

Rhéologie : de l'échelle nanométrique à l'échelle macroscopique

Soutenance en vue d'obtenir

le diplôme

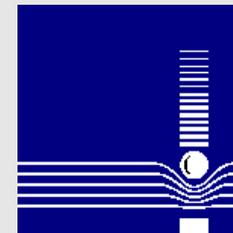
d'Habilitation à Diriger des Recherches[#] (H.D.R.)

Présenté par Denis C. D. ROUX

le mardi 2 mars 2010

Devant le jury composé de :

Professeur	DECRUPPE Jean-Paul	Université Paul Verlaine à Metz	Rapporteur
Docteur	EI KISSI Nadia	Laboratoire de rhéologie	Examinatrice
Professeur	PARIS Henri	Université Joseph Fourier	Examineur
Docteur	ROCHAS Cyrille	Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales	Examineur
Professeur	SCALES Peter	The University of Melbourne	Rapporteur
Professeur	TASSIN Jean-François	Université du Maine au Mans	Rapporteur



Organisation de la présentation

I. Chemin de vie

a) *Formations et expériences professionnelles*

b) *Activités pédagogiques, Encadrement, Responsabilités administratives et collectives*

II. Activités de recherche

a) Injection des matières plastiques

b) Impact de gouttes

c) Les systèmes moléculaires organisés

III. Conclusions

IV. Perspectives

Organisation de la présentation

I. Chemin de vie

a) *Formations et expériences professionnelles*

b) *Activités pédagogiques, Encadrement, Responsabilités administratives et collectives*

II. Activités de recherche

a) Injection des matières plastiques

b) Impact de gouttes

c) Les systèmes moléculaires organisés

III. Conclusions

IV. Perspectives

I. Chemin de vie

Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier

1999 / ...

*Champagné
Vacataire*

1995

*Sablé sur Sarthe
Pôle Européen de Plasturgie*

Délégation à l'Université de Melbourne



Le Mans

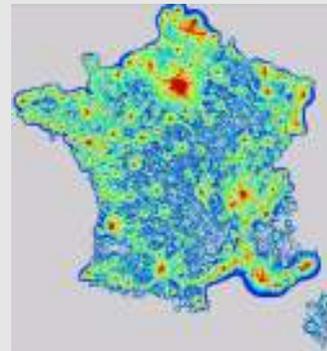
2002 / 2003 *Attaché temporaire d'enseignement et de recherche
Nîmes*

Moniteur

Boucoiran

1996 / 1999

1997



Sète

Annecy

Montpellier

1995 / 1996 *Melbourne
Biviers*

Saint-Martin d'Hères

1992 / 1995



a) Formations et expériences professionnelles

I. Chemin de vie

2007 /	Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier	Saint-Martin d'Hères
2003 / 2007	Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier	Biviers
2002 / 2003	Délégation à l'Université de Melbourne	Melbourne
1999 / ...	Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier	Annecy
1997	Vacataire IUT Annecy	Annecy
1996 / 1999	Pôle Européen de Plasturgie	Annecy
1996 / 1999	Vacataire Ecole supérieure de Plasturgie	Annecy
1996	Attaché temporaire d'enseignement et de recherche	Montpellier
1993 / 1995	Doctorant / Moniteur à l'Université de Montpellier	Montpellier
1992 / 1993	Doctorant / Moniteur à l'Université de Montpellier	Sète
1985	Baccalauréat en électronique	Nîmes / Boucoiran
1977 / 1978	Ecole primaire	Le Mans
1971/ 1977	Ecole Maternelle et Primaire	Champagné / Yvré Lévêque
1967	Apprentissage de la marche et de la parole	Sablé sur Sarthe



Solesmes

Cours, travaux dirigés et travaux pratiques

- × Résistance des matériaux
- × Mécanique du solide statique et dynamique
- × Optique physique
- × Rhéologie
- × Instrumentation industrielle
- × Mise en forme par injection
- × Mécanique analytique
- × Mécanique des milieux continus
- × Électricité
- × Relativité restreinte
- × Mécanique quantique
- × Mécanique vibratoire
- × Simulation numérique
- × Analyse numérique



Auvour - Wright

Encadrements

- × Tutorats de stages ou Projets de fin d'étude d'ingénieurs (14)
- × Co-tutelles de thèse (2)



Responsabilités administratives et collectives

- × Correspondant entre l'unité de formation et de recherche de mécanique et le centre de formation Drôme Ardèche de Valence
- × Responsable d'unités d'enseignement (4)
- × Correspondant ASUR Lycée Lafemas-UJF Valence
- × Délégué des parents d'élèves de primaire et de collège à Saint Martin d'Hères
- × Membre du Groupe Français de rhéologie

Organisation de la présentation

I. Chemin de vie

a) *Formations et expériences professionnelles*

b) *Activités pédagogiques, Encadrement, Responsabilités administratives et collectives*

II. Activités de recherche

a) **Injection des matières plastiques**

b) Impact de gouttes

c) Les systèmes moléculaires organisés

III. Conclusions

IV. Perspectives

Pôle Européen de Plasturgie



Missions :

- Services aux entreprises :

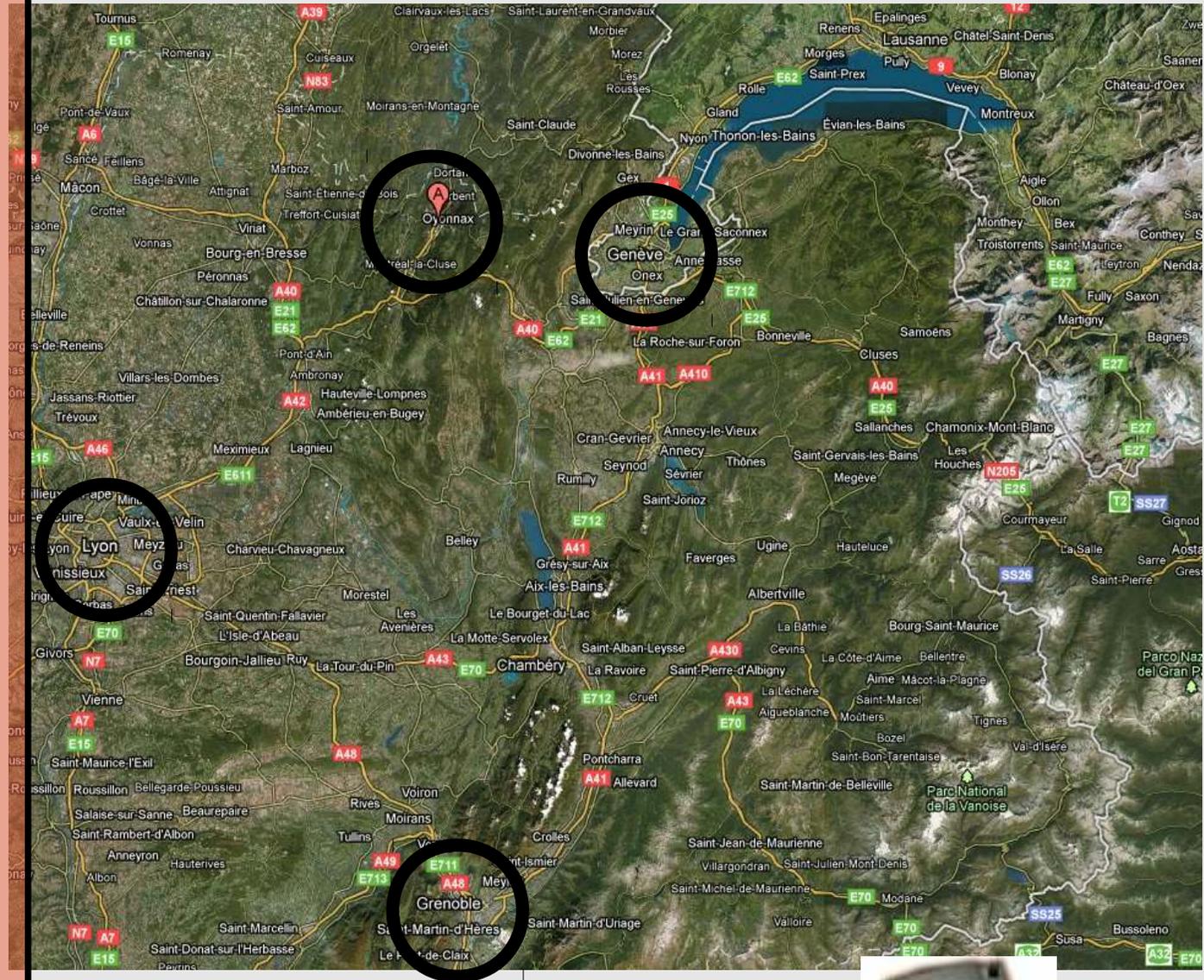
assistance technique - expertises -
formation professionnelle

