

**2.2.D - Demande de soutien à une structure fédérative\***  
**Contractualisation / année 2004**

A fournir en 4 exemplaires au Bureau des contrats pluriannuels DRA1 (date limite d'envoi le 1<sup>er</sup> décembre 2002).

**Établissement : Université de Tours**

**- Direction(s) scientifique(s) de la MSU :**

- principale : **DS 1** et secondaires, si nécessaire : **DS 2, DS 5**

**- Un organisme est-il concerné par ce dossier ?**

**- Nom de la structure fédérative (Ne pas utiliser de sigle) :**

MODÉLISATION ET SIMULATION NUMÉRIQUE

Autre(s) établissement(s) formulant également une demande pour la même unité : AUCUN

**- Mots-clés :** Modélisation Simulation Calcul Scientifique

**- Responsable(s) : Coordinateur principal**

M. / Mme	Nom	Prénom	Corps et Grade	Section C.N.U.
M	BARLES	GUY	PR	26

**- Adresses (postale, téléphonique, électronique et télécopieur) :**

Localisation : Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique (UMR 6083). Faculté des Sciences et Techniques, Université de Tours, Parc de Grandmont, 37200 TOURS.

Site web : <http://www.phys.univ-tours.fr>

Téléphone : 02 47 36 71 34      Télécopie : 02 47 36 70 68

Adresse électronique : [barles@univ-tours.fr](mailto:barles@univ-tours.fr)

**- Responsable(s) : Autres coordinateurs**

M. / Mme	Nom	Prénom	Corps et Grade	Section C.N.U.
M	CASAS	JÉRÔME	PR	67

**- Adresses (postale, téléphonique, électronique et télécopieur) :**

Localisation : Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (UMR 6035). Faculté des Sciences et Techniques, Université de Tours, Parc de Grandmont, 37200 TOURS.

Site web : <http://www.univ-tours.fr/IRBI/>

Téléphone : 02.47.36.69.11      Télécopie : 02.47.36.69.66

Adresse électronique : [casas@univ-tours.fr](mailto:casas@univ-tours.fr)

---

\* y compris IFR, MSH

M. / Mme	Nom	Prénom	Corps et Grade	Section C.N.U.
M	PATAT	FRÉDÉRIC	MCU- PH	43-01

**- Adresses (postale, téléphonique, électronique et télécopieur) :**

Localisation : Laboratoire Ultra-Sons, Signaux et Instrumentation (FRE 2448). Université de TOURS, UFR Médecine. 2 Bvd Tonnellé, BP 3223. 37032 TOURS Cedex.

Site web : <http://www.lussi.univ-tours.fr/>

Téléphone : . 02.47.36.60.51                      Télécopie : 02.47.36.61.20

Adresse électronique : [patat@med.univ-tours.fr](mailto:patat@med.univ-tours.fr)

M. / Mme	Nom	Prénom	Corps et Grade	Section C.N.U.
M	PROUST	CHRISTIAN	PR	27

**- Adresses (postale, téléphonique, électronique et télécopieur) :**

Localisation : Laboratoire d'Informatique (EA 2101). Université de TOURS. Ecole Polytechnique de l'Université. Département Informatique. 64, avenue Jean Portalis. 37200 TOURS.

Site web : <http://www.li.univ-tours.fr/>

Téléphone : 02.47.36.14.14    Télécopie : 02.47.36.14.22

Adresse électronique : [proust@univ-tours.fr](mailto:proust@univ-tours.fr)

M. / Mme	Nom	Prénom	Corps et Grade	Section C.N.U.
M	SORET	JEAN- CLAUDE	PR	28

**- Adresses (postale, téléphonique, électronique et télécopieur) :**

Localisation : Laboratoire d'électrodynamique des matériaux avancés (UMR CNRS-CEA 6157). Université de TOURS. UFR Sciences et Techniques. Avenue Monge. 37200 TOURS

Site web : <http://www.lema.phys.univ-tours.fr/>

Téléphone : 02.47.36.69.32                      Télécopie : 02.47.36.69.29

Adresse électronique : [soret@delphi.phys.univ-tours.fr](mailto:soret@delphi.phys.univ-tours.fr)

<b>DATE ET SIGNATURE DU RESPONSABLE DE LA DEMANDE :</b>	<b>DATE ET SIGNATURE DU RESPONSABLE DE L'ETABLISSEMENT DEMANDEUR :</b>
	o Je donne mon accord à la présente demande.

