

Document de présentation des activités scientifiques du CMLA

Mécanique des fluides réels au CMLA

Modélisation, Calcul scientifique & Prototypage virtuel

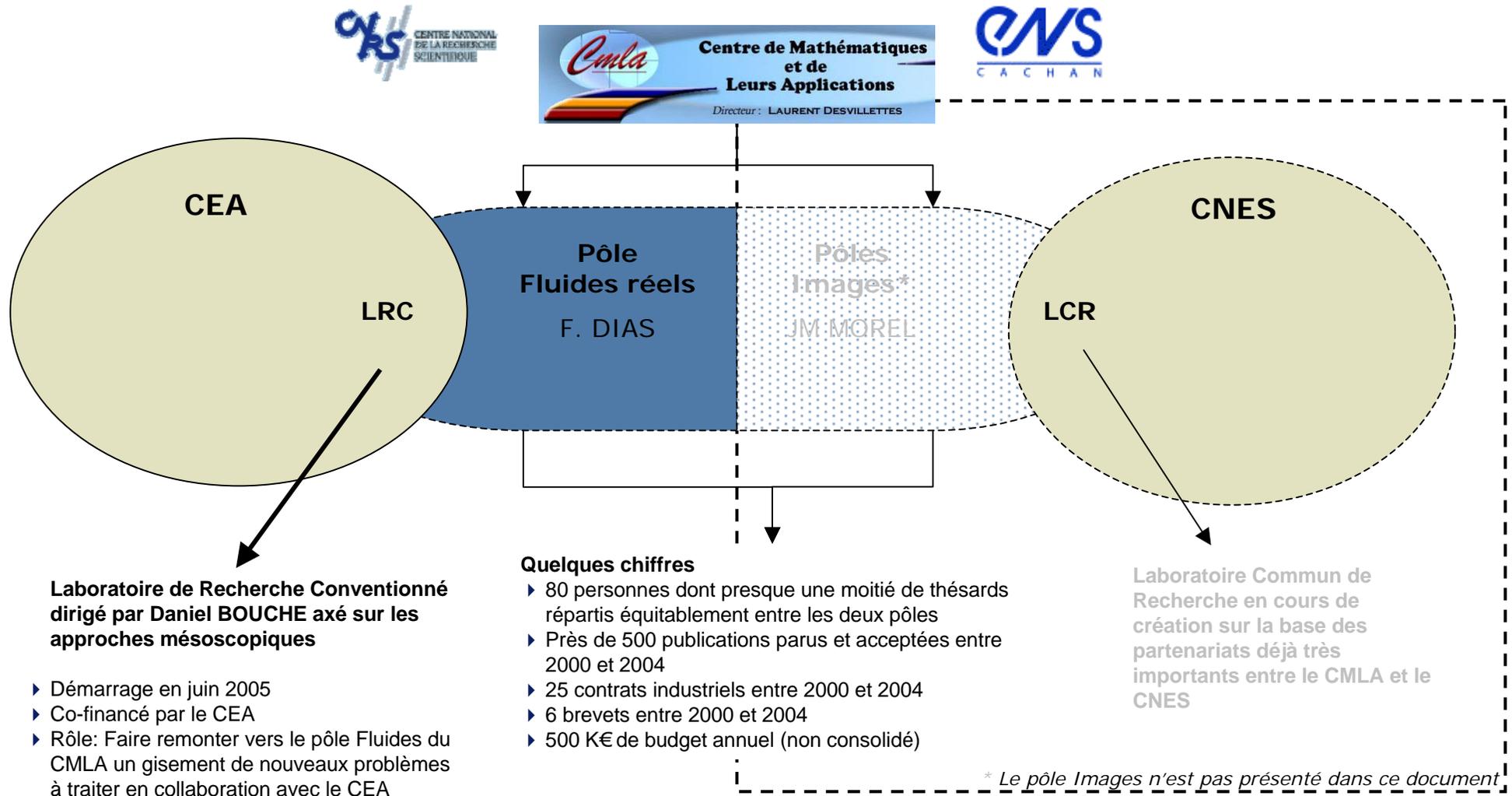
Centre de **M**athématiques et de **L**eurs **A**pplications
ENS-CACHAN
Janvier 2007



mfr@cmla.ens-cachan.fr

+331 47 40 74 29

Le CMLA est structuré autour de deux pôles thématiques mobilisant près de 80 personnes dont une moitié de doctorants

