



# Radiothérapies innovantes et imagerie médicale

Laboratoire de Physique de Clermont – LPC

18/06/2021

Lydia Maigne, Maître de conférences

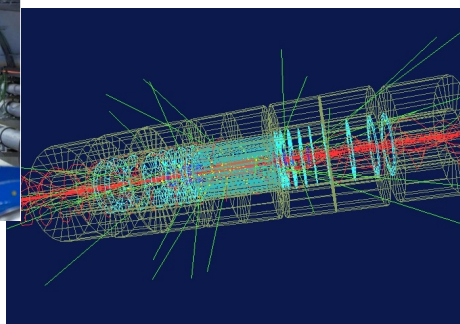


# De grandes ambitions

*Il y a presque 20 ans en 2002*



Des détecteurs très performants

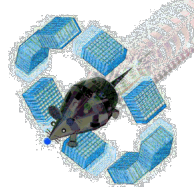


Code performant open source  
Maintenu sur le long terme  
**Difficile d'accès**  
**Détecteurs fixes**  
**Temps de calcul**



Détecteurs en rotation autour de sources radioactives en décroissance dans des êtres vivants....  
Sans contraintes d'utilisation





# GATE: une plateforme de simulation pour la physique médicale



## 2 publications majeures Physics in Medicine & Biology

2004, version 1

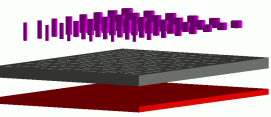
2021, version 9



2009

2015

Imagerie planaire  
TEP, TEMP

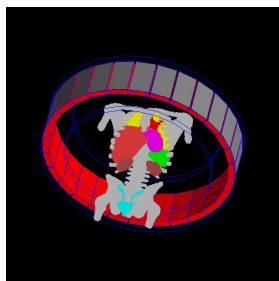
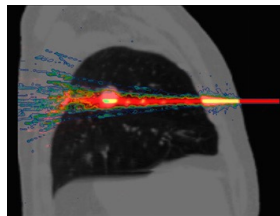


Imagerie  
tomographique



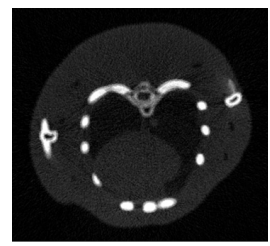
Radiothérapie

Dosimétrie



Imagerie X

Photons optiques



Accélération  
Hadronthérapie



Hybridation



Dosimétrie  
biologique



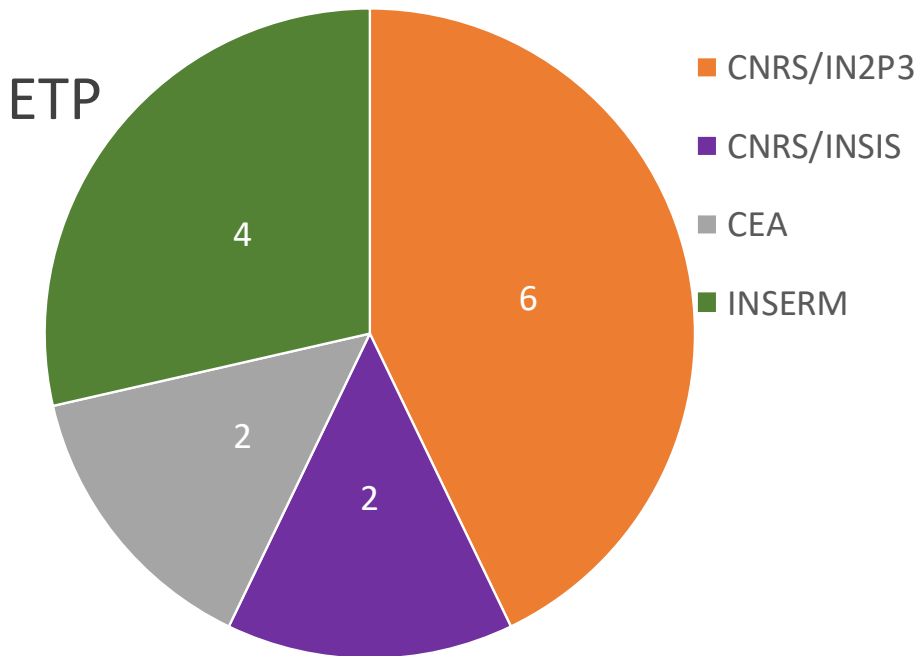
# Une collaboration scientifique internationale