*Annexes à remplir par le responsable du PPF : PROJET SCIENTIFIQUE ; DEMANDE BUDGETAIRE ; LISTE DES EQUIPES CONCERNEES*

**Rappel des modes d'information des experts**

<b>Rubrique</b>	<b>Partie du dossier</b>	<b>Fichier à remonter sur serveur FTP</b>	<b>Saisie SIREDO</b>
<b>Structures fédératives</b>	Identification administrative, approche financière et domaine scientifique	Non	Oui
	Projet scientifique et besoin en matériels	Oui	Non
	Liste équipes impliquées	Non	Oui

## **D1 - Projet Scientifique (joindre une note de présentation du projet) et pilotage de la structure fédérative**

### **I. POURQUOI CE PROJET D'IFR?**

La recherche de pointe moderne, dans la plupart des disciplines, fait appel de plus en plus à des démarches de modélisation et de simulation numérique qui utilisent des outils souvent très sophistiqués et requièrent des compétences de plus en plus pointues et variées. Cette évolution s'explique, d'une part, par l'impossibilité ou le coût prohibitif de certaines expérimentations et, d'autre part, par une volonté d'avoir une meilleure compréhension quantitative des phénomènes et une analyse très fine des facteurs déterminants.

Chaque laboratoire est ainsi amené à rechercher voire à développer des compétences qui n'ont rien à voir avec son champ disciplinaire habituel. Bien entendu, ces besoins sont en perpétuelle évolution et il est difficile d'y faire face. Si on souhaite faire preuve d'une certaine efficacité, pour ne pas dire compétitivité, la nécessité d'une mise en commun des diverses compétences des laboratoires au niveau d'une université paraît aussi évidente que délicate à mettre en œuvre ; elle pose des problèmes bien connus liés non seulement aux difficultés de communication entre les différentes disciplines, aux cultures scientifiques différentes mais aussi à la structuration actuelle de la recherche.

Par ailleurs, dans un monde scientifique ainsi orienté vers la modélisation et la simulation numérique, il semble également utile d'assurer au moins une formation de base dans cette direction pour les futurs chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et même décideurs. Compte tenu de l'évolution rapide des méthodes et des outils dans ces domaines et de leur diversité, cette formation ne peut être, par nature, que très imparfaite mais il paraît indispensable de promouvoir de telles démarches, par essence pluridisciplinaires, et de sensibiliser les étudiants à cette révolution culturelle de la science.

Ces remarques sont à la base du projet de création de cet IFR ; elles vont en fixer les objectifs à court, moyen et long terme.

### **II. OBJECTIFS**

Trois objectifs peuvent être mis en avant.

Le *premier objectif* est le développement d'une recherche pluridisciplinaire de haut niveau entre les 5 laboratoires promoteurs du projet : le laboratoire de mathématiques et physique théorique (LMPT), l'institut de recherche sur la biologie de l'insecte (IRBI), le laboratoire ultra-sons, signaux et instrumentation (LUSSI), le laboratoire d'informatique (LI) et le laboratoire d'électrodynamique des matériaux avancés (LEMA).

Des thèmes de recherche communs sont décrits dans la section suivante.

Le *deuxième objectif* est la formation pluridisciplinaire d'étudiants de thèse et de post-docs.

Le *troisième objectif*, qui ne pourra être réalisé qu'en fonction de nos moyens et/ou à plus long terme, serait de créer une structure *visible* regroupant des compétences en modélisation et simulation numérique,

ouverte à des échanges ou des collaborations avec des enseignants-chercheurs et des chercheurs de l'Université et des centres de recherche de la région.

Dans tous les cas, il s'agit de stimuler et de favoriser des démarches pluridisciplinaires autour du thème "modélisation et simulation numérique" aussi bien au niveau de la recherche que de la formation ; mais compte tenu de la situation scientifique actuelle dans notre pays et de ses spécificités, ce programme ne peut se réaliser que progressivement.

Il pourra s'agir tout d'abord de stimuler des "transferts de technologies", c'est-à-dire la mise en commun des compétences particulières des différents laboratoires (en particulier au niveau des méthodes numériques et de la mise en œuvre informatique).

