

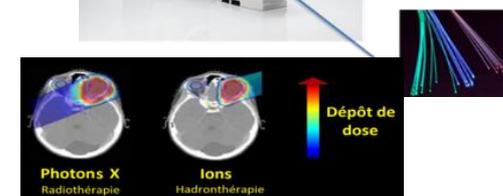
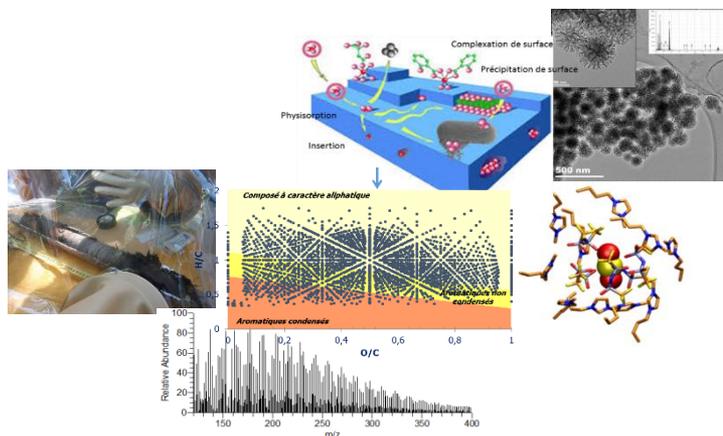
# Groupe de Radiochimie

Chimie des radionucléides et interactions rayonnements-matière  
*Environnement et Santé*

**Quentin Raffy**

[quentin.raffy@iphc.cnrs.fr](mailto:quentin.raffy@iphc.cnrs.fr)

**IPHC, UMR 7178 CNRS-IN2P3 / UNISTRA**  
**Département de Recherches Subatomiques**



# Composition actuelle de l'équipe

- 12 permanents et chaire prof. junior

« Environnement »

« Santé »

Chimie des Radionucléides (RN) et éléments traces métalliques (ETM)

Interactions rayonnement – matière organique / biologique

Chimie des RN & ETM en milieux complexes

Mirella Del Nero  
(CR)  
Lu Liu  
(CPJ)

Chimie des RN & ETM en solution et milieu liquides ioniques

Maria Boltoeva  
(CR)

Analyse du cycle de vie et polluants émergents

Gaetana Quaranta  
(MdC)

Radiolyse de biomolécules

Quentin Raffy  
(MdC)  
Rémi Barillon  
(Pr)

Dosimétrie par mesure de déclin de fluorescence

Jean-Marc Jung  
(Pr)

**Courson Olivier** (IRCN Bap B)

**Galindo Catherine** (IRHC Bap B)

**Hoffmann Christophe** (AI, Bap C)

**Meyer-Georg Sylvia** (IE Bap B)

**Peupardin Philippe** (IRCN Bap C)

# Composition actuelle de l'équipe

- 5 doctorants (directions de thèse) :
  - **Ferreres Séléna**
    - Direction : M. Del Nero, soutenance fin 2024
    - (Etude des effets des matières organiques et des microorganismes du sol sur la spéciation et le transfert aux plantes de l'Uranium (VI)). **NEEDS - MITI**
  - **Clément Duss**
    - Direction: J. M. Jung (codir.: E. Marchioni, L. Charbonnière, IPHC), soutenance 2024
    - (Dosimétrie appliquée aux électrons de faibles énergies). **AERIAL** (LabCom IPHC)
  - **Soro Adama**
    - Direction : G. Quaranta (codir. : M. Millet, ICPEES, Strasbourg), soutenance 2024
    - (Evaluation de l'impact du cycle de vie des pesticides utilisés dans les méthodes chimiques de protection phytosanitaires). **Ministère de l'Education Ivoirien**
  - **Arnone Aurélia**
    - Direction : R. Barillon et Q. Raffy, soutenance fin 2025
    - (Mécanismes de la radiolyse de peptides Effets du débit de dose). **MENRT**
  - **Iguider Mehdi**
    - Direction : G. Quaranta, soutenance fin 2025
    - (Analyse du cycle de vie paramétrique de la production de lithium : analyses multi-modèles). **CIFRE**

# Composition actuelle de l'équipe

- 3 doctorants en codirection de thèse :
  - **Chefson Séverine**
    - Direction de thèse : N. Arbor (DeSiS, DRS IPHC), co-encadrement : Q. Raffy
    - Soutenance 2024 (Etude expérimentale de la radiolyse de l'eau par des ions et modélisation Monte-Carlo)
  - **Pelletier Simon**
    - Direction : B. Ernst (IPHC), co-encadrement : G. Quaranta
    - Soutenance 2025 (Production biologique d'hydrogène : couplage de procédés fermentaires, une brique additionnelle à la valorisation énergétique de la biomasse)
  - **Neumann Elouariagli** Direction de thèse : Y. Hoarau (ICUBE, Strasbourg), co-direction : G. Quaranta
    - Soutenance 2025 (Analyse du Cycle de Vie (ACV) conséquentielle et Green-IT.).
- Post-doctorants :
  - **Robineau Paul** post-doc Interreg CO2Inno 2023 –
    - Sujet : Modélisation prospective des impacts environnementaux de différents scénarios de déchets TFA issus du démantèlement du CNPE de Fessenheim par la méthodologie de l'Analyse du Cycle de Vie
  - **Haohan Zhang** Post-doc IN2P3 23-24
    - Sujet : Développer des méthodes de séparation / mesure efficaces et effectives pour la mesure des RNs DTM dans les métaux

# Évolutions récentes:

- 3 permanents/CPJ :
  - **Lu Liu (CPJ « démantèlement-assainissement »)** : entrée Novembre 2022
  - **Barillon Rémi (Pr)** : en Radiochimie mais VP Recherche UNISTRA depuis 2020
  - **Mazan Valérie (IE2)** : départ en 2017 en NOEMIE
- Non permanents :
  - **Lucie Huart IR CDD 18 mois (Prématuration CNRS)**
  - **Galyna Zyma IR CDD 12 mois (Programme Pause)**
  - **Goetz Virginie (IR)** : entrée Juin 2022 (CDD IN2P3) → **avril 23**

# Evolutions récentes:

- 3 permanents/CPJ :
  - **Lu Liu (CPJ « démantèlement-assainissement »)** : entrée Novembre 2022
  - **Barillon Rémi (Pr)** : en Radiochimie mais VP Recherche UNISTRA depuis 2020
  - **Mazan Valérie (IE2)** : départ en 2017 en NOEMIE
- Non permanents :
  - **Lucie Huart IR CDD 18 mois (Prématuration CNRS)**
  - **Galyna Zyma IR CDD 12 mois (Programme Pause)**
  - **Goetz Virginie (IR)** : entrée Juin 2022 (CDD IN2P3) → **avril 23**
- 4 thèses soutenues en 2022-2023:
  - **Guo Shangyao (2023)** Mécanismes et espèces impliquées dans la sorption / mobilité de U(VI) dans des argiles.  
**Direction: M. Del Nero** **Financement EU – EJP EURAD**
  - **Danvin Antoine (2023)** Identification et quantification de produits formés sous irradiation de biomolécules par des ions accélérés.  
**Direction : M. Del Nero, co-enc. Q. Raffy** **Fin. MENRT**
  - **Zakusilova Vera (2022)**, « Séparation des métaux nobles dans les liquides ioniques ». **Fin. A&M University**  
**Direction: R. Barillon Co-dir., M. Boltoeva**
  - **Zgheib Mirna (2022)** Bois-énergie et ACV: vers un modèle dédié pour la réduction des impacts environnementaux et sanitaires (Environ. analyst)  
**Direction: G. Trouvé, UHA; co-direction: G. Quaranta**  
**Fin. ATMO G-E / Région**

# Évolutions récentes:

- 3 permanents/CPJ :
  - **Lu Liu (CPJ « démantèlement-assainissement »)** : entrée Novembre 2022
  - **Barillon Rémi** (Pr) : en Radiochimie mais VP Recherche UNISTRA depuis 2020
  - **Mazan Valérie** (IE2) : départ en 2017 en NOEMIE
- Non permanents :
  - **Lucie Huart** IR CDD 18 mois (Prématuration CNRS)
  - **Galyna Zyma** IR CDD 12 mois (Programme Pause)
  - **Goetz Virginie (IR)** : entrée Juin 2022 (CDD IN2P3) → **avril 23**

- 2 thèses prévues octobre 2024:

Développement d'une base de données structurales et thermodynamiques pour modéliser les interactions U / Ra – matières organiques – bactéries dans un continuum sol – eau.

**Direction** M. Del Nero, L. Liu, **codirections** : G. Montavon Subatech, V. Chapon BIAM CEA-CNRS **Financement MITI-NEEDS**

Étude du rôle d'une zone humide sur la rétention de métaux (Pb, Mn, Co, Cs) et de l'iode (I) : cas de l'hydrosystème Rhénan.