## ○ Quelques chiffres:

- 25 membres
  - Laboratoires
  - Centres cliniques
  - Sociétés privées



[www.opengatecollaboration.org](http://www.opengatecollaboration.org)



## En France

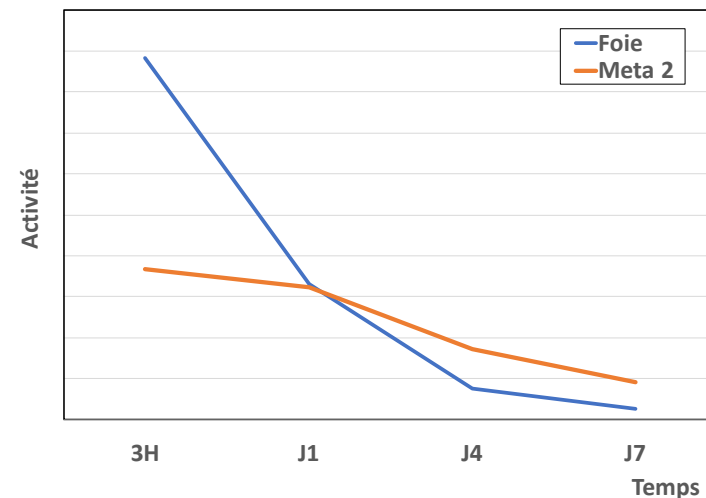
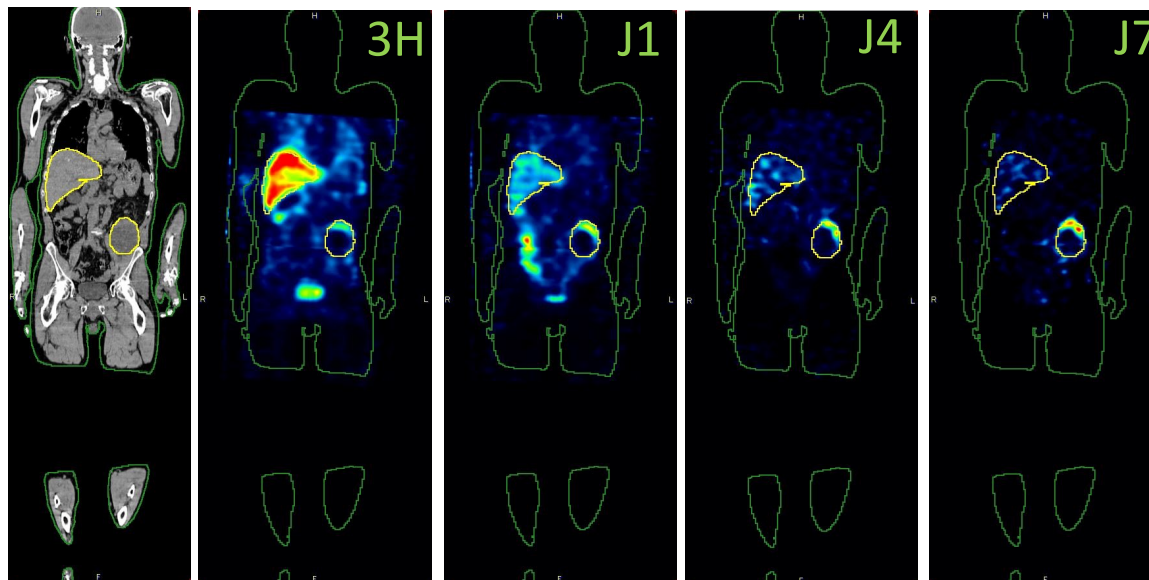


- U1101 INSERM, Brest
- CRCT U1037 INSERM, Toulouse
- IRCM INSERM, Montpellier
- IJCLab IN2P3 Paris-Orsay
- LPC IN2P3, Clermont-Ferrand
- IPHC IN2P3, Strasbourg
- CPPM IN2P3, Marseille
- IP2I IN2P3, Lyon
- LPSC IN2P3, Grenoble
- UMR5515 CNRS, CREATIS, Lyon
- BioMaps, CEA Paris-Saclay

