

GdR « Transferts & Interfaces , Changement de Phase et Défis Energétiques Nouveaux » TransInter-Phase DEUX

Nicolas Rimbart

Renouvellement du GdR au sein du département CNRS Ingénierie
autour des thématiques des
interfaces et des transferts aux interfaces avec ou sans changement de
phase

Introduction

- Pourquoi un **renouvellement du GdR TRANSINTER?**
 - une évolution nécessaire: **les changements de phase!**
 - Prise en compte de l'activité du GDR TransInter
 - Changement du paysage scientifique français
 - CEA Saclay...
 - Continuer à **rassembler les acteurs** des thématiques des écoulements avec interfaces ou multiphasiques en présence de changement de phase
 - se tourner résolument vers les **problématiques industriels** et surtout la **transition énergétique**

Bilan du GDR TransInter

- Succès des **journées du GDR** à Aussois (sur 3 jours)
 - 2019: 49 participants (12 doc.)
 - 2021: 55 participants (17 doc., 10 indus., 28 E/C), 11 labos
 - 2022: 50 participants (26 doc., 3 indus., 21 E/C), 12 labos
 - 2023: 50 participants
- Succès des **journées thématiques**
 - 2021: webinaire Interface
 - 2022: Givrage (2jours): 30 participants
- Participation financière
 - **Ecole de printemps** Givrage 2023 (T. Séon , C. Josserand, Cargèse)

Journées 2023



Domaines d'application visés

- Energie
 - Nucléaire, Géothermie,...,etc
 - « Oil & Gas Industry »
 - **Stockage**
 - **Fluides et carburants nouveaux (biocarburant, hydrogène, fluides « actifs »)**
- Mobilité
 - Aéronautique
 - Transport
- Procédés **et décarbonation**
 - Sidérurgie
 - Pharmaceutique
 - Chimie
 - Agroalimentaire

Bilan des Verrous Scientifiques & Technologiques (1/4)

- « Solide » et interface
 - Dépôt, arrachement, **encrassement**
 - **Dépollution** optimum par abattage humide
 - Porosité des solides vis-à-vis des gaz
 - stockage d'hydrogène, **fuite**
 - Compression d'un gaz réel
 - **compresseur d'hydrogène**
 - **Refroidissement par gaz des moteurs électriques**

Bilan des Verrous Scientifiques & Technologiques (2/4)

- « Liquide » et Interface
 - **Jet liquide en atomisation**
 - production de poudre, moteurs, sûreté nucléaire,...)
 - **Engorgement dans des échangeurs**
 - captage de CO₂, échangeur à film tombant
 - **Extraction liquide/liquide**
 - industrie chimique, pharmaceutique, agroalimentaire, gestion des boues d'assainissement...
 - **Comment piloter et contrôler les instabilités d'interface par un champ de forces extérieurs ?**
 - **Développement d'outils métrologiques**
 - **DNS avec changement de phase (en compressible), à grand nombre de Schmidt**
 - simulation des procédés industriels, réacteurs, situations accidentelles

Bilan des Verrous Scientifiques & Technologiques (3/4)

- **Ebullition**
 - **Remouillage**
 - **Ebullition de transition**
 - **Flux critique**
 - **Température de Leidenfrost**
 - **Echangeur - évaporateur**
 - **Evaporer des biocarburants?**
 - **Refroidissement par évaporation**

Bilan des Verrous Scientifiques & Technologiques (4/4)

- **Solidification**

- **Interaction gouttes-paroi**

- Givrage, industrie aéronautique

- Stockage de chaleur dans les **matériaux à changement de phase**

- bâtiment, procédés

- **Fusion**

- **Dégivrage**

- **Sureté nucléaire**

- **Soudure**

Thématiques et problématiques physiques (1/3)

- **Processus physiques:**
 - Des écoulements diphasiques
 - avec transfert de chaleur (écoulements non isothermes)
 - avec transfert de masse (milieux miscibles ou non)
 - avec transition de phase (évaporation, condensation)
 - avec des réactions chimiques
 - les écoulements à phase dispersée (gouttes, sprays, brouillards)
 - phénomènes de transformation de la structure diphasique
 - atomisation primaire de jets ou de nappes, arrachement de gouttes et fragmentation secondaire
 - écoulements diphasiques sur une paroi solide et en milieu poreux
 - les films, les ménisques, les films précurseurs, la ligne triple

Thématiques et problématiques physiques (2/3)

- problématiques communes :
 - **Couplage** entre transferts
 - chaleur, masse
 - transition de phase
 - liquide-vapeur, solide-liquide, ligne triple
 - Dynamique **multi-échelle**
 - mouillage, démouillage, remouillage
 - Transfert de chaleur ou changement de phase (solidification, évaporation, ébullition),
 - Influence des parois, surfactants
 - Méthodes multi-échelles
 - Homogénéisation

Thématiques et problématiques physiques (3/3)

- Problématiques communes

- Turbulence, instabilités

- instabilités hydrodynamiques
- échelles de turbulence

- Simulation numérique des écoulements à l'interface (gaz-liquide en général)