- Contrats d'études et de
recherche :

conception - optimisation - transfert de
technologies

- Etudes multipartenaires :

études génériques à long et à moyen
terme pour comprendre, modéliser,
anticiper et innover.



a) L'injection de matière thermoplastique

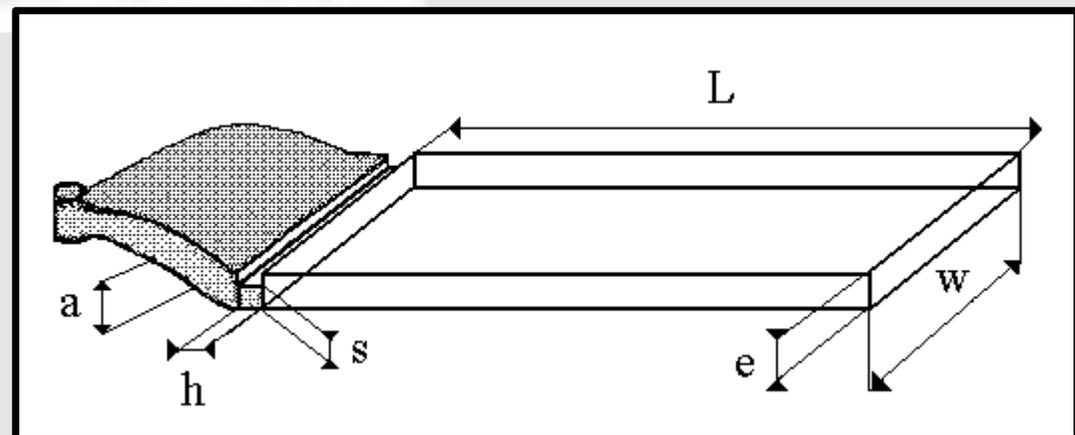


Problématique :

- Eliminer les défauts de vagues des pièces injectées

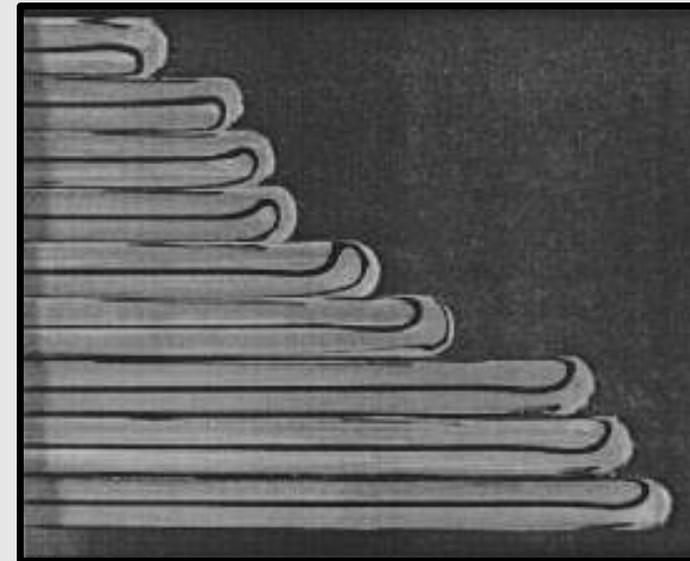
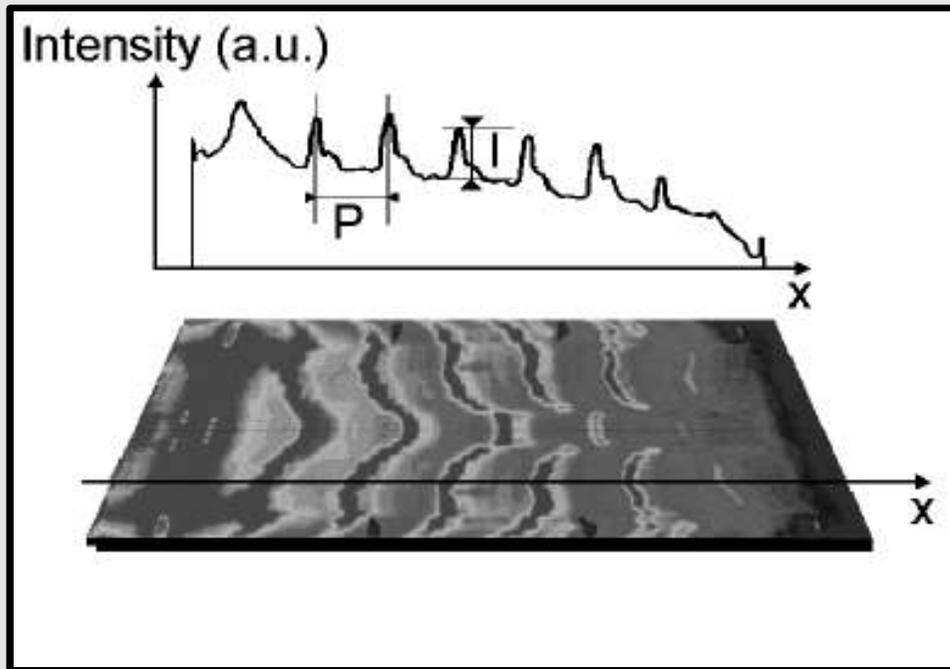


Yvré Lévêque



a) L'injection de matière thermoplastique

Problématique : Éliminer les défauts de vagues des pièces injectées

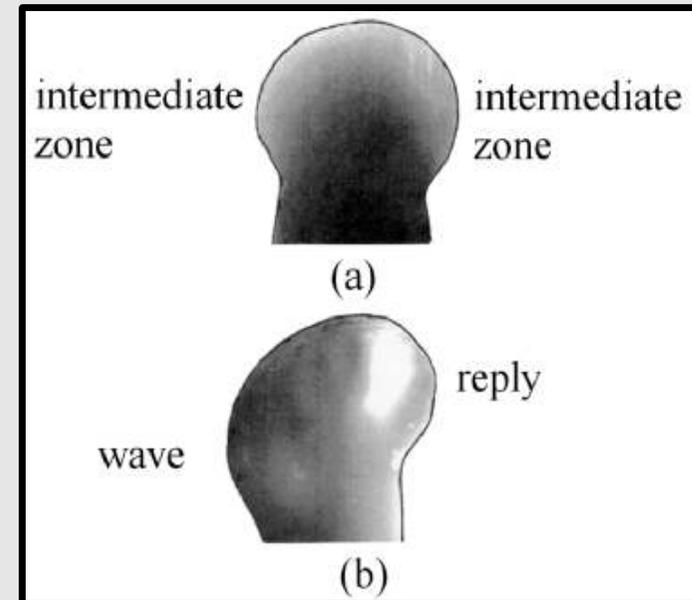


Grillet et col. J. Rheol. 46(3) 651-669 (2002)

L'utilisation d'un moule ayant une asymétrie topologique ou thermique des parois supérieure et inférieure de la cavité provoque un balancement permanent des incomplets de front de matière.



Le Mans les 24h



Organisation de la présentation

I. Chemin de vie

a) *Formations et expériences professionnelles*

b) *Activités pédagogiques, Encadrement, Responsabilités administratives et collectives*

II. Activités de recherche

a) Injection des matières plastiques

b) **Impact de gouttes**

c) Les systèmes moléculaires organisés

III. Conclusions

IV. Perspectives

Pourquoi étudier l'impact de gouttes ?

