

THESE

présentée

DEVANT L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR

FORMATION DOCTORALE : Mécanique
ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES POUR L'INGENIEUR DE LYON :
Mécanique, Energétique, Génie Civil, Acoustique (MEGA)

par

Sylvie PLUMET

Ingénieur INSA Lyon

MODELISATION D'UN MILIEU MULTICOUCHE 3D SOUS

SOLLICITATIONS DE CONTACT:

Application aux prothèses de genou stérilisées

Soutenue le 24 Avril 1998 devant la Commission d'Examen :

Jury	MM.	Y. BERTHIER	Directeur Recherche CNRS	INSA Lyon
	Mme	M.-C. DUBOURG	Chargée Recherche CNRS	INSA Lyon
	MM.	A. FLOQUET	Maître de Conférences	UCB Lyon I
		E. JONES	Directeur Technique	Howmedica International
		F. E. KENNEDY	Professeur d'Université	Dartmouth College <i>Rapporteur</i>
		M. RAOUS	Directeur Recherche CNRS	LMA Marseille <i>Rapporteur</i>
		J. RIEU	Professeur d'Université	Mines Saint Etienne <i>Président</i>

Cette thèse a été préparée au Laboratoire de Mécanique des Contacts de L'INSA de Lyon

ECOLE DOCTORALES
Septembre 1997

• **Ecole Doctorale Matériaux de Lyon =**

INSA - ECL - UCBL - U. Chambéry - ENS

Responsable : Pr. A. HOAREAU

Formations Doctorales :

- Génie des matériaux (Pr. R. FOUGERES)
- Matière condensée, surfaces et interfaces (Pr. M. BARRAT)
- Matériaux polymères et composites (Pr. H. SAUTEREAU)

• **Ecole Doctorale des Sciences pour l'Ingénieur de Lyon :
Mécanique, Energétique, Génie Civil, Acoustique (MEGA) =**

ECL - INSA - UCBL

Responsable : Pr. J. BATAILLE

Formations doctorales :

- Acoustique (Pr. GUYADER)
- Génie Civil : Sols, Matériaux, Structures physique du Bâtiment (Pr. LAREAL)
- Mécanique (Pr. BATAILLE)
- Thermique et Energétique (Pr. LANCE)

• **Ecole Doctorale des Sciences pour l'Ingénieur de Lyon :
Electronique, Electrotechnique, Automatique (EEA) =**

INSA - ECL - UCBL - U. Chambéry - U. St Etienne

Responsable : Pr. G. GIMENEZ

Formations doctorales :

- Acoustique (Pr. GUYADER)
- Automatique industrielle (Pr. BOLON)
- Dispositifs de l'électronique intégrée (Pr. PINARD)
- Génie biologique et médical (Pr. COLLOMBEL)
- Génie Electrique (Pr. AURIOL)
- Signal, image, parole (Pr. LACOUME)

LISTE DES DEA et FORMATIONS DOCTORALES

- De France 04 72 43
- De l'Etranger 33 4 72 43

<i>FORMATIONS DOCTORALES</i>	<i>RESPONSABLES INSA ADRESSES INSA</i>	<i>FAX ADRESSES ELECTRONIQUES</i>
Acoustique	GUYADER Jean-Louis <i>Bât 303 Tél 80 80</i>	Fax 87 12 guyader@lva.insa-lyon.fr
Analyse et modélisation des systèmes biologiques	NARDON Paul <i>Bât 406 Tél 80 86</i>	Fax 85 34 lba@insa-lyon.fr
Automatique industrielle	SCAVARDA Serge <i>Bât 303 Tél 83 41</i>	Fax 85 35 scavarda@laifluide2.insa-lyon.fr
Biochimie	LAGARDE Michel <i>Bât 406 Tél 82 40</i>	Fax 85 24 Michel.Lagarde@insa-lyon.fr
Chimie Inorganique	GONNARD Paul <i>Bât 504 Tél 81 58</i>	Fax 85 13 gonnard@ge-serveur.insa-lyon.fr
Conception en bâtiment et techniques urbaines	MIRAMOND Marcel <i>Bât 504 Tél 82 09</i>	Fax 85 21 Miramond@urgc-hu.insa-lyon.fr
DEA d'Informatique de Lyon	KOULOUMDJIAN Jacques <i>Bât 501 Tél 80 99</i>	Fax 87 13 koulou@lisiecrin.insa-lyon.fr
Dispositifs de l'électronique intégrée	PINARD Pierre <i>Bât 502 Tél 82 47</i>	Fax 85 31 Pierre.Pinard@insa-lyon.fr
Génie biologique et médical	MAGNIN Isabelle <i>Bât 502 Tél 85 63</i>	Fax 85 26 Isabelle.Magnin@creatis.insa-lyon.fr
Génie civil : sols, matériaux, structures, physique du bâtiment	LAREAL Pierre <i>Bât 304 Tél 82 16</i>	Fax 85 20 deagc@insa-lyon.fr
Génie des matériaux : Microstructure, comportement mécanique, durabilité	FOUGERES Roger <i>Bât 502 Tél 81 49</i>	Fax 85 28 fougeres@gemppm.insa-lyon.fr
Génie Electrique de Lyon	CHANTE Jean-Pierre <i>Bât 401 Tél 87 26</i>	Fax 85 30 chante@cegely.insa-lyon.fr
Matériaux polymères et Composites	SAUTEREAU Henri <i>Bât 403 Tél 81 78</i>	Fax 85 27 Henri.Sautereau@insa-lyon.fr
Matière condensée, surfaces et interfaces	GUILLOT Gérard <i>Bât 502 Tél 81 61</i>	Fax 85 31 Gerard.Guillot@insa-lyon.fr
Mécanique	DALMAZ Gérard <i>Bât 113 Tél 83 03</i>	Fax 04 78 89 09 80 Gerard.Dalmaz@lmc.insa-lyon.fr
Productique : organisation économique et Génie Informatique pour l'entreprise	FAVREL Joël <i>Bât 502 Tél 82 19</i>	Fax 85 18 jfavrel@if.insa-lyon.fr
Sciences et techniques du déchet	MOSZKOWICZ Pierre <i>Bât 404 Tél 83 45</i>	Fax 87 17 Pierre.Moszkowicz@insa-lyon.fr
Signal, Image, Parole	GIMENEZ Gérard <i>Bât 502 Tél 83 32</i>	Fax 85 26 gimenez@creatis.insa-lyon.fr
Thermique et énergétique	LALLEMAND Monique <i>Bât 404 Tél 81 54</i>	Fax 85 14 Monique.Lallemand@cethyl.insa-lyon.fr