**Direction** L. Liu, M. Del Nero **Financement CPJ**

## Faits marquants 2023 : STRUCTURATION

Continuité:



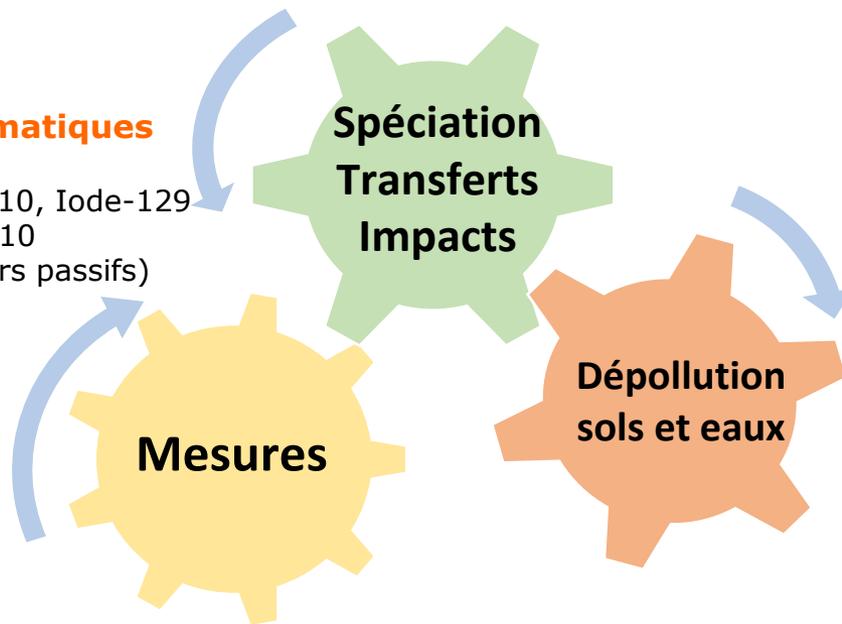
MP NEEDS - INSPECT



Projet Base de données

**Nouvelles thématiques (CPJ)**

- « DTM » : Po-210, Iode-129 & « DTS » : Po-210
- In-situ (capteurs passifs)



**Procédés biosourcés et "verts"**

- **Nouveau Projet BIOSOL**
- Techniques innovantes d'extraction et récupération



## INSERTION DANS DE NOUVEAUX PROGRAMMES NATIONAUX

- Programme national CEA/CNRS de recherche amont sur le cycle électronucléaire (2024-2030) de l'APED, Projet ciblé « Radionucléides dans l'Environnement » : **projets collaboratifs (DTM, base de données thermodynamiques), développement d'infrastructures (laboratoire « nucléarisé », techniques de pointe)**
- Recherches sur la dépollution des sites et sols pollués de Hao (**projet BIOSOL**)
- Perspective de Master Projet (**MP Démantèlement**)

# Spéciation et transferts de l'Uranium dans l'environnement

## M. Del Nero, L. Liu, M. Boltoeva

**Projet base de données thermodynamiques et structurales sur la spéciation des RN**, pour modéliser leurs transferts eaux-sols. **Verrou**: les interfaces minéral – eau - ligands (in)organiques

### Fait marquants 2023

Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 684 (2024) 133129



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfa](https://www.elsevier.com/locate/colsurfa)

Speciation studies at the Illite - solution interface: Part 2 – Co-sorption of uranyl and phosphate ions

Shang Yao Guo, Mirella Del Nero\*, Olivier Courson, Sylvia Meyer-Georg, Remi Barillon

### 1. Identification de la spéciation de U(VI) sorbé à l'interface argile – eau – ions phosphate

- Une méthode d'analyse in-situ innovante par spectroscopie ATR-FTIR.
- 2 publications 2024 (FI: 5.2), Thèse Guo 2023
- **Avancée**: données inédites pour une modélisation mécaniste des transferts de l'U dans les sites de stockage et sols



# Spéciation et transferts de l'Uranium dans l'environnement

M. Del Nero, L. Liu, M. Boltoeva

**Projet base de données thermodynamiques et structurales sur la spéciation des RN**, pour modéliser leurs transferts eaux-sols. **Verrou**: les interfaces minéral – eau - ligands (in)organiques

## Fait marquants 2023

Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 684 (2024) 133129



Contents lists available at ScienceDirect  
Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/colsurfa](http://www.elsevier.com/locate/colsurfa)

Speciation studies at the Illite - solution interface: Part 2 – Co-sorption of uranyl and phosphate ions

Shang Yao Guo, Mirella Del Nero\*, Olivier Courson, Sylvia Meyer-Georg, Remi Barillon

## 1. Identification de la spéciation de U(VI) sorbé à l'interface argile – eau – ions phosphate

- Une méthode d'analyse in-situ innovante par spectroscopie ATR-FTIR.
- 2 publications 2024 (FI: 5.2), Thèse Guo 2023
- **Avancée**: données inédites pour une modélisation mécaniste des transferts de l'U dans les sites de stockage et sols



## 2. Projet base de données sur la spéciation de U / Ra avec les matières organiques des sols : un défi

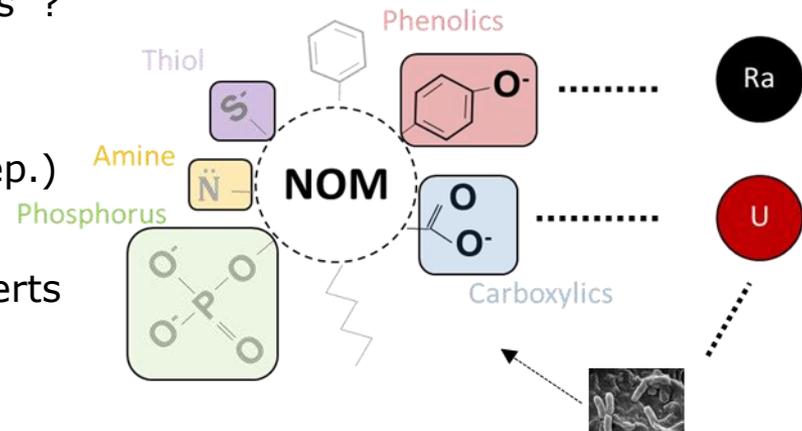
- Quels ligands modèles, complexes et constantes ?  
Quels effets (in)directs des bactéries ?
- Bourse thèse NEEDS-MITI 2024-27

Suite Thèse S. Ferrères 2024 (1 pub. grd public, 3 prep.)

- Analyses de pointe spectrométrie et microbiologie
- **Avancée**: modélisation mécaniste des transferts eaux – sols des RN dans le contexte post-mines



## MP INSPECT



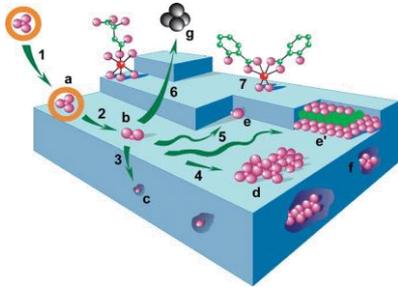
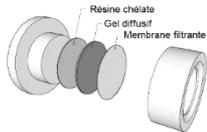
Projet pluridisciplinaire



Groupe Radiochimie

### Fait marquant : les RNs DTM et DTS, une nouvelle thématique

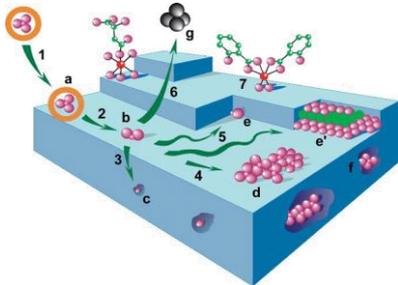
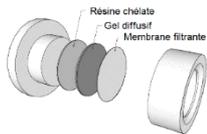
#### 1. Mesure et transfert des radionucléides DTM : e.g. I-129



- Développement du capteurs passifs in-situ (DGT)
- Interaction avec matières organiques - minéraux
- Projets MiPHC et OHM Fessenheim
- Un stage de 4 mois en cours
- Thèse CPJ 2024-2027 : Étude du rôle d'une zone humide sur la rétention de métaux (Pb, Mn, Co, Cs) et de l'iode (I): cas de l'hydrosystème Rhéna

### Fait marquant : les RNs DTM et DTS, une nouvelle thématique

#### 1. Mesure et transfert des radionucléides DTM : e.g. I-129



- Développement du capteurs passifs in-situ (DGT)
- Interaction avec matières organiques - minéraux
- Projets MiPHC et OHM Fessenheim
- Un stage de 4 mois en cours
- Thèse CPJ 2024-2027 : Étude du rôle d'une zone humide sur la rétention de métaux (Pb, Mn, Co, Cs) et de l'iode (I): cas de l'hydrosystème Rhénan

#### 2. Spéciation du radioélément DTS : Polonium

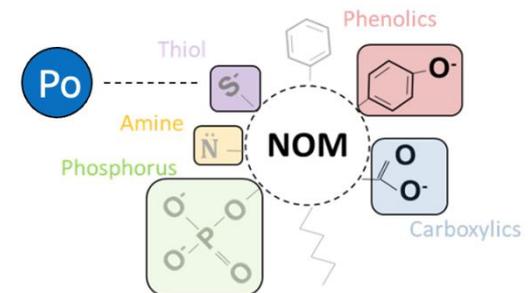
Milieu HCl

Conditions environnementales

Présence des ligands organiques

Interac. avec NOM

- Méthodologies: EXAFS
- Spectro. UV-Vis, Extraction liq/liq → laboratoire nucléarisé
- Confrontation avec la chimie théorique
- Impact de la radiolyse
- Un stage de 5 mois en cours
- **Projet ANR-JCJC** en évaluation étape 2 (Coord. Lu Liu, Collab. externe : ARRONAX, SUBATECH, ICN, SOLEIL)



# Nouvelle thématique : « Mesures et spéciation des RNs DTM et DTS »

## Démantèlement - L. Liu, M. Boltoeva, M. Del Nero



RNs **Easy-To-Measure**: Émetteurs  $\gamma$   
 RNs **Difficult-To-Measure**: Émetteurs  $\beta^-$ , X



Simulation + Mesure

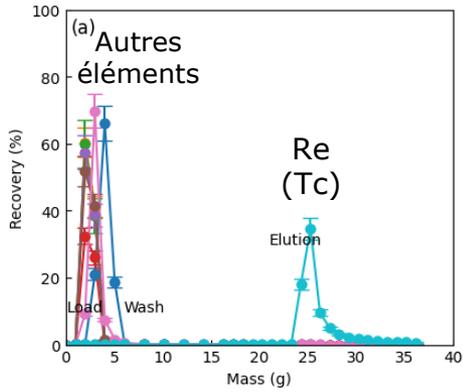


Inventaire  
 Classement-déclassement  
 Décontamination - vérification

Déchets métalliques de démantèlement

DTM dans les métaux :  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{121\text{m}}\text{Sn}$ ,  $^{126}\text{Sn}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{49}\text{V}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{93}\text{Zr}$ ,  $^{93}\text{Mo}$ ,  $^{93\text{m}}\text{Nb}$ ,  $^{94}\text{Nb}$ ,  $^{148}\text{Gd}$ ,  $^{179}\text{Ta}$ ,  $^{193}\text{Pt}$ ,  $^{195}\text{Au}$ ,  $^{204}\text{Tl}$ , ...