Agriculture



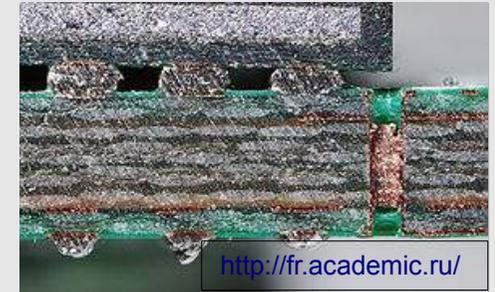
Empêcher les gouttes de rebondir, augmenter la surface de contact pendant un temps le plus long possible pour permettre aux principes actifs de diffuser dans les feuilles

Dessiner et écrire



Impression à jet d'encre sur tissu

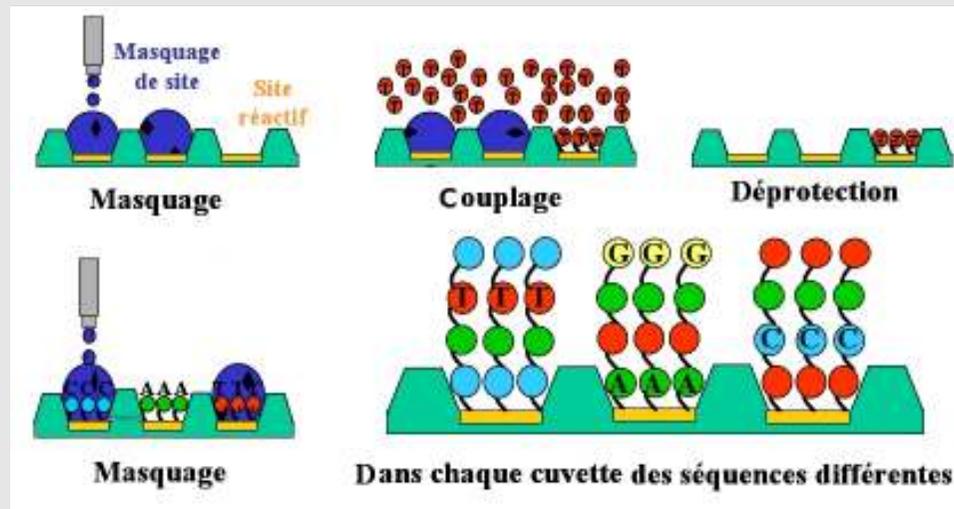
Électronique



Fabrication de circuits imprimés par impression à jet d'encre.

Prototype de 20 couches de 240 µm d'épaisseur
Seiko Epson (2007)

Synthèse in situ d'ADN



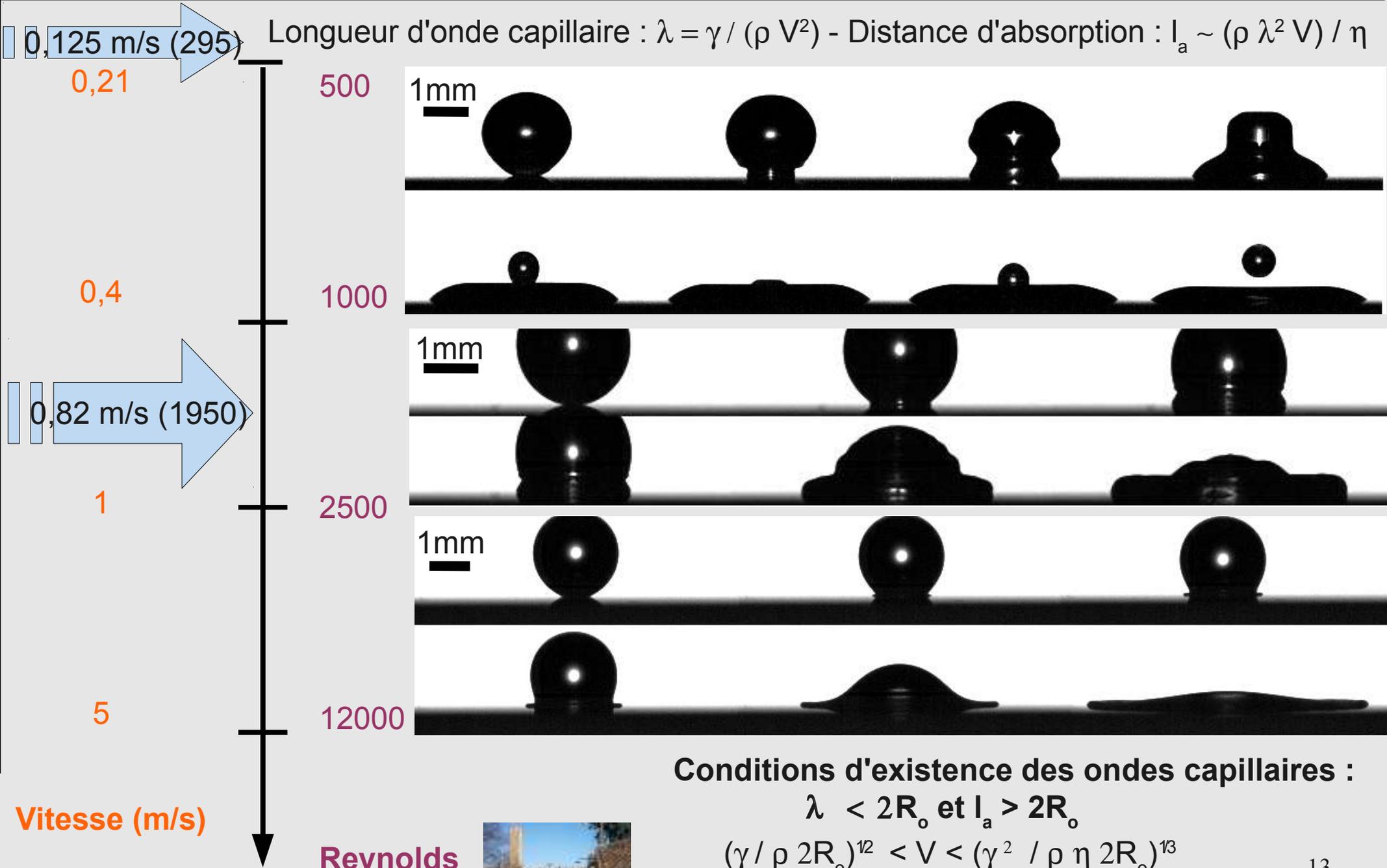
Thèse D. Vadillo (2007) UJF



Nîmes

b) Impact de gouttes

Longueur d'onde capillaire : $\lambda = \gamma / (\rho V^2)$ - Distance d'absorption : $l_a \sim (\rho \lambda^2 V) / \eta$