- méthode spectrale
- suivi de fronts

Approches

- Expériences :
 - Observation fine
 - Caractérisation topologique des interfaces
- Modélisation analytique :
 - équations moyennées,
 - approche spectrale,
 - analyse linéaire et non-linéaire,
 - **thermodynamique du non-équilibre**
- Simulations :
 - **Dynamique Moléculaire,**
 - méthodes et codes DNS,
 - **CFD Industrielle**

Périmètre du GdR

• Laboratoires

Institut Jean le Rond d'Alembert,
 LISN, FAST, IMFT, IMT, ILM, LEMTA,
 ICUBE, LMFA, EMMAH, LRGP, IVK,
 I2M, LGPM, LOCIE, TIPS, LTEN,
 CETHIL, LRGP, MSC, CNAM Paris,
 LEGI, PMMH, Laplace,...

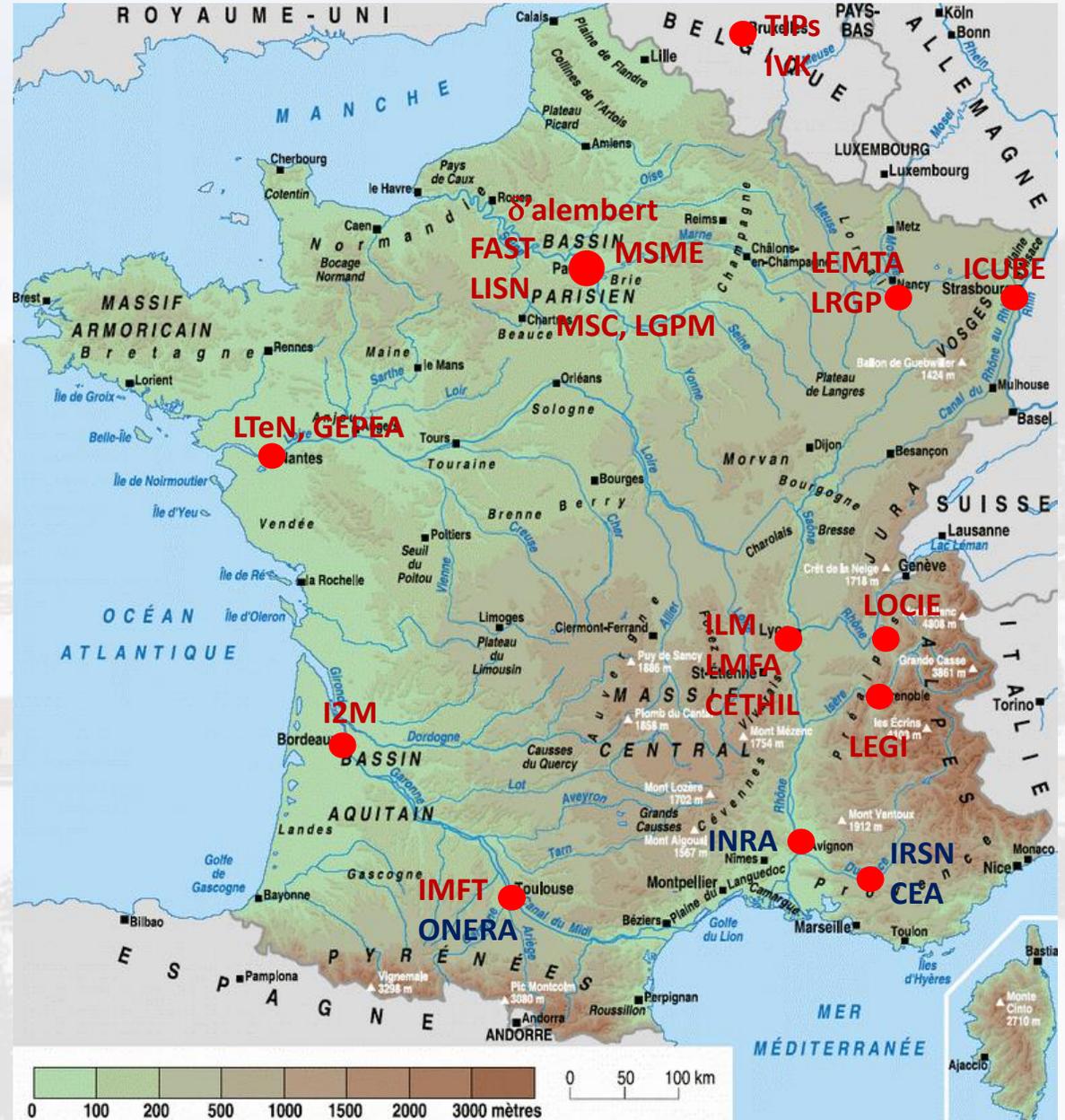
C'est bien sûr encore ouvert!

• EPIC

ONERA, CEA, IRSN, IFPEN,...

• Industriels

ArcelorMittal, Air Liquide, Ariane
 Group, EDF, Constellium,...



Retombées?