À moyen et long terme, l'ambition sera d'aller plus loin que le simple transfert de compétences et de favoriser de véritables projets de recherche communs entre plusieurs laboratoires. Le rôle de l'IFR sera essentiellement celui d'un catalyseur mais on peut aussi envisager la mise en commun de moyens techniques et/ou humains (moyens informatiques puissants pour permettre des calculs de tailles importantes, acquisition commune de logiciels performants, ingénieur de recherche pour la gestion des ressources informatiques, postes d'enseignants-chercheurs ou allocations de recherche demandés conjointement...etc.). De même, la volonté de formation pourra aller jusqu'à la mise en place d'un master pluridisciplinaire propre.

### **III. OBJECTIF N°1 : LES PROJETS SCIENTIFIQUES**

Des discussions et des débuts de collaborations entre les 5 laboratoires promoteurs du projet ont conduit à la définition des thèmes de recherche communs suivants :

- Résolution numérique d'équations aux dérivées partielles non linéaires (équations des ondes, équations de diffusion non linéaires). Les laboratoires participants sont : IRBI, LEMA, LMPT, LUSI
- Dynamique des populations, comportements dynamiques et statistiques. Les laboratoires participants sont : IRBI, LMPT
- Ordonnancement et optimisation non conventionnelle : LI, LMPT
- Théorie de l'Image : modélisation et traitement : LI, LMPT, LUSI
- Équations aux dérivées partielles non linéaires et homogénéisation : LMPT, LUSI
- Dynamique dans les milieux désordonnés : LEMA, LMPT

D'un point de vue plus transversal, la première direction de recherche est l'étude théorique et numérique des équations aux dérivées partielles intervenant en biologie (dynamique des populations), médecine (en particulier acoustique et ultra-sons) et en physique (en particulier relativité générale et supraconducteur). Cette activité existe déjà dans chacun de nos laboratoires ou elle est en train de démarrer ; la mise en

commun des compétences est un enjeu essentiel.

La deuxième direction est l'étude des phénomènes et des milieux aléatoires (ou perçus comme tels à cause d'une grande complexité). Du point de vue mathématique, c'est évidemment le domaine des probabilités et des statistiques mais aussi celui de l'homogénéisation. Des recherches sur la Planification de Projets Complexes (modèle RAIH), menées au Laboratoire d'Informatique, en sont une des illustrations.

La fouille intelligente de données (Data Mining), la résolution d'explorations combinatoires dans les bases actuellement constituée en biologie en est une troisième.

De même, les études par simulation numérique, effectuées actuellement au Laboratoire d'Electrodynamique des Matériaux Avancés, sur les systèmes périodiques contrariés par un potentiel ou une force aléatoire (comme par exemple le réseau d'Abrikosov dans les supraconducteurs) sont une autre illustration de cette direction de recherche. La dynamique de ces systèmes, sous l'action d'une force extérieure, présente des effets fortement non linéaires qui conduisent à une riche variété de nouveaux phénomènes, et soulèvent de nombreuses questions fondamentales. Par exemple: quels sont les propriétés et comportements universels de ces systèmes? Comment le désordre statique affecte-t-il leur structure à vitesse élevée?

Évidemment, l'accompagnement naturel de ces thèmes dans le volet « formation » est prévu ; par exemple, nous envisageons des modules transversaux de l'École Doctorale « Santé, Sciences et Technologie » dans les directions suivantes :

- Biostatistiques,
- Algorithmique,
- Méthodes numériques de résolution des équations aux dérivées partielles (différences finies, éléments finis,... etc.)
- Méthode de Monte-Carlo
- Homogénéisation

De telles formations sont aussi envisagées au niveau post-doctoral.

#### **IV. OBJECTIF N° 2 : FORMATION**

Plusieurs actions sont envisagées, d'autant plus que nous ne considérons pas le terme « formation » comme ne concernant que les seuls doctorants ou post-doctorants mais il s'adresse aussi à tous les enseignants-chercheurs et chercheurs qui aborde une recherche pluridisciplinaire.

Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, l'organisation commune de modules transversaux de l'École Doctorale « Santé, Sciences et Technologie » est l'action la plus simple et la plus naturelle à mettre en place. Un des objectifs majeurs du projet est la définition en commun de tels modules (typiquement 2 par an) de manière à ce qu'ils soient adaptés à nos projets et à nos étudiants. L'approche pluridisciplinaire dans l'organisation de ces modules nous paraît intéressante car elle doit les rendre

accessibles au plus grand nombre d'étudiants.