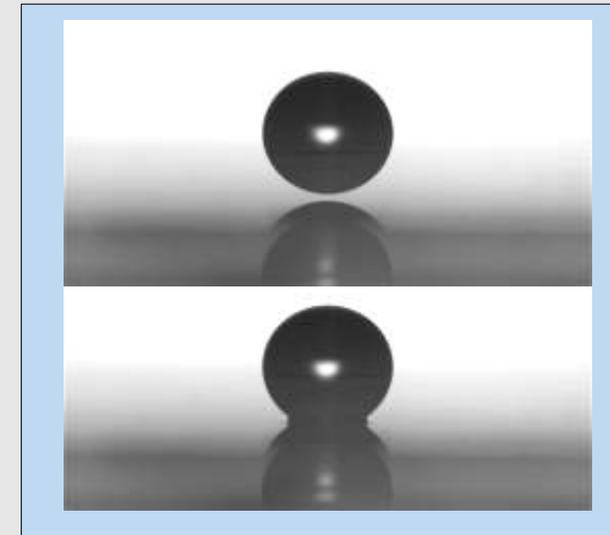
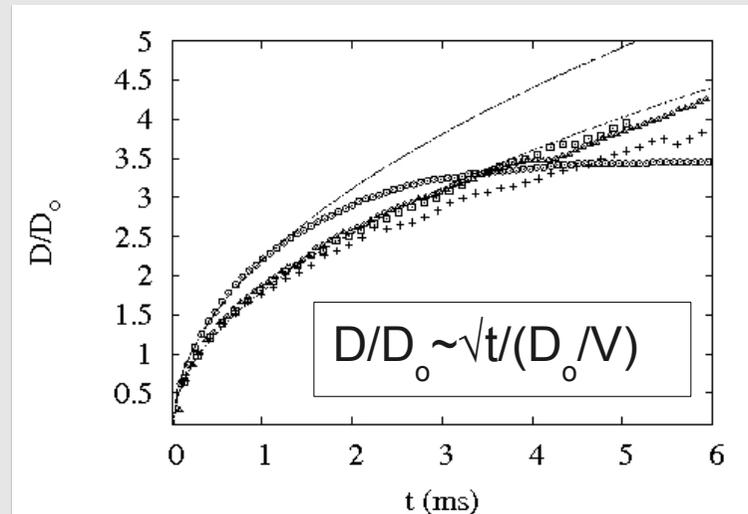
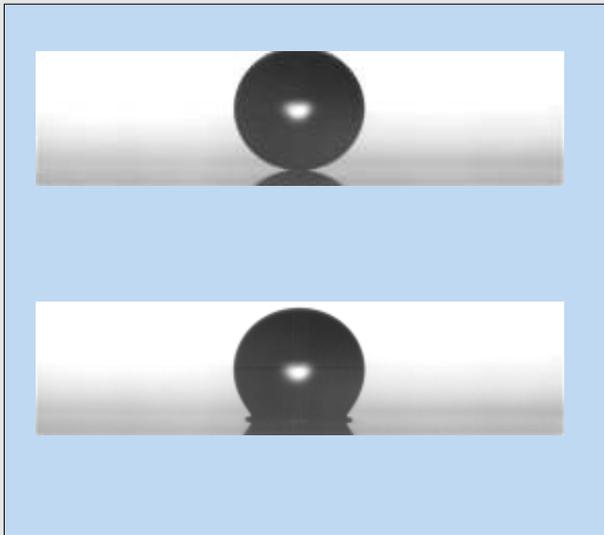
Conditions d'existence des ondes capillaires :

$$\lambda < 2R_o \text{ et } l_a > 2R_o$$

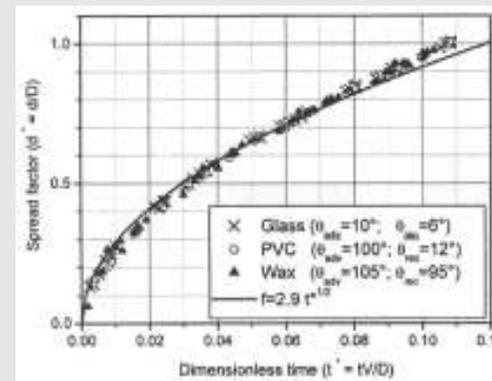
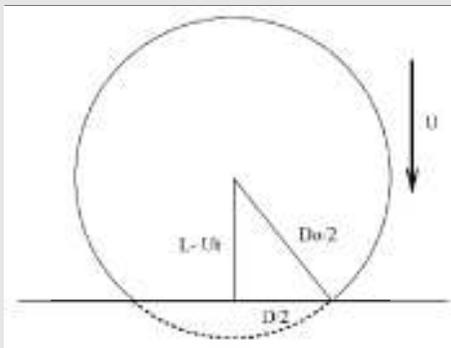
$$(\gamma / \rho 2R_o)^{1/2} < V < (\gamma^2 / \rho \eta 2R_o)^{1/3}$$



b) Impact de gouttes



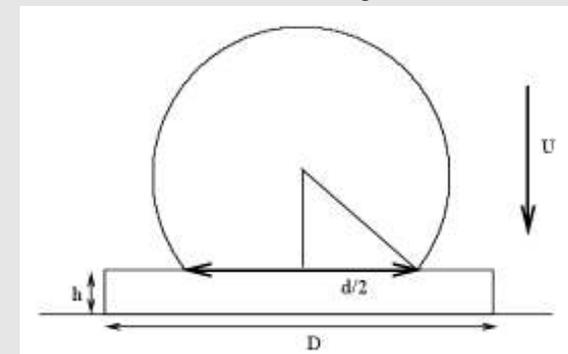
13 100 images / s



R. Rioboo et al., Experiments in fluids, 33, 112 (2002)



7100 images / s



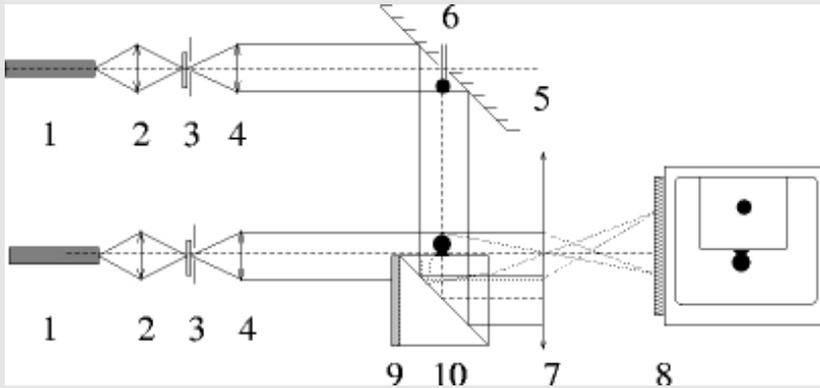
Impact sur une surface solide

Impact sur une surface liquide

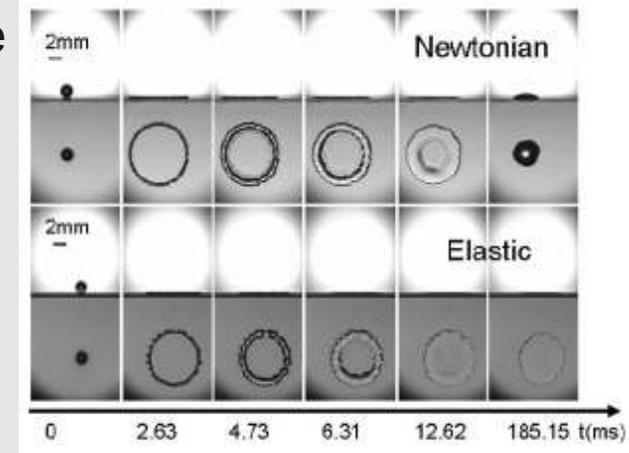


b) Impact de gouttes

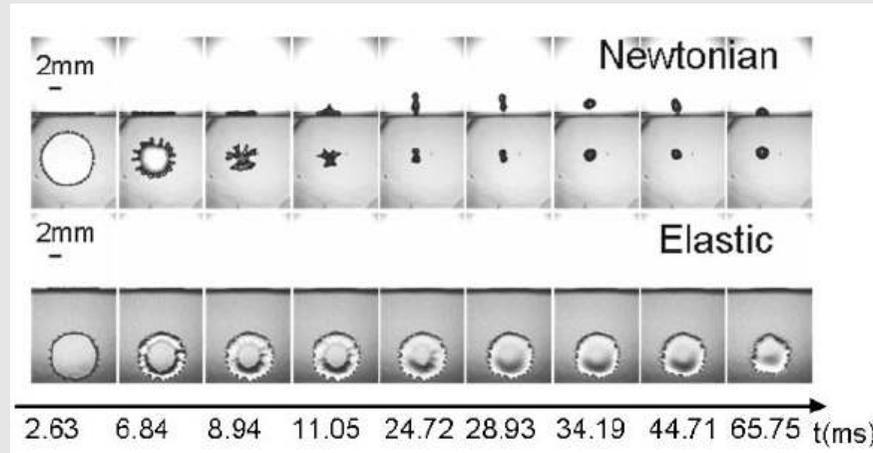
Montage expérimental



Surface hydrophile



Surface hydrophobe



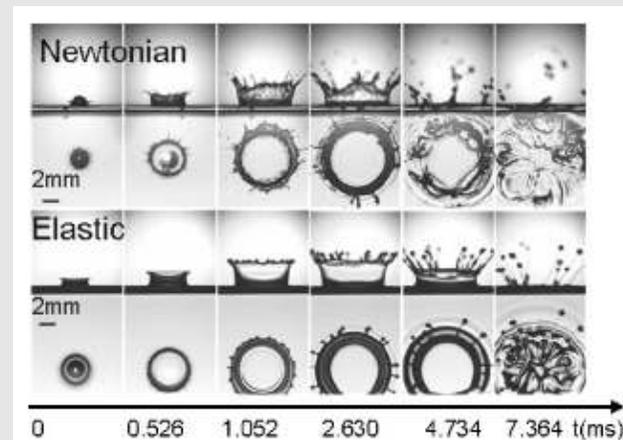
Les fluides : de Newton et de Boger

Viscosités équivalentes $\sim 1.1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$