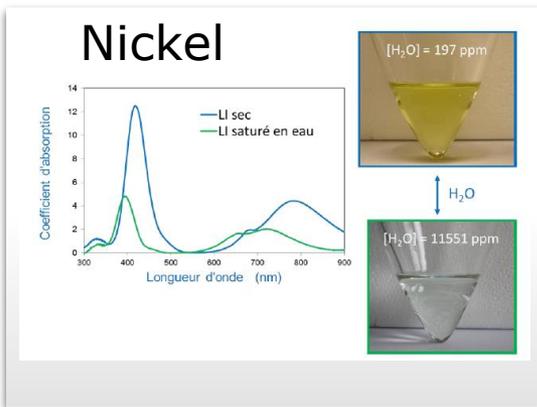
- Développer des **méthodes de séparation / mesure efficaces et effectives** pour la mesure des RNs DTM dans les métaux
- **Simulation** : optimiser prévision DTM à partir ETM
- Collab. : IPHC-DeSIs, IPHC-RAMSES, IPHC-Cygré, SUBATECH, Réseau Bq, Triskem
- **PostDoc IN2P3** : Haohan Zhang (7 mois) et en recrutement
- **Master projet** en demande (présentation en septembre), **Projet ANR** en préparation pour 2025
- Co-organisation : **European Summer School 2024** (Radiation Measurements and Radiochemistry in the Environment and Decommissioning, 01-05/07, 2024)



# Chimie, séparation et recyclage des actinides, lanthanides et ions métalliques M. Boltoeva

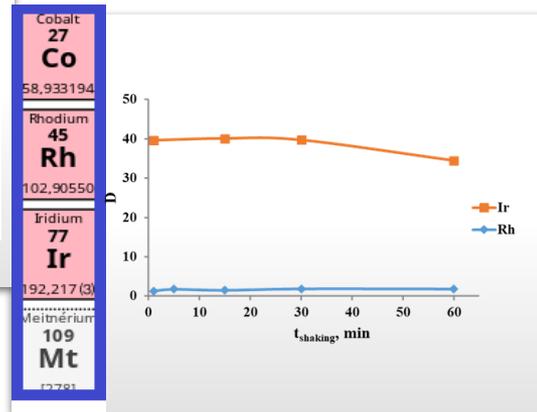
## Défis :

- Décrire des mécanismes **d'interactions de cations métalliques avec des ligands en solution** et aux interfaces liquide/liquide
- Développer les systèmes de séparation des métaux **innovants, efficaces et sélectifs**



Figures: Le nickel(II) dans le liquide ionique [C<sub>4</sub>mim][Tf<sub>2</sub>N] sec et saturé en eau; séparation de l'iridium et le rhodium à l'aide du liquide ionique,.

## Métaux nobles



## Interface aqueuse pendant un processus d'extraction

ANR PROFILE (2018-2022) "PRObing the aqueous interface of an Ionic Liquid during Extraction"



## Recyclage des métaux critiques

Thèses de G. Zante et A. Masmoudi



LIMEX (2019-2022) : Développement de procédés hydrométallurgiques innovants pour l'extraction de métaux stratégiques issus des batteries lithium-ion usagées

**Contrat de recherche avec Lithium de France (Marc CASTELLO ESCURIET, 2023-2024)**



RESEARCH & INNOVATION PROGRAMME ON RAW MATERIALS TO FOSTER CIRCULAR ECONOMY



- Première application de solvants eutectiques pour la séparation de métaux
- Modèle chimique et mathématique de l'extraction de l'U(VI) par le TBP en milieu liquide ionique

# Analyse du cycle de vie et polluants émergents

G. Quaranta, M. Boltoeva, P. Robineau

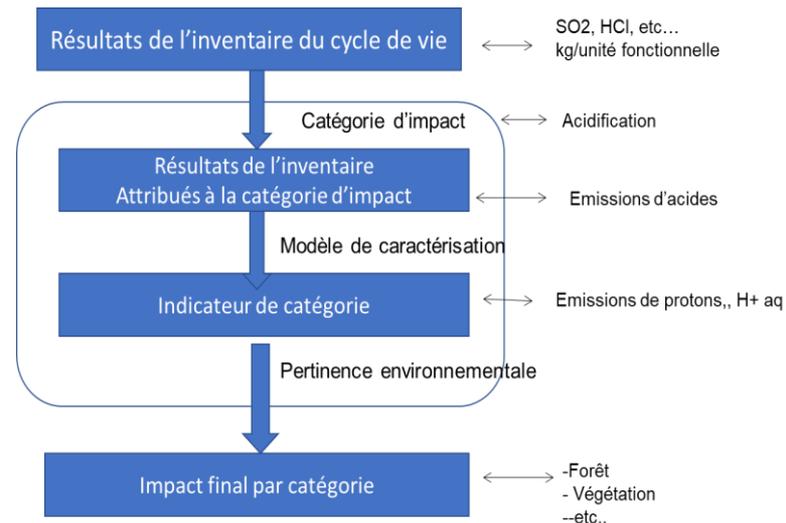
Les facteurs d'effet (EF) et de devenir (FF) des polluants (x) émis dans l'air, l'eau, le sol (milieu i) sont déterminés afin de caractériser (CF) ces polluants et de calculer leur contribution à différents catégories d'impacts (IC)

Caractérisation



$$IC = CF_{x,i} \times M_x$$

$$CF_{x,i} = FF \times EF$$



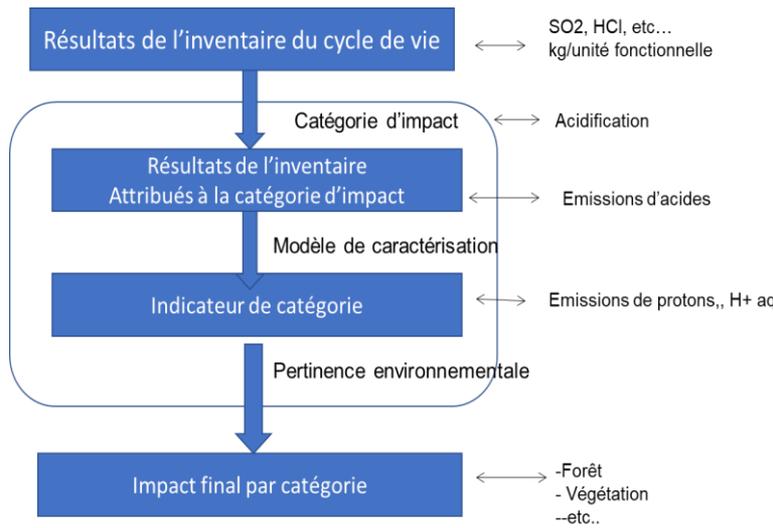
# Analyse du cycle de vie et polluants émergents

G. Quaranta, M. Boltoeva, P. Robineau

Les facteurs d'effet (EF) et de devenir (FF) des polluants (x) émis dans l'air, l'eau, le sol (milieu i) sont déterminés afin de caractériser (CF) ces polluants et de calculer leur contribution à différents catégories d'impacts (IC)

Caractérisation  $\Rightarrow IC = CF_{x,i} \times M_x$

$CF_{x,i} = FF \times EF$



## Devenir des microplastiques / nanoparticules de dioxyde de titane / matière organique

### Cas de la Thur (68)

(S. Maechler, C. Henri, H. Rutt)

Etude des phénomènes de sorption entre MPs, NTiO<sub>2</sub> et MO en vue de modéliser le devenir aquatique du cocktail de substances

Campagne d'échantillonnage sur la Thur 2024  
H. Rutt



**MITI**  
Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires

Filet Manta 30 μm  
2024, C. Henri

## MITI CNRS DePlasTi 2024

# Analyse du cycle de vie et polluants émergents

## G. Quaranta, M. Boltoeva, P. Robineau

### Analyse du Cycle de Vie (ACV) du démantèlement du CNPE Fessenheim (M2 Mehdi Iguider)

**Fait marquant :** Première étude sur les impacts liés au démantèlement d'un CNPE.  
 Étude pilote pour de futures modélisations prospectives et extrapolations à d'autres CNPE.



