

## Master Physique – Parcours Energétique Nucléaire



Responsable : Elsa MERLE (Grenoble INP) – merle@lpsc.in2p3.fr  
Gestionnaire : Leïla TEMIM (Grenoble INP)

Site Web de la formation :

<http://phelma.grenoble-inp.fr> puis l'onglet 'Formation' puis à droite 'Masters' choisir le parcours

# Thématiques de ces parcours

Ces parcours de la Mention Physique allient énergétique via 2 spécialisations distinctes avec quelques cours communs :

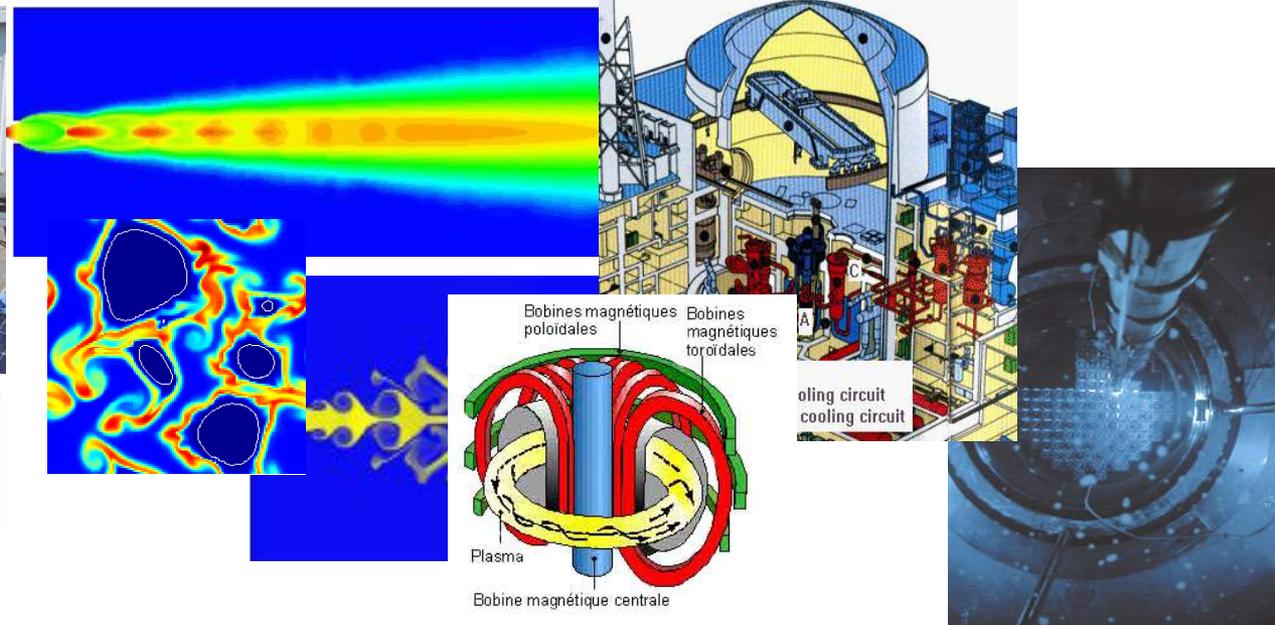
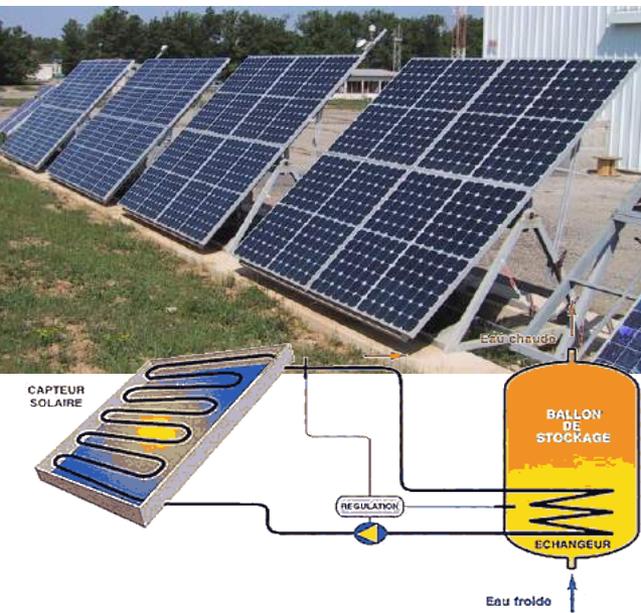
Matériaux pour  
l'Énergie

*Energies renouvelables, physique pour l'énergétique, physique des matériaux pour l'énergie*

*Ex Mention Ingénierie Nucléaire*

Energétique  
Nucléaire

*Physique nucléaire et des réacteurs nucléaires, énergie, accélérateurs, détection subatomique*



## Débouchés promo 2019-2020

NOM	Prénom	Parcours	Devenir	Sujet du stage	Lieu stage	Ville
ABID	Karim	M2 EN / St Pétersbourg	Possibilité thèse Russie suite stage		Polytech Saint Pétersbourg	Saint Pétersbourg
BOUTRIG	YOUSSEF	M2 EN	Recherche emploi en automatique	Étude de configurations à spectre variable dans le cœur rapide uranium/plomb de la maquette critique VENUS pour l'amélioration des données nucléaires dans le domaine épithermique	CEA Cadarache	Saint-Paul-Lez-Durance
HJIRA	BRAHIM	M2 EN	Master physique médicale	Simulations numériques et analyse d'essais expérimentaux sur la thermohydraulique de cœur de réacteur nucléaire	IRSN CADARACHE	Saint-Paul-Lez-Durance
MANSERI	YOUBA	M2 EN	CDI Assystem (client EDF Flamanville)	Stage ingénieur radioprotection	Cegelec CEM	MONTBON NOT SAINT MARTIN
SIDHOUM	MOHAMED	M2 EN / St Pétersbourg	Ne sait pas encore		Polytech Saint Pétersbourg	Saint Pétersbourg

## Débouchés promo 2017-2018

NOM	Prénom	Parcours	Devenir	Sujet de stage master	Lieu stage
CORONINI	MARTIN	EN	Recherche d'emploi ou thèse sur les RSF puis CDD chez ST Microelectronics jusqu'à 03/2020 sur la fiabilité de composants semiconducteurs (possibilité poste ensuite)	Code development for safety studies of Molten Salt Reactors	KIT, Karlsruhe, Allemagne
KAMENYERO	ARMEL	EN	Thèse suite stage	Etude de la superfluidité nucléaire à la limite de stabilité via l'étude de corrélations di-neutrons et tétra-neutrons	GANIL, Caen
KANTAS	HAYET	EN	Ingénieur sûreté à Lyon : diverses études auprès d'EDF (DT, DIPDE, CNPE) en sûreté de fonctionnement incidentel/accidentel des REP	POURSUITE DU DÉVELOPPEMENT DE L'OUTIL DE CRISE SYSTEMES	IRSN, Fontenay aux Roses
SAVIGNY	BORIS	EN	CDI suite stage	Rédaction d'un dossier de qualification de l'outil de calcul ATILA4MC	CEGELEC ENERGY/CEM
SICRE	RÉMI	EN	CDI ONET Techno puis candidature en thèse au CERN en cours	Etude des mécanismes mis en jeu lors de surdécharge de batteries Li-ion et Na-ion et impact sur la sécurité	CEA Grenoble

## Débouchés promo 2016-2017

NOM	Prénom	Spécialité	Devenir	Sujet	Lieu Stage
REYNAUD	CLARA	EN	CDD AREVA NP Lyon	Conception neutronique d'une configuration représentative du réflecteur MgO d'ASTRID dans MASURCA	CEA - CADARACHE
SAID	ALI	EN	CDI Ingénieur chez ALTRAN (1 an en Angleterre puis France auprès de Rolls-Royce)	Projet de recherche de nouveaux types de réacteurs modulaires	EDF SEPTEN
SOUCARRE	JUSTINE	EN	CDI prestataire nucléaire (ALTEN)	Validation du code neutronique déterministe de nouvelle génération APOLLO3 : Modélisation 3D et analyse des résultats d'un cœur complet de REP contenant des assemblages gadoliniés	CEA - CADARACHE
WALEK	THÉOPHILE	EN	CDI EDF exploitation (en centrale nucléaire)	'Établir la liste des parties prenantes avec les obligations de conformité, rédiger des notes bilan'	CNPE de CHOOZ

## Débouchés promo 2015-2016

NOM	Prénom	Parcours	Devenir	Sujet	Lieu Stage
BAILLY	CHRISTOPHE	Nucléaire	Thèse suite stage master	Caractérisation des particules fines et ultrafines émises par la combustion de solides pulvérisés (charbons et biomasses) sous des conditions de forts gradients de température	Laboratoire Gestion des Risques et Environnement
FONTE	LIONEL	Nucléaire	Candidature thèse à Orsay	Rigorous two Step scheme of TRIPOLI-4® Monte Carlo code validation for shutdown dose rate calculation	CEA Saclay
MICHAUD	JULIEN	JUAS	Thèse au LPSC suite stage	Anneaux de stockage pour la mesure de moments électriques dipolaires et hadroniques - Projet JED	LPSC
RETAILLE AU	BLAISE-MAEL	Nucléaire	Master Strasbourg puis thèse	Structure nucléaire expérimentale : spectroscopie gamma des produits de fission en provenance de l'expérience EXILL	LPSC Grenoble
SANCHEZ PONCELA	MANUEL	Nucléaire	Poursuite d'études à Munich puis master thesis	Simulation numérique du soudage pour l'étude de la Fissuration En Relaxation	CEA / SESI
VOIRIN	BRIEUC	Nucléaire	Master2 de math puis stage et thèse en données nucléaires au LPSC à partir de 10/2017	Integration of Condition Monitoring, Diagnostics and Prognostics data in Probabilistic Safety Assessment	POLIMI (Milan, Italie) : Laboratory of signal and risk analysis

## Débouchés promo 2014-2015

NOM	Prénom	Parcours	Devenir	Sujet de stage	Lieu de stage
LACAZE	THEOPHILE	Nucléaire	Intérim ingénieur d'études en neutronique	Modélisation avec le code TRIPOLI-4 de la réponse d'un collectron à une irradiation mixte neutron/gamma.	CEA/SACLAY DEN/DANS/DM2S/SERMA/LPEC
MARTIN LOPEZ	ELENA	Nucléaire	Thèse Cadarache en thermique puis CDI au CEA Cadarache	Etude des phénomènes survenant dans le ciel de pile et l'enceinte de confinement d'un réacteur au sodium en cas d'accident grave	DEN/DER/SESI CEA Cadarache
ORTUÑO MARTIN	CARLOS	Nucléaire	Fin d'études en Espagne	Influence du rapport d'aspect sur la convection naturelle en canal vertical par l'utilisation d'outils d'exploration de données	Laboratoire CETHIL Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon

## Débouchés promo 2013-2014

NOM	Parcours	Devenir	Sujet de stage	Lieu stage
ANDRE	JUAS	Thèse Paris Saclay Démonstration de l'amplification laser à électron libre avec un accélérateur plasma	Participation au design du projet de collisionneur électron-ions eRHIC : design des arcs, effets du rayonnement synchrotron, évolution de la polarisation par 'spin diffusion'	Brookhaven National Laboratory - New York - USA
BARREAU	Nucléaire	CDI chez Uranus	Mise au point de schémas de calcul Monte Carlo évoluant pour le prototype ASTRID - Evolution du combustible au voisinage d'un réflecteur MgO	LEDC - CEA CENTRE DE CADARACHE
GOULAS	Nucléaire	Thèse à l'IRSN en sûreté nucléaire	Étude d'un accident grave de réacteur à eau innovant de petite puissance - Utilisation des modules thermohydrauliques du code ASTEC pour la simulation d'accidents graves	LSMR CEA centre de Cadarache
PINGAULT	ESIPAP	Thèse en Belgique en physique des particules expérimentale	Etude et optimisation d'un capteur pour système de mesure de la concentration en bore dans de l'eau lourde, par modélisation Geant4	Rolls-Royce Civil Nuclear SAS, Meylan
SENTOU	Nucléaire	Ingénieur exploitation EDF	Analyse du fonctionnement du coeur SCOR150 en régime nominal	CEA Centre de Cadarache
TISSOT	Nucléaire	CDI chez CS à Aix-en-Provence en tant qu'ingénieur d'études	Recherche d'innovations pour la conception d'un coeur SMR (Small and Modular Reactor)	Laboratoire d'Etude des Coeurs (LEDC) - CEA cadarache
TOSELLO	Nucléaire	CDI EDF	Modélisation CFD du circuit eau coeur du réacteur CABRI - Études de sûreté et de fonctionnement associées	CEA Cadarache DER/SRES/LPRE

# Déroulement de l'année de M2

## SEMESTRE 1 : cours théoriques

- Tronc commun (~ 100 heures)
- Au choix entre 2 spécialisations (~ 200 heures)
- Projet bibliographique (compté dans le S4)

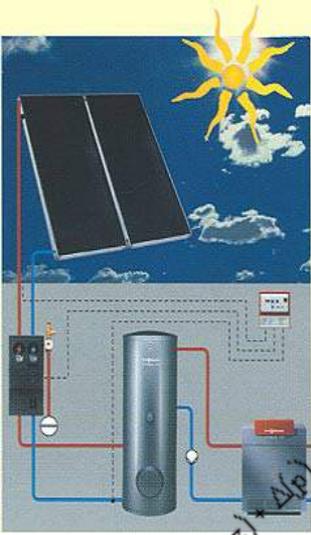
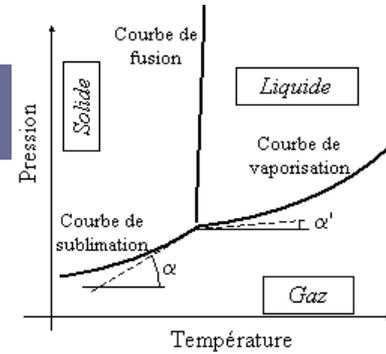
SEMESTRE 2 : stage en laboratoire / service R&D (4-6 mois)

## Laboratoires d'accueil de la formation

- Laboratoires universitaires français :  
CNRS (labos IN2P3, Néel ...), INPG, UJF

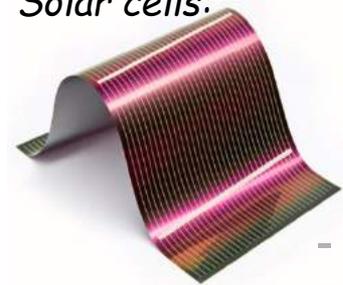
- Laboratoires du CEA :  
INES, CEA Grenoble, Cadarache, Marcoule

- Services industriels de Recherche et Développement :  
EDF Energies nouvelles, Air Liquide, IFP, CANDIA, AREVA ...



$$\Delta\left(\frac{\rho c^2}{2}\right) + \Delta(\rho \cdot g \cdot z) + \Delta\left(\frac{W_f}{V}\right) = \frac{W_f}{V} + \frac{W_m}{V}$$

Solar cells:



# Projet de scolarité : Energétique nucléaire (S3)

## Energétique Nucléaire classique – S3

### Tronc commun (15 ECTS) :

Physique du Solide, Mécanique des Fluides, Convection, Conduction Rayonnement,

Projet Biblio\*, UE transverse\*

### Cours spécialisation (15 ECTS) :

- Bases en Neutronique et Instrumentation/détection nucléaire
- Cinétique des réacteurs nucléaires
- Physique de l'aval du cycle du combustible
- Simulations neutroniques, simulateur de pilotage des réacteurs, réacteurs de recherche

### Cours ouverture (6 ECTS) :

- ✓Energie solaire, pile à combustible...)
- ✓Physique nucléaire avancée (commun avec PSC)
- ✓Plasmas chauds - Fusion

## Energétique Nucléaire + JUAS / ESIPAP – S3

### Tronc commun (13 ECTS) :

Physique du Solide, Mécanique des Fluides, Convection, Rayonnement,

Projet Biblio\*, UE transverse\*

### Cours spécialisation (12 ECTS) :

- Bases en Neutronique et Instrumentation/détection nucléaire
- Cinétique des réacteurs nucléaires
- Physique de l'aval du cycle
- Simulations neutroniques, simulateur de pilotage des réacteurs

### Cours spécialisation CERN (11 ECTS) :

- ✓Physique des accélérateurs / physique des détecteurs
- ✓Technologie des accélérateurs / techno des détecteurs

# Projet de scolarité : parcours nucléaire (S3)

Intitulé	Responsable	ECTS	Période	CM	TD	CTD	TP	BE	PROJ ET	EXA M	Modalité d'évaluation
<b>Parcours Energétique &amp; Nucléaire (obligatoire)</b>		<b>30</b>								<b>32</b>	
<b>UE Tronc commun (obligatoire)</b>		<b>10</b>								10	
Physique du solide	Ulrich Gottlieb	2	Semestre 5			20				2	Examen écrit (2h) + 1 DM à la maison
Mécanique des fluides	Sedat Tardu	2	Semestre 5			24				2	Examen écrit de 2h
Convection	Sedat Tardu	1	Semestre 5			16				2	Examen écrit de 2h
Conduction	Sedat Tardu	1	Semestre 5			16				2	Examen écrit de 2h
Rayonnement	Yves Delannoy	1	Semestre 5			12				2	Examen écrit de 2h
Mise à niveau : Transferts thermiques	Sedat Tardu	0	Semestre 5			10					
<b>Cours langue</b>		<b>3</b>								2	
Anglais			Semestre 5			?				2	
ou Français Langue étrangère FLE (Masters)			Semestre 5			?				?	
<b>UE Neutrons (obligatoire)</b>		<b>9</b>								4	
Cinétique des réacteurs	Pablo Rubiolo	3	Semestre 5			30				2	CC + Ecrit de 2h
Aval du cycle électronucléaire	Elsa Merle	3	Semestre 5			22				2	Examen écrit de 2h
Réacteurs en kit	Alexis Nuttin, Olivier Meplan	2	Semestre 5			12					
<b>UE Module de base pour énergétique et nucléaire (obligatoire)</b>		<b>3</b>								2	
Bases en neutronique + Intro REP	Nicolas Capellan, Pablo Rubiolo	1,5	Semestre 5			27				2	Examen écrit de 2h
Détection et instrumentation nucléaire	Christophe Sage	1,5	Semestre 5			16	16				Contrôle continu
<b>UE Simulations (obligatoire)</b>		<b>4</b>									
5PMGSIR0: Bureau d'études "Simulateur" - principes de base	Adrien Bidaud, Pablo Rubiolo	1,5	Semestre 5					12			L'évaluation est faite sous forme - de
5PMGSNS0: Simulation neutronique stochastique	Alexis Nuttin, Olivier Meplan	1,5	Semestre 5			20					
5PMGSND0: Simulation neutronique déterministe	Adrien Bidaud, Tanguy Cour	1	Semestre 5			16					TD = Contrôle continu : Evaluation des
<b>UE Energétique (Choisir 2 cours)</b>		<b>4</b>								16	
5PMGEST2: Energie solaire-Photovoltaïque	Daniel Bellet, Benjamin Boillo	2	Semestre 5			24				2 ?	
5PMGANP2: Advanced nuclear physics	Gabriela Thiamova, Grégoire	2	Semestre 5			27				2	examen écrit
5PMGPCF2: Plasmas chauds-Fusion	Jonathan Ferreira	2	Semestre 5			22				3	
5PMGMBT2: Matériaux basses températures	Andre Sulpice	2	Semestre 5			20				2	
Microthermique et microfluidique	Frederic Ayela, Olivier Leba	2	Semestre 5			24				2	Ecrit, 1h par partie (2h au total)
5PMGCEP2: Conversion énergie - Pile à combustible	Florence Druart, Christine L	2	Semestre 5			24				2	
5PMGPCP2: Physique du changement de phase	Olivier Lebaigue<Olivier.Leb	2	Semestre 5			24				2	

Contact : M2EN@phelma.grenoble-inp.fr / merle@lpsc.in2p3.fr

# Projet de scolarité : Energétique nucléaire avec JUAS / ESIPAP (S3)

Intitulé	Responsable	ECTS	Période	CM	TD	CTD	TP	BE	PROJ ET	EXA M	Modalité d'évaluation
<b>Parcours Energétique Nucléaire ARCHAMPS : JUAS/ESIPAP (obligatoire)</b>	<b>Elsa Merle-Lucotte</b>	<b>30</b>								<b>14</b>	
<b>UE Tronc commun ARCHAMPS(JUAS+ESIPAP) (obligatoire)</b>	<b>Elsa Merle-Lucotte</b>	<b>9</b>								<b>8</b>	
Physique du solide	Ulrich Gottlieb	2	Semestre 5			20				2	Examen écrit (2h) + 1 DM à la maison
Mécanique des fluides	Sedat Tardu	2	Semestre 5			24				2	Examen écrit de 2h
Convection	Sedat Tardu	1	Semestre 5			16				2	Examen écrit de 2h
Rayonnement	Yves Delannoy	1	Semestre 5			12				2	Examen écrit de 2h
Mise à niveau : Transferts thermiques	Sedat Tardu	0	Semestre 5			10					
<b>Cours langue</b>		<b>3</b>								<b>2</b>	
Anglais			Semestre 5			?				2	
ou Français Langue étrangère FLE (Masters)			Semestre 5			?				?	
<b>UE Réacteurs (JUAS+ESIPAP) (obligatoire)</b>	<b>Elsa Merle-Lucotte</b>	<b>9</b>								<b>4</b>	
Cinétique des réacteurs	Pablo Rubiolo	3	Semestre 5			30				2	CC + Ecrit de 2h
Aval du cycle électronucléaire	Elsa Merle	2,5	Semestre 5			22				2	Examen écrit de 2h
5PMGSNS0: Simulation neutronique stochastique	Alexis Nuttin, Olivier Meplan	1,5	Semestre 5			20					
5PMGSND0: Simulation neutronique déterministe	Adrien Bidaud, Tanguy Cou	1	Semestre 5			16					TD = Controle continu : Evaluation des
5PMGSIR0: Bureau d'études "Simulateur" - principes de base	Adrien Bidaud	1	Semestre 5					12			L'évaluation est faite sous forme - de
<b>UE Module de base pour parcours énergétique et nuc</b>		<b>3</b>								<b>2</b>	
Bases en neutronique + Intro REP	Nicolas Capellan<Nicolas.Ca	1,5	Semestre 5	8		15				2	examen écrit de 2h
Détection et instrumentation nucléaire	Christophe Sage<Christoph	1,5	Semestre 5	12	4		16				
<b>UE au choix ARCHAMPS : JUAS ou ESIPAP (selon votre projet pédagogique)</b>											
<b>UE énergétique et nucléaire ESIPAP (obligatoire)</b>		<b>9</b>									
Technologie des détecteurs	Elsa Merle-Lucotte<Elsa.Me	4,5	Semestre 5			70					
Physique des détecteurs	Elsa Merle-Lucotte<Elsa.Me	4,5	Semestre 5			70					
<b>UE Energétique et Nucléaire JUAS (obligatoire)</b>		<b>9</b>									
5PMGPDA1: Physique des accélérateurs (GEN-S5-JUAS)	Elsa Merle	4,5	Semestre 5			70					
5PMGTDA2: Technologie des accélérateurs (GEN-S5-JUAS)	Elsa Merle	4,5	Semestre 5			70					

Accès aux formations internationales **accélérateurs JUAS** (Joined Universities Accelerator School) **et détection subatomique ESIPAP** (European School of Instrumentation in Particle & Astroparticle Physics) (<https://espace.cern.ch/juas/> ou <https://espace.cern.ch/esipap/>)

## From a particle physics experiment to a multi-science platform

1979 - 1981



Construction

1982- 1990



$\tau_p$  Experiment  
Proton decay

1990- 2000



Prototypes



2000 - ....