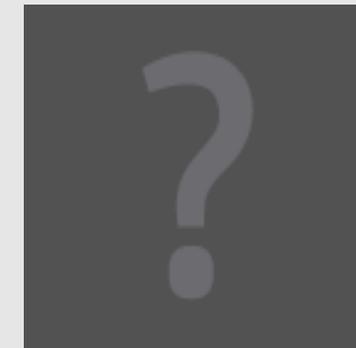
Tensions de surface équivalentes $\sim 72 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$

Vitesse d'impact 2.5 m/s

Surface liquide



Montpellier



Organisation de la présentation

I. Chemin de vie

a) *Formations et expériences professionnelles*

b) *Activités pédagogiques, Encadrement, Responsabilités administratives et collectives*

II. Activités de recherche

a) Injection des matières plastiques

b) Impact de gouttes

c) **Les systèmes moléculaires organisés**

III. Conclusions

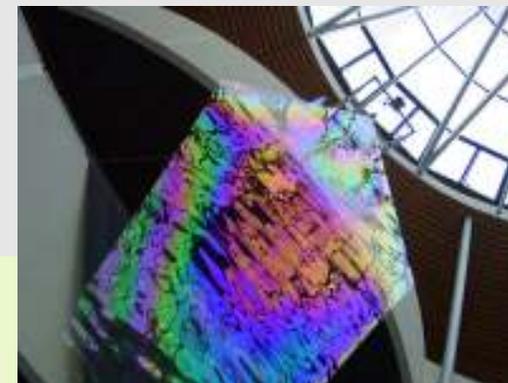
IV. Perspectives

c) Les systèmes moléculaires organisés (SMO)

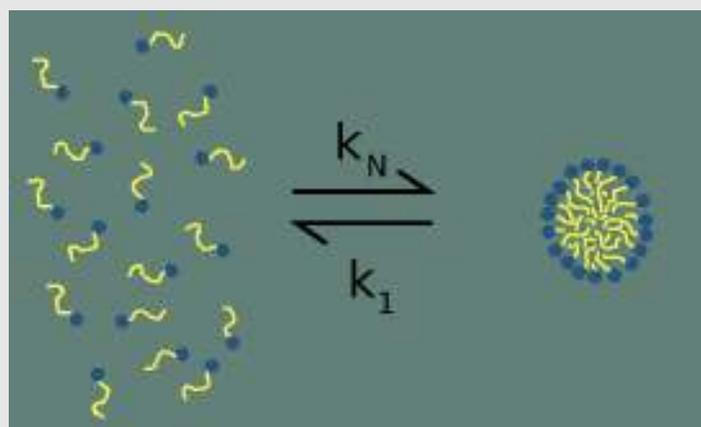
× Les systèmes moléculaires organisés (SMO) résultent de l'auto-organisation des molécules induisant un ordre à longue distance à l'échelle Supramoléculaire (interactions non covalentes).

Utilisation des SMO : Émulsions, Mouillage, Suspensions solide-liquide, Mousses, Nano-réacteurs, ...

Applications	Volume mondial de production (10 ³ tonnes)	Pourcentage (%)
Détergence ménagère	6 160	56
Marché des industries techniques et agricoles	2 970	27
Détergence industrielle	990	9
Hygiène corporelle et cosmétique	880	8



× Systèmes « vivants »



Différents agrégats



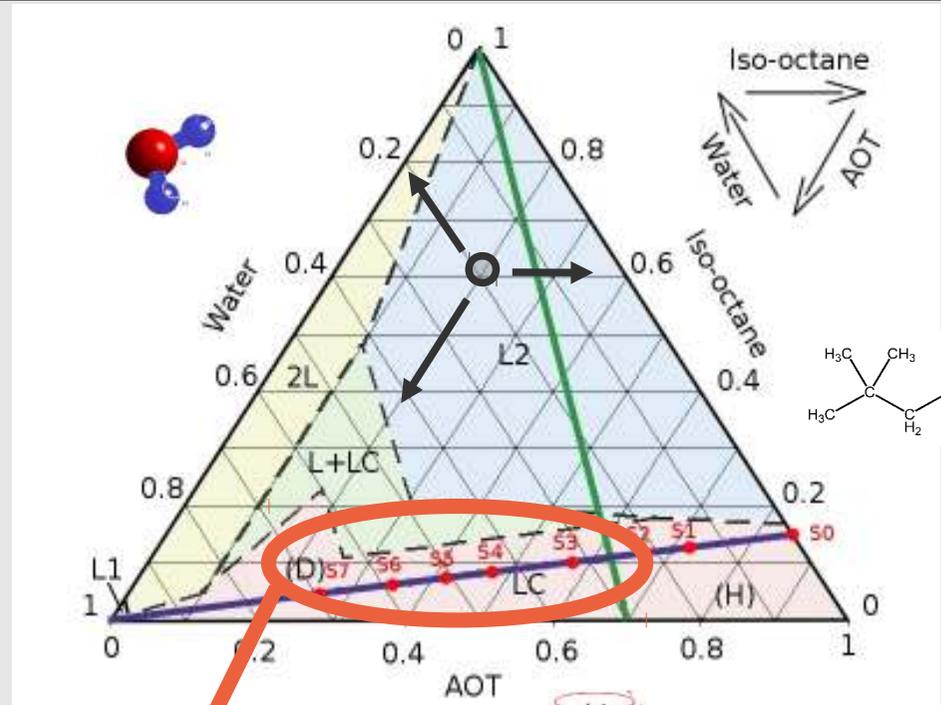
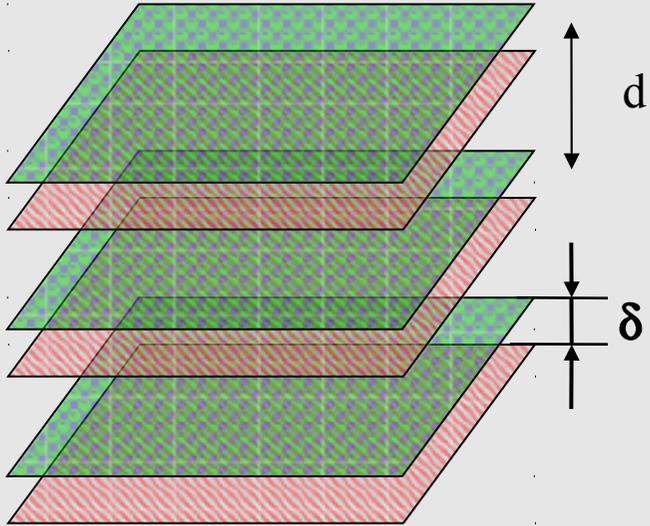
Annecy