The International Journal of Life Cycle Assessment  
<https://doi.org/10.1007/s11367-024-02315-9>  
 LCA FOR ENERGY SYSTEMS AND FOOD PRODUCTS

Life cycle assessment of an upcoming nuclear power plant decommissioning: the Fessenheim case study from public data

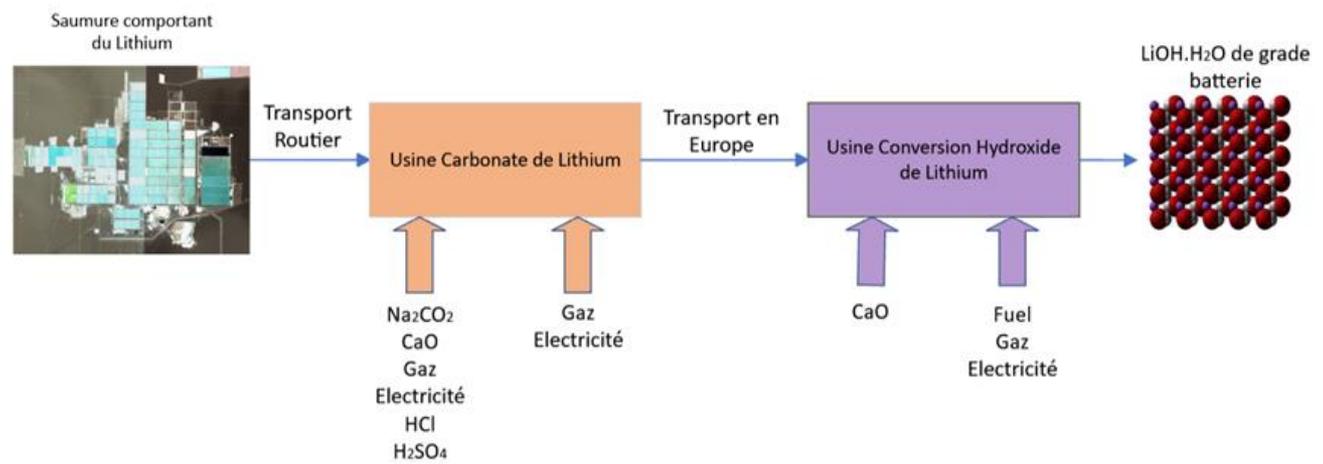
Mehdi Iguider<sup>1</sup> · Paul Robineau<sup>1</sup> · Michal Kozderka<sup>2</sup> · Maria Boltoeva<sup>1</sup> · Gaetana Quaranta<sup>1</sup>  
 Received: 18 October 2023 / Accepted: 12 April 2024  
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2024



**Contribution majeure la découpe thermique des métaux sur site**  
**Réduction potentielle via découpe mécanique**

### ACV appliquée à la production du lithium : de l'extraction au raffinage (Thèse M. Iguider)

Modélisation prospective du procédé de production du Lithium



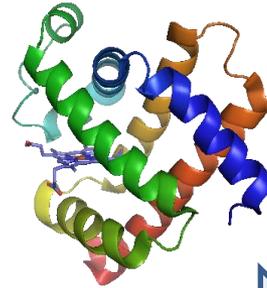
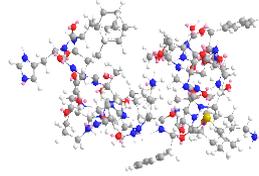
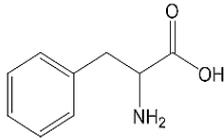
# Radiolyse de Biomolécules

Q. Raffy, C. Galindo, P. Peaupardin, C. Hoffmann, G. Zyma, Lucie Huart, R. Barillon

**Défi : Déterminer les mécanismes de radiolyse de biomolécules**

**Etude expérimentale systématique**

H<sub>2</sub>O



**Echelle moléculaire**

Effets de TEL (ions / RX / e<sup>-</sup>)

Effets du débit de dose

Effet de l'oxygène

**Simulations (avec DeSIs)**

Eau

Acides aminés

Peptides

Protéines

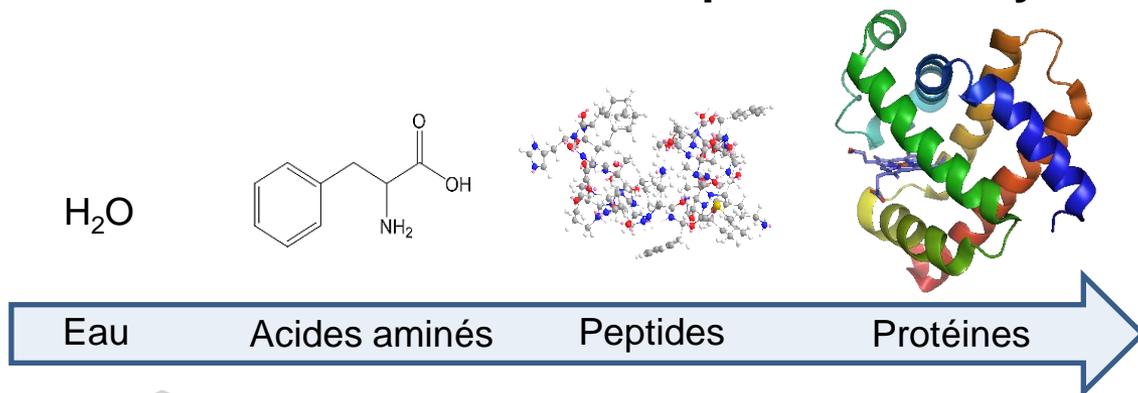


# Radiolyse de Biomolécules

Q. Raffy, C. Galindo, P. Peaupardin, C. Hoffmann, G. Zyma, Lucie Huart, R. Barillon

## Défi : Déterminer les mécanismes de radiolyse de biomolécules

### Etude expérimentale systématique



### Echelle moléculaire

Effets de TEL (ions / RX / e<sup>-</sup>)

Effets du débit de dose

Effet de l'oxygène

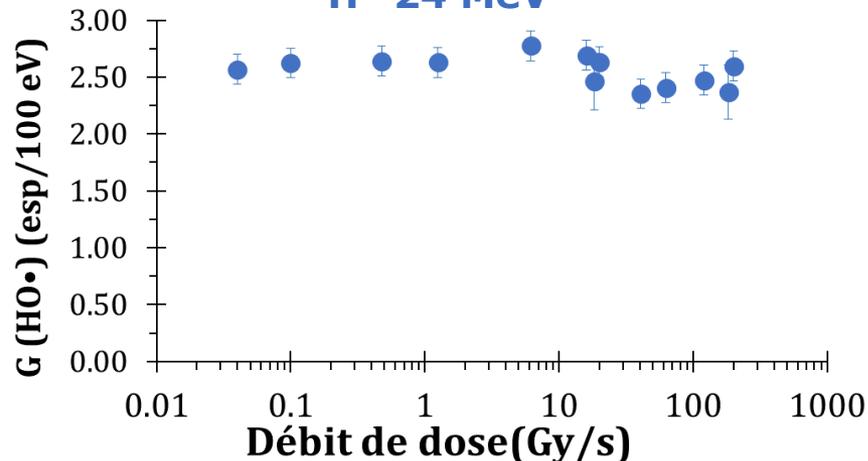
Simulations (avec DeSIs)



## Fait marquant 2023-24

- Sondes moléculaires de HO• et e<sup>-</sup><sub>aq</sub> **non affectées par débit de dose**
- **Absence d'effet de débit de dose** sur G(HO•) et G(e<sup>-</sup><sub>aq</sub>) (H<sup>+</sup> 24 MeV)
- **Effets sur Biomolécules**

## G(HO•) en fonction du débit de dose H<sup>+</sup> 24 MeV



Thèses A. Danvin, S. Chefson, A. Arnone

# Radiolyse de Biomolécules

Q. Raffy, C. Galindo, P. Peupardin, C. Hoffmann, G. Zyma, Lucie Huart, R. Barillon

## Fait marquant 2023-24

**ANR CLINM** : Etude Physique (DeSIs) et Chimique (Radiochimie) de la fragmentation d'ions accélérés. 2024 - 28

● HO<sup>•</sup>  
▲ e<sup>-</sup><sub>aq</sub>

### Himac

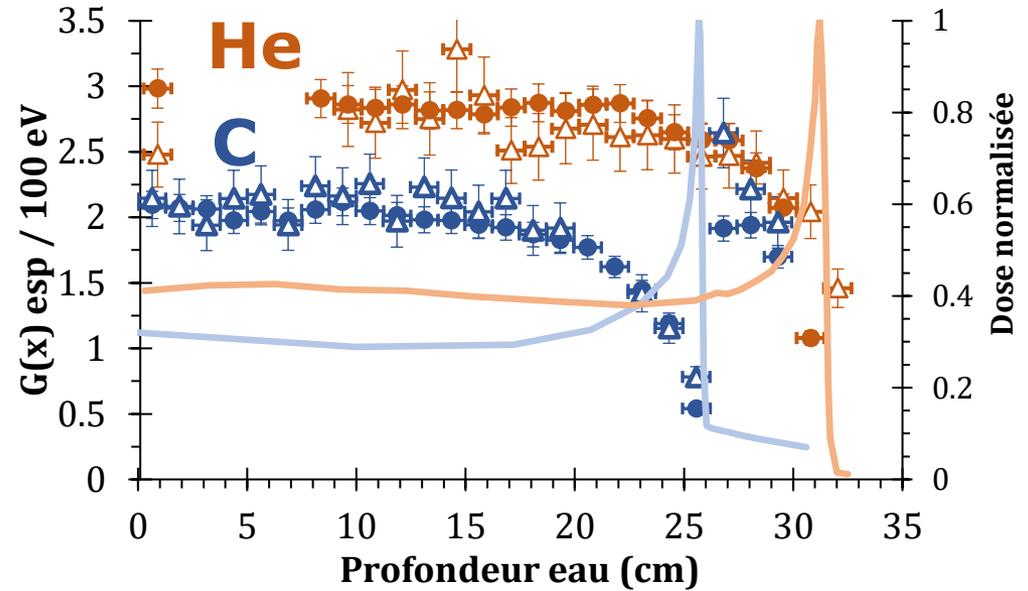
Rendements le long de la trace d'ions He et C et dans **zone fragments**:  
HO<sup>•</sup>, e<sup>-</sup><sub>aq</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et Biomolécules

### CNAO

Mise en évidence d'un effet chimique des fragments ions C

### Ganil

Radiolyse <sup>8</sup>Li radioactif  
→ Rendements HO<sup>•</sup> et biomolécules le long de la trace