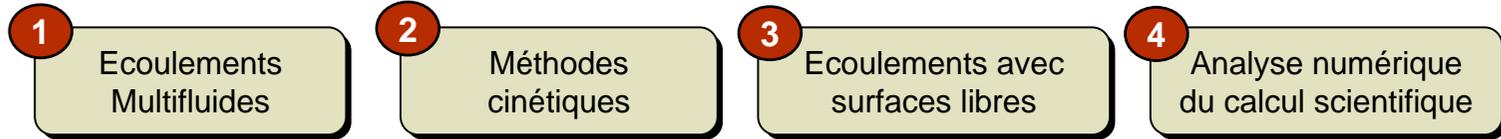


Laboratoire de Recherche Conventionné dirigé par Daniel BOUCHE axé sur les approches mésoscopiques

- ▶ Démarrage en juin 2005
- ▶ Co-financé par le CEA
- ▶ Rôle: Faire remonter vers le pôle Fluides du CMLA un gisement de nouveaux problèmes à traiter en collaboration avec le CEA

Laboratoire Commun de Recherche en cours de création sur la base des partenariats déjà très importants entre le CMLA et le CNES

Au sein du pôle de mécanique des fluides, quatre équipes de recherche couvrent un large périmètre



Responsable & Contact

▶ Jean Michel GHIDAGLIA

▶ Laurent DESVILLETES

▶ Frédéric DIAS

▶ Frédéric PASCAL

Projets industriels récents

- ▶ Ballotement dans les cuves de méthaniers
- ▶ Optimisation Multi-Objectif pour le Design de Systèmes Complexes
- ▶ Ecoulements multi-canaux
- ▶ Fluttering en aéronautique
- ▶ Ecoulements dans les pipelines enfouis
- ▶ Ecoulements gaz-particules
- ▶ Murs anti-bruits
- ▶ Ecoulements dans les poumons
- ▶ ...



Mots clefs thématiques

Volumes finis écoulements surfaces libres
vagues extrêmes Tsunamis conditions aux limites équations
cinétiques Multi-phasique Galerkin schémas numériques
Navier Stokes ...

La spécificité du CMLA consiste à être présent sur toute la chaîne de modélisation grâce à des collaborations internes et en partenariat permanent avec ceux qui ont posé le problème