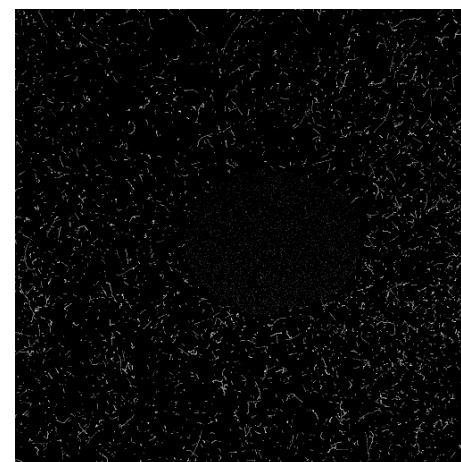


- Traitement du mélanome - transfert clinique

$^{131}\text{I}$ -ICF01012



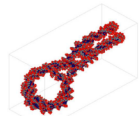
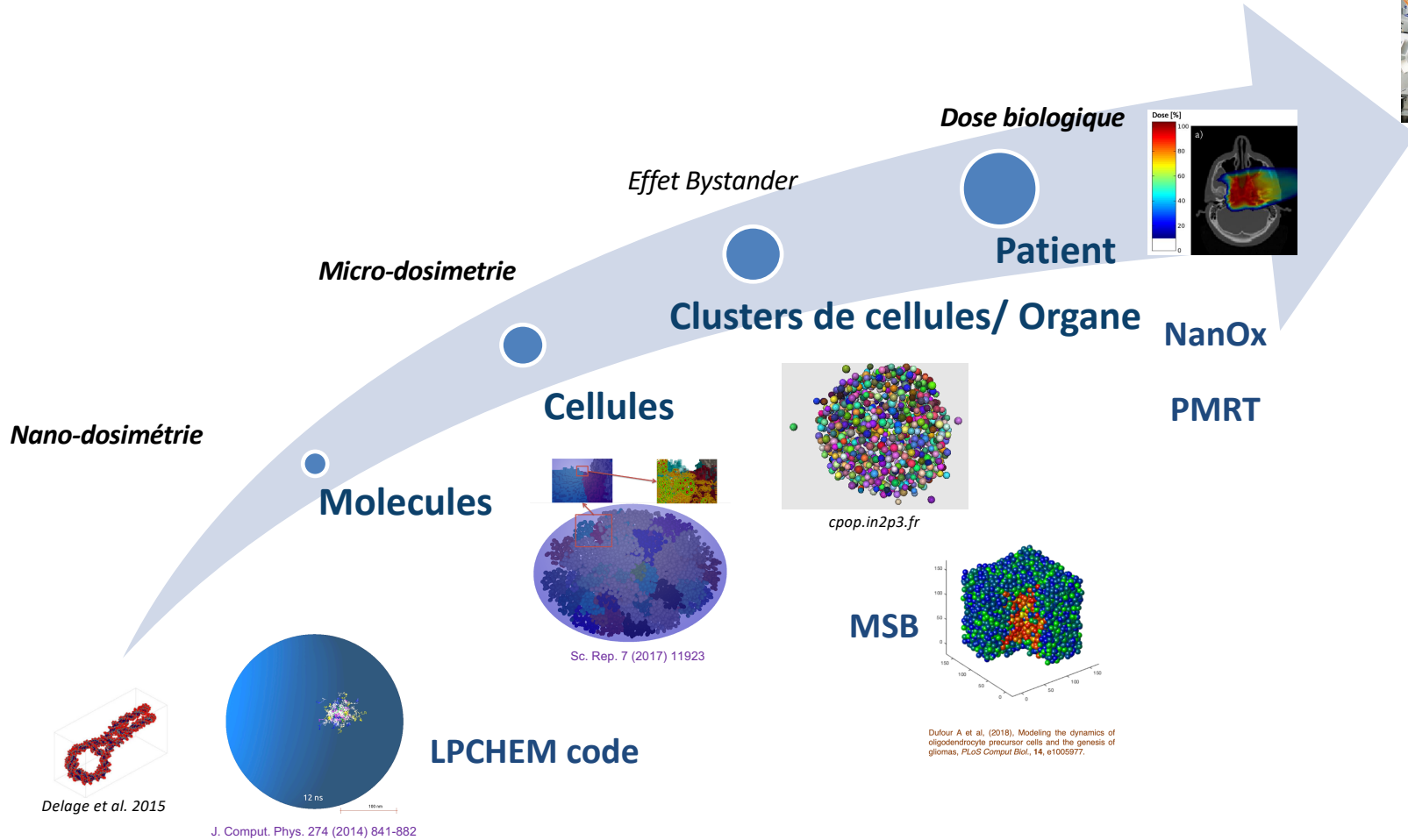
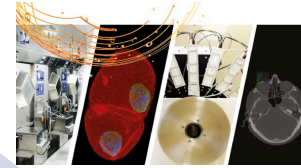
Dosimétrie complète sur patients  
(1 patient/mois)