Nous n'envisageons pas de vrais co-encadrements de thèses car, en France, la carrière des chercheurs est encore trop liée à leur carte de visite « monodisciplinaire ». Mais nous encouragerons les contacts des doctorants et des post-docs avec des laboratoires autres que le leur, avec une volonté de formation partielle sur un thème donné.

Sur des sujets pointus, des mini-cours spécifiques seront sans doute nécessaires. Nous comptons sur des invités, étrangers en particulier, pour nous faire profiter de leur expertise.

Enfin, des conférences généralistes ou plus spécialisées seront organisées.

## **V. OBJECTIF N° 3 : ÉVOLUTION À PLUS LONG TERME**

Dans un premier temps, même si l'objectif de collaborations entre les 5 laboratoires peut sembler un peu restrictif, l'aspect pluridisciplinaire du projet contient déjà une difficulté qui nous paraît réelle et que nous ne négligeons pas. Sa réalisation devrait mobiliser une énergie importante dans chacun de nos laboratoires et il nous semble donc illusoire de penser pouvoir répondre à d'autres sollicitations de collaborations pendant la première phase du projet, sauf cas particuliers d'interactions individuelles.

L'idée de créer une structure visible regroupant des compétences en modélisation et simulation numérique, capable d'interagir avec des enseignants-chercheurs et des chercheurs de l'Université et des centres de recherche de la région, est donc un objectif à plus long terme.

Bien entendu, des échanges et des collaborations ponctuelles pourront avoir lieu, mais dans la mesure de nos moyens et il paraît clair que nous ne pourrons répondre à toutes les sollicitations.

Quant à l'intégration d'autres laboratoires dans l'IFR, elle se fera naturellement dès lors qu'on dépasse le cadre de collaborations limitées.

C'est la raison pour laquelle nous avons distingué dans la liste ci-dessous des «équipes participant au programme ou utilisatrices des équipements collectifs», les «équipes participantes» dont l'investissement dans le projet va être important et les «équipes associées» qui sont intéressées par la thématique et souhaitent participer au projet mais qui n'envisage pas un investissement aussi important.

## **VI. APPORT ET COMPÉTENCES DES DIFFÉRENTES ÉQUIPES**

Le Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique apporte des compétences théoriques en Mathématiques, une expérience de la modélisation en Physique et un savoir-faire en calcul scientifique.

L'institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, qui héberge en son sein un biomathématicien et très prochainement un IE en métrologie optique, apporte son savoir faire en dynamique de populations et en physique expérimentale.

Le Laboratoire d'Informatique peut apporter ses compétences dans divers outils de modélisation (modélisation mathématique de la Recherche Opérationnelle, Réseau de Petri, Programmation Logique à

Propagation de contraintes, Graphes, Réseaux Biomimétiques ...) et dans les outils de simulation associés, de résolution exactes ou heuristiques des problèmes combinatoires, dans le Data Mining ... Les PFE du département d'Informatique de l'EPUTours (ex E3i), les stages du DEA d'Informatique peuvent être des supports de collaboration.

Le Laboratoire d'Electrodynamique des Matériaux Avancés peut apporter des compétences en simulation numérique (méthode de Monte Carlo, dynamique moléculaire).

## **VII. ACTIONS DÉJÀ ENTREPRISES**

La première étape dans sa mise en œuvre de ce projet a consisté à mettre en contacts les chercheurs des différents laboratoires de l'Université, en particuliers ceux des 5 laboratoires promoteurs. Elle a été réalisée grâce à l'organisation des "Journées Tourangelles de Modélisation et de Simulation", journées semestrielles (pour le moment) qui en sont à leur deuxième édition et qui ont permis à des informaticiens, des biologistes, des physiciens et des géographes de venir exposer leurs problèmes et de mettre en évidence leurs compétences.

Le bilan de ces journées est d'ores et déjà très positif: des échanges fructueux ont eu lieu et des collaborations se sont même amorcées. Ce constat nous conforte dans notre démarche. Des journées plus ciblées sur des thèmes précis sont programmées.

