus élastique, la corrélation est bonne sur toute la gamme de fréquences explorées et on trouve $\sigma_{max} = 10 G'$, mais pour le PEHA la contrainte maximum n'est plus corrélée au module de cisaillement G' pour les fréquences faibles. Dans ce régime le maximum de contrainte est contrôlé par la croissance des cavités dans le plan du film plutôt que par leur « nucléation ».