Experiments

### Fundamental physics:

- Proton decay
- Neutrino: double beta decay, double EC
- Dark matter
- Nuclear structure

### Multidisciplinary activities

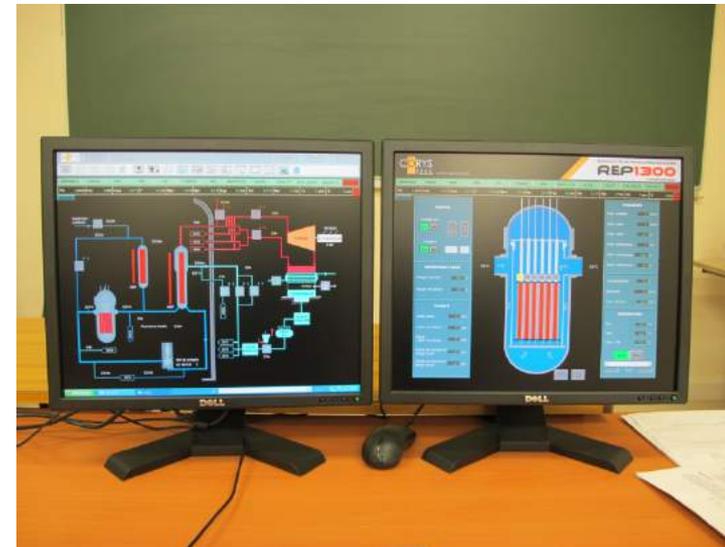
- Ultra low radioactivity measurements
- Environmental sciences, applications, expertises
- Logical test failures in nano/micro-électronics
- Biology

## M2 EN - Enseignements pratiques (hors stages)



- Instrumentation et détection nucléaire : ralentissement et détection des neutrons, analyse par activation neutronique, détecteurs gazeux et à semi-conducteurs (Germanium et Silicium), scintillateurs, spectroscopie alpha et gamma, coïncidences gamma-gamma et tomographie

- Simulateur de conduite REP sur PC (à PHELMA) : Divergence du réacteur, Coefficients de contre réaction thermiques, Couplage au réseau électrique, Suivi de la charge appelée sur le réseau, Ilotage ...



# Déroulement de l'année de M2R

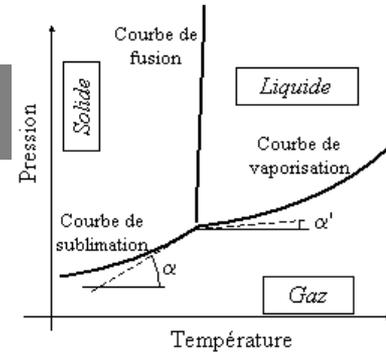
## SEMESTRE 1 : cours théoriques

- Tronc commun (~ 100 heures)
- Choix entre 2 spécialisations (~ 200 heures)
- Projet bibliographique

## SEMESTRE 2 : stage en laboratoire/ service R&D (5-6 mois)

## Laboratoires d'accueil de la formation

- Laboratoires universitaires français : CNRS (labos IN2P3, Néel ...), INPG, UJF
- Laboratoires du CEA : INES Chambéry, CEA Grenoble, Cadarache, Marcoule
- Services industriels de Recherche et Développement : EDF Energies Nouvelles, Air Liquide, IFP Energies Nouvelles, Candia, Météo France, AREVA ...



Solar cells:



$$\Delta p = \frac{\rho \cdot g \cdot z}{2} + \Delta(\rho \cdot g \cdot z) + \frac{W_f}{V} + \frac{W_m}{V}$$



# SEMESTRE 2

## Stage de Master2

Février -> mi-juillet à fin août – Durée de 4 à 6 mois

En laboratoire universitaire ou en industrie (R&D)

Recherche de stage : sites web / offres industrielles et de laboratoire  
(dizaines d'offres reçues par le réseau du master !)

Présentations de sujets de stage / thèse :

Réunion spécifique au parcours début octobre+ sujets reçus transmis

+ Journée des partenaires de PHELMA mi octobre

Espace Emploi de Grenoble INP (relecture CV, préparation aux entretiens,  
aide à la recherche de stage, listes de contacts avec des diplômés)  
accessible gratuitement



# Espace information emploi du projet professionnel à l'emploi

- Actu'ingé
- Ressources
- Ateliers
- Emplois
- Stages**
- International

## Les offres de stage

### Les offres de stage par école

**Les offres sont publiées durant 1 mois et sont ensuite archivées pendant 5 mois supplémentaires.**

- Offres de stage Ense3
- Offres de stage Ensimag
- Offres de stage Esisar
- Offres de stage Génie industriel
- Offres de stage Pagora
- **Offres de stage Phelma**

### Offres de stage du mois passé

Les offres sont classées par ordre chronologique et publiées pendant 1 mois. Elles sont ensuite archivées pendant 5 mois supplémentaires.

Consultez les offres de stage du mois passé.



**STAGES**

- **Les offres**
- Stages du mois passé
- Informations sur les stages
- Catalogues d'offres
- Handicap

Rechercher



Le groupe  Ce site

1

**Consultation toutes les propositions de stages pour Phelma**

2

**Consultation des offres de stages par niveau, par thème et par région**

Recherche d'une offre de stage

Mot clé

Niveau de l'offre  ▼

Ecole destinataire  ▼

International

France

Région  ▼

Ancien diplômé de Grenoble INP

Grenoble INP | Université de Grenoble | Annuaire | Portail | Plan d'accès



## Espace information emploi du projet professionnel à l'emploi

Actu'ingé | Ressources | Ateliers | Emplois | **Stages** | International



### Catalogue d'offres de stage à pourvoir

De nombreuses offres de stage nous sont proposées par diverses entreprises. Retrouvez leurs catalogues d'offres. Ces documents sont téléchargeables ou consultables sur place à l'Espace information emploi.

- **Areva** propose plus de 20 offres de stage pour l'année 2011-2012 à Aix-en-Provence (pdf, 520ko) 
- **Texas Instruments France** propose plus de 30 offres de stage pour l'année 2011-2012 (pdf, 880ko) 
- **Logica Rhône-Alpes Auvergne** (Clermont Ferrand, Grenoble, Lyon) propose plus de 50 offres de stages pour l'année 2011-2012 (pdf, 580ko) 
- **CEA-Leti** (Laboratoires du Service Technologies pour la Détection) propose 11 offres de stages (pdf, 200ko) 
- **Adept** propose 8 offres de stages (pdf, 247 ko) 
- **EADS** recrute, consultez leurs propositions de stages 
- Etudiants en situation de handicap, **AREVA** propose de nombreux postes à pourvoir en alternance/stage pour la rentrée 2011-2012 en région RHÔNE-ALPES 
- **Le catalogue d'offres de stage** proposées lors de **Job Innov'** est enfin disponible au téléchargement. (pdf, 660 ko). 
- **Akka Technologies recrute** ! Retrouvez 15 propositions de stage en **Ile de France**. (pdf, 479 ko) 



#### STAGES

- Les offres
- Informations sur les stages
- Catalogues d'offres
- Handicap

Rechercher



Le groupe  Ce site

Mars 2011

IRZ Energétique Nucléaire

# Débouchés du master

## Poursuite en thèse : bourse pour 1labo, 1 sujet, 1 directeur de thèse

- Organismes de recherche BDI, CEA, ADEME, CNES ...
  - > Dossier vers mars, avril
- Ministère (Ecole Doctorale)
  - > Proposition de la spécialité et de l'école doctorale fin juin – Classement de sujets prioritaires en avril-mai
- Autres types de bourse (CIFRE, étranger) : qqes par an

Les thématiques des 2 parcours étant proches de nombre d'industriels, et le domaine de l'énergie connaissant un boom dans l'industrie, environ 30% des étudiants du master trouvent un emploi dans l'industrie plutôt que de continuer en thèse

# 10 CENTRES DE RECHERCHE EN FRANCE

**Exemples de stages / débouchés**

**Matériaux**  
Centre, Bourgogne



**Lasers et plasmas**  
Aquitaine



**Evaluation de la vulnérabilité  
Détonique**  
Midi-Pyrénées

**Sciences de la matière, technologies  
logicielles, calcul intensif, biomédical**  
Ile-de-France



**Micro-Nanotechnologies  
Nanobiotechnologies  
Nouvelles technologies  
de l'énergie**  
Rhône-Alpes



**Nucléaire : cycle du combustible  
et gestion des déchets**  
Vallée du Rhône

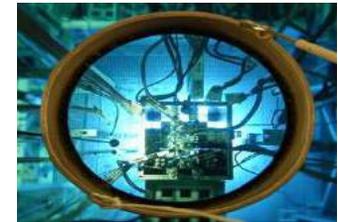
**Nucléaire : fusion, fission  
Bioénergies**  
Provence-Alpes-Côte-d'Azur



# ENERGIES BAS CARBONE

## → Energie nucléaire

- Systèmes industriels nucléaires du futur
- Optimisation du nucléaire industriel actuel
- Grands outils pour le développement du nucléaire
- Assainissement et démantèlement nucléaires



## → Nouvelles technologies de l'énergie

- Matériaux
- Efficacité énergétique (procédés, réseaux, véhicules électriques)
- Energies renouvelables (solaire, hydrogène et biocarburants)



## → Recherche fondamentale pour l'énergie

- Fusion nucléaire contrôlée
- Sciences du climat et de l'environnement
- Chimie et interaction matière-rayonnement
- Concepts innovants pour les technologies bas-carbone



## → Très grandes infrastructures de recherche



## → Sciences du vivant pour l'énergie

- Radiobiologie - Toxicologie
- Bioénergies - Biotechnologies



Le **Service de Physique des Réacteurs et du Cycle (SPRC)** rassemble des compétences en physique nucléaire et en neutronique dans le domaine de la physique des réacteurs et du cycle du combustible associé.