Un exemple de collaboration industrielle et inter-équipes

► Etape 1: Demande d'expertise

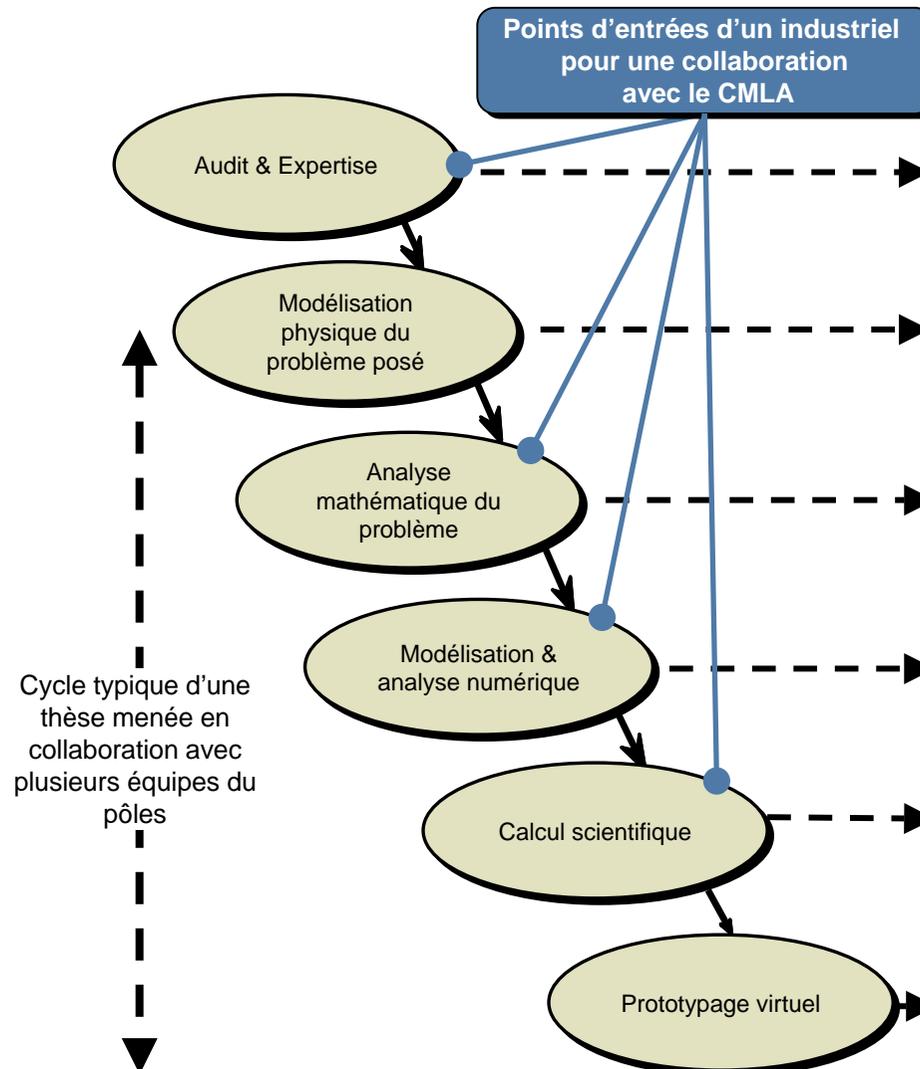
Le CEA DAM a sollicité le CMLA pour introduire dans leur code des phénomènes complexes liés à la coalescence, la collision et la fragmentation dans un type d'aérosols spécifique

► Etape 2: Recrutement de doctorants

Le CMLA et le CEA pour sélectionner deux étudiants. Les thèses sont co-cadrées et les financements proviennent du CEA et/ou du ministère.

► Etape 3: Spectre des travaux

- Étude qualitative des modèles mathématiques
- Programmation effective des méthodes proposées
- Intégration au code du CEA
- Résultats de cas tests académiques
- Résultats de production