# Radiolyse de Biomolécules

Q. Raffy, C. Galindo, P. Peupardin, C. Hoffmann, G. Zyma, Lucie Huart, R. Barillon

## Fait marquant 2023-24

**ANR CLINM** : Etude Physique (DeSIs) et Chimique (Radiochimie) de la fragmentation d'ions accélérés. 2024 - 28

● HO<sup>•</sup>  
▲ e<sup>-</sup><sub>aq</sub>

### Himac

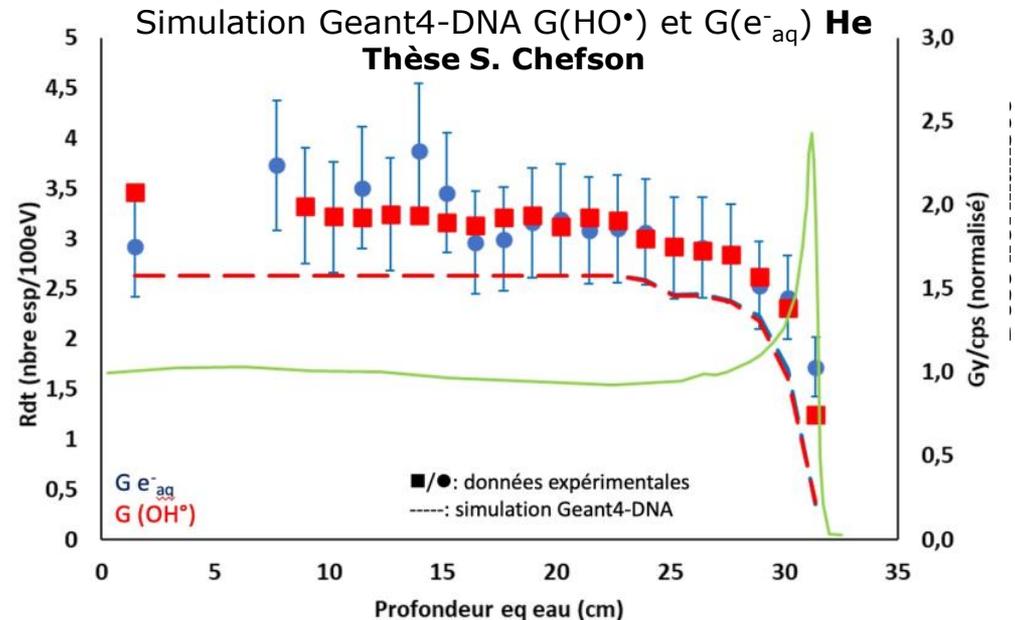
Rendements le long de la trace d'ions He et C et dans **zone fragments**:  
HO<sup>•</sup>, e<sup>-</sup><sub>aq</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et Biomolécules

### CNAO

Mise en évidence d'un effet chimique des fragments ions C

### Ganil

Radiolyse <sup>8</sup>Li radioactif  
→ Rendements HO<sup>•</sup> et biomolécules le long de la trace



# Radiolyse de Biomolécules

Q. Raffy, C. Galindo, P. Peupardin, C. Hoffmann, G. Zyma, Lucie Huart, R. Barillon

## Fait marquant 2023-24

**ANR CLINM** : Etude Physique (DeSIs) et Chimique (Radiochimie) de la fragmentation d'ions accélérés. 2024 - 28

● HO<sup>•</sup>  
▲ e<sup>-</sup><sub>aq</sub>

### Himac

Rendements le long de la trace d'ions He et C et dans **zone fragments**:

HO<sup>•</sup>, e<sup>-</sup><sub>aq</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et Biomolécules

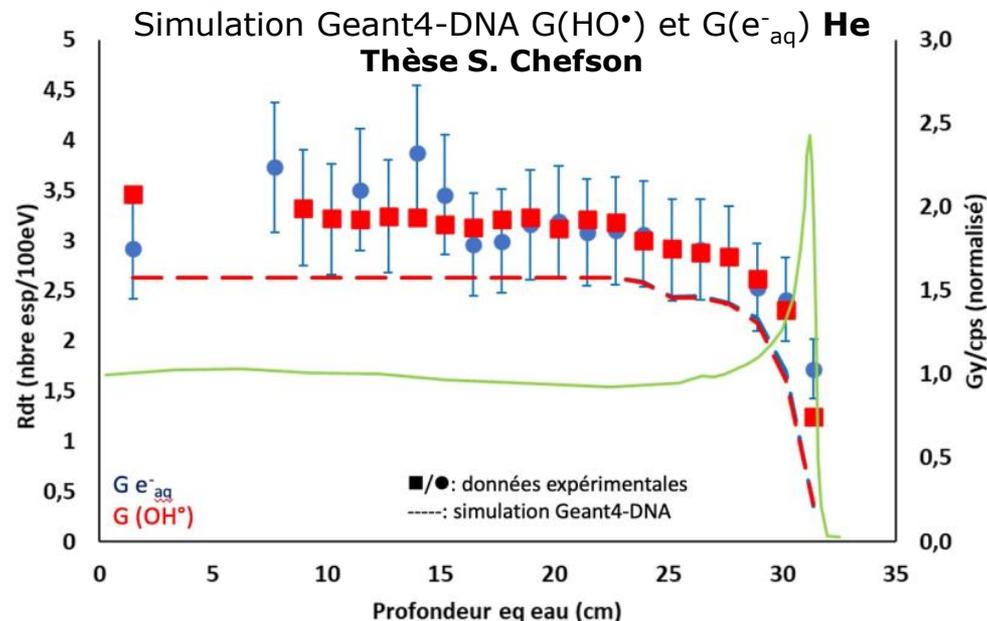
### CNAO

Mise en évidence d'un effet chimique des fragments ions C

### Ganil

Radiolyse <sup>8</sup>Li radioactif

→ Rendements HO<sup>•</sup> et biomolécules le long de la trace

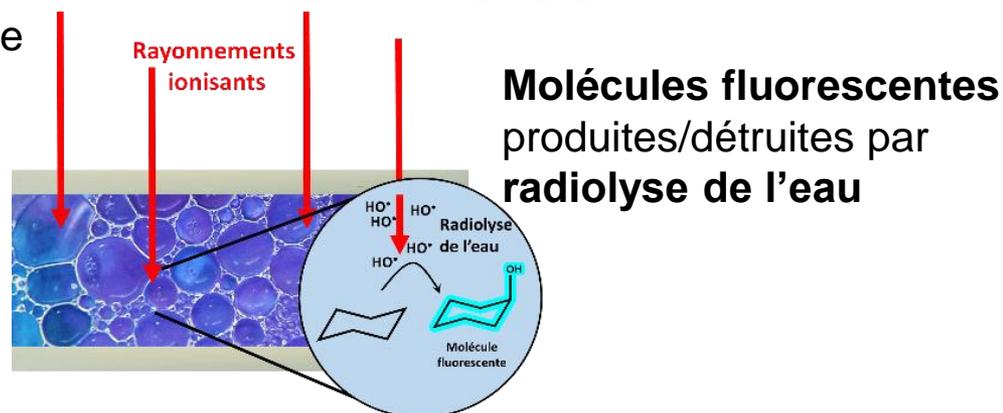


## Prématuration dosistick

**Problématique** : Mesure de la dose de surface (Radiothérapie, stérilisation)



**Gels Ultra-fins pour la dosimétrie de surface**



# Dosimétrie appliquée aux électrons de basses énergies

J.-M. Jung

Lors d'un traitement alimentaire par irradiation, le procédé est contrôlé entre autres par des mesures de dose absorbée par le produit irradié.

Le projet est dédié à la dosimétrie des faisceaux d'électrons de faible énergie (inférieure à 300 keV). La question posée découle de l'inexistence de moyens dosimétriques adaptés pour le contrôle du procédé d'irradiation en milieu industriel.

Il s'agit d'une collaboration de l'IPHC avec AERIAL-CRT, afin de répondre à une demande sociétale pour un meilleur contrôle des doses déposées dans les procédés industriels de radiostérilisation alimentaire.

*En cours : Thèse C. Duss (2022-24), codir. Jung, Charbonnière, Marchioni (IPHC)*



## Valorisations

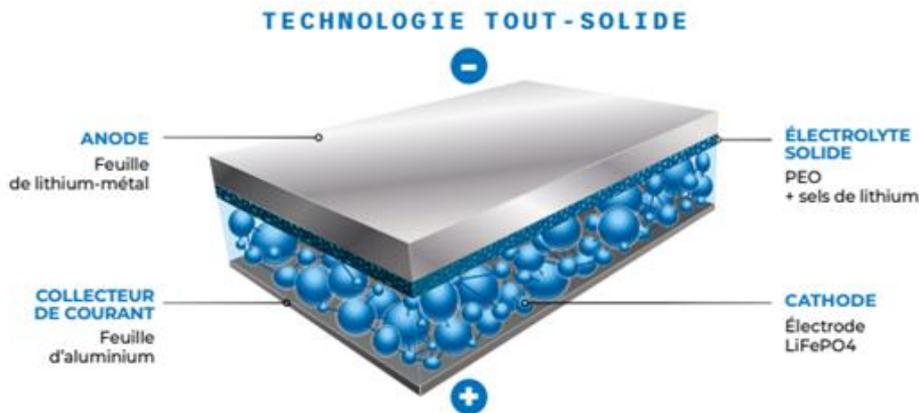
- **Brevet actif** 08800-01, Rayonnement par scintillation, 2015, extension à l'international
- Startup FIBERMATRIX (2016-19) Dosimétrie temps réel en imagerie de rayons X
- Participation Création LabCom IPHC – CRIIT AERIAL (2021)

## M. Boltoeva

### Mise en œuvre d'une filière de procédés pour une valorisation globale des batteries lithium tout solide usagées (2024-2027)

Groupes IPHC Radiochimie et RePSeM (M. Boltoeva et D. Trébouet)

- Contrat de recherche avec l'entreprise Blue Solutions (démarrage en 2024)
- Demande de thèse ADEME Marc CASTELLO – ESCURIET (réponse juin 2024)
- Demande de contrat d'apprentissage CNRS Mailine HUGEL (maitre d'apprentissage O. Courson, IR)



Développer une chaîne de procédés permettant

- purification du lithium
- rétention des substances organiques pour leur valorisation
- eau réutilisable au sein du processus industriel

Technologie des batteries lithium tout solide

# Perspectives

---

## Analyse du cycle de vie et polluants émergents

**G. Quaranta, M. Boltoeva, P. Robineau**

### Démantèlement de CNPE

- Impacts sur la santé humaine des radioéléments émis pendant les phases de démantèlement d'un CNPE

Comparaison de méthodes de calculs d'impact (UCRAD, CGM, SYMBIOSE). **Poursuite du projet CO2 INNO**

- Modélisation prospective du transport, stockage (centralisé, décentralisé) et/ou recyclage des déchets TFA issus de démantèlements de CNPE.