Il est chargé :

- de définir, valider et qualifier les **formulaires de calcul (schémas de calcul et données nucléaires)** pour les **études neutroniques** de réacteurs et du cycle du combustible,
- d'évaluer et qualifier les **données nucléaires** de base,
- de réaliser des **études de neutroniques** relatives aux cœurs des réacteurs et au cycle du combustible et des **études de scénarios**.

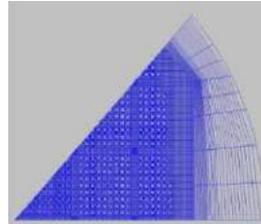
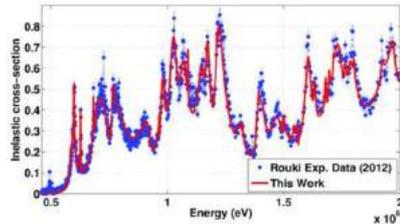
Le SPRC regroupe ~60 ingénieurs-chercheurs et ~15 doctorants.

Il est organisé en **quatre laboratoires** :

- *le Laboratoire d'Etudes de Physique (LEPh)*
- *le Laboratoire d'Etudes et de Développement des Cœurs (LEDC)*
- *le Laboratoire d'Etudes du Cycle (LECy)*
- *le Laboratoire de Projets Nucléaires (LPN)*

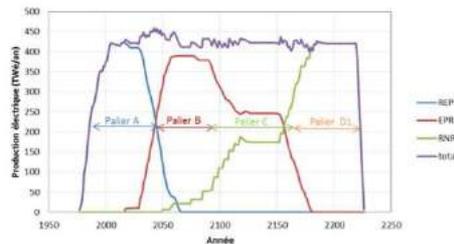
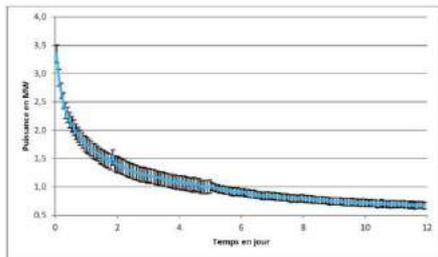
## Laboratoire d'Etudes de Physiques

Evaluation de données nucléaires  
Développement des formulaires neutroniques cœur  
Validation numérique et expérimentale de ces formulaires



## Laboratoire d'Etudes du Cycle

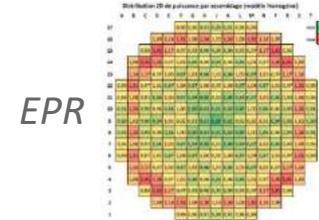
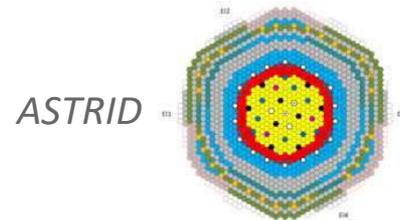
Développement des formulaires neutroniques du cycle  
Validation numérique et expérimentale de ces formulaires  
Réalisation des études de scénarios électronucléaires  
Réalisation des études en soutien aux installations du cycle



— ECP  
— EPR  
— RNR  
— total

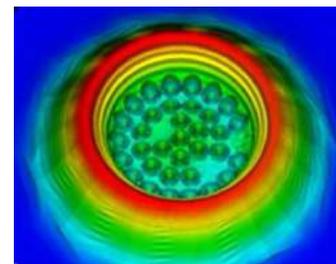
## Laboratoire d'Etudes et de Développement des Cœurs

Réalisation des études de cœurs RNR et REL  
Développement des procédures et environnements de calcul  
Expertise dans les projets de conception de réacteurs



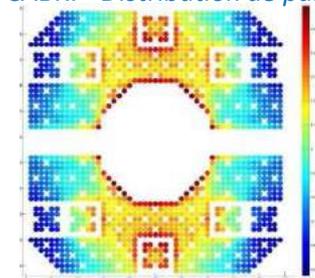
## Laboratoire de Projets Nucléaires

Développement des formulaires neutroniques pour les petits cœurs  
Validation numérique et expérimentale de ces formulaires  
Réalisation des études pour la propulsion nucléaire et les réacteurs expérimentaux



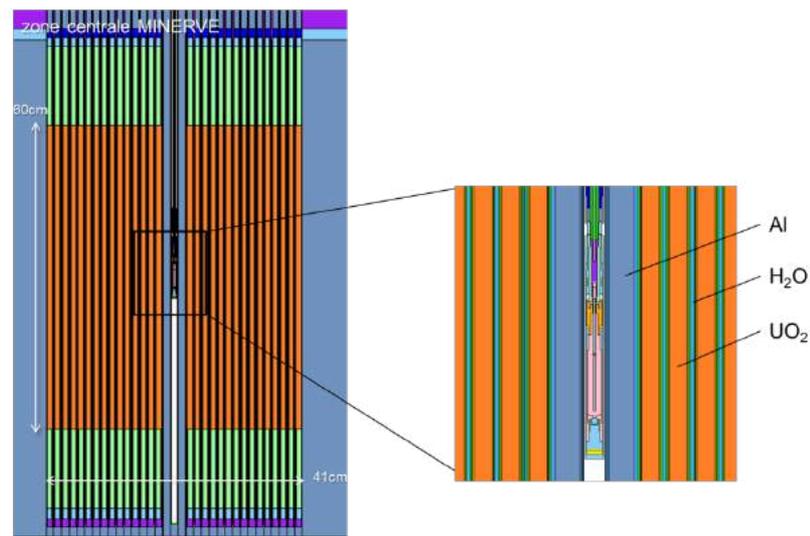
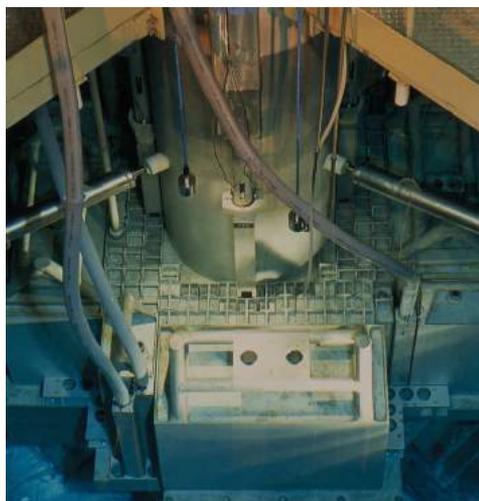
Cœur RJH - Flux thermique

Cœur CABRI - Distribution de puissance



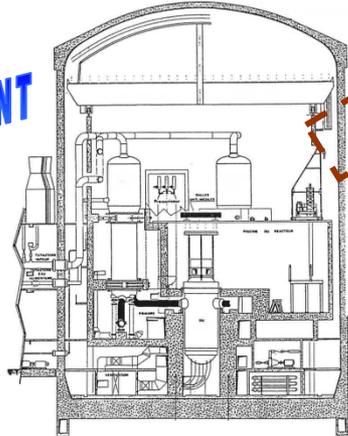
## Sujet LPE 2017-03 : Modélisation d'un dispositif d'étalonnage de chambres à fission dans le réacteur expérimental MINERVE

- Disposer d'une **modélisation fine des détecteurs** dans leur environnement de mesure
  - Modélisation **Monte Carlo** des différentes chambres
  - Calcul de l'effet de la chambre sur son environnement
  - Estimation des **biais** entachant les mesures
- Réaliser une étude de conception d'un **dispositif d'étalonnage des chambres à fission** dans un réacteur expérimental
  - Obtenir un **spectre neutronique adapté** à ce besoin à l'aide de matériaux convertisseurs
  - Étudier les **performances** de ce dispositifs (sensibilités aux données technologiques)

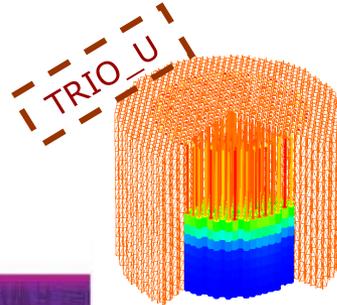
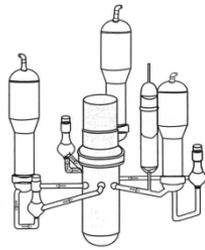


Concevoir

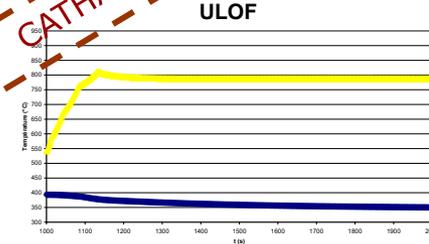
REP INNOVANT



COPERNIC



Evaluer



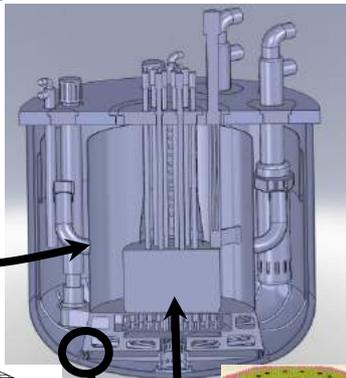
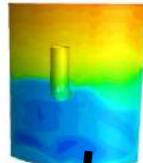
Température (°C)

ULOF

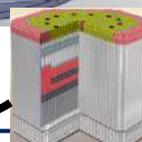
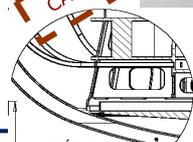
Optimiser

Intégrer

SFR - ASTRID

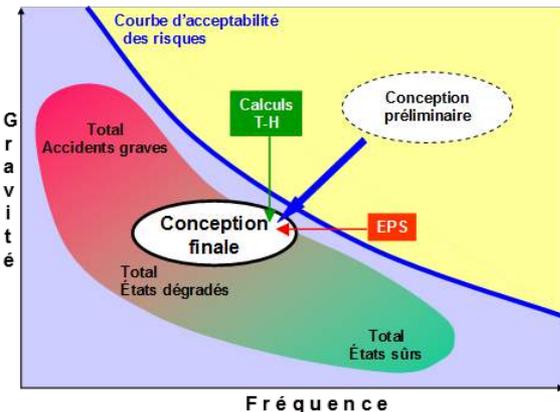


CAO



Concevoir des designs innovants pour les REL et GEN-IV

Evaluer les performances de sûreté et de fonctionnement de ces designs



# Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (LPSC) – Grenoble : Physique Médicale



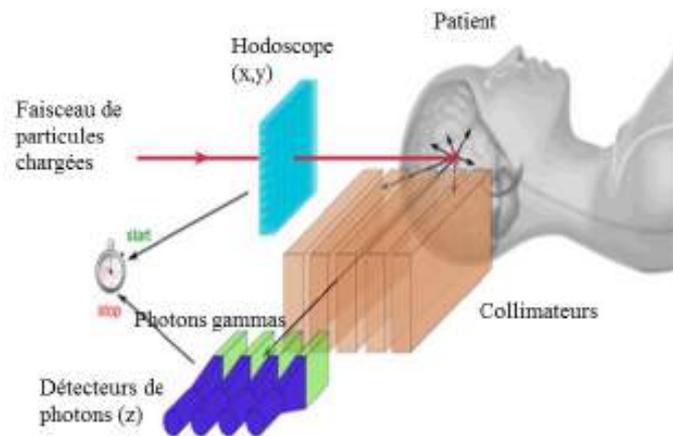
- Contrôle en ligne via une **caméra Compton** ou une **gamma caméra** couplées chacune à un **hodoscope**.