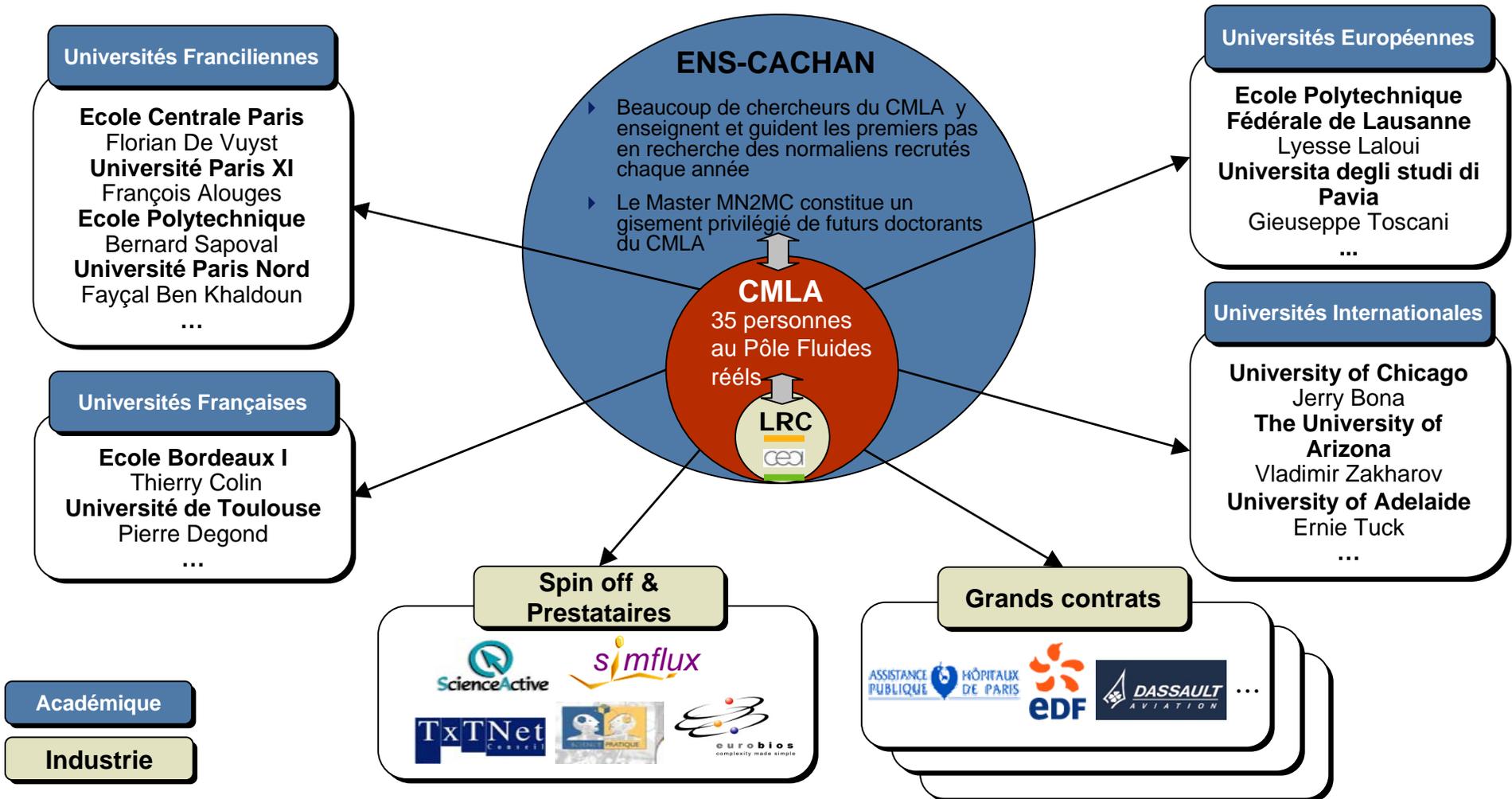


Rôles du CMLA

- Fonctionnant sur le modèle d'un institut, les quatre équipes du pôle Fluides réels collaborent ensemble pour couvrir toute la problématique posée
- Le CMLA fait appel, si besoin est, à d'autres compétences au sein de laboratoires partenaires pour répondre à des problématiques interdisciplinaires (laboratoires de biologie, médecine, mécanique, physique)
- Sur de gros projets industriels, le CMLA coordonne des équipes interdisciplinaires et conduit les projets avec les ressources disponibles chez les industriels
- Obtention de résultats directement opérationnels

L'étendue du réseau scientifique pérenne tissé autour des équipes du CMLA démontre une orientation très industrielle et fortement interdisciplinaire dépassant le strict cadre des maths appliquées

Principales collaborations académiques et grands contrats industriels



Equipe Ecoulements Multifluides dirigée par Jean-Michel GHIDAGLIA



1

Écoulements Multifluides

Applications industrielles

- ▶ Écoulements diphasiques
- ▶ Écoulement eau-vapeur
- ▶ Fluides réels



Projets en cours

- ▶ Transition modèles gaz-particules vers fluide-fluide
- ▶ Ballotement de fluides dans les cuves de méthaniers
- ▶ Solveurs multi matériaux avec interfaces d'épaisseur nulle
- ▶ Écoulements dans des pipelines enfouis
- ▶ Développement d'une plate-forme de simulation d'écoulements compressibles complexes

