

# THESE

*présentée*

devant l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon

*pour obtenir*

## LE GRADE DE DOCTEUR

FORMATION DOCTORALE : MECANIQUE

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES POUR L'INGENIEUR DE LYON : MECANIQUE, ENERGETIQUE, GENIE CIVIL, ACOUSTIQUE (MEGA)

par

**Mario MARCHETTI**

*Magistère Matériaux, Université de Rennes I*

## ASPECTS GLOBAUX ET LOCAUX DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA LUBRIFICATION FLUIDE EN AMBIANCE SPATIALE

Soutenue le 27 Novembre 2000 devant la Commission d'Examen :

Jury	M <sup>c</sup> M.H. MEURISSE	LMC-INSA Lyon	
	MM. Y. BERTHIER	LMC-INSA Lyon	Président
	M. DURAND	Alcatel Space Industries	
	L. FLAMAND	LMC-INSA Lyon	
	H. HERVET	LPMC-Collège de France	Rapporteur
	J.M. MARTIN	LTDS-Ecole Centrale de Lyon	Rapporteur
	A. ROLFO	CNES	
	P. VERGNE	LMC-INSA Lyon	

Cette thèse a été préparée au Laboratoire de Mécanique des Contacts de l'INSA de LYON.

**ECOLES DOCTORALES ET DIPLOMES D'ETUDES APPROFONDIES  
 HABILITES POUR LA PERIODE 1999-2003**

ECOLES DOCTORALES N° code national	RESPONSABLE PRINCIPAL	CORRESPONDANT INSA	DEA INSA N° code national	RESPONSABLE DEA INSA
<b>CHIMIE DE LYON</b> (Chimie, Procédés, Environnement) EDA206	M.D. SINOUE UCBL1 04.72.44.62.63 sec. 04.72.44.62.64 Fax 04.72.44.81.60	M.P. MOSZKOWICZ 83.45 Sec. 84.30 Fax. 87.17	Chimie Inorganique <b>910643</b>	M.J.F. QUINSON Tél. 83.51 Fax 85.28
			Sciences et Stratégies Analytiques <b>910634</b>	
			Sciences et Techniques du Déchet <b>910675</b>	M. P.MOSZKOWICZ Tél. 83.45 Fax 87.17
<b>ECONOMIE ESPACE ET MODELISATION DES COMPORTEMENTS</b> (E <sup>2</sup> MC) EDA417	M A.BONNAFOUS LYON 2 04.72.72.64.38 Sec 04.72.72.64.03 Fax 04.72.72.64.48	Mme M.ZIMMERMANN 84.71 Fax 87.96	Ville et Sociétés <b>911218</b>	Mme M.ZIMMERMANN Tél. 84.71 Fax 87.96
			Dimensions Cognitives et Modélisation <b>992678</b>	M. L.FRECON Tél. 82.39 Fax 85.18
<b>ELECTRONIQUE, ELECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE</b> (E.E.A.) EDA160	M. G.GIMENEZ INSA de LYON 83.32 Fax 85.26.		Automatique Industrielle <b>910676</b>	M. M. BETEMPS Tél. 85.59 Fax 85.35
			Dispositifs de l'Electronique Intégrée <b>910696</b>	M. D.BARBIER Tél. 85.47 Fax 60.81
			Génie Electrique de Lyon <b>910065</b>	M. J.P.CHANTE Tél. 87.26 Fax 85.30
			Images et Systèmes <b>992254</b>	Mme I.MAGNIN Tél. 85.63 Fax 85.26
<b>EVOLUTION, ECOSYSTEME, MICROBIOLOGIE, MODELISATION</b> (E2M2) EDA403	M. J.P.FLANDROIS UCBL1 04.78.86.31.50 Sec 04.78.86.31.52 Fax 04.78.86.31.49	M. S.GRENIER 79.88 Fax 85.34	Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques <b>910509</b>	M. S.GRENIER Tél. 79.88 Fax 85.34
<b>INFORMATIQUE ET INFORMATION POUR LA SOCIETE</b> EDA 407	M. J.M.JOLION INSA de LYON 87.59 Fax 80.97		Documents Multimédia, Images et Systèmes D'Information Communicants <b>910509</b>	M. A.FLORY Tél. 84.66 Fax 85.97
			Extraction des Connaissances à partir des Données <b>992099</b>	M. J.F.BOULICAUT Tél. 89.05 Fax 87.13
			Informatique et Systèmes coopératifs pour l'Entreprise 950131	M. A.GUINET Tél. 85.94 Fax 85.38
<b>INTERDISCIPLINAIRE SCIENCES- SANTE</b> (EDISS) EDA205	M. A.J.COZZONE UCBL1 04.72.72.26.72 Sec 04.72.72.26.75 Fax 04.72.72.26.01	M. M.LAGARDE 82.40 Fax 85.24	Biochimie <b>930032</b>	M. M.LAGARDE Tél. 82.40 Fax 85.24
<b>MATERIAUX DE LYON</b> UNIVERSITE LYON 1 EDA 034	M. J.JOSEPH ECL 04.72.18.62.44 Sec 04.72.18.62.51 Fax 04.72.18.60.90	M. J.M.PELLETIER 83.18 Fax 84.29	Génie des Matériaux : Microstructure, Comportement Mécanique, Durabilité <b>910527</b>	M. R.FOUGERES Tél. 83.85 Fax 88.30
			Matériaux Polymères et Composites <b>910607</b>	M. H.SAUTEREAU Tél. 81.78 Fax 85.27
			Matière Condensée, Surfaces et Interfaces <b>910577</b>	M. G.GUILLOT Tél. 81.61 Fax 85.31
<b>MATHEMATIQUES ET INFORMATION FONDAMENTALE</b> (Math IF) EDA 409	M. NICOLAS UCBL1 04.72.44.83.11 Fax 04.72.43.00.35	M. J.POUSIN 88.36 Fax 85.29	Analyse Numérique, Equations aux dérivées partielles et Calcul Scientifique <b>910281</b>	M. G.BAYADA Tél. 83.12 Fax 85.29
<b>MECANIQUE, ENERGETIQUE, GENIE CIVIL, ACOUSTIQUE</b> (MEGA) EDA162	M. J.BATAILLE ECL 04.72.18.61.56 Sec 04.72.18.61.60 Fax 04.78.64.71.45	M. M.MIRAMOND 82.16 Fax 87.10	Acoustique <b>910016</b>	M. J.L.GUYADER Tél. 80.80 Fax 87.12
			Génie Civil <b>992610</b>	M. M.MIRAMOND Tél. 82.16 Fax 87.10
			Génie Mécanique <b>992111</b>	M. G.DALMAZ Tél. 83.03 Fax 04.78.89.09.80
			Thermique et Energétique <b>910018</b>	Mme M.LALLEMAND Tél. 81.54 Fax 60.10