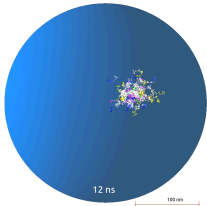
Simulation GATE



# Les simulations multi-échelles

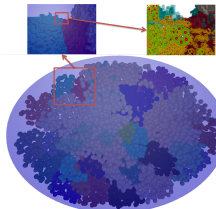


Delage et al. 2015

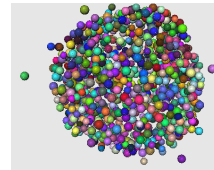


J. Comput. Phys. 274 (2014) 841-882

LPCHEM code

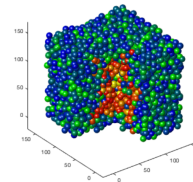


Sc. Rep. 7 (2017) 11923

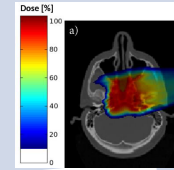


cpop.in2p3.fr

MSB



Dufour A et al. (2018). Modeling the dynamics of oligodendrocyte precursor cells and the genesis of gliomas, *PLoS Comput Biol.*, 14, e1005977.



## Simulations open source



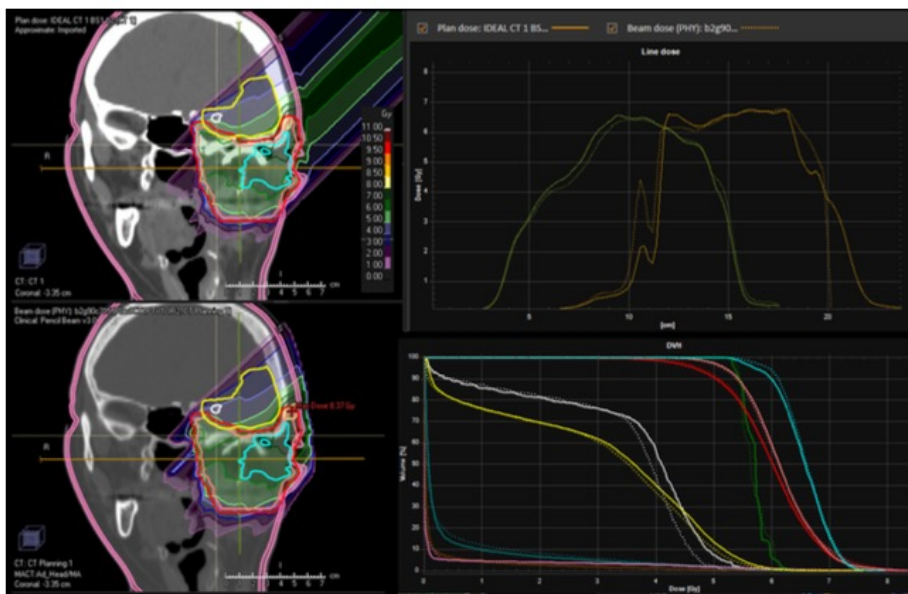


# Mieux prédire pour mieux traiter

CREATIS

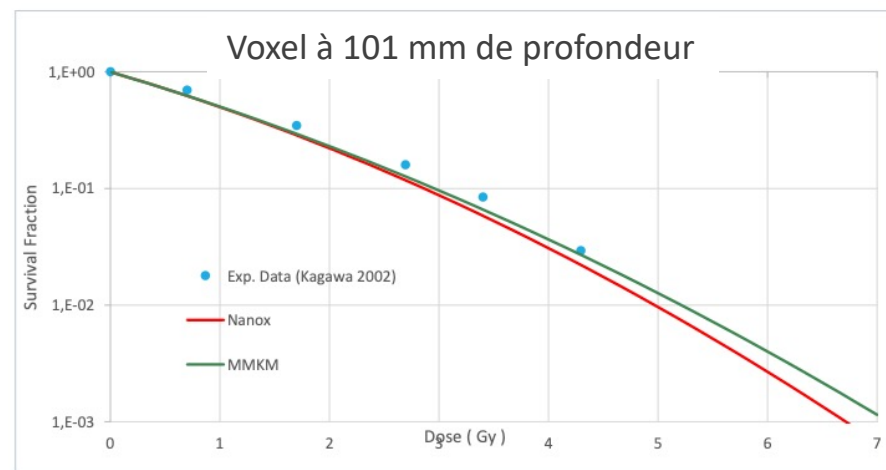
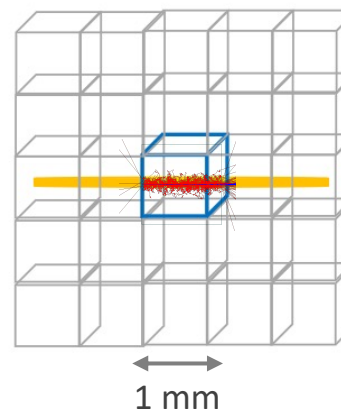


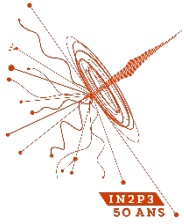
- Prédire la survie des cellules en hadronthérapie



Planification de traitement Raysearch/GATE @ MedAustron  
Ions carbone

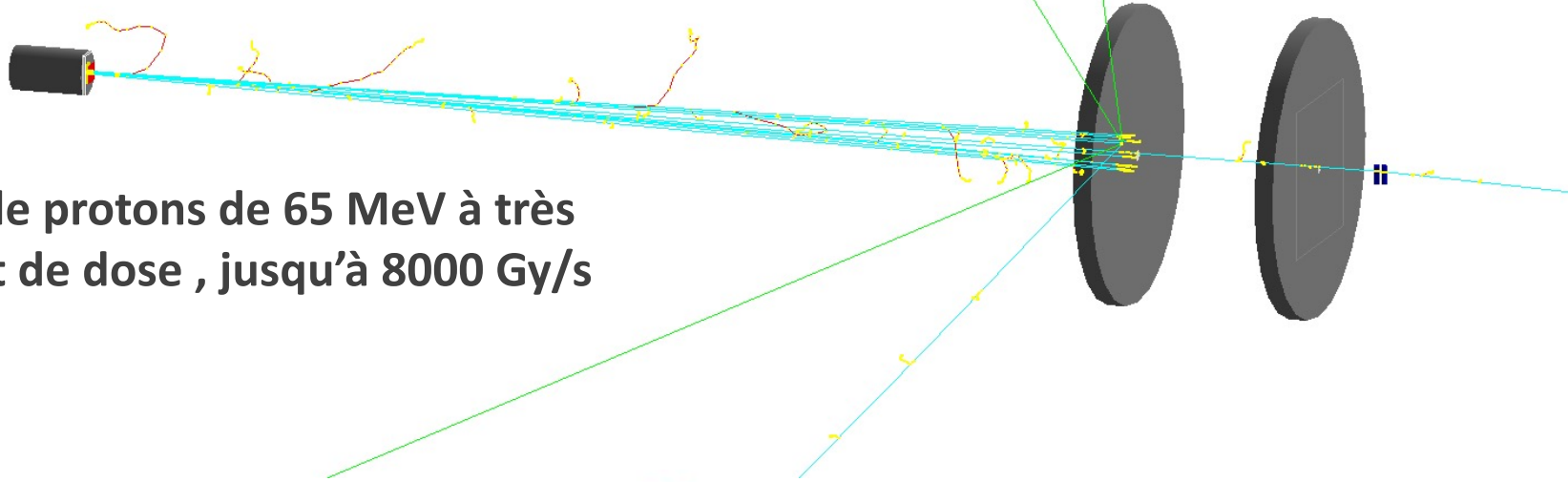
Pour chaque voxel de l'image  
contenant un type cellulaire  
=> prédire la survie