c) Les systèmes moléculaires organisés

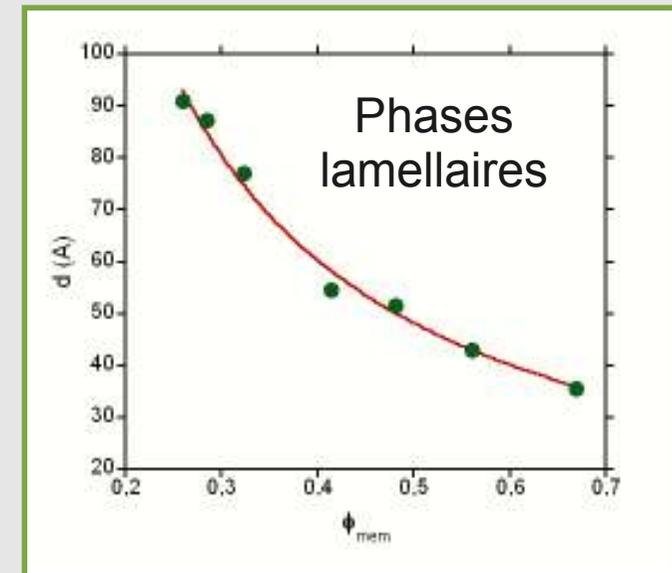
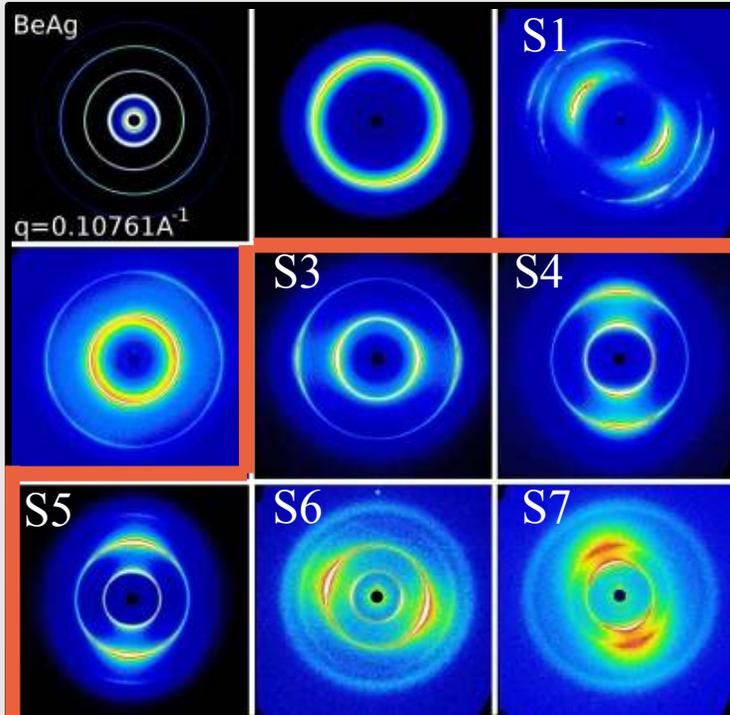
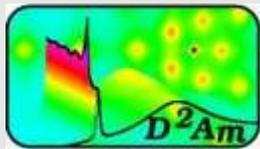
Phases lamellaires

II. Activités de recherche

Fraction volumique en membranes : $\Phi_{mem} = \delta / d$



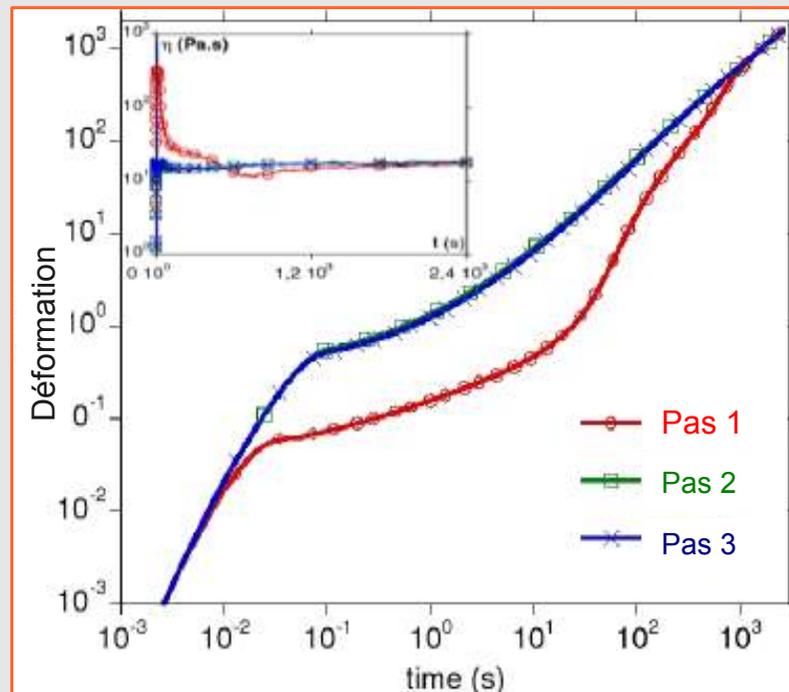
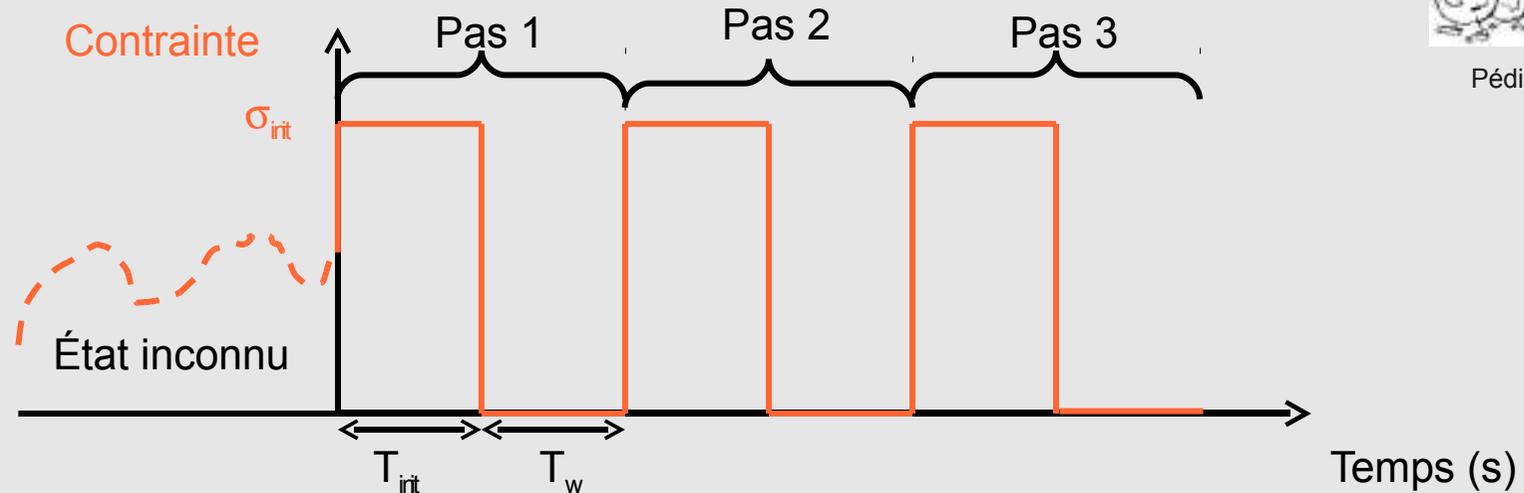
Melbourne