→ Détection des **gammas prompts** et des **ions incidents**

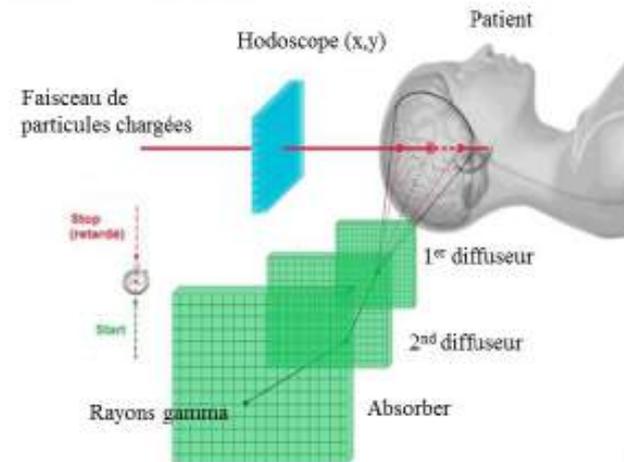
Collaboration CLaRyS : Contrôle en Ligne de l'hAdronthérapie par RaYonnements Secondaires

=> **LPSC Grenoble**, IPNL Lyon, CPPM Marseille, LPC Clermont, CREATIS et LIRIS Lyon et CAL Nice

=> programmes scientifiques du LabEx PRIMES et de France Hadron



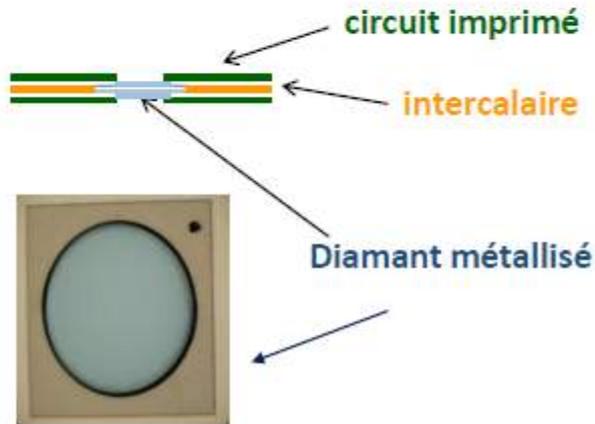
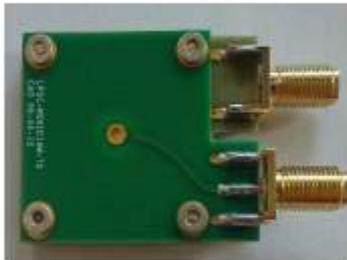
**Caméra gamma** : surveiller en temps réel le parcours des photons gammas



**Caméra Compton** : contrôle 3D et en temps réel la position du pic de Bragg via les rayons gammas

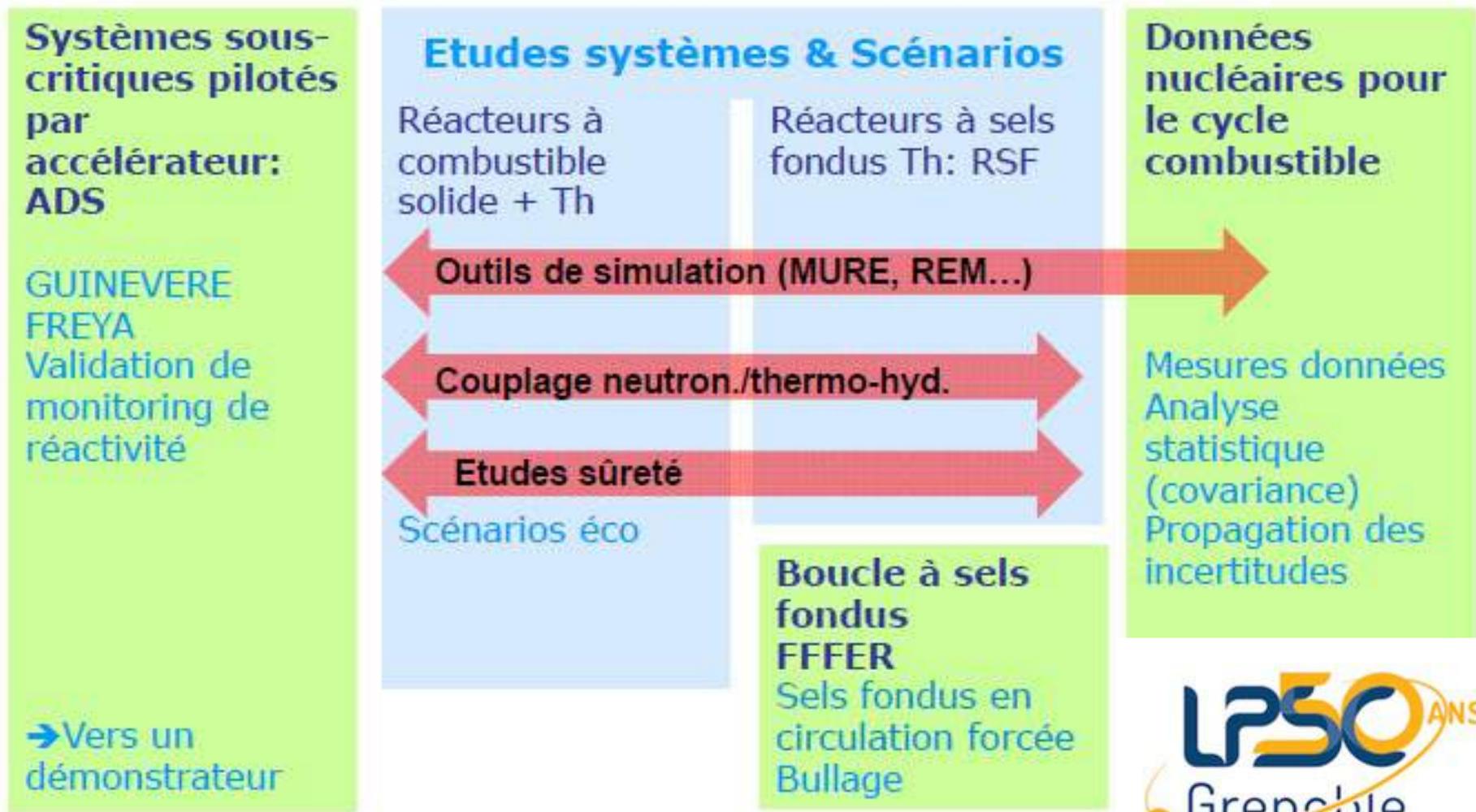
# L'hodoscope technologie diamant : sujet du stage

## Caractérisation de détecteur diamants poly-cristallins



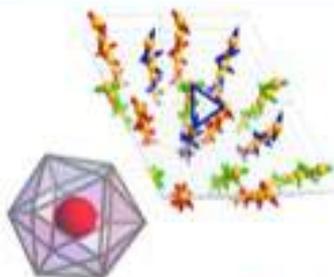
- Développement de banc de tests
- Caractérisation avec une source radioactive
  - LPSC (Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie)
- Caractérisation sous faisceaux
  - ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) de Grenoble
  - GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds) de Caen
- Simulation et analyse de données

# Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (LPSC) – Grenoble : Réacteurs nucléaires

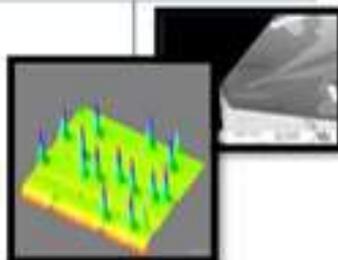


## Magnétisme

Magnétisme moléculaire  
 Frustration : glaces de spin..  
 Multiferroïques  
 Couplage au réseau  
 Coexistence d'ordres  
 Grands Instruments  
 Magnétométrie TBT  
 Imagerie X cohérente

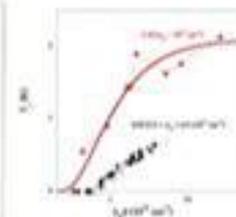
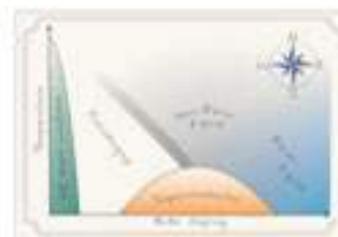


Microscopies magnétiques  
 Spectroscopies THz et IR



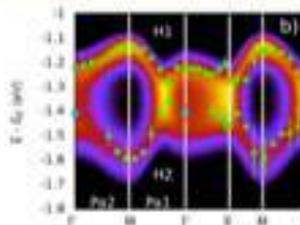
## Supraconductivité

Non conventionnelle  
 Diamant et Si dopés  
 Ordres couplés (charge)  
 Thermodynamique et transport



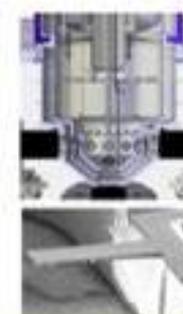
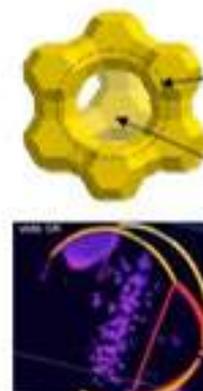
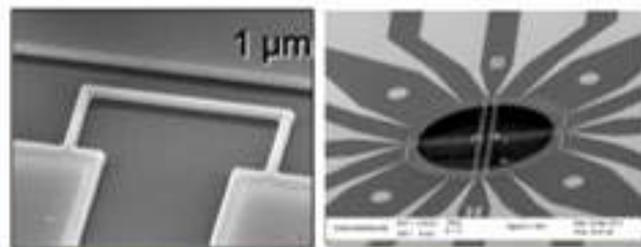
## Théorie

(numérique et analytique)



## Thermique et Mécanique

Nanophononique  
 MEMS et NEMS  
 NEMS en cavité  
 Mesures thermiques  
 Techniques TBT et UBT



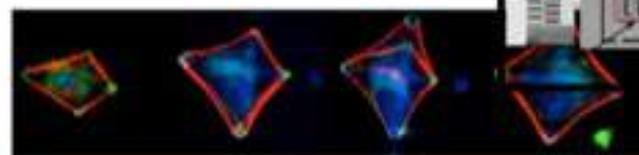
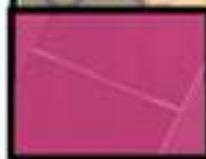
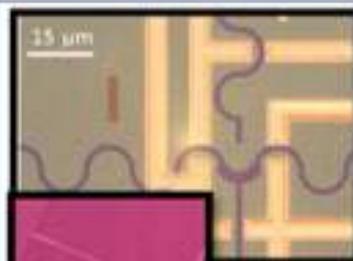
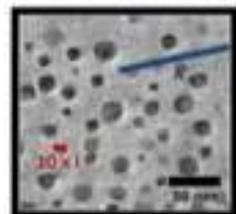
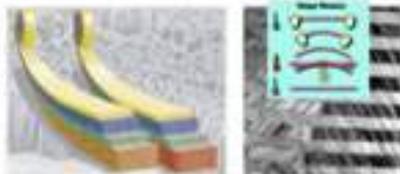
## Hélium