## ○ Radiothérapies à très haut débit de dose

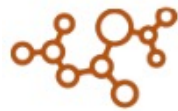
- Minimiser les dommages aux tissus sains en augmentant l'indice thérapeutique



Faisceau de protons de 65 MeV à très haut débit de dose , jusqu'à 8000 Gy/s



Caractérisation  
Ligne faisceau



Etudes physico-chimiques  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



Etudes biologiques  
Zebra fish



Modélisation  
radiolyse FLASH



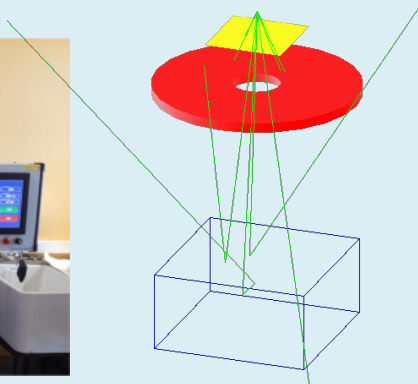
Modèle  
biophysique



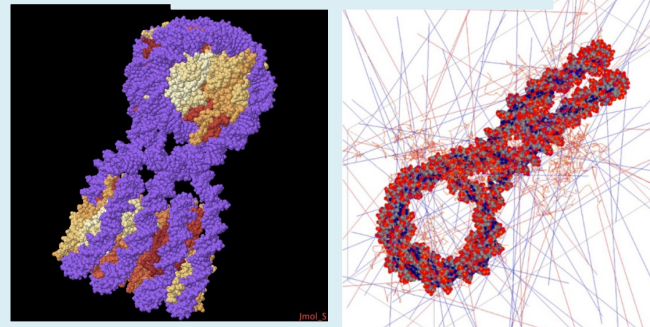


# Une plateforme d'irradiation pour l'enseignement et la recherche interdisciplinaire

## Plateforme PAVIRMA



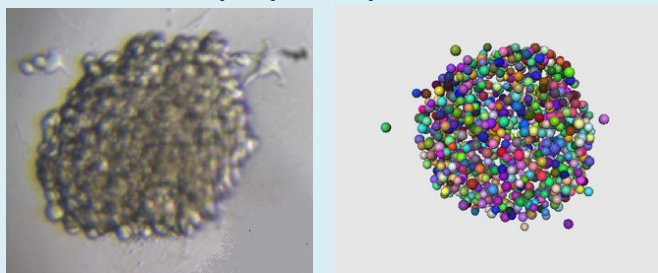
pdb4dna.in2p3.fr



Représentation d'un dinucléosome 1ZBB.pdb

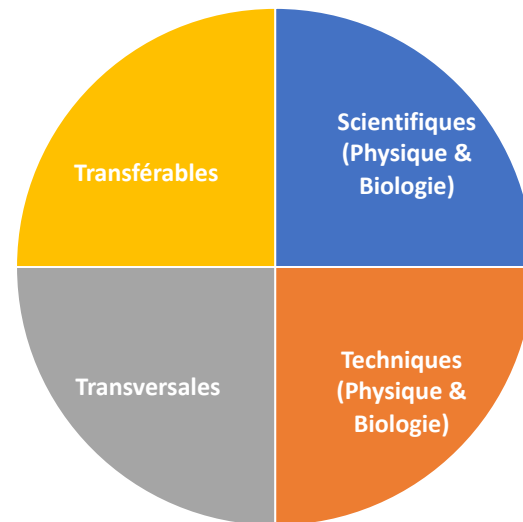
*Une équipe de d'enseignants chercheurs en physique des particules et biologie fondamentale*

cpop.in2p3.fr



Sphéroïde - mélanome - Diamètre  $550 \pm 40 \mu\text{m}$

**Masters: Ingénierie Nucléaire, Ingénierie de la Santé, Microbiologie, Biologie Santé, Traitement du Signal et des Images...**