### **Poursuite du projet ACYVie TREFA**

- Elaboration d'un indicateur d'écotoxicité aquatique générée par les radioéléments émis lors d'un démantèlement de CNPE

# Perspectives

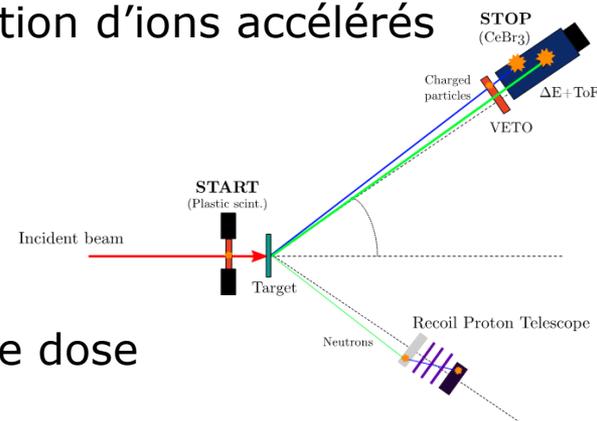
## Interactions rayonnement – matière organique / biologique

Q. Raffy, R. Barillon, JM Jung

**ANR CLINM** : Etude Physique et Chimique de la fragmentation d'ions accélérés  
Expériences à CNAO 2024 - 2025

Recrutement d'un(e) post-doc 2025

Demande de thèse IN2P3 Radiochimie / DeSIs ?



**Radiolyse biomolécules** : Effets de  $O_2$  couplés au débit de dose

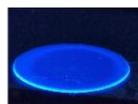
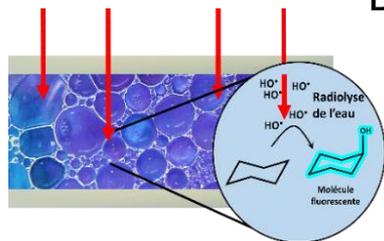
## Projet FIBERMETRIX

Amélioration de nouveaux systèmes dosimétriques afin de mesurer le rapport entre la dose d'excitation et la dose d'ionisation dans l'eau

## Prématuration CNRS DosiStick

Maturation SATT en discussion

Développement des gels et d'un système de lecture. Simulations



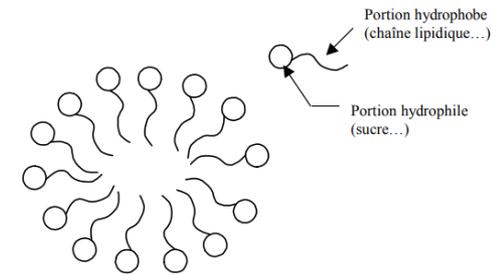
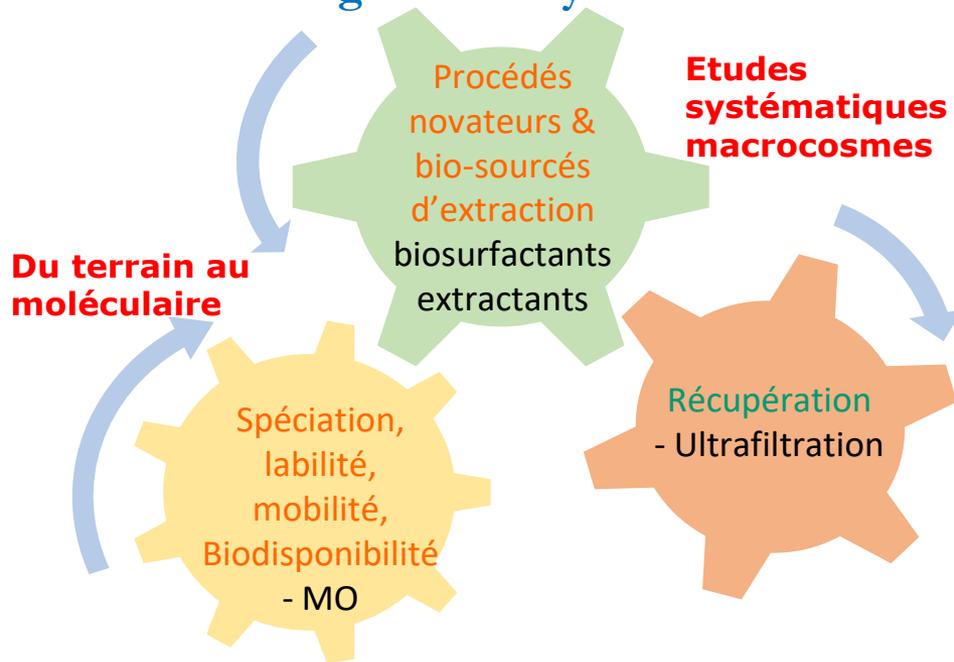
**Demande de poste CR : Radiolyse**

## PROJET BIOSOL : ELABORATION DE PROCÉDÉS BIO-INSPIRES DE DÉPOLLUTION DES MICROPOLLUANTS MÉTALLIQUES DES SOLS

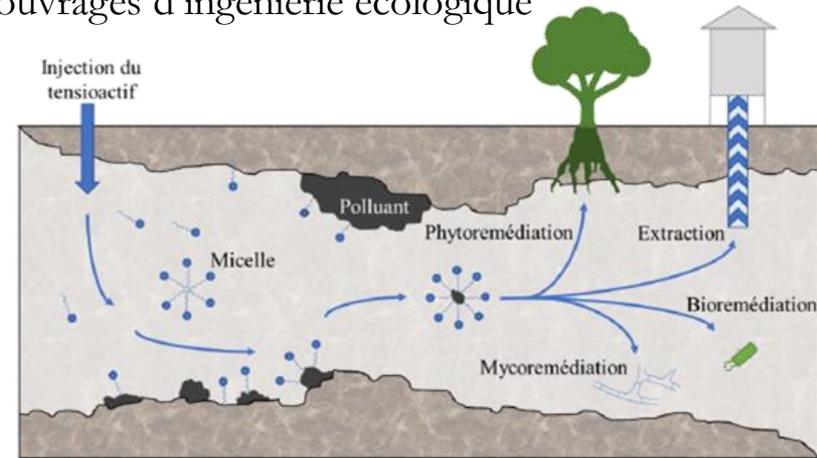
M. BOLTOEVA, M. DEL NERO, L. LIU

**But du projet BIOSOL : Méthodologie complète et novatrice** pour une dépollution bio-inspirée des micropolluants métalliques (Pb, Cd) des sols pollués de Hao (Polynésie F) riches en MO.

### Etudes intégrées des systèmes sols-eaux



→ **Défi** : Identifier des surfactants et/ou extractants biosourcés, non toxiques et biodégradables : vecteurs de l'extraction de micropolluants dans des ouvrages d'ingénierie écologique



## «NUCLEARISER» DES EQUIPEMENTS ANALYTIQUES DE POINTE

Une plateforme pour des recherches de pointe en radiochimie/-écologie, couplant :

- analyses élémentaires HR des radionucléides dans diverses matrices
- analyses moléculaires de la spéciation des radionucléides

Expériences avec des RN, sources radioactives non scellées, (sous atmosphère contrôlée), etc.

Développement projets DTM, BDD, BIOSOL...

### Equipements envisagés

#### Boîtes à gants

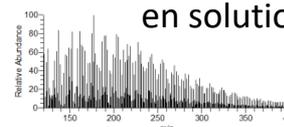


#### ICP-MS-HR (spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif haute résolution)

Analyses élémentaires, isotopiques, en solution et aux interfaces (ablation laser)

#### ESI-MS-HR (spectrométrie de masse à source d'ionisation par électro-nébulisation)

Identification des formules chimiques en solutions complexes



### Bâtiment 34 nucléarisé IPHC

Financement contrat de plan Etat – Région RENETE (300 k€), CNRS IPHC (40k€) et Université de Strasbourg (70k€)

Demande budgétaire ICP-MS-HR au volet équipement du **Programme CEA / CNRS sur la recherche amont sur le cycle électronucléaire** lancé par l'Agence de Programme sur les Energies Décarbonées.