La deuxième action, qui a déjà débuté en 2001-2002, est l'organisation de modules transversaux dans le cadre des Écoles Doctorales de l'Université de Tours autour du thème modélisation et simulation. Un seul module a été organisé pour l'instant mais deux ou trois paraissent des chiffres plus conformes, au moins à moyen terme, à notre volonté de formation. Nous envisageons aussi des actions au niveau des Travaux d'Études et de Recherche (TER= stage de maîtrise), au niveau des Projets de Fin d'Études (PFE des Départements de l'École Polytechnique de l'Université de Tours) qui pourraient être co-organisés et encadrés.

Une troisième voie est l'invitation de chercheurs étrangers travaillant à l'interface de plusieurs disciplines. Bien entendu, ces chercheurs seront invités à donner un cours et des séminaires plus spécialisés. Une demande commune Biologie-Mathématiques d'invitation sur contingent national a été déjà présentée au Conseil Scientifique de l'Université et acceptée. À moyen terme, nous souhaiterions pouvoir disposer d'un contingent propre pour de telles invitations.

Un projet de Master Recherche en physique non linéaire a été proposé par le LEMA, le LMPT et LUSSE : il s'agit d'une action forte de formation conjointe, dans une des directions de recherche fortes du projet, d'autant plus que le Master comprendra une formation en analyse numérique.

## **VIII. FAISABILITÉ**

Ce projet d'IFR a été mis sur pieds par 5 laboratoires reconnus de l'Université (3 UMR CNRS, 1 FRE, 1 EA) couvrant 5 disciplines différentes : biologie, informatique, mathématiques, médecine et physique. Cette volonté commune de faire avancer une recherche pluridisciplinaire est assez spectaculaire et plutôt inhabituelle ; elle témoigne de l'intérêt que nos laboratoires portent à cette démarche. Cet intérêt est le premier garant de la faisabilité du projet.

Le projet a délibérément choisi des ambitions limitées, mettant l'accent sur le premier objectif, c'est-à-dire des collaborations entre des équipes qui ont décidé de faire un investissement important dans cette direction.

## **IX. FONCTIONNEMENT**

Nous nous proposons de fonctionner de manière collégiale : toutes les décisions à prendre dans le cadre de l'IFR seront prises par le "bureau scientifique de l'IFR" formé par les 5 promoteurs du projet. Ce bureau scientifique pourra co-opter d'autres membres en fonction de son évolution.

En fait, nous souhaitons que d'autres laboratoires de l'Université puissent rejoindre le projet en cours de route : l'aspect ouvert et fédérateur nous semble un point important de ce projet d'IFR. Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, l'intégration d'autres laboratoires dans l'IFR se fera naturellement dès lors qu'on dépasse le cadre de collaborations limitées.

## **X. INTÉRÊT DE LA CRÉATION DE L'IFR, PLUS-VALUE APPORTÉE :**

Nous croyons inutile de revenir sur l'intérêt scientifique du projet : la mise en place de groupements de recherche pluridisciplinaire est un des enjeux majeurs de la recherche française. Notre projet s'inscrit dans ce cadre avec un thème central "modélisation et de simulation numérique" qui nous paraît très fédérateur.

Mais, comme nous l'avons décrit dans la section VII, des actions sont déjà en cours pour favoriser des interactions pluridisciplinaires alors pourquoi cette volonté de formalisation?

La première raison est la visibilité : pour fédérer, pour stimuler les interactions, une structure bien définie et localisée nous paraît nécessaire. Quiconque est intéressé par notre démarche doit savoir où et à qui s'adresser. Les actions informelles, même si elles peuvent avoir quelques retombées intéressantes sur le court terme, nous semblent inefficaces sur le long terme.

D'autre part, les actions qui ont été menées jusqu'à présent ont besoin d'être pérennisées : une structure est plus fiable qu'un groupe d'individualités.

Enfin la mise en commun de moyens plus lourds qui est à terme un de nos objectifs ne peut se faire dans le flou.

## **XI. MOYENS DEMANDÉS**

Il nous paraît raisonnable d'adapter nos demandes de moyens en fonction de nos objectifs à court, moyen et long terme.

À court terme, nous n'avons besoin que de crédits de fonctionnement assez limités pour l'organisation de rencontres, l'invitation de conférenciers et, éventuellement, quelques missions. Nous utiliserons en partie

les ressources de l'Université (Ecoles Doctorales en particulier) et une partie des crédits de nos laboratoires. Nous comptons aussi sur un soutien de l'Université pour des invitations de chercheurs étrangers sur contingent national et sur des aides régionales pour des invitations de longues durées. Des crédits de fonctionnement spécifiques de l'ordre de 5 à 10 kEuro nous semblent raisonnables.