<sup>3</sup>He superfluide  
 He en géométrie confinée (C/Q)  
 Turbulence <sup>4</sup>He (C/Q)  
 Techniques TBT et UBT  
 Grands instruments  
 Optique, microdétecteurs

## Energies

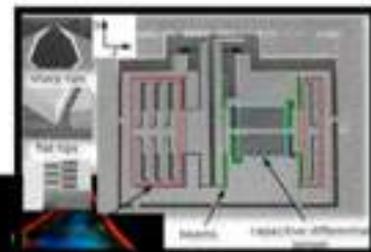
Electrotechnique supraconductrice  
Thermoélectricité  
Mémoire de forme magnétique

Elaboration  
Propriétés  
Modèles  
Dispositifs



## Biophysique

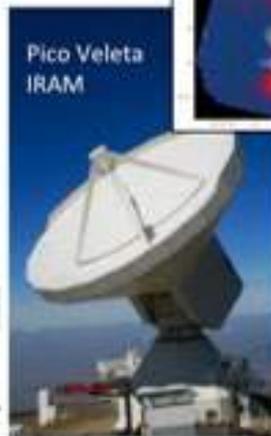
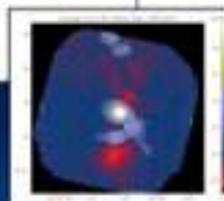
Mesure et contrôle de l'activité neuronale  
Mécanique cellulaire  
Etudes thermodynamiques  
Nanostructuration  
Instrumentation thermique  
BioPhab



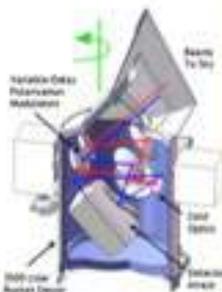
## Instrumentation cryogénique : froid...

Cryogénie spatiale des futures missions  
Grands projets cryogéniques  
Cryogénie en site éloigné

## NIKA2

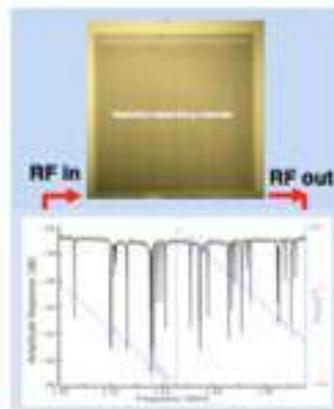


Piper (Nasa)

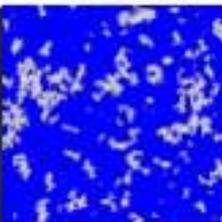
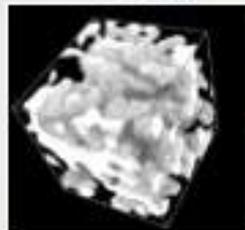
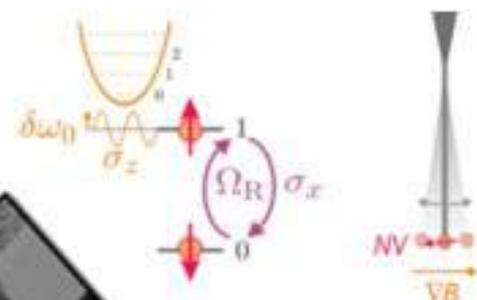
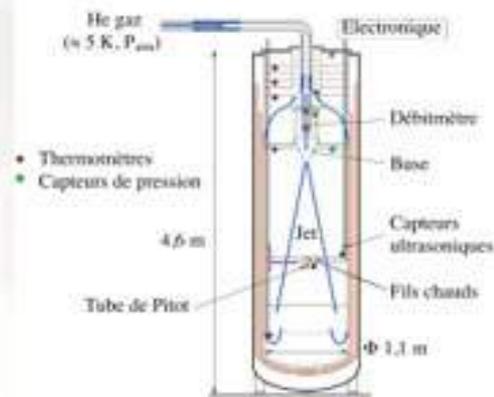


## ... et détecteurs

Kids  
Nanofabrication  
Electronique



- Fluctuations hydrodynamique en conditions extrêmes (Roche Philippe)
- Mesure de fluctuations de vitesse par anémométrie à fibre optique (Chabaud Benoit)
- Evaporation in a nanoporous material: from local to collective (Spathis Panayotis / Wolf Pierre-Etienne)
- Turbulence Quantique : étude expérimentale (Roche Philippe)
- Three-dimensional experimental study of a quantum fluid: What is the dynamic of the quantum vortex? (Gibert Mathieu)
- Ultra-cold Nanomechanics (Collin Eddy)
- Systèmes Hybrides Spin-Nanorésonateurs mécaniques (Arcizet Olivier / Pigeau Benjamin)
- ...



**The LMGP in brief : 45 research scientists, 55 non-permanent scientists, 3 research teams and a large technical staff**

## Crystal growth

*Dir. D. Chaussende, DR2 CNRS*

Wide-gap semiconductors (SiC, AlN, AlSiC), MAX phases, 2D materials



## Thin films, nanomaterials and nanostructures

*Dir. H. Renevier, PR1 Grenoble-INP*

Metal oxides, nanostructured 3D materials, transparent conductive materials, wet chemistry and surface functionalization



## Interface between materials and biological matter

*Dir. C. Picart, PREXC1 Grenoble-INP*

Bioactive materials and devices, biosensors, protein self-assembly at material surfaces



Innovative immunoassays (lab-on-chip), *in collaboration with Néel I, G2ELab, IAB*

# Proposals for internships in the Transparent Conductive Axis of LMGP

Applications :  
Innovative transparent  
and flexible electrodes

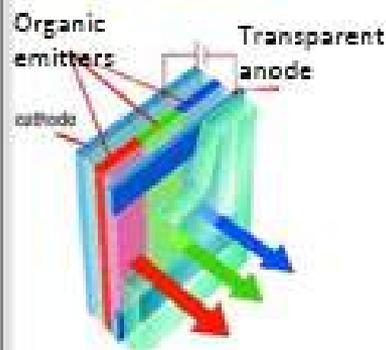
## Where do we find transparent electrodes ?

6 internships

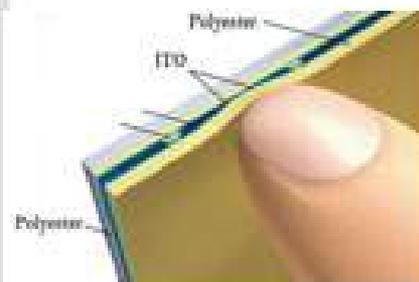
*Solar cells:*



*OLED:*



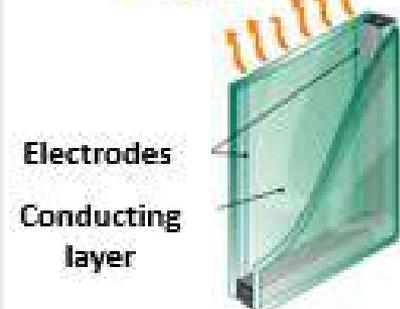
*Touch panel:*



*Transparent heaters:*



heat



# ZnO nanonet fabrication for electrical sensing

2017 internship

New transducers nanomaterials for biochemical and chemical sensors

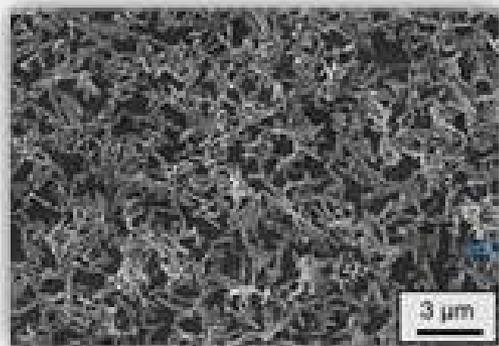
→ Label-free, Portable,  
Low-cost, Fast, Direct

Applications :  
Healthcare : molecular  
diagnosis  
Environmental safety

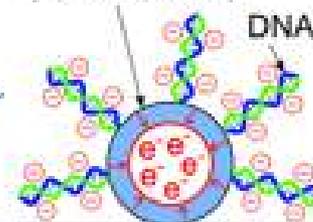
*Fabrication of ZnO nanonets*

*Characterization*

*Test of sensing performances*



N-type nanowire  
(cross-section)



Electrical detection  
of hybridization



[celine.ternon@grenoble-inp.fr](mailto:celine.ternon@grenoble-inp.fr)



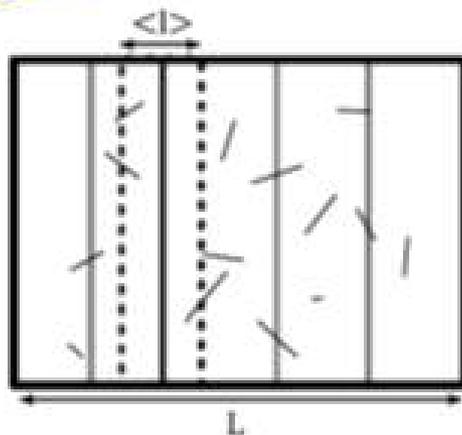
[valerie.stambouli-sene@grenoble-inp.fr](mailto:valerie.stambouli-sene@grenoble-inp.fr)

# Bridge percolation: how bridging conductive areas thanks to conductive 1D nano-objects ?

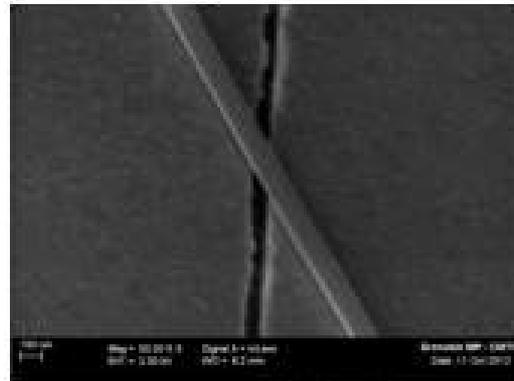
Fundamental and experimental approaches

2017 internship

SEM observation of one AgNW connecting 2 conductive areas



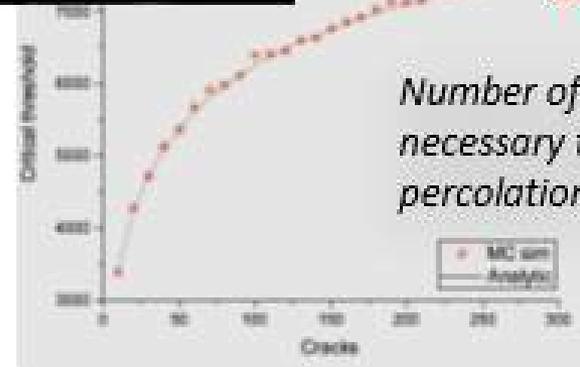
One dimensional problem:  
how to recover a cracked TCO ?