Travaux théoriques et interdisciplinaires

- ▶ Solveurs volumes finis pour les équations dispersives
- ▶ Modèles d'agents pour les propriétés macroscopiques des matériaux
- ▶ Correcteurs géométriques pour étudier l'ordre de convergence des schémas volumes finis
- ▶ Existence de solutions faibles pour les modèles bifluides



jean-michel.ghidaglia@cmla.ens-cachan.fr

Equipe Méthodes Cinétiques dirigée par Laurent DESVILLETES

2

Méthodes cinétiques

Applications industrielles

- ▶ Aérosols en milieux raréfiés
- ▶ Aérosols dans les poumons humains



Projets industriels en cours

- ▶ Couplage entre Direct Numerical Simulation (DNS) et des modèles moyennés pour les sprays et fluides diphasiques
- ▶ Etude de sûreté pour ITER: aérosols en milieu raréfiés
- ▶ Etude des aérosols dans les poumons humains (simulation du poumon humain)
- ▶ Méthodes pour le couplage du transfert radiatif avec la physique atomique



Travaux théoriques et interdisciplinaires

- ▶ Equations cinétiques et méthodes particulières sous-jacentes
- ▶ Ecoulements gaz-particules
- ▶ Méthodes d'entropie, hypo-coercitivité
- ▶ Régularités, singularités pour les noyaux de collision
- ▶ Dynamique des populations (écologie quantitative)



laurent.desvilletes@cmla.ens-cachan.fr

Equipe écoulements avec surface libre dirigée par Frédéric DIAS



Projets industriels en cours

- ▶ Flottement d'ailes en régime transsonique ($mac \sim 1$). Transfert de technologie de l'expertise du laboratoire vers le solveur Navier-Stokes utilisé chez Dassault.
- ▶ Cartographie des zones inondables sur le pourtour méditerranéen suite à un tsunami en collaboration avec plusieurs universités dans le cadre d'un projet européen
- ▶ Modélisation de l'arrivée de vagues extrêmes sur la côte et code numérique associé résolvant les équations de Boussinesq

3

Écoulements avec surface libre

Applications industrielles

- ▶ Tsunamis
- ▶ Vagues côtières
- ▶ Ondes inter-faciales
- ▶ Impact des vagues sur structures



Travaux théoriques et interdisciplinaires

- ▶ Ondes dans un milieu stratifié (ex: couche de pétrole au dessus d'une couche d'eau): application aux marées noires.
- ▶ Développement d'un outil pour étudier la stabilité des ondes solitaires couplé au code numérique associé
- ▶ Etude des déclenchements de tsunamis par tremblement de terre, par chute d'astéroïde, par glissement de terrain en collaboration avec l'école polytechnique fédérale de Lausanne



frederic.dias@cmla.ens-cachan.fr

Equipe Analyse Numérique dirigée par Frédéric PASCAL



4

Analyse numérique

Applications industrielles

- ▶ Analyse numérique des codes numériques déployés chez des industriels
- ▶ Expertises numériques pour industriels



Projets industriels en cours

- ▶ Problème de positivité sur des maillages non structurés
- ▶ Problème de transport pour la neutronique (équation de la chaleur pour la diffusion, coefficient de diffusion, tenseur de diffusion anisotrope)
- ▶ Expertises sur un code de simulation d'un magnétron (dépose de couches minces sur du verre)
- ▶ Mise en place d'un démonstrateur expérimentant le cadre générique et les spécifications d'interopérabilité d'une plateforme Open Source
- ▶ Conseil en éléments finis discontinus (ordre & volumes finis)