**RAMONES**



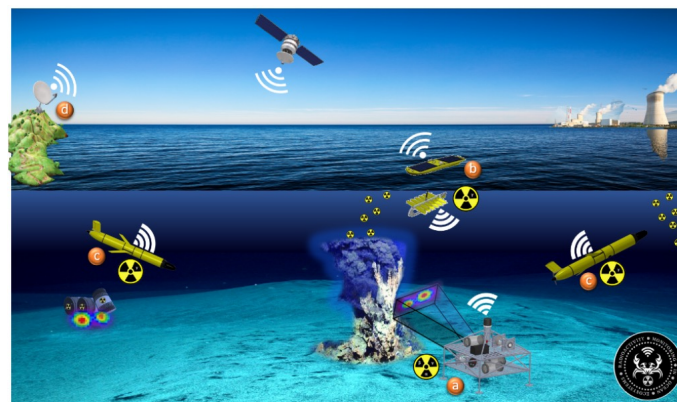
[www.ramones-project.eu](http://www.ramones-project.eu)



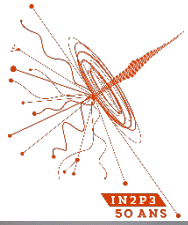
## WP4 - T4.6 Evaluation de la dose aux microorganismes et risques pour la santé humaine

- Mesures de radioactivité utilisées par les simulations (GATE, Geant4-DNA)
- Cartographie de dose à partir d'une spectrométrie gamma par drone
- Modélisation de la dose aux organismes aquatiques par mesure de radioactivité alpha

Pays participants: Grèce, Allemagne, Portugal, Royaume-Uni, France, Espagne



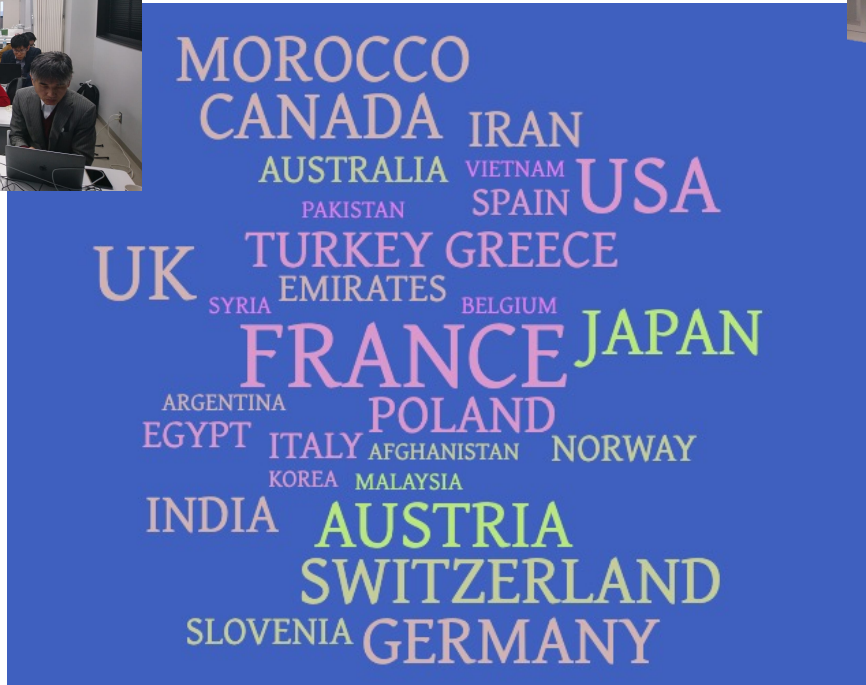
Receives funding from European Union under Horizon 2020 FET Proactive Programme via grant agreement No. 101017808



# La formation continue des étudiants



**+ de 2000 utilisateurs**



**UCA** | **DIRECTION OPÉRATIONNELLE  
DES SYSTÈMES D'INFORMATION**  
Université Clermont Auvergne

**UCA** | **ÉCOLE UNIVERSITAIRE  
DE PHYSIQUE ET D'INGÉNIERIE**  
Université Clermont Auvergne

Masters en physique nucléaire,  
appliquée et médicale