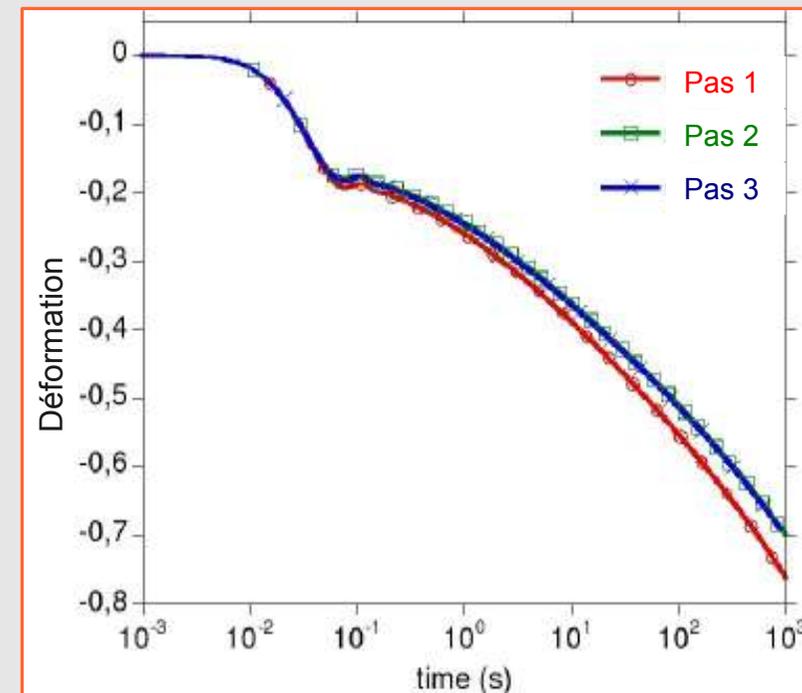
Maîtrise du matériau en rhéométrie



Pédibus Biviers

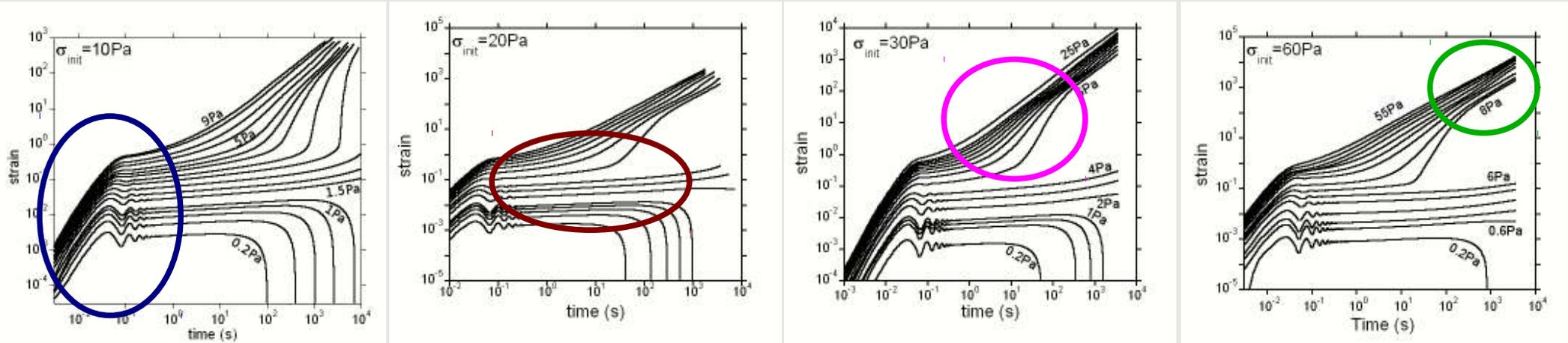


Fluages



Relaxations

Rhéométrie à contrainte imposée



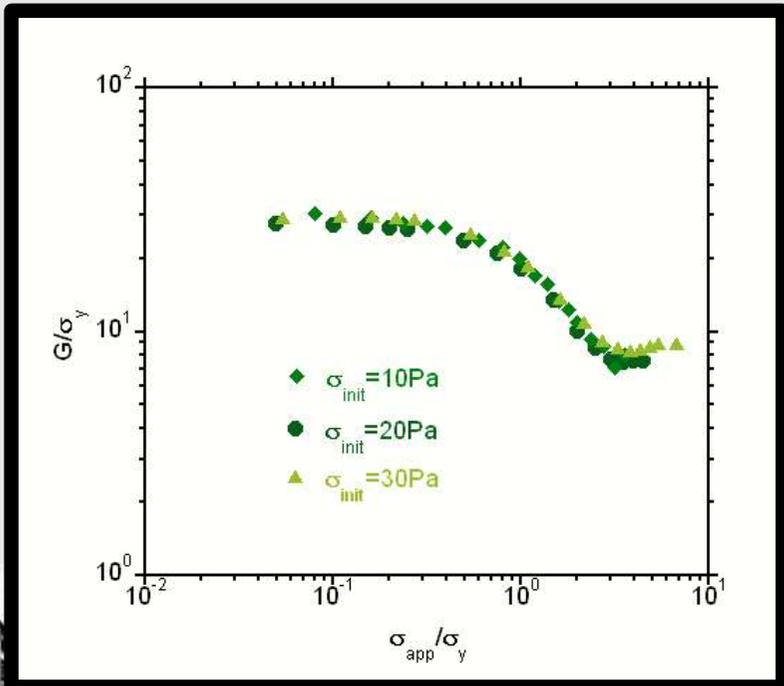
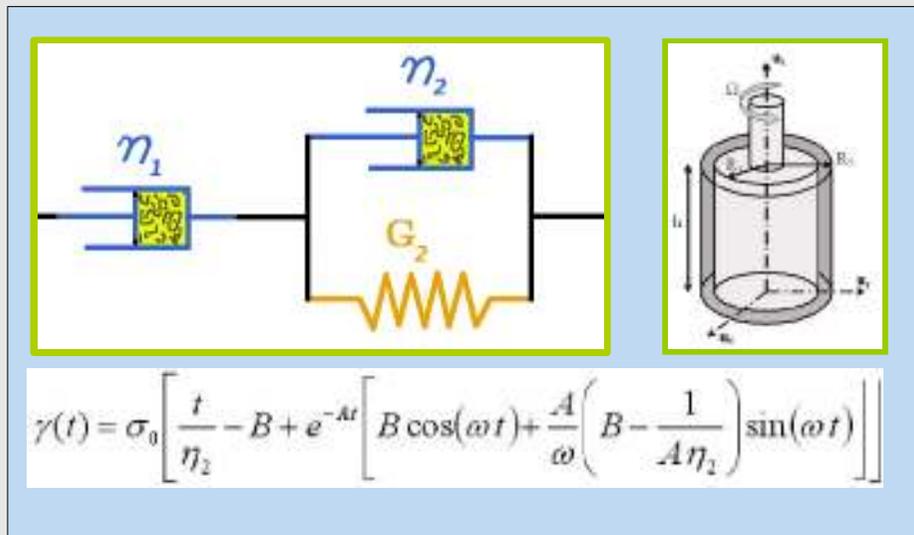
Réponse inertio-élastique