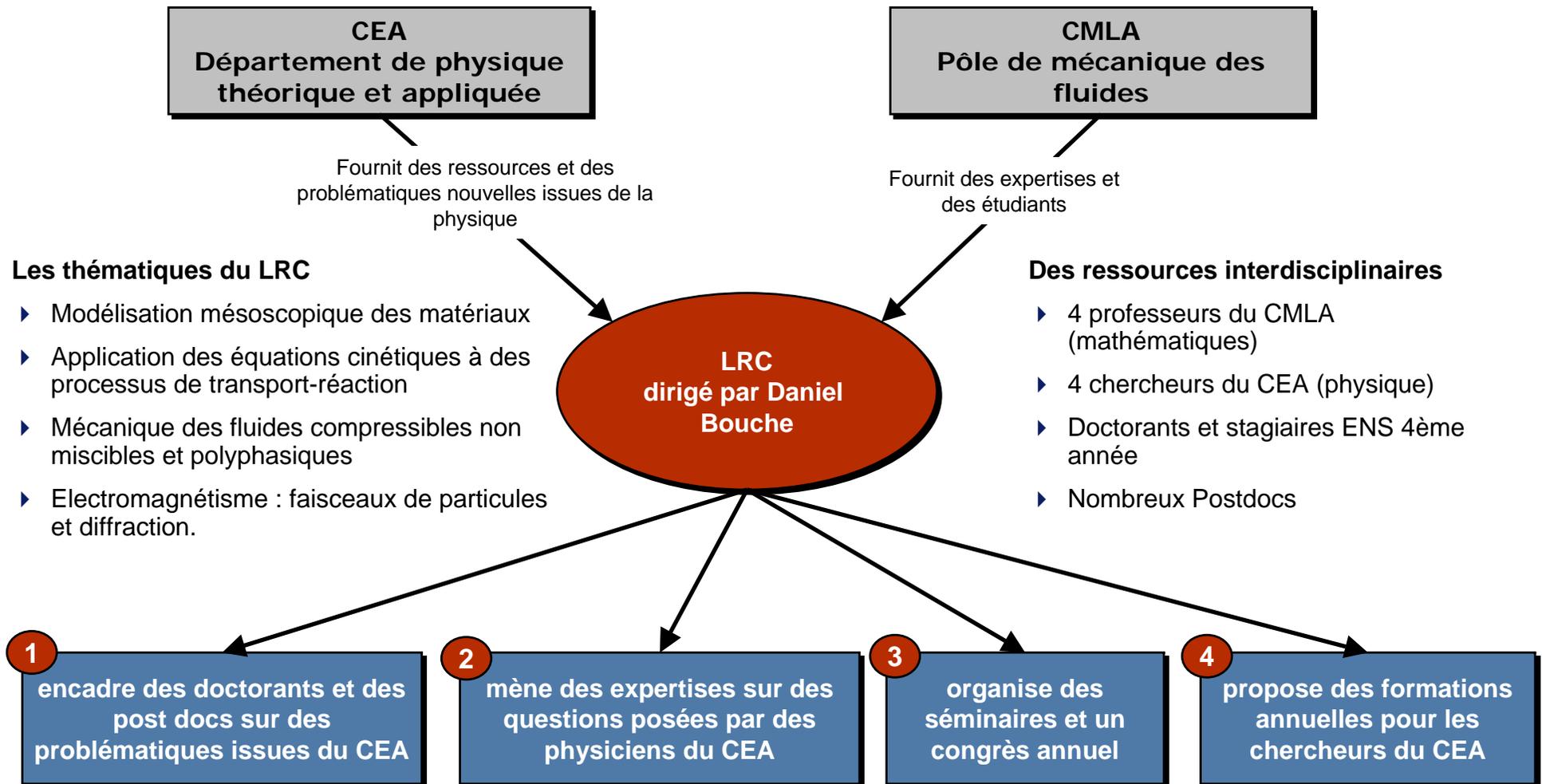
Travaux théoriques et interdisciplinaires

- ▶ Méthodes de Galerkin discontinues
- ▶ Estimateurs a posteriori
- ▶ Etude de la convergence de schémas adaptatifs
- ▶ Traitement des conditions aux limites pour les systèmes hyperboliques



frederic.pascal@cmla.ens-cachan.fr

Le LRC consolide le partenariat entre le CEA et le CMLA et fournit un cadre de collaboration fertile entre mathématiciens et physiciens pour résoudre des problèmes concrets



daniel.bouche@cea.fr