# COLLABORATIONS GROUPE

---

## **Collaborations locales :**

**ICube** laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie  
UMR 7357

**ICPEES** Institut de Chimie et Procédés pour l'Energie, l'Environnement et la  
Santé UMR 7515

**Laboratoire réactions et Génie des Procédés**, Nancy, UMR 7274 CNRS-  
Université de Lorraine

**LGRE**, Laboratoire de Gestion des Risques et Environnement, EA 2334 UHA

**IS2M** : Institut de Science des Matériaux de Mulhouse, UMR7361

**IBMP** Institut de Biologie Moléculaire des Plantes, UPR 2357

**Aerial**, Centre de ressources technologiques, Illkirch

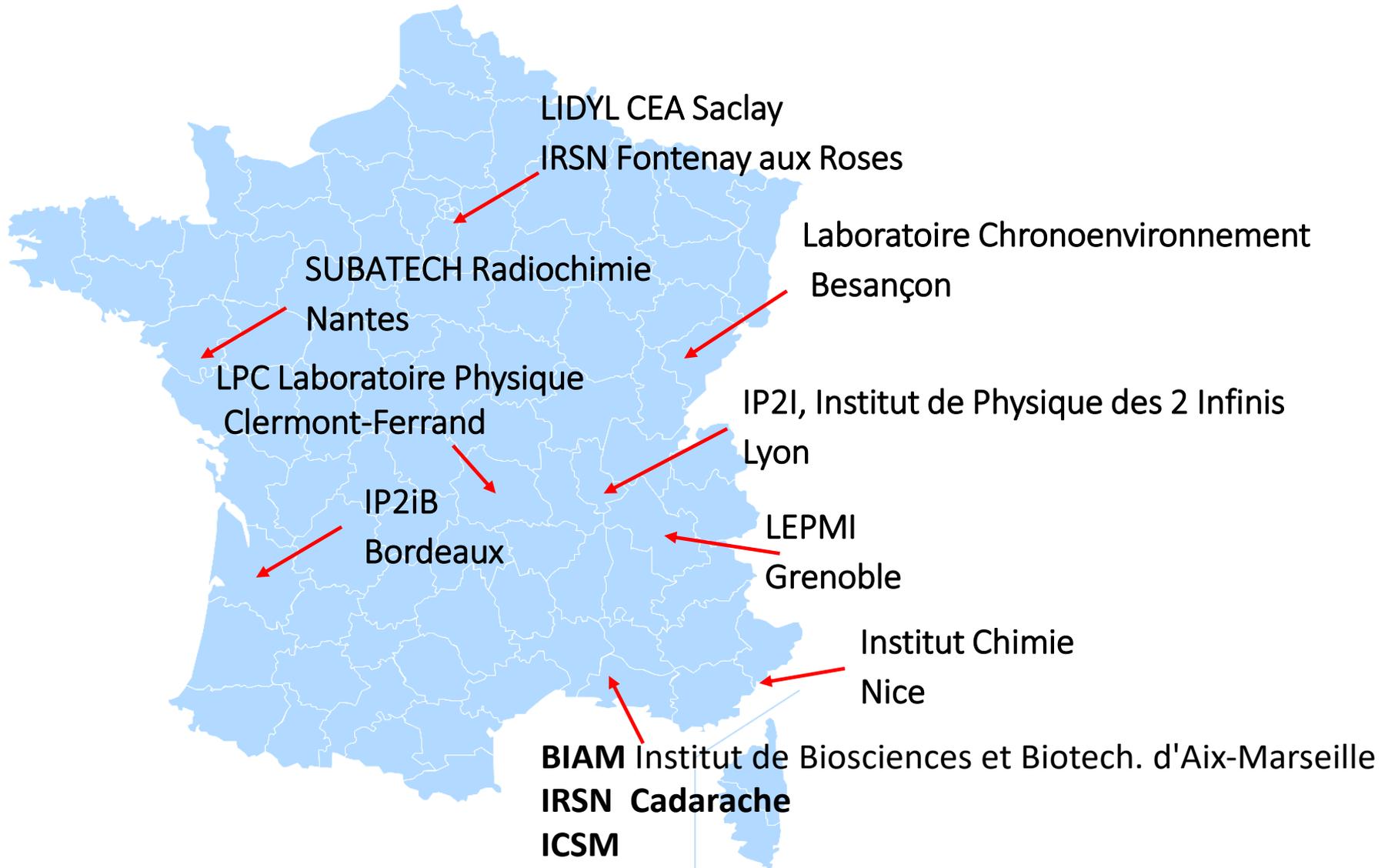
**Icans**, Institut de cancérologie Strasbourg Europe

**Viridian Lithium**

**Lithium de France**

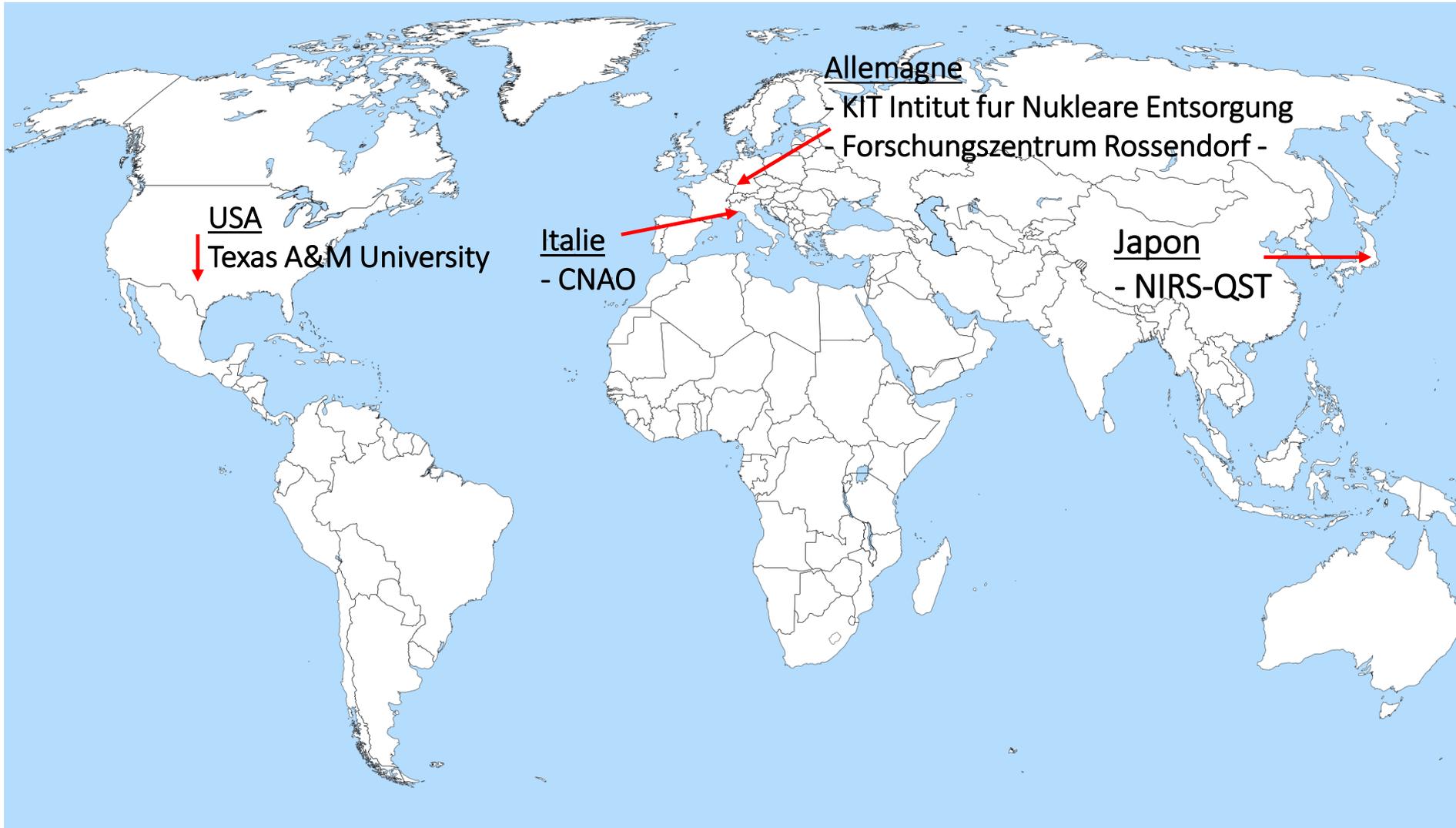
# COLLABORATIONS GROUPE

## Collaborations Nationales :



# COLLABORATIONS GROUPE

## Collaborations Internationales :



# Responsabilités Recherche, Enseignement, Valorisation

## Recherche :

- Projets - ANR** : 2 projets en phase 2 en 2024 (L. Liu et M. Boltoeva)  
1 projet financé 2024-28 (CLINM, avec DeSIs)  
2 projets financés 2018-22 (M. Boltoeva)
- **NEEDS** (Inspect, M. Del Nero)
  - **EJP** (Eurad, M. Del Nero, R. Barillon)
  - **MITI** : 2 en 2024 (M. Del Nero/L. Liu, G. Quaranta)
  - Autres (**OHM Fessenheim, Interreg, ITI, PICS** etc.)

**Responsabilités** : **ZATU, OHM Fessenheim, OSUNA, Geant4DNA**

# Responsabilités Recherche, Enseignement, Valorisation

## Recherche :

- Projets - ANR** : 2 projets en phase 2 en 2024 (L. Liu et M. Boltoeva)  
1 projet financé 2024-28 (CLINM, avec DeSIs)  
2 projets financés 2018-22 (M. Boltoeva)
- **NEEDS** (Inspect, M. Del Nero)
  - **EJP** (Eurad, M. Del Nero, R. Barillon)
  - **MITI** : 2 en 2024 (M. Del Nero/L. Liu, G. Quaranta)
  - Autres (**OHM Fessenheim, Interreg, ITI, PICS** etc.)

**Responsabilités** : **ZATU, OHM Fessenheim, OSUNA, Geant4DNA**

## Enseignement :

- Resp. de filières (BUT J.M. Jung, L1 Chimie Q. Raffy, Master G. Quaranta)
- Enseignements CNRS (M. Boltoeva, S. Georg, O. Courson)

# Responsabilités Recherche, Enseignement, Valorisation

## Recherche :

- Projets - ANR** : 2 projets en phase 2 en 2024 (L. Liu et M. Boltoeva)  
1 projet financé 2024-28 (CLINM, avec DeSIs)  
2 projets financés 2018-22 (M. Boltoeva)
- **NEEDS** (Inspect, M. Del Nero)
  - **EJP** (Eurad, M. Del Nero, R. Barillon)
  - **MITI** : 2 en 2024 (M. Del Nero/L. Liu, G. Quaranta)
  - Autres (**OHM Fessenheim, Interreg, ITI, PICS** etc.)