L'INSA de Lyon est l'établissement responsable des formations doctorales dont les noms sont signalés en gras.

Janvier 1998

1/2

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON
Directeur J. ROCHAT**Professeurs :**

S.	AUDISIO	PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE
J.C.	BABOUX	GEMPPM*
B.	BALLAND	PHYSIQUE DE LA MATIERE
D.	BARBIER	PHYSIQUE DE LA MATIERE
G.	BAYADA	MODELISATION MATHEMATIQUE ET CALCUL SCIENTIFIQUE
C.	BERGER (Melle)	PHYSIQUE DE LA MATIERE
M.	BETEMPS	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
J.M.	BLANCHARD	LAEPSI***
C.	BOISSON	VIBRATIONS-ACOUSTIQUE
M.	BOIVIN	MECANIQUE DES SOLIDES
H.	BOTTA	EQUIPE DEVELOPPEMENT URBAIN
G.	BOULAYE	INFORMATIQUE
J.	BRAU	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Thermique du bâtiment
M.	BRISSAUD	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
M.	BRUNET	MECANIQUE DES SOLIDES
J.C.	BUREAU	THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE
J.Y.	CAVILLE	GEMPPM*
J.P.	CHANTE	CEGELY**** - Composants de puissance et applications
B.	CHOCAT	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Hydrologie urbaine
B.	CLAUDEL	LAEPSI***
M.	COUSIN	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
M.	DIOT	THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE
A.	DOUTHEAU	CHIMIE ORGANIQUE
R.	DUFOUR	MECANIQUE DES CONTACTS
J.C.	DUPUY	PHYSIQUE DE LA MATIERE
H.	EMPTOZ	RECONNAISSANCE DES FORMES ET VISION
C.	ESNOUF	GEMPPM*
L.	EYRAUD (Prof. émérite)	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
G.	FANTOZZI	GEMPPM*
M.	FAYET	MECANIQUE DES SOLIDES
J.	FAVREL	GROUPE DE RECHERCHE EN PRODUCTIQUE ET INFORMATIQUE DES SYSTEMES MANUFACTURIERS
G.	FERRARIS-BESSO	MECANIQUE DES STRUCTURES
Y.	FETIVEAU	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
L.	FLAMAND	MECANIQUE DES CONTACTS
P.	FLEISCHMANN	GEMPPM*
A.	FLORY	INGIENERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
R.	FOUGERES	GEMPPM*
F.	FOUQUET	GEMPPM*
L.	FRECON	INFORMATIQUE
R.	GAUTHIER	PHYSIQUE DE LA MATIERE
M.	GERY	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Thermique du bâtiment
G.	GIMENEZ	CREATIS**
P.	GOBIN (Prof. émérite)	GEMPPM*
P.	GONNARD	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
M.	GONTRAND	CEGELY**** - Composants de puissance et applications
R.	GOUTTE (Prof. émérite)	CREATIS**
G.	GRANGE	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
G.	GUENIN	GEMPPM*
M.	GUICHARDANT	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
G.	GUILLOT	PHYSIQUE DE LA MATIERE
A.	GUINET	GROUPE DE RECHERCHE EN PRODUCTIQUE ET INFORMATIQUE DES SYSTEMES MANUFACTURIERS
J.L.	GUYADER	VIBRATIONS-ACOUSTIQUES
J.P.	GUYOMAR	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
J.M.	JOLION	RECONNAISSANCE DES FORMES ET VISION
J.F.	JULLIEN	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
A.	JUTARD	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
R.	KASTNER	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Géotechnique
H.	KLEIMANN	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
J.	KOULOUMDJIAN	INGIENERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
M.	LAGARDE	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
M.	LALANNE	MECANIQUE DES STRUCTURES
A.	LALLEMAND	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Energétique et thermique
M.	LALLEMAND (Mme)	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Energétique et thermique
P.	LAREAL	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Géotechnique
A.	LAUGIER	PHYSIQUE DE LA MATIERE
Ch.	LAUGIER	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
P.	LEJEUNE	GENETIQUE MOLECULAIRE DES MICROORGANISMES