Fluage primaire
régime solide

Fluage secondaire
Transition solide-liquide

Fluage tertiaire
Régime fluide

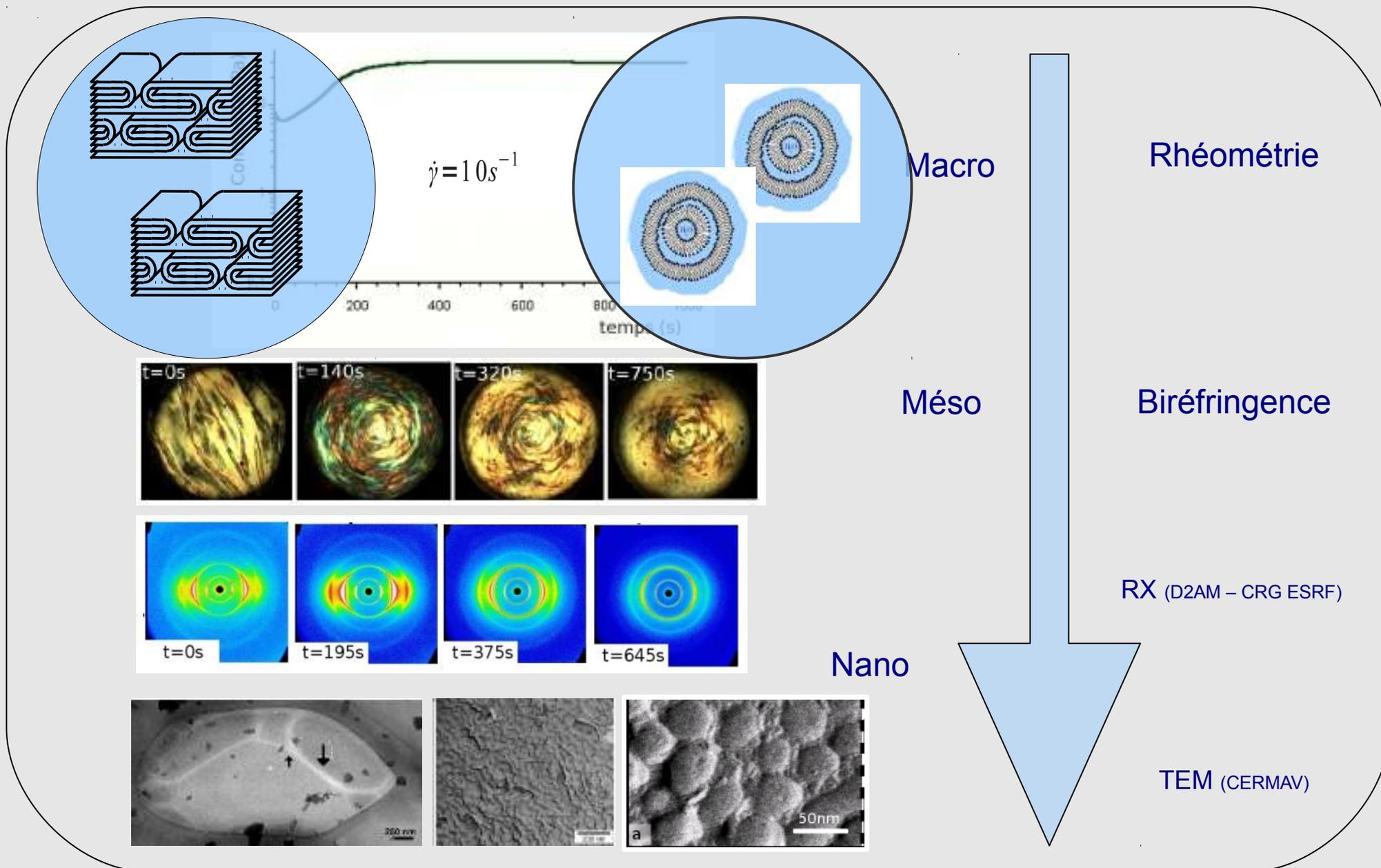
Couplage entre le fluide et l'outil de mesure



C. Baravian and D. Quemada, *Rheologica Acta* (1998), Auffret et al, *Eur. Phys. J. E* (2009)



c) Les systèmes moléculaires organisés



Organisation de la présentation

I. Chemin de vie

a) *Formations et expériences professionnelles*

b) *Activités pédagogiques, Encadrement, Responsabilités administratives et collectives*

II. Activités de recherche

a) Injection des matières plastiques

b) Impact de gouttes

c) Les systèmes moléculaires organisés

III. Conclusions

IV. Perspectives

Enseignement

- x Tous niveau du L1 au M2
- x Tous type CM, TD et TP

Responsabilités

- x Prise de responsabilités académique et extérieur

Recherche

- x Collaborations internationales
- x Sujets variés allant de l'industriel à l'académique
- x Compétences expérimentale en rhéologie trans-échelles du nano au macro

I. Chemin de vie

a) *Formations et expériences professionnelles*

b) *Activités pédagogiques, Encadrement ,Responsabilités administratives et collectives*

II. Activités de recherche

a) Injection des matières plastiques

b) Impact de gouttes

c) Les systèmes moléculaires organisés

III. Conclusions

IV. Perspectives

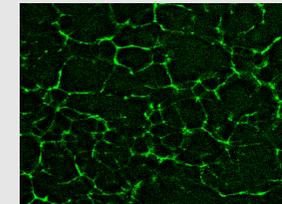
× **Extraction de polysaccharides alimentaires**

Co-tutelle de thèse avec le Cameroun en collaboration avec le CERMAV, évaluation de dépôt de brevet



× **ANR Blanc COMET (COLloïdale METallurgie)**

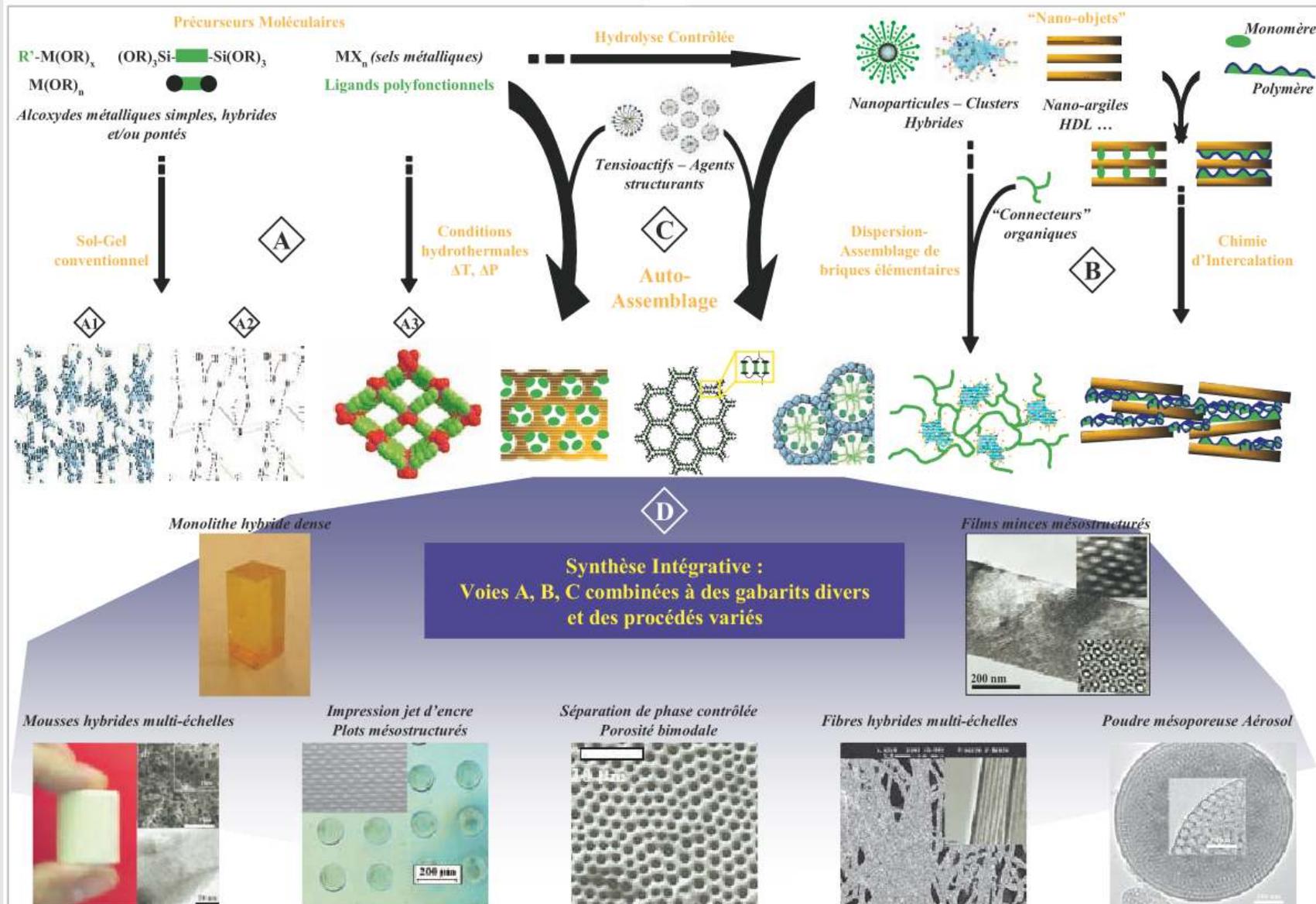
Utiliser l'analogie entre un type de colloïde et les métaux afin de lever l'incertitude sur les mécanismes à l'origine des comportements des métaux



× **Mise en forme de nano-objets par un contrôle macroscopique**

L'objectif de ce projet est de confiner un polymère au sein d'un système micellaire organisé afin de le mettre en forme





Pot à 16h au laboratoire de rhéologie