**Responsabilités** : **ZATU, OHM Fessenheim, OSUNA, Geant4DNA**

## Enseignement :

- Resp. de filières (BUT J.M. Jung, L1 Chimie Q. Raffy, Master G. Quaranta)
- Enseignements CNRS (M. Boltoeva, S. Georg, O. Courson)

## Valorisation / Liens avec le monde économique :

- **Prématuration** CNRS DosiStick 2023-25 Q. Raffy
- **LABCOM** IPHC/AERIAL R. Barillon, J.M. Jung, - Q. Raffy  
Coordinateur de l'axe « Radiolyse de biomolécules » - Q. Raffy
- **CIFRE** M. Igudier Viridian Lithium - G. Quaranta
- Lithium de France - M. Boltoeva
- Jung J.-M. **Brevet** International 08800-01 Rayonnement par scintillation

# Annexes

---

# COLLABORATIONS GROUPE

## Coopérations locales :

ICube laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie UMR 7357

ICPEES Institut de Chimie et Procédés pour l'Énergie, l'Environnement et la Santé UMR 7515

Laboratoire réactions et Génie des Procédés, Nancy, UMR 7274 CNRS-Université de Lorraine

LGRE, Laboratoire de Gestion des Risques et Environnement, EA 2334 UHA

Université de Strasbourg (Chimie Théorique et RMN)

Aérial, Centre de ressources technologiques, Illkirch      IS2M : Institut de Science des Matériaux de Mulhouse, UMR7361

IBMP Institut de Biologie Moléculaire des Plantes      Icaans, Institut de cancérologie Strasbourg Europe

## Coopérations nationales :

Laboratoire Chronoenvironnement, Besançon, UMR 6249

LPC Laboratoire Physique Clermont-Ferrand - Pôle Environnement-Santé, UMR 6533

SUBATECH, groupe Radiochimie, Nantes, UMR 6457

Institut Chimie Nice

LIDYL, Laboratoire Interactions, Dynamiques et Lasers, CEA Saclay

BIAM, Institut de Biosciences et Biotechnologies d'Aix-Marseille, UMR7265, CEA / CNRS-INSB / Université

IRSN / LR2T - Laboratoire de Recherche sur les Transferts de radionucléides en milieu Terrestre, IRSN

I2M - Institut de mécanique et d'ingénierie, UMR 5295, Bordeaux

LEPMI, Laboratoire d'Electrochimie et de Physicochimie des Matériaux et des Interfaces, Grenoble

IPNL / IP2I, Institut de Physique des 2 Infinis, UMR 5822, Lyon

## Coopérations internationales :

NIRS-QST, National Institute for Quantum and Radiological Sciences and Technologies, Japon

CNAO, Italie

Université d'Udine (Chimie théorique et thermodynamique), Italie

Intitut fur Nukleare Entsorgung, Allemagne

Forschungszentrum Rossendorf, Allemagne

Texas A&M University, Etats-Unis

# Responsabilités : recherche, enseignement, autres

- Recherche :
  - Contrats :
    - ANR CLINM, RAFFY Q. 2024-28
    - ANR PROFILE, BOLTOEVA M. 2018 - 2022 (91 k€)
    - PROJET LIMEX (ERAMIN 2, ANR) BOLTOEVA M. Coordinatrice, 2019-2022
    - PICS (avec Texas A&M University), BOLTOEVA M., 2016-2019
  - EJP EURAD (CE, ANDRA), BARILLON R. 2021-2024 (126 k€)
  - CPER RENETE, DEL NERO M., début : 2022 (300k€)
  - Projet INSPECT (NEEDS, ZATU) DEL NERO M. coordinatrice 2020-2023 (90-100 k€/an)
  - Projet C4PON (EUCOR, OHM Fessenheim) DEL NERO M. 2020-2022 (15 k€)
  - Projet ECOMU (EC2CO, INSU) DEL NERO M. coordinatrice 2017-2019 (60 k€)
  - Projet BIOECOMET (MITI CNRS) DEL NERO coordinatrice M. 2016 (30 k€)
- Projet DYNEPIGENOX (MITI CNRS), RAFFY Q. 2020 (25 k€)
- Projet ITI Seed money ProBiotIon, GALINDO C. coordinatrice 2020
- Projet PostAtomVie (OHM Fessenheim, Labex DRIIHM), QUARANTA G. coordinatrice 2020-2022 (16 k€)
- projet ACYVie-TREFA concerne la modélisation prospective des traitements de déchets à très faible activité. (Projet porté par le laboratoire ICube). Suite du projet PostAtomVie

# Responsabilités : recherche, enseignement, autres

---

- Etude de faisabilité Région d'innovation Fessenheim (projet EUCOR), QUARANTA G.
- Projet Interreg: Laboratoire vivant pour une région d'innovation neutre en CO<sub>2</sub> dans le Rhin supérieur (CO<sub>2</sub>InnO) 2022-2025
- Projet DePlasTi (MITI) : Devenir d'un cocktail de microplastiques et nanoparticules de dioxyde de titane dans le continuum eau-sol-air : cas du bassin versant de la Thur (68) 2024-2026 (23K€)

# Responsabilités : recherche, enseignement, autres

- Enseignements :

- J.-M. Jung : responsable de la filière Techniques Instrumentales – Sciences Nucléaire, en BUT2 et BUT 3, - l'IUT Louis Pasteur de Schiltigheim.  
Responsabilité des modules d'enseignements de : Physique atomique, physique nucléaire, physique ondulatoire, acoustique, en formation initiale et apprentissage.
- Q. Raffy : 2017-... : Co-responsable L1 Chimie, Faculté de chimie  
2024-.., : membre élu du conseil de Faculté de Chimie
- G. Quaranta : Responsable de la mention Master de l'EOST (2023-2028)  
Responsable de modules d'enseignements de L3 EOST, de M1 ISIE EOST de M2 ISIE EOST  
Chargée de mission Insertion professionnelle pour les étudiants de M2 (Relations EOST-Entreprises)
- S. Meyer-Georg : responsable du module (8h). Technologie Plasma Applications en Chimie analytique. Master Sciences Analytiques pour les bio-industries en Formation Continue.
- O. Courson : Techniques et méthodes de prélèvements et d'échantillonnage dans l'environnement » en licence professionnelle; « Analyse et contrôle pour les industries chimiques et pharmaceutiques » (6h - IUT Louis Pasteur)

# Responsabilités : recherche, enseignement, autres

---

- Valorisations / liens avec le monde économique
  - Raffy Q. Porteur Prématuration CNRS DosiStick (2023-25)
  - Barillon R., Jung J.-M., Raffy Q. Création LABCOM IPHC/AERIAL. Exploration des domaines de la dosimétrie et applications industrielles des techniques d'irradiation, la radiolyse de biomolécules, les sciences des aliments.
  - Raffy Q. Coordinateur de l'axe « Radiolyse de biomolécules » du LABCOM IPHC –Aérial
  - Jung J.-M. Brevet 08800-01 Rayonnement par scintillation. Ext. International.

# Responsabilités : recherche, enseignement, autres

- Implications dans la vie de l'Université:
  - R. Barillon : depuis 2020, VP Recherche, Université de Strasbourg
  - Q. Raffy : Depuis 2020 : Coordinateur de l'axe « Radiations and Matter » de l'ITI HiFunMat, avec T. Heiser (DR Icube)
  - Q. Raffy : Depuis 2017 : Bureau de la Faculté de Chimie
  - G. Quaranta : Chargée de mission "Entreprises- EOST" –Ecole et Observatoires des Sciences de la Terre-", Univ. Strasbourg
  - Participation à FERED : Fédération de Recherche en Environnement et Durabilité (UNISTRA)
  - L. Liu : European Summer School 2024: Radiation Measurements and Radiochemistry in Environment and Decommissioning (Unistra & KIT, 01/07-05/07, 2024)
- Implications au niveau national:
  - M. Del Nero : Depuis 2022 : Membre du Conseil scientifique de l'OSUNA (Observatoire Sciences Univers Nantes Atlantique)
  - M. Del Nero : Depuis 2019 : Membre du COPIL et du Conseil Scientifique de l'Observatoire Hommes-Milieus Fessenheim
  - M. Del Nero : Depuis 2017 : Membre du COPIL de la Zone Atelier Territoires Uranifères (ZATU, INEE); co-responsable de l'axe translationnel « TERROIR » sur les transferts et impacts de Radionucléides dans l'Environnement.
  - O. Courson : co-responsable de l'axe transverse « CONINDO, CON-naissances, INstrumentation, DO-nnées » de la Zone Atelier Territoires Uranifères (ZATU, INEE)
  - Q. Raffy : depuis 2022, steering committee de la collaboration Geant4-DNA (Chimie)
  - Q. Raffy : Bureau de la subdivision Chimie sous rayonnement et Radiochimie, SCF
  - Equipe : participation au GDR SCINEE, MI2B, Hydrométallurgie

# Responsabilités : recherche, enseignement, autres

- Implications dans la vie du laboratoire:
  - S. Georg: Membre élue du Conseil de laboratoire de l'IPHC
  - C. Galindo : membre nommé du Comité Local d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de travail (CLHSCT) de l'IPHC
  - C. Galindo : Membre de la Formation Spécialisée en matière de Santé, Sécurité et Conditions de travail de la délégation Alsace (F4SCT, DR10)
  - C. Galindo : membre de la Commission Régionale du Développement Professionnel et Social (CRDPS, ex-CORAS) de la DR10
  - C. Galindo : Membre élu et présidente du CAES-CLAS de Cronenbourg.
  - S. Meyer-Georg : Membre élue de la Commission Paritaire Locale (CPL) - IPHC,
  - S. Meyer-Georg : Membre de la Commission Locale d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CLHSCT) – IPHC, membre élue de la Commission Régionale d'Action Sociale (CORAS) – DR10.
  - S. Meyer-Georg : Assistante de prévention (20% ETP) – IPHC, correspondante « déchets chimiques » -IPHC/SPSE Uds