Janvier 1998

A.	LUBRECHT	MECANIQUE DES CONTACTS
Y.	MARTINEZ	INGENIERIE INFORMATIQUE INDUSTRIELLE
H.	MAZILLE	PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE
P.	MERLE	GEMPPM*
J.	MERLIN	GEMPPM*
J.P.	MILLET	PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE
M.	MIRAMOND	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Hydrologie urbaine
N.	MONGEREAU (Prof. émérite)	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL
R.	MOREL	MECANIQUE DES FLUIDES
P.	MOSKOWICZ	LAEPSI***
P.	NARDON	BIOLOGIE APPLIQUEE
A.	NAVARRO	LAEPSI***
A.	NOURI (Mme)	MODELISATION MATHEMATIQUE ET CALCUL SCIENTIFIQUE
M.	OTTERBEIN	LAEPSI***
J.P.	PASCAULT	MATERIAUX MACROMOLECULAIRES
G.	PAVIC	VIBRATIONS-ACOUSTIQUES
J.	PERA	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Matériaux
G.	PERACHON	THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE
J.	PEREZ (Prof. émérite)	GEMPPM*
P.	PINARD	PHYSIQUE DE LA MATIERE
J.M.	PINON	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
D.	PLAY	CONCEPTION ET ANALYSE DES SYSTEMES MECANIQUES
J.	POUSIN	MODELISATION MATHEMATIQUE ET CALCUL SCIENTIFIQUE
P.	PREVOT	GROUPE DE RECHERCHE EN APPRENTISSAGE, COOPERATION ET INTERFACES MULTIMODALES
R.	PROST	CREATIS**
M.	RAYNAUD	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Transferts Interfaces et Matériaux
J.M.	REYNOUARD	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
E.	RIEUTORD (Prof. émérite)	MECANIQUE DES FLUIDES
J.	ROBERT-BAUDOY (Mme)	GENETIQUE MOLECULAIRE DES MICROORGANISMES
D.	ROUBY	GEMPPM*
P.	RUBEL	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
C.	RUMELHART	MECANIQUE DES SOLIDES
J.F.	SACADURA	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Transferts Interfaces et Matériaux
H.	SAUTEREAU	MATERIAUX MACROMOLECULAIRES
S.	SCAVARDA	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
D.	THOMASSET	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
M.	TROCCAZ	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
R.	UNTERREINER	CREATIS**
J.	VERON	LAEPSI***
G.	VIGIER	GEMPPM*
A.	VINCENT	GEMPPM*
P.	VUILLERMOZ	PHYSIQUE DE LA MATIERE

Directeurs de recherche CNRS :

Y.	BERTHIER	MECANIQUE DES CONTACTS
P.	CLAUDY	THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE
N.	COTTE-PATAT (Mme)	GENETIQUE MOLECULAIRE DES MICROORGANISMES
P.	FRANCIOSI	GEMPPM*
J.F.	GERARD	MATERIAUX MACROMOLECULAIRES
M.A.	MANDRAND (Mme)	GENETIQUE MOLECULAIRE DES MICROORGANISMES
J.F.	QUINSON	GEMPPM*
A.	ROCHE	MATERIAUX MACROMOLECULAIRES

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

G.	BONNOT	BIOLOGIE APPLIQUEE
G.	FEBVRAY	BIOLOGIE APPLIQUEE
S.	GRENIER	BIOLOGIE APPLIQUEE
Y.	MENEZO	BIOLOGIE APPLIQUEE

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

A.-F.	PRIGENT (Mme)	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
I.	MAGNIN (Mme)	CREATIS**

* GEMPPM	GROUPE D'ETUDE METALLURGIE PHYSIQUE ET PHYSIQUE DES MATERIAUX
** CREATIS	CENTRE DE RECHERCHE ET D'APPLICATIONS EN TRAITEMENT DE L'IMAGE ET DU SIGNAL
***LAEPSI	LABORATOIRE D'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DES PROCÉDES ET SYSTEMES INDUSTRIELS
****CEGELY	CENTRE DE GENIE ELECTRIQUE DE LYON