Daniel Bellet  
Grenoble



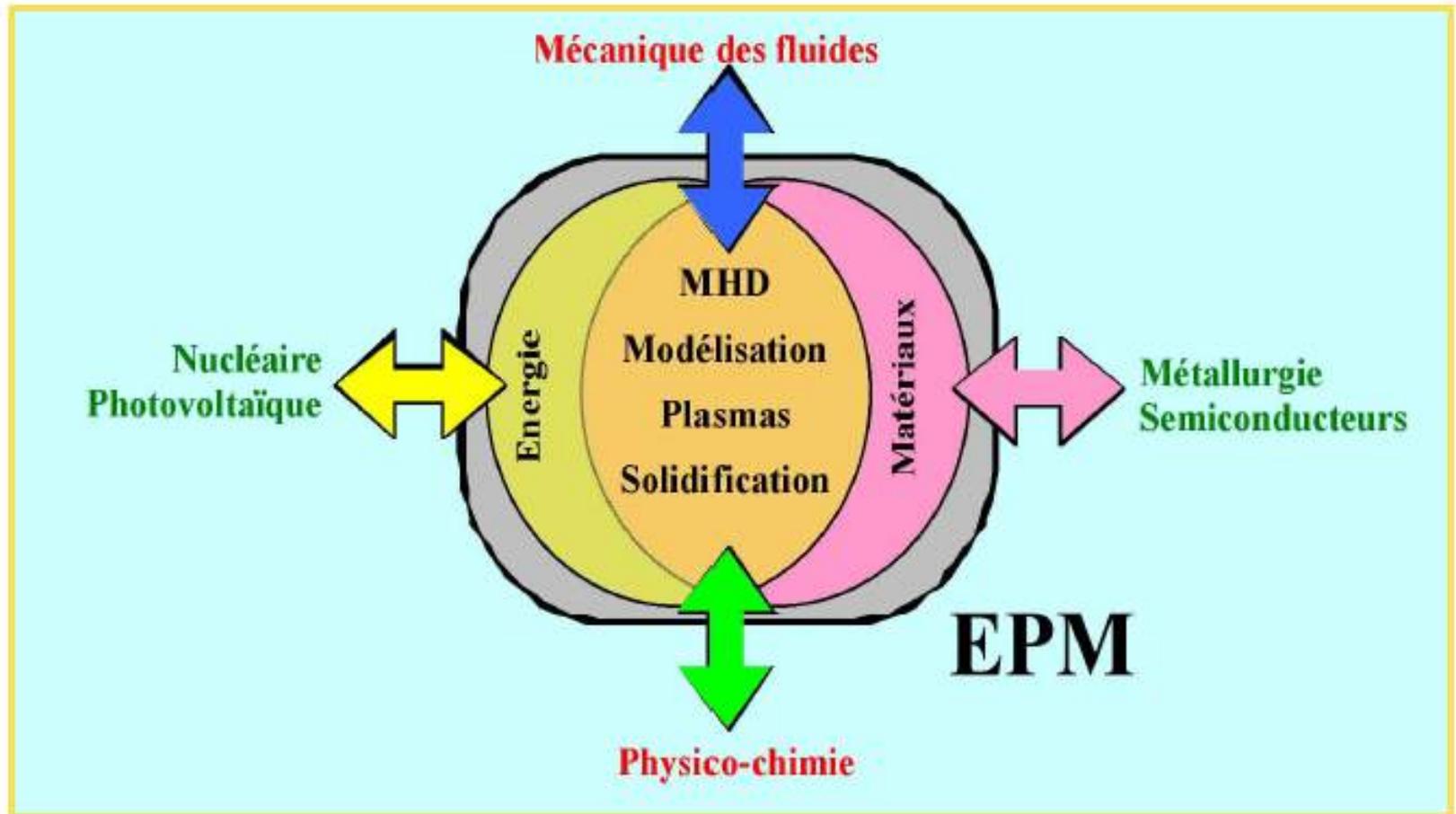
Duy Nguyen  
Liège



Number of AgNWs  
necessary to ensure bridge  
percolation vs number of cracks

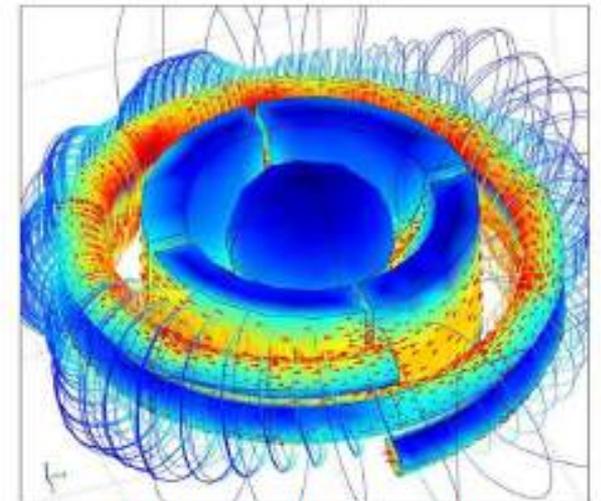
- Better understand & optimize the way to connect separate conductive areas by 1D nano objects (AgNWs)
- Physical modeling in 1, 2 and 3 D thanks to Monte Carlo simulations;
- Experimental observation of the bridge percolation in 1 or 2D of metallic squares by AgNWs.

# EPM – THEMATIQUES SCIENTIFIQUES



# EPM - OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

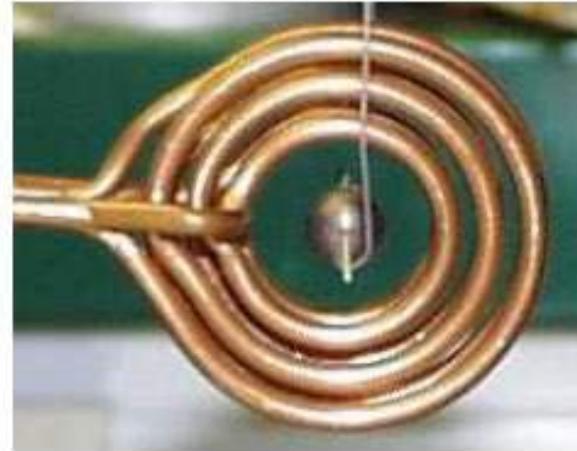
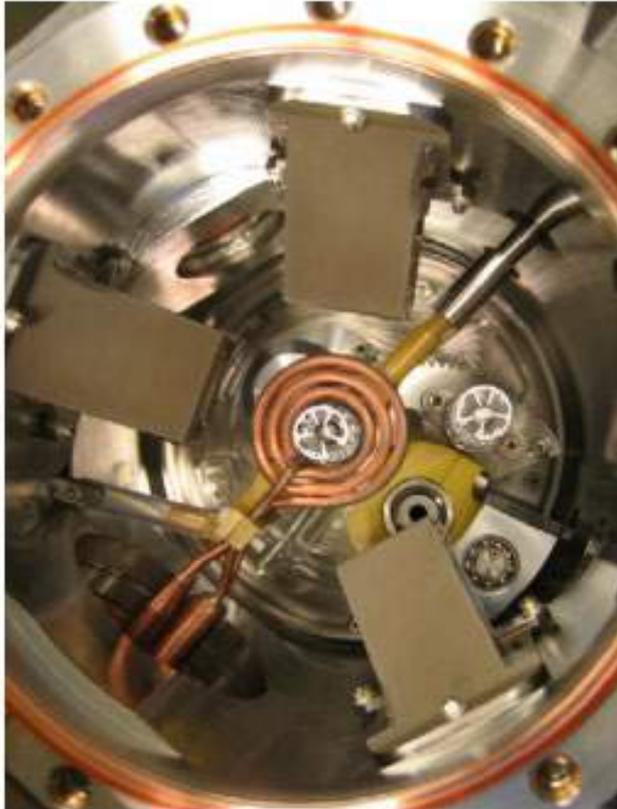
- Etudier les **écoulements**, les interfaces, les transferts thermiques, les transformations de phase et les phénomènes physico-chimiques **sous champ** externe, notamment **électromagnétique**
- **Elaborer** des **matériaux** à propriétés spécifiques sous champs ( $\mu$ -gravité, magnétique, électrique, ...) : structures, propreté-pureté,...
- Comprendre et **modéliser** les processus d'élaboration de matériaux sous champs



Simulation numérique 3D d'un creuset froid d'induction

## Sujet 2 : Expérimentation

Mesures de propriétés thermophysiques par  
lévitation électromagnétique



le lévitateur spatial  
à bord de l'ISS

=

pas découlement

[jacqueline.etay@grenoble.cnrs.fr](mailto:jacqueline.etay@grenoble.cnrs.fr)

- Propulsion à poudre
  - Stabilité des boosters
- Propulsion cryotechnique
  - Atomisation *INCA (SNECMA / ONERA / CNRS)*
  - Cavitation dans les turbo-pompes *(SNECMA / SEP)*
  - Refroidissement de la chambre de combustion *(CNES)*
- Gestion des réservoirs
  - Ballotement et vibration *COMPERE (CNES / DLR)*



- Turbomachines
  - Cavitation
  - Érosion
  - Amélioration des performances
- Dynamo MHD
- Transferts thermiques
  - Micro-caloducs
- Transport
  - Contrôle actif
  - Réduction de traînée
  - Réduction de bruit (TGV, réacteurs ...)

- Circulations océaniques
  - Prévion méso-échelle (de l'heure aux jours) : navigation, pollution, écosystèmes ...
  - Prévion saisonnière (du mois aux années)
- Circulations atmosphériques
  - Vortex polaire
  - Pollution urbaine
- Hydrodynamique côtière
  - Transport sédimentaire
  - Interactions fluide/structure (marées, houle)
- Procédés industriels
  - Traitement des eaux usées

## Méthodes

Simulation numérique

Assimilation de données

Étude de processus en laboratoire

# Machines hydrauliques 3/ 3

## Développement d'hydroliennes à axe vertical (HARVEST) [Th. Maitre, J.L. Achard, C. Corre]



- **Activité expérimentale: modification du tunnel hydrodynamique du LEGI**
- **Activité numérique: modèle 2D + RANS , prise en compte des effets de sillage et de la cavitation, optimisation de la disposition des tours de turbines)**
- **Financement : ANR, AREVA, EDF**
- **Collaboration : 3S, INSA-Lyon (vibrations), GEELAB (électricité),**
- **3 brevets**



# Domaine: Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Instabilités (RT, fragmentation, systèmes diphasiques...)



Machines tournantes



Turbulence



Mécanique des fluides

Thermohydraulique



Compétences:

- Matériaux
- Electronique
- Thermomécanique
- Ingénierie

Thermoacoustique

Changements de phase

Ébullition

Transferts (php)

Stockage (esu)