Par contre, comme une recherche pluridisciplinaire réelle demande un investissement en temps très important, il serait souhaitable que des projets bien ciblés puissent bénéficier d'importantes décharges d'enseignement. Ceci nous paraît une condition presque nécessaire pour la réalisation de tels projets. Nous avons formulé cette demande via des crédits de vacation.

Du point de vue des équipements, nous ne formulons aucune demande particulière, sauf pour l'achat de logiciels scientifiques dont le coût est toujours très important.

Dans le cas où notre projet serait reconnu, nous souhaiterions un ré-examen à mi-parcours du contrat avec une mise en adéquation de nos moyens.

À plus long terme, si un "plateau technique" (i.e. un Centre de Calcul) s'avérait comme une solution consensuelle et pertinente, nous aurions besoin de moyens plus lourds en matériel ET **surtout** en personnels techniques.

**D2.1 - Liste des achats de matériels souhaités pendant la durée du contrat ( en euros)**

**AUCUN ACHAT DE MATÉRIEL N'EST PRÉVU À CE JOUR : SI UN CENTRE DE CALCUL COMMUN APPARAÎT À TERME COMME UNE SOLUTION PERTINENTE, NOUS FERONS UNE DEMANDE SPÉCIFIQUE EN TEMPS UTILES.**

<b>Descriptif et nombre</b>	<b>Coût unitaire</b>	<b>Sources de financements (1)</b>	<b>Montants</b>
<b>Total</b>			

*A remonter en fichier attaché sur serveur FTP avec projet scientifique*

(1) Préciser si les cofinancements sont Demandés ou Acquis

### D2.1 - Demande budgétaire au ministère (en euros)

Type de crédits	2004	2005	2006	2007
Equipement et moyens de calcul	10000 <sup>(3)</sup>	10000	10000	10000
Fonctionnement (Hors infrastructures)	5000 <sup>(1)</sup>	6000	7000	7000
Vacations	12000 <sup>(2)</sup>	12000	12000	12000
<i>Pour information :</i> Crédits CPER attendus  Part Etat :				
<i>Pour information :</i> Crédits CPI attendus  Part Collectivités :				

*A reprendre dans Siredo*

**NB :**

(1) = 5 invitations de chercheurs français (500x3) + 1 invitation de chercheur étranger (1 US : 3000) + l'organisation des Journées Tourangelles de Modélisation & Simulation (500)

(2) = 1 décharge de service par an = 192h = 192 x 60 = 11500

(3) = investissement en logiciels scientifiques, essentiellement.

### Demande budgétaire aux organismes (en euros)

Organisme	2004	2005	2006	2007

**D3 - Liste des équipes participant au programme ou utilisatrices des équipements collectifs décrits dans le programme**

Identification de l'équipe (Type, Numéro, Intitulé)	Nom et prénom du responsable	DS
<p>I. ÉQUIPES PARTICIPANTES</p> <p>-- UMR 6083, Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique</p> <p>-- UMR 6035, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte</p> <p>-- FRE 2448, Laboratoire d'Ultra-Sons, Signaux et Instrumentation</p> <p>-- EA 2101, Laboratoire d'Informatique</p> <p>-- UMR CNRS-CEA 6157 - LRC CEA M01 Laboratoire d'Electrodynamique des Matériaux Avancés</p>	<p>G. BARLES</p> <p>J. CASAS</p> <p>F. PATAT</p> <p>Ch. PROUST</p> <p>Fr. GERVAIS</p>	<p>DS 1 DS 2</p> <p>DS 5</p> <p>DS 5</p> <p>DS 1</p> <p>DS 2</p>
<p>II. ÉQUIPES ASSOCIÉES</p> <p>-- EA 2098, Physico-chimie des interfaces et des milieux réactionnels. Équipe D (D. Lemordant, V. Agafonov)</p> <p>-- EA 2111, Centre de recherche « Ville, Société et Territoires », Équipe ART (Ph. Mathis, S. Thibault)</p> <p>-- EA 2640, Laboratoire de Mécanique et de Rhéologie, (C. Gontier)</p>	<p>D. LEMORDANT</p> <p>C. LARRUE</p> <p>N.RANGANATHAN</p>	<p>DS 4</p> <p>DS 6</p> <p>DS 2</p>