- Synergie entre les partenaires **académiques et industriels**
- Faire communauté autour de ces thématiques en impliquant des **jeunes chercheurs** (doctorants ou postdoctorants)
- **Une forte participation des industriels de différents secteurs**
- **Diffuser les connaissances** des laboratoires affiliés au CNRS vers le milieu industriel

Organisation

- **Porteurs:**
 - Directeur: Nicolas RIMBERT, Pr. Université de Lorraine (LEMETA UMR CNRS 7563)
 - Directeur adjoint: Michel GRADECK, Pr. UL LEMETA
- **Comité ou Bureau:** composé de membres académiques et industriels
 - En évolution , sera établi lors des journées 2024
- Journées thématiques et colloques
- Ateliers articulés autour des 3 volets:
 - Expérience
 - Modélisation
 - Simulation/benchmarks

Structuration

- **Axe 1: Transfert aux interfaces**
 - **Thermodynamique des interfaces**
 - Transferts entre fluides
 - Transferts fluide/solide
 - Transferts en milieux poreux
- **Axe 2: Changement de phase**
 - Fusion/Solidification (stockage de l'énergie thermique)
 - Evaporation/Condensation (transfert de l'énergie thermique)
 - Techniques expérimentales nouvelles
 - **Fluides complexes et fluides actifs (ex. H₂), Amir Barhani**
- **Axe 3: méthodes numériques**
 - Micro: **Dynamique moléculaire**
 - Méso: Champ de phase , Boltzmann sur réseau
 - Macro: écoulements multiphasiques (VOF, Level set, **Euler/Euler...**)
 - IA: veille sur l'apport de l'intelligence artificielle au domaine

Gouvernance

- Création d'un comité scientifique
 - Prospective
 - Place « réservée » aux industriels
 - Pas nécessairement le temps de s'impliquer en tant que responsable de groupe
 - Faire remonter leur préoccupation
- Bureau
 - Responsables de groupe (jusqu'à 9)
 - Comité scientifique (jusqu'à 9)
 - Directeur
 - Directeur adjoint

Dates importantes

- 15-20 décembre 2024: **Boiling Winter School**
- Juin 2025
 - Journées du GDR 2025 à Aussois (9-12 juin?)
 - Dates en cours de discussion
- Congrès Euromech adossé au CFM 2025
 - Metz, 25 août 2025 - 29 août 2025
 - Michel Gradeck Organisateur

→ Conférence EUROMECH dans le cadre du congrès CFM 2025 à METZ du 25 au 29 août 2025

EUROPEAN
MECHANICS
SOCIETY

COLLOQUIUM 651

FILMS, BUBBLES, DROPLETS AND PHASE CHANGE

25 August – 29 August 2025, Metz, France

The Euromech conference “Films, bubbles, droplets and phase change” wants to examine heat and mass transfer involved in many industrial processes where bubble, drops and flowing films undergo a phase change, from an academic point of view to the industrial application, including experiences and numerical simulations. We invite you (academics or industrial) to participate in this conference and to contribute to any topic, listed below, of your scientific interest.

- bubble and drop dynamics in thermodynamic disequilibrium
- fragmentation and atomization
- boiling at low to high pressure in steady and transient situations
- falling films, sheared films for heat exchanger applications
- wetting, dewetting in film formation undergoing a phase change
- Icing and de/anti-icing

<https://651.euromech.org/about/>

Ecole d'hiver sur l'ébullition

- En cours d'organisation...
- <http://www.boiling-winter-school/>
 - Aussois réservé du 15 au 20 décembre 2024
 - 80 personnes
 - Comité scientifique
 - IMFT, Ladhyx, Dalember, CETHIL, CEA, IRSN,
 - 30 h de cours
 - Orientation vers la thermodynamique fondamentale et les couplages « Température/Pression »
 - Par rapport aux écoles existantes...
 - Collaboration avec le SIG Ercoftac Fragmentation & Spray, GDR NS 2.00



Appels à projet en cours

- **PEPR SPLEEN**
 - <https://www.pepr-spleen.fr/>
- **PEPR IA Prodbio**
- **France 2030**
 - <https://www.info.gouv.fr/france-2030/appels-a-candidatures?page=1>
 - Produire des **petits réacteurs nucléaires** innovants, de l'hydrogène décarboné, des véhicules électriques à zéro émission carbone, des **biomédicaments**.
 - Construire le **premier avion bas carbone**.
 - Engager la troisième **révolution agricole**, disposer de chaînes alimentaires respectueuses de la **biodiversité**, et d'**agroéquipements intelligents**.
 - Soutenir les **technologies immersives et la réalité virtuelle**.
 - Préparer la société tout entière à **s'engager dans les métiers de demain en faisant le pari de la formation**.
 - Explorer les **grands fonds marins et le nouvel espace** pour mieux les comprendre et les respecter

Projets pour le GDR

- Renouvellement du site WEB
 - Commencé
 - <http://gdr2042-transinter.univ-lorraine.fr/>
- Améliorer la communication
 - Chaine Youtube?
 - LinkedIn?...
- N'hésitez pas à proposer
 - Des journées thématiques
 - Des benchmarks
 - ... etc.