Cycles de réfrigération



+ Aspects « grands systèmes »: automatismes et contrôle



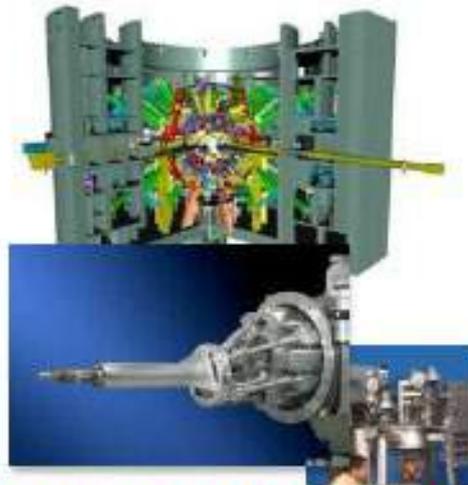
gipsa-lab



# Démonstrateurs et réalisations: un peu d'histoire...



HERSCHEL



LMJ: Laser MegaJoule



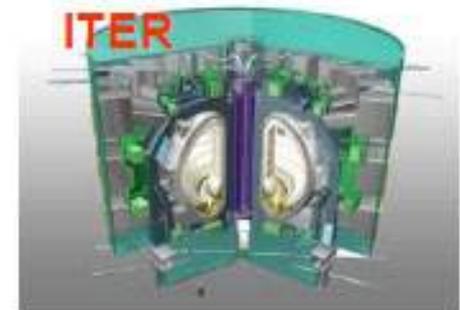
LHC



CSO, MTG



JET



ITER

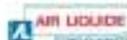
# Les projets de recherches aujourd'hui et demain

## Cryogénie pour l'Espace

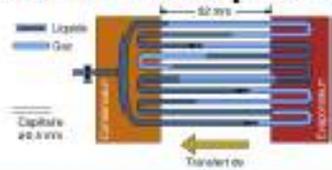
TBT: ADR +  
adsorption



Tubes à gaz pulsés

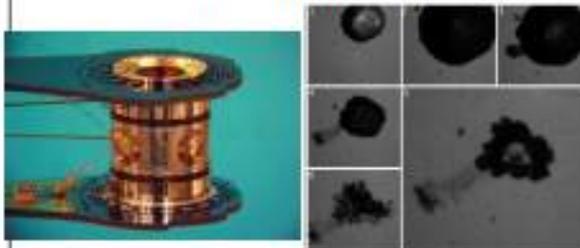


Liens thermiques: PHP

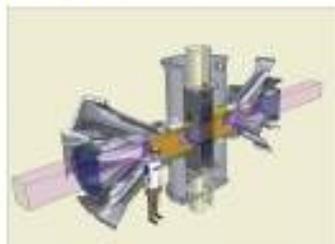


## Grands lasers

Confinement inertiel



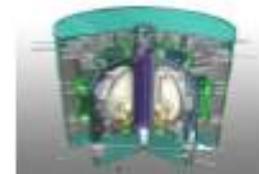
Thermique lasers petawatts



H<sup>+</sup>/D<sup>+</sup> pour Lasers Petawatts



## Thermohydraulique & GI



Turbulence: Euhit-SHREK



CEA = DAM+DEN+DRT+DSM+DSV

CEA/DRT à Grenoble = Leti + Liten

## liten

Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Énergies Nouvelles et les nanomatériaux

### Energie solaire & bâtiment



PV,  
CPV,  
Systèmes électriques  
BBC



Chambéry

### Mobilité électrique

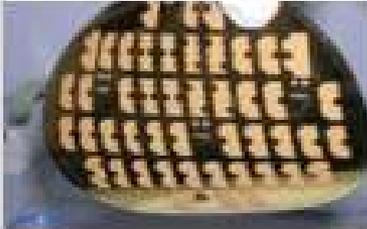
Batteries  
Piles à combustibles  
Systèmes hybrides



Grenoble

### Matériaux avancés

Nanomatériaux  
 $\mu$ -sources  
Récupération d'énergie  
Électronique organique



### Biomasse Thermique et hydrogène

Production et stockage de l'H<sub>2</sub>  
Biocarburants  
Thermique  
Réseaux de chaleur



Porteur : Caroline Celle ([caroline.celle@cea.fr](mailto:caroline.celle@cea.fr))

Encadrement : à définir

## Problème technique / contexte :

Utilisation de nanofils d'argent en structure percolante (3D) pour le chauffage pariétal

Applications multiples : Dégivrage parebrise, confort thermique de l'habitat, ...

## Éléments de la thématique :

Structure percolante 3D

→ Résistivité électrique faible  
de la structure

→ Pas de point chaud  
(homogénéité de la structure)

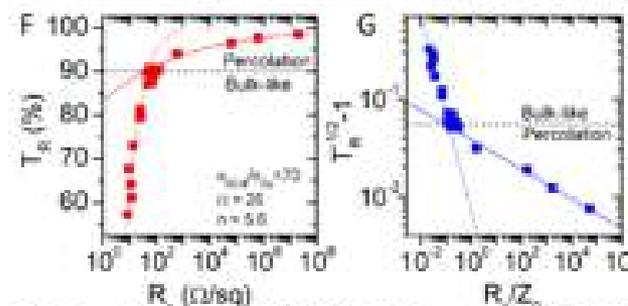
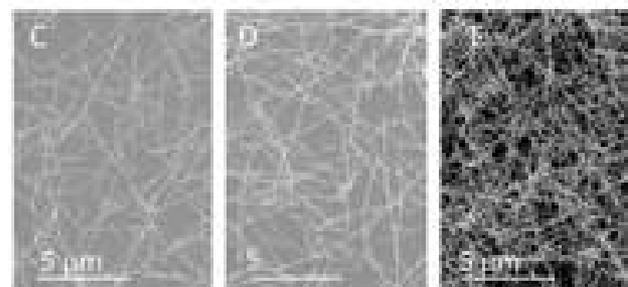
→ Maintien de la transparence

Physique de la percolation,

Thermique,

Optique,

Chimie des nanofils



From S. Sorel, D. Ballet & J.N. Coleman, ACS, 2014

FROM RESEARCH TO INDUSTRY  
**cea tech**



**PRESENTATION  
DES STAGES INGÉNIEURS 2016**  
10 octobre 2016

**INSTITUT NATIONAL DE L'ENERGIE SOLAIRE**  
**SERVICE BATIMENT**

**PATRICE SCHNEUWLY** [patrice.schneuwly@cea.fr](mailto:patrice.schneuwly@cea.fr)



## ENVELOPPE DU BATIMENT

### EQUIPEMENTS

**CAPTEURS SOLAIRES**  
SYSTEMES SOLAIRES  
COMBINES SOLAIRE  
THERMIQUE BALLONS  
CHAUFFE EAU SOLAIRE  
VENTILATION MECANIQUE  
INSUFFLATION **EXTRACTION**  
STOCKAGE DE ECS  
CHALEUR THERMOCHIMIE  
**FROID SOLAIRE** COP  
POMPE À CHALEUR **MUR**  
GÉOTHERMIE **TROMBE**  
ECHANGEURS THERMIQUES



**VITRAGES** FACTEUR SOLAIRE

OUVERTURES **MENUISERIES**

**ISOLANTS** TRANSFERTS THERMIQUES

MAÎTRE **INERTIE THERMIQUE**

**INTEGRATION SOLAIRE**

FACADE MULTIFONCTIONNELLES PREFABRICATION

RECUPERATION D'ENERGIE **TOITURES** BIPV

**CONTROLE SOLAIRE**

OCCULTATIONS VOILETS ROULANTS

SOLAIRE PASSIF **ETANCHEITE A L'AIR**

PONTS THERMIQUES

### MONITORING/GESTION

MEASURE INDICATEURS DE PERFORMANCE

QUALITE D'AIR INTERIEUR

CONFORT THERMIQUE **CONFORT VISUEL**

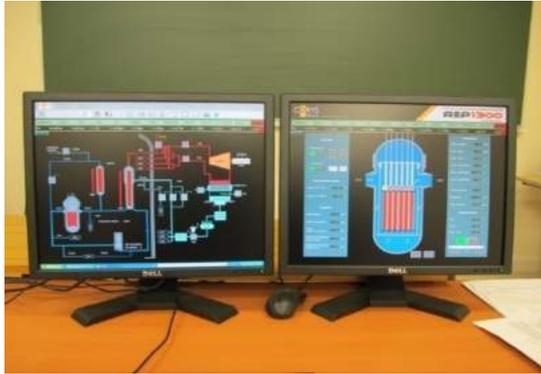
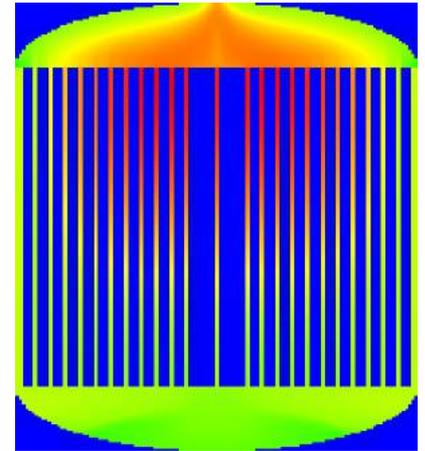
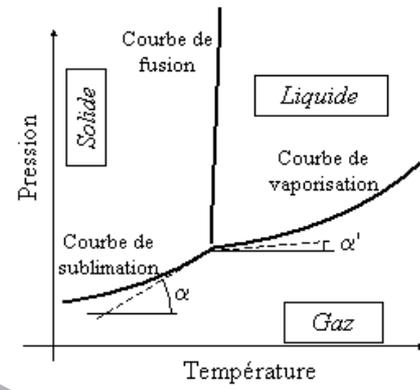
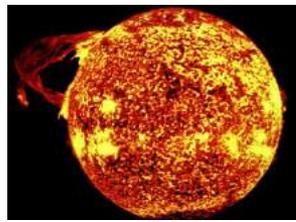
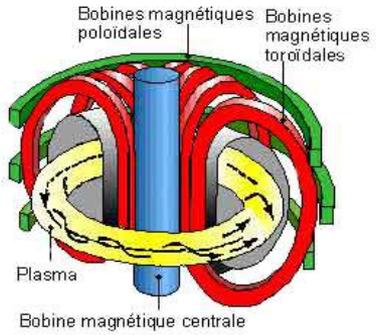
ANALYSE DE CYCLE DE VIE RAFFRAICHISSEMENT NATUREL

**MODELISATION** SIMPLIFIEE

CONTROLE COMMANDE GARANTIE DE PERFORMANCE

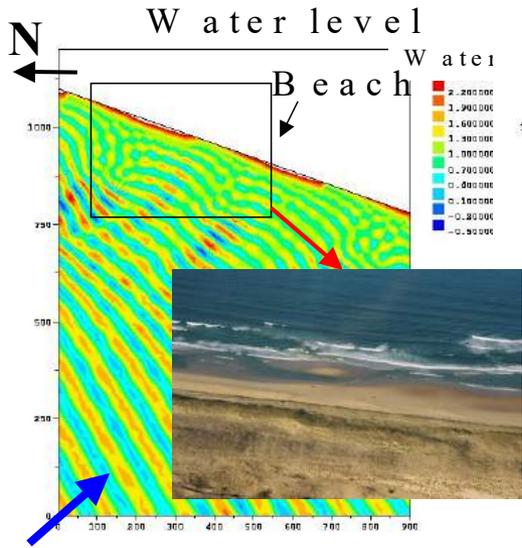
REGULATION INTERACTION AVEC LE QUARTIER SMART GRID

GTB AUTOMATISME **SMART HOME**



**FIN**

$$\Delta\left(\frac{\rho c^2}{2}\right) + \Delta(\phi) = \frac{W_f}{V} + \frac{W_m}{V}$$



**Energie**