**En grisé** : Les Ecoles doctorales et DEA dont l'INSA est établissement principal

**INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON**

Directeur : J. ROCHAT

AUDISIO S	PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE
BABOUX JC	GEMPPM*
BALLAND B	PHYSIQUE DE LA MATIERE
BARBIER D	PHYSIQUE DE LA MATIERE
BASTIDE JP	THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE
BAYADA G	MAPLY - MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES DE LYON
BERGER C (Mlle)	PHYSIQUE DE LA MATIERE
BETEMPS M	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
BLANCHARD JM	LAEPSI ***
BOISSON C	VIBRATIONS ACOUSTIQUES
BOIVIN M	MECANIQUE DES SOLIDES
BOTTA H	Equipe DEVELOPPEMENT URBAIN
BOTTA-ZIMMERMAN M (Mme)	Equipe DEVELOPPEMENT URBAIN
BOULAYE G (Prof. émérite)	INFORMATIQUE
BRAU J	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON -Thermique du bâtiment
BRISSAU M	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRIQUE
BRUNET M	MECANIQUE DES SOLIDES
BRUNIE L	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
BUREAU JC	THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE
CAVILLE JY	GEMPPM*
CHANTE JP	CEGELY**** - Composants de puissance et applications
CHOCAT B	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Hydrologie urbaine
COUSIN M	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
DOUTHEAU A	CHIMIE ORGANIQUE
DUFOUR R	MECANIQUE DES STRUCTURES
DUPUY JC	PHYSIQUE DE LA MATIERE
EMPTOZ H	RECONNAISSANCE DES FORMES ET VISION
ESNOUF C	GEMPPM*
EYRAUD L (Prof. émérite)	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRIQUE
FANTOZZI G	GEMPPM*
FAVREL J	PRISMa - PProductique et Informatique des Systèmes Manufacturiers
FAYARD JM	BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS
FAYET M	MECANIQUE DES SOLIDES
FERRARIS-BESSO G	MECANIQUE DES STRUCTURES
FLAMAND L	MECANIQUE DES CONTACTS
FLEISCHMANN P	GEMPPM*
FLORY A	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
FOUGERES R	GEMPPM*
FOUQUET R	GEMPPM*
FRECON L	INFORMATIQUE
GERARD JF	MATERIAUX MACROMOLECULAIRES
GIMENEZ G	CREATIS**
GONNARD P	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRIQUE
GONTRAND M	GEGELY**** - Composants de puissance et applications
GOUTTE R (Prof. émérite)	CREATIS **
GRANGE G	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRIQUE
GUENIN G	GEMPPM*
GUICHARDANT M	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
GUILLOT G	PHYSIQUE DE LA MATIERE
GUINET A	PRISMa - PProductique et Informatique des Systèmes Manufacturiers
GUYADER JL	VIBRATIONS ACOUSTIQUES
GUYOMAR D	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRIQUE
JACQUET-RICHARDET G	MECANIQUE DES STRUCTURES
JOLION JM	RECONNAISSANCE DES FORMES ET VISION
JULLIEN JF	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
JUTARD A	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
KASTNER R	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Géotechnique
KOULOUMDJIAN J	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
LAGARDE M	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
LALANNE M (Prof. émérite)	MECANIQUE DES STRUCTURES
LALLEMAND A	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Energétique et thermique
LALLEMAND M (Mme)	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Energétique et thermique
LAREAL P	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Géotechnique
LAUGIER A	PHYSIQUE DE LA MATIERE
LAUGIER C	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE

LEJEUNE P  
 LUBRECHT A  
 MARTINEZ Y  
 MAZILLE H  
 MERLE P  
 MERLIN J  
 MILLET JP  
 MIRAMOND M  
 MOREL R  
 MOSZKOWICZ P  
 NARDON P (Prof. émérite)  
 NAVARRO A  
 NOURI A (Mme)  
 ODET C  
 OTTERBEIN M (Prof. émérite)  
 PASCAULT JP  
 PAVIC G  
 PELLETIER JM  
 PERA J  
 PERACHON G  
 PERRIAT P  
 PERRIN J  
 PINARD P (Prof. émérite)  
 PINON JM  
 PLAY D  
 POUSIN J  
 PREVOT P  
  
 PROST R  
 RAYNAUD M  
  
 REDARCE H  
 REYNOUARD JM  
 RIGAL JF  
 RIEUTORD E (Prof. émérite)  
 ROBERT-BAUDOY J (Mme) (Prof. émérite)  
 ROUBY D  
 ROUX JJ  
 RUBEL P  
 RUMELHART C  
 SACADURA JF  
 Matériaux  
 SAUTERAU H  
 SCAVARDA S  
 THOMASSET D  
 TROCCAZ M  
 UNTERREINER R  
 VELEX P  
 VIGIER G  
 VINCENT A  
 VUILLERMOZ PL (Prof. émérite)  
 ZIMMERMANN M. (Mme)

Directeurs de recherche C.N.R.S. :

BERTHIER Y  
 COTTE-PATAT N (Mme)  
 FRANCIOSI P  
 MANDRAND MA (Mme)  
 QUINSON JL  
 ROCHE A  
 SEQUELA R

Directeurs de recherche I.N.R.A. :

FEBVAY G  
 GRENIER S

Directeurs de recherche I.N.S.E.R.M. :

PRINGENT AF (Mme)  
 MAGNIN I (Mme)

\*GEMPPM  
 DES MATERIAUX  
 \*\* CREATIS  
 TRAITEMENT DE L'IMAGE ET DU SIGNAL  
 \*\*\*LAEPSI  
 PROCEDES ET SYSTEMES INDUSTRIELS  
 \*\*\*\*CEGELY

GENETIQUE MOLECULAIRE DES MICROORGANISMES  
 MECANIQUE DES CONTACTS  
 INGENIERIE INFORMATIQUE ET INDUSTRIELLE  
 PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE  
 GEMPPM\*  
 GEMPPM\*  
 PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE  
 UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL – Hydrologie urbaine  
 MECANIQUE DES FLUIDES  
 LAEPSI\*\*\*  
 BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS  
 LAEPSI\*\*\*  
 MAPLY - MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES DE LYON  
 CREATIS\*\*  
 LEAPSI\*\*\*  
 MATERIAUX MACROMOLECULAIRES  
 VIBRATIONS ACOUSTIQUES  
 GEMPPM\*  
 UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL – Matériaux  
 THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE  
 GEMPPM\*  
 ESCHIL – Equipe SCIences Humaines de l'Insa de Lyon  
 PHYSIQUE DE LA MATIERE  
 INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION  
 CONCEPTION ET ANALYSE DES SYSTEMES MECANIQUES  
 MAPLY - MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES DE LYON  
 GRACIMP – Groupe de Recherche en Apprentissage,  
 Coopération et Interfaces Multimodales pour la Productique  
 CREATIS\*\*  
 CENTRE DE THERMIQUE DE LYON –Transferts Interfaces et  
 Matériaux  
 AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE  
 UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL – Structures  
 CONCEPTION ET ANALYSE DES SYSTEMES MECANIQUES  
 MECANIQUE DES FLUIDES  
 GENETIQUE MOLECULAIRE DES MICROORGANISMES  
 GEMPPM\*  
 CENTRE DE THERMIQUE DE LYON  
 INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION  
 MECANIQUE DES SOLIDES  
 CENTRE DE THERMIQUE DE LYON – Transferts Interfaces et  
  
 MATERIAUX MACROMOLECULAIRES  
 AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE  
 AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE  
 GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRIQUE  
 CREATIS\*\*  
 MECANIQUE DES CONTACTS  
 GEMPPM\*  
 GEMPPM\*  
 MATIERE  
 Equipe Développement Urbain

MECANIQUE DES CONTACTS  
 UNITE MICROBIOLOGIE ET GENETIQUE  
 GEMPPM\*  
 UNITE MICROBIOLOGIE GENETIQUE  
 GEMPPM\*  
 MATERIAUX MACROMOLECULAIRES  
 GEMPPM\*

BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS  
 BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS

BIOLOGIE ET PHARMACOLOGIE  
 CREATIS\*\*

GRUPE D'ETUDE METALLURGIE PHYSIQUE ET PHYSIQUE

CENTRE DE RECHERCHE ET D'APPLICATIONS EN

LABORATOIRE d'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DES

CENTRE DE GENIE ELECTRIQUE DE LYON