

# Equipe Physique des Réacteurs 2014 - 2019

O. Méplan

# Equipe Physique des Réacteurs

## 12 permanents (3 CNRS, 9 enseignants-chercheurs)

- **A. Bidaud** (MCF), **A. Billebaud** (DR), **N. Capellan** (MCF), **S. Chabod** (CR), **V. Ghetta** (CR), **G. Kessedjian** (MCF), **E. Liatard** (Pr), **O. Méplan** (MCF), **A. Nuttin** (MCF), **M. Ramdhane** (Pr), **P. Rubiolo** (Pr), **C. Sage** (MCF)

+ **J. Giraud** (IR), *Etudes et Réalisations Mécaniques*

## 6 doctorants (non-présents à 100% du temps)

- **J. Blanco**
  - en codirection de thèse avec E. Dumonteil (IRSN)
  - soutenance prévue en 2020 (Neutronic-Thermohydraulic-Thermomechanic Coupling for the Modeling of Accidents in Nuclear Systems)
- **P. Lopez**
  - en codirection de thèse Yi Wang (EDF)
  - soutenance prévue en 2021 (Méthodes de dimensionnement des incertitudes de la chaîne industrielle de calcul cœur)
- **D. Reygadas-tello**
  - en codirection de thèse avec C. Michelagnoli (ILL)
  - soutenance prévue en 2021 (New physics opportunities for fission studies: a new setup at ILL)

# Composition de l'équipe Physique des Réacteurs

- ***G. Mantulet***

- en codirection de thèse avec S. Mima (GAEL)
- soutenance prévue en 2020 (Contributions of renewable gases to the decarbonisation of energy systems)

- ***J. Nicholson***

- en codirection de thèse avec A. Chebboubi et O. Serot (CEA)
- soutenance prévue en 2021 (Etude de la dépendance en énergie cinétique des rendements isotopiques et isomériques induits par la fission thermique auprès du spectromètre de masse Lohengrin de l'ILL)

- ***D. Portinari***

- en codirection de thèse Y. Calzavara (ILL)
- soutenance prévue en 2022 (Sensibilités et Incertitudes des paramètres neutronique de sureté du cœur LEU du Réacteur à Haut Flux de l'ILL)

- ***F. Quinteros***

- soutenance prévue en 2022 (Conception d'un réacteur nucléaire de propulsion électrique pour l'espace)

# Evolution récente de l'équipe

## Permanents

- **Mourad Ramdhane** (Pr) a rejoint notre groupe en 2018 (jusqu'en 2017, dans le groupe Structure Nucléaire)
- **Elsa Merle** (Pr) et **Daniel Heuer** (DR) ont quitté notre groupe en 2017 (maintenant dans le groupe MSFR)

## 8 thèses soutenues (*co-encadrement hors du LPSC*)

- **F. Acosta** (en 2019 sous la direction de P. Rubiolo) – Development of a thermalhydraulics/thermomechanics coupling methodology for the evaluation of the behavior of SFR fuel subassemblies under irradiation (→ [Ingénieur Framatome](#))
- **M. Tano-Retamales** (en 2018 sous la direction de P. Rubiolo) – Développement des modèles multi-physiques multi-échelle de caloporteurs sels fondus à haute température et validation expérimentale (→ [Postdoc à Texas A&M University \(USA\)](#))
- **P. Prévot** (en 2018 sous la direction de A. Nuttin) – Développement d'outils académiques pour la conception et la sûreté de réacteurs innovants : premières applications au dimensionnement de SMR refroidis à l'eau légère et chargés en thorium (→ [Ingénieur EDF](#))
- **S. Julien-Laferrière** (en 2018 sous la direction G. Kessedjian et O. Serot) – Approche expérimentale et phénoménologique des rendements de la fission induite par neutron thermique du  $^{239}\text{Pu}$  et du  $^{241}\text{Pu}$  (→ [Postdoc au CEA/DAM Bruyères-le-Châtel](#))
- **K. Herbreteau** (en 2018 sous la direction P. Rubiolo, N. Marie, F. Bertrand) – Développement d'un outil physique orienté conception pour la simulation des excursions de puissance non protégées dans un RNR-Na (→ [Ingénieur R&D à Technicatome](#))

# Evolution récente de l'équipe

- **T. Chevret** (en 2016 sous la direction de G. Ban, A. Billebaud, J.-L. Lecouey ) – Mesure de la réactivité de réacteurs sous-critiques pilotés par accélérateur par l'analyse d'expériences d'interruptions de faisceau programmées (→ [Ingénieur Framatome](#))
- **A. Chebboubi** (en 2015 sous la direction G. Kessedjian et H. Faust) – Contribution à l'étude de la fission nucléaire : de Lohengrin à FIPPPS (→ [Chercheur au CEA Cadarache \(SPRC/LEPh\)](#))
- **A. Laureau** (en 2015 sous la direction de P. Rubiolo, E. Merle et D. Heuer) – Développement de modèles neutroniques pour le couplage thermohydraulique du MSFR et le calcul de paramètres cinétiques effectifs (→ [Postdoc à l'EPFL Lausanne \(Suisse\)](#))

## 2 postdoc

- **E. Stolyarova** (Postdoc Carnot Energies du Futur du 01/02/19 au 30/11/19) – Hydrogène dans les études de Prospective Energétique : mise à jour des données POLES et construction d'un panorama de scénarios.
- **S. Jamet** (Postdoc EDF 2017 et 2018 sur l'Étude d'un nouveau modèle de transitoire d'interface appliqué à l'interaction corium-béton (→ [Ingénieur à BizMedTech / Surgivision](#)))

# Evolution récente de l'équipe

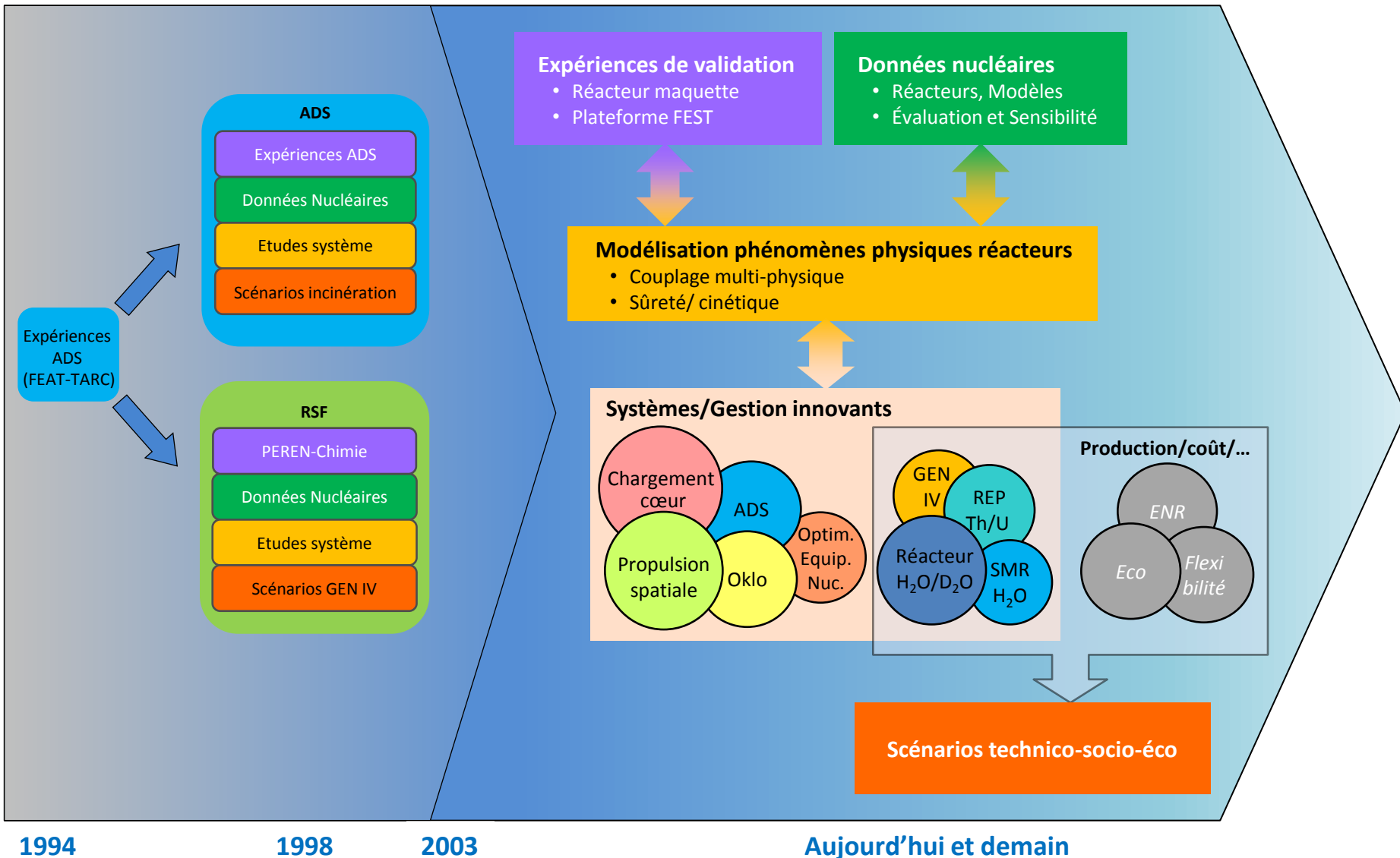
## 2 HDR

- **G. Kessedjian** (en septembre 2015) – Des données nucléaires expérimentales à l'évaluation : Contribution à l'analyse statistique dans la réduction des données et les tests d'hypothèses – Application à la fission
- **A. Bidaud** (en avril 2017) – Les 2 infinis en Physique des Réacteurs : incertitudes et indéterminations dans les simulations des Futurs du Nucléaire

## 1 visiteur

- **N. Kerkar** (EDF) : PAST de 2016-2018

# Thèmes de recherche : passé, présent, futur



# Organisation

## Structuration autour de 3 axes principaux de recherche

### ▪ Etudes et modélisations de phénomènes physiques en réacteurs

- Expériences sur réacteur maquette : réacteur sous-critique (A.Bil, SC)
- Etudes de sûreté et de transitoires, gestion de la réactivité en évolution, sur des systèmes innovants (AN,NC,PR,OM)
- Etudes multi-physique et multi échelle, développement de modèles et validation expérimentale (PR, VG, NC)

### ▪ Données Nucléaires

- Mesures de données nucléaires précises utiles pour la physique des réacteurs et les modèles dans le cadre du programme d'évaluation des données nucléaires (projet JEFF au niveau européen) (GK,CS,MR,OM)
- Evaluation des données nucléaires (GK) et études de sensibilités (A.Bid)

### ▪ Scénarios énergétiques : approche technico-socio-économique

- gestion du combustible à échelle nationale, couplée aux aspects économiques du nucléaire et de l'énergie (A.Bid)

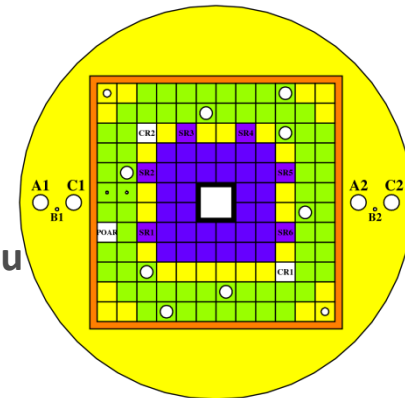
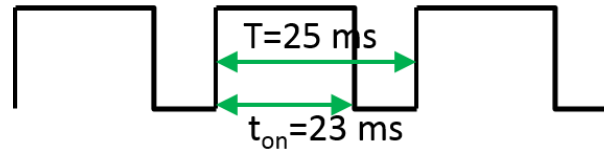
 ensemble des thèmes de la physique des réacteurs de l'IN2P3



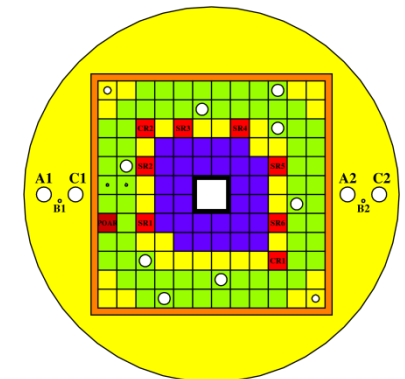
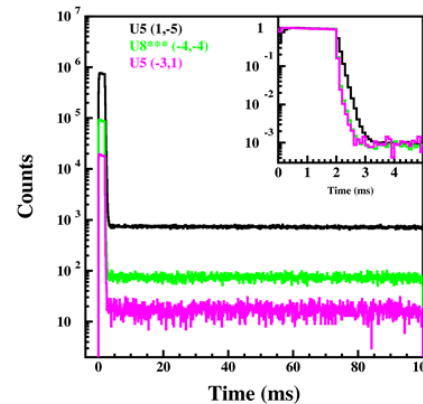
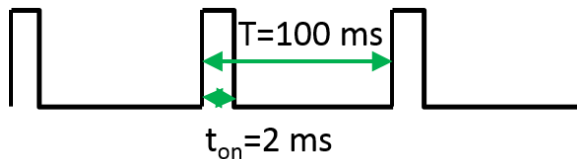
# 3 Faits marquants

## Etudes et modélisations de phénomènes physiques en réacteurs

- Fin des expériences **GUINEVERE** dédiées aux ADS en mai 2019 (LPSC+LPC Caen)
- **Mesure absolue de la réactivité dans des interruptions de faisceau validée** dans les projets européens FREYA et MYRTE pour des cœurs proches de MYRRHA en fonctionnement: Cycle utile faisceau de 92%,  $-15\text{\$} < \rho < -4\text{\$}$



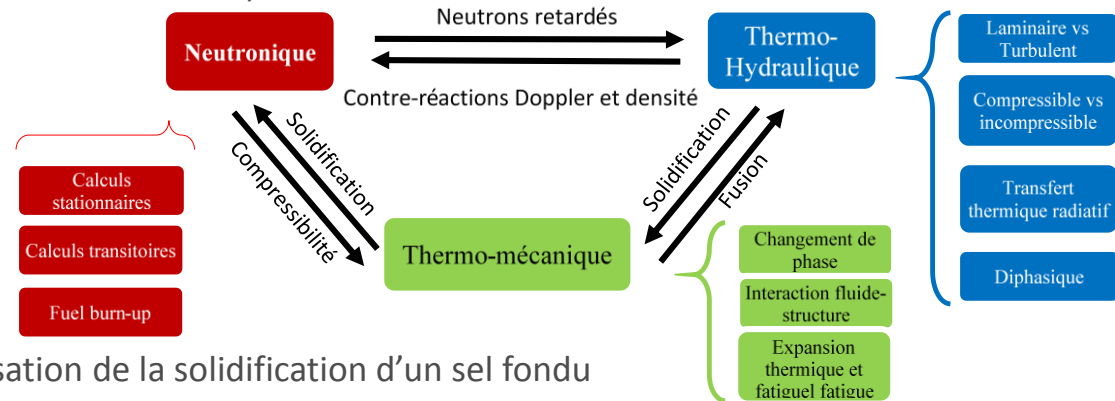
- **Consolidée** dans le projet MYRACL (SCK-CNRS) **dans des conditions proches du démarrage de MYRRHA**: Cycle utile faisceau de 2%, cœur très sous-critique :  $-32\text{\$} < \rho < -8\text{\$}$



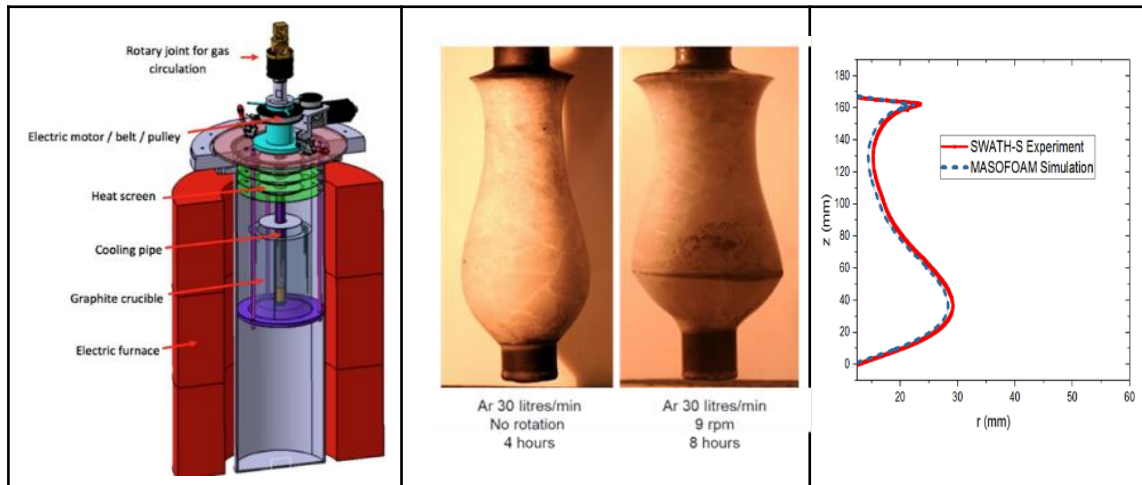
- Analyse/ publications en cours

# 3 Faits marquants

- **Modèle multi-physique** (couplage OpenFOAM-SERPENT)



- Démarrage de **SWATH** : expérience/modélisation de la solidification d'un sel fondu



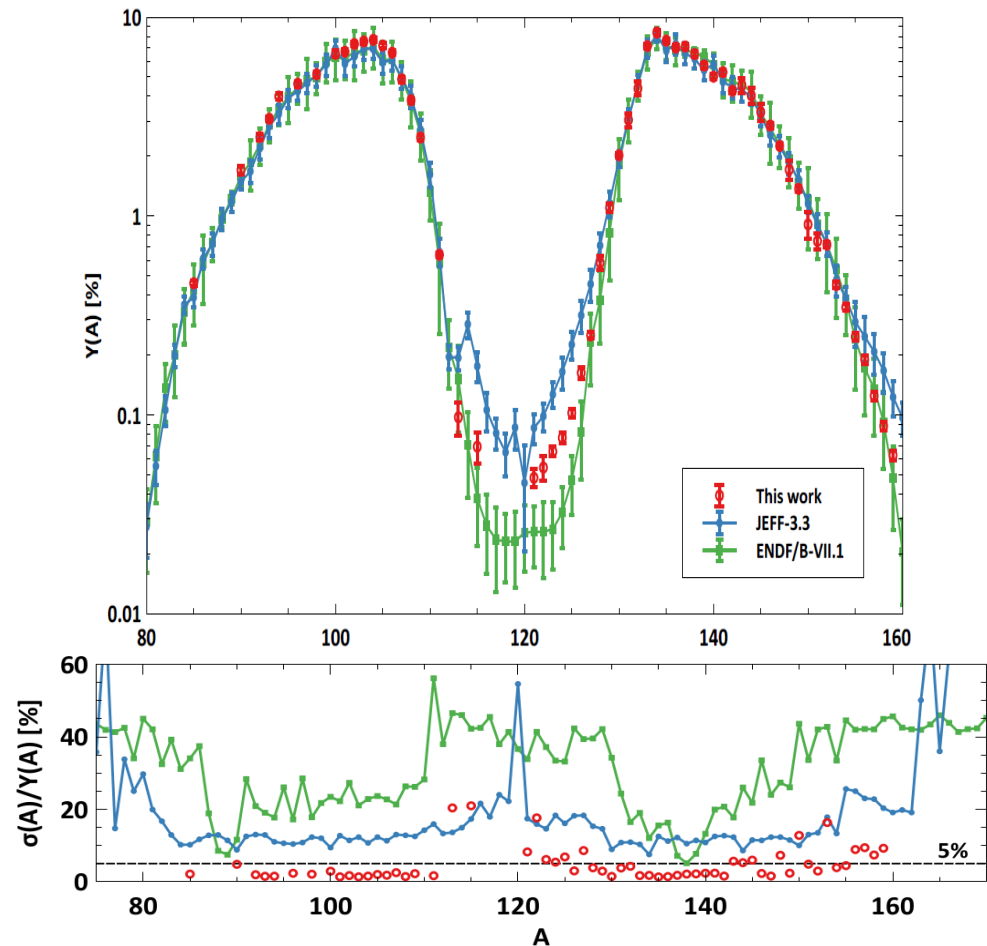
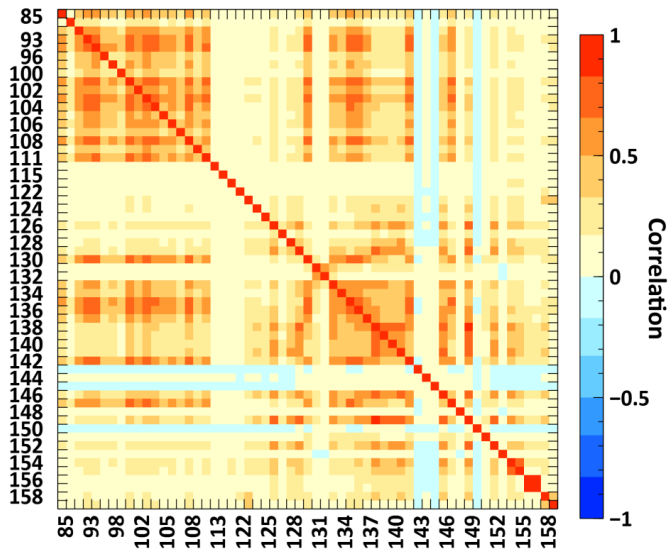
⇒ application aux :

- **Accidents de criticité** (collaboration IRSN) : e.g. modélisation de GODIVA, Piscine Fukushima
- **Réacteur de propulsion (spatial)**
- **Systèmes innovants**

# 3 Faits marquants

- **Lohengrin** : mesures de rendements isobariques, isotopiques, isomériques et de leur dépendance avec l'énergie cinétique induite par fission dans le cadre du programme de données nucléaires et de validation des modèles utiles pour les évaluations

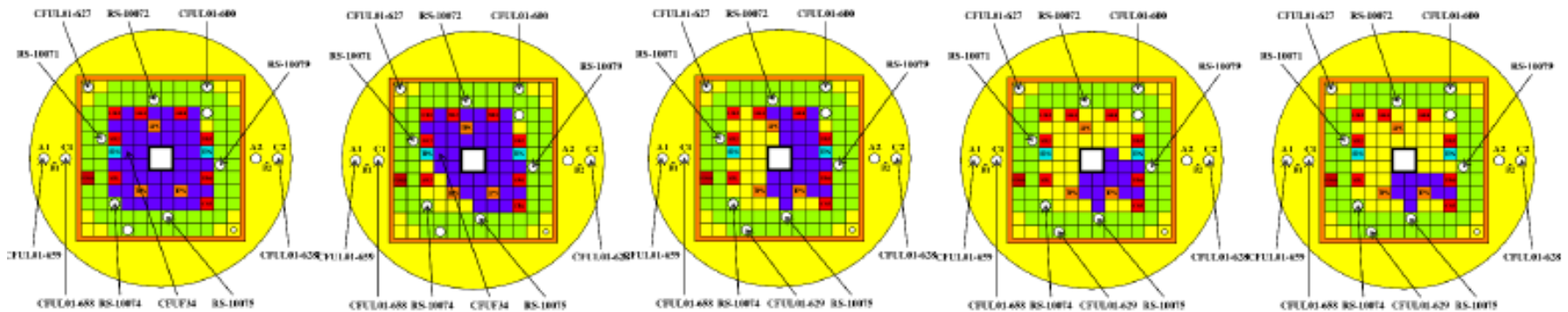
$^{241}\text{Pu}$  ( $n_{\text{th}}, f$ ) mass FP yields  
(Thèse de S. Julien-Laferrrière)



# Projets scientifiques

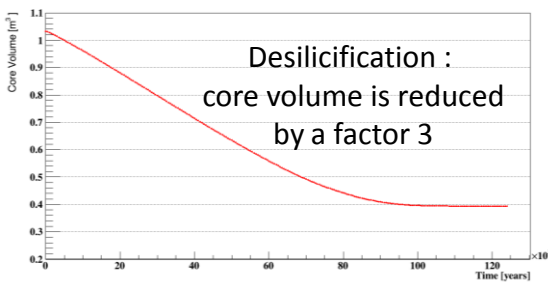
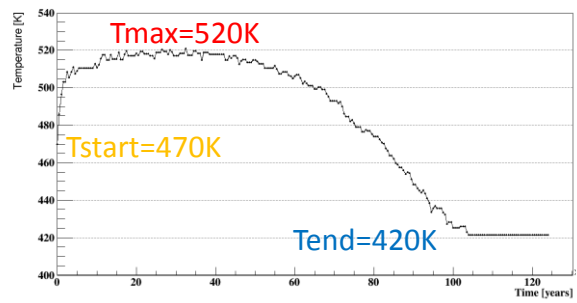
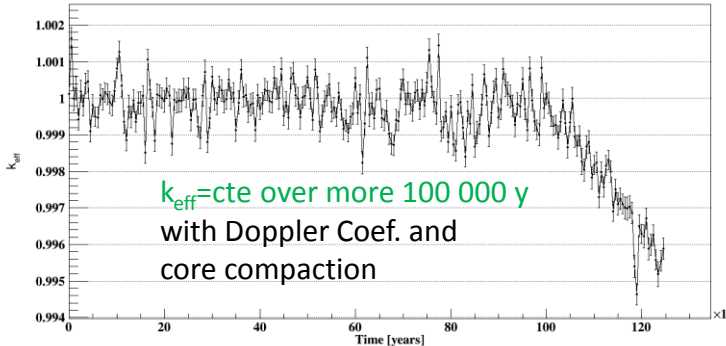
## Etudes et modélisations de phénomènes physiques en réacteurs

- Montage et démarrage du projet **SALMON** (Subcritical Approach for core Loading MONitoring) @ VENUS (collaboration **LPC Caen** et **SCK•CEN**) - juin 2019
- **Monitoring de la réactivité** d'un cœur critique au **cours de son chargement** par une source pulsée externe

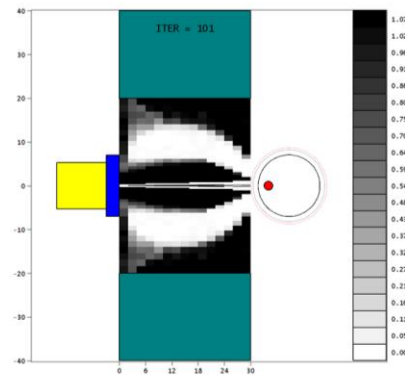


# Projets scientifiques

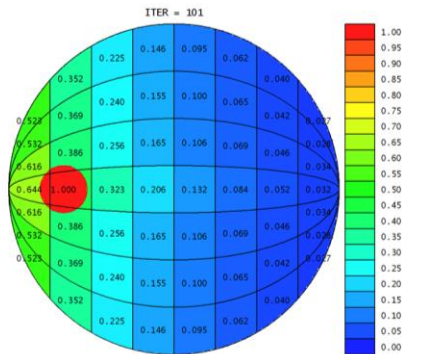
- Gestion innovante de la réactivité sur des réacteurs à eau (sous modération, D<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>O, ...)
- Application : interprétation de l'évolution de la réactivité des Réacteurs naturels d'Oklo (collaboration IPHC, LESI (Algérie))



- Applications d'un outil de conception algorithmique d'équipements nucléaires optimisés : e.g. modérateur pour l'AB-NCT



Profil du modérateur en plastique ABS



Dose dans le cerveau et la tumeur

# Projets scientifiques

## NEXUS (Numerical and Experimental Multi-physics)

### SWATH

(Salt at Wall:  
Thermal Exchanges)

### AEROSPACE

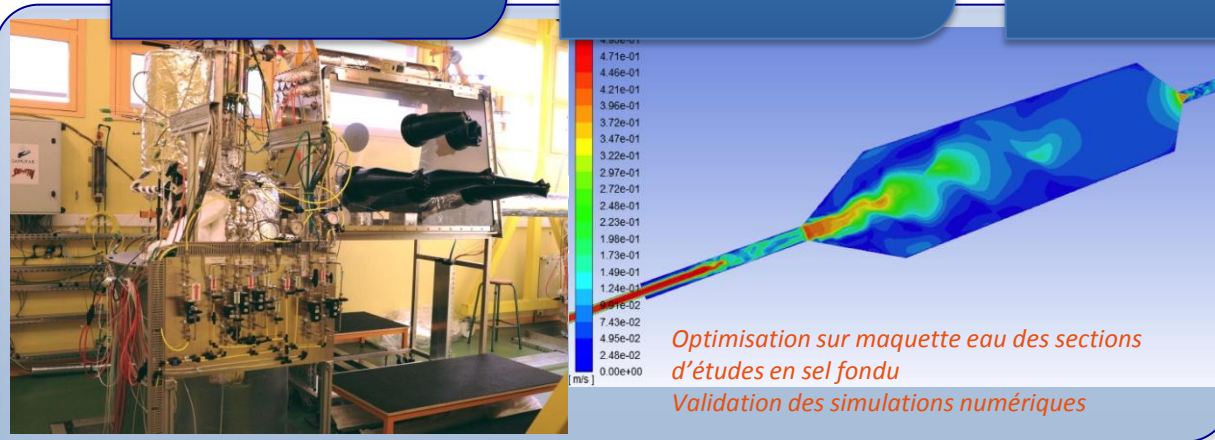
(Nuclear Electric  
propulsion for  
Space Exploration)

### MUST

(Multi-physics  
Nuclear Safety)

### CILIQ

(Cibles Liquides)



# Projets scientifiques

## • Données Nucléaires

- **Evaluations** des rendements de fission des noyaux d'intérêt pour les cycles Th-U et U-Pu (**collaboration ILL et CEA**)
- Etude de la **dépendance des observables de fission** en fonction de l'énergie cinétique des fragments  $\Rightarrow$  **tests des modèles** de génération du spin dans les fragments et de répartition de l'énergie d'excitation (**collaboration ILL et CEA**)
- Développement d'un dispositif produisant des faisceaux isobariques de produits de fission pour l'étude des **chaleurs de décroissances  $\beta$  et  $\gamma$**  (**collaboration IPHC, ILL et CEA**)
- Upgrade de **l'identification en masse de fragments par triple coïncidence  $(\Delta E, E) \otimes \text{TOF}$**  (**collaboration ILL et CEA**)
- Développement des **méthodes/outils de sensibilités MC et propagation d'incertitudes en évolution (NEEDS)** : applications à la calibration des chaînes de calculs (**EDF**), à l'ILL (avec **Technicatome**), et à différents réacteurs innovants (**H2020 SANDA**)

## • Scénarios énergétiques : approche technico-socio-économique

- Valeur (économique) de la « **flexibilité** » du **pilotage**  $\Rightarrow$  Lien avec la physique des réacteurs

## Faits marquants (détail)



# Faits Marquants

## Etudes et modélisations de phénomènes physiques en réacteurs

### Expériences sur réacteurs

- Thèse de T. Chevret sur les expériences **GUINEVERE** (2016)
- Fin du programme expérimental dédié aux **ADS (GUINEVERE)** en mai 2019
- Montage et démarrage du projet **SALMON** (Subcritical Approach for core Loading MONitoring) @ VENUS – juin 2019

### Etudes sûreté et Gestion Réactivité

- **SMURE** @NEA (mars 2017)
- **Validation des outils « KNACK »** sur des systèmes nucléaires à eau innovants (cycle thorium) en alternative/dans l'attente de la Gen IV :
  - dimensionnement, évaluation de sûreté: thèse de P. Prévot en 2018
  - gestion innovante de keff en cycle
- **Double workshop Oklo IPHC-LPSC** (juin 2019) avec B. Gall (IPHC Strasbourg), S. Bentriddi (LESI, Algérie) et H. Hidaka (Univ. de Nagoya, Japon)
- Développement d'une procédure **de conception algorithmique d'équipements nucléaires optimisés** – juin 2019

### Multi-physique

- Couplage **Thermohydraulique/neutronique** : thèse de A. Laureau (2015)
- Livrables **SAMOFAR** : Conception **SWATH** et **vidange MSFR** (juillet 2017), résultats de **SWATH** (juillet 2018) et **Bouchon Froid** - janvier 2019
- Livrable **EDF** : interaction Corium/Béton (Postdoc de S. Jamet) - octobre 2018
- Modélisation Multi-physique : Thèse de M. Tanos Retamales - novembre 2018
- Démarrage **AEROSPACE** (décembre 2018)
- **Livrable IRSN** : modélisation des accidents de criticité (Thèse de J. Blanco) septembre 2019
- kick-off projet **SAMOSAFER** - octobre 2019

# Faits Marquants

## Données Nucléaires

### Lohengrin

- Thèse A. Chebboubi (octobre 2015)
- Thèse S. Julien-Laferrière (octobre 2018)
- Financement par le CEA d'une thèse en collaboration avec le LPSC sur **les mesures de rendements de fission isomériques et isotopiques** auprès du spectromètre Lohengrin (ILL) (octobre 2018)
- **Démarrage d'une activité d'évaluation** (2017) et présentation des premiers résultats sur l'évaluation des rendements en masse de la réaction  $^{235}\text{U}(n_{\text{th}}, f)$  avec la **construction et l'interprétation des matrices de corrélations** en workshop (Santa Fe, FPY 2019, septembre 2019) et au JEFF meeting (novembre 2019).

### FIPPS phase 2

- Financement **d'une bourse de thèse sur le projet FIPPS IDEX UGA / ILL** (2018)
- Pré-design de deux types d'aimant supraconducteur : proposition LPSC non retenue

### Sensibilité

- **Délégation de A. Bidaud à Berkeley** : Quantification des erreurs de modélisation simplifiée et comparaison aux erreurs induites par les données nucléaires (2017)

# Faits Marquants

## Scénarios énergétiques : approche technico-socio-économique

- **Financement par le Carnot « Energies du Futur »** pour les aspects économie de l'énergie nucléaire
  - Une thèse (2017-2019)
  - Un Postdoc (2018-2019)
- **Collaboration avec Milan MultiPhysics** en soutien à leur contrat avec ENTSOe (réseau des réseaux électriques européens) sur la modélisation de la demande électrique, de l'hydroélectricité, des stockages (2019)
- Participation au **Cross-Disciplinary-Project** de l'IDEX Grenoblois "Eco-SESA" sur les éco-quartiers